



BTO 2015.223(s) | December 2015

BTO rapport

Actualisatie
driehoeksverdelingen
voor onderbouwing
investeringsprognoses
leidingen

BTO

Actualisatie driehoeksverdelingen voor onderbouwing investeringsprognoses leidingen

BTO 2015.223(s) | December 2015

Opdrachtnummer

400554.038

Projectmanager

drs. P.G.G. (Nellie) Slaats

Opdrachtgever

BTO - Thematisch onderzoek - Assetmanagement

Kwaliteitsborger(s)

dr. ir. E.J.M. (Mirjam) Blokker

Auteur(s)

ir. R.H.S. (Ralph) Beuken en ing. G.A.M. (George) Mesman

Verzonden aan

Dit rapport is verspreid onder BTO-participanten.
Een jaar na publicatie is het openbaar.

Jaar van publicatie
2015

Meer informatie
Ir Ralph Beuken
T 030-6069758
E ralph.beuken@kwrwater.nl

Keywords

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR Watercycle
Research
Institute

BTO xxx (s) | December 2015 © KWR

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

| | |
|--|-----------|
| Inhoud | 2 |
| 1 Inleiding | 3 |
| 1.1 Aanleiding en doelstelling | 3 |
| 1.2 Aanpak | 3 |
| 2 Achtergrond bij het gebruik van de driehoeksverdelingen | 5 |
| 3 Toepassing van driehoeksverdelingen | 8 |
| 3.1 Vragenlijst aan bedrijven | 8 |
| 3.2 Watershare: Mains Investment Planner | 8 |
| 4 Actualisatie indeling in cohorten | 10 |
| 4.1 USTORE analyses | 10 |
| 4.2 Voorgestelde indeling | 18 |
| 5 Voorstel voor driehoeksverdelingen | 20 |
| 5.1 Voorstel levensduurverdelingen | 20 |
| 5.2 Samenvatting levensduurverdelingen | 28 |
| 5.3 Discussie | 28 |
| 6 Conclusies en aanbevelingen | 31 |
| 7 Referenties | 33 |
| Bijlage I | 34 |
| • Levensduurverdelingen zoals vastgesteld in 2010 | 34 |
| Bijlage II | 35 |
| • VRAGEN EN ANTWOORDEN TER VOORBEREIDING VAN DE WORKSHOP | 35 |
| Bijlage III | 36 |
| • Left truncation en right censoring | 36 |

1 Inleiding

1.1 Aanleiding en doelstelling

Het leidingnet in Nederland heeft een totale lengte van 119.000 km (Vewin, 2015) en vertegenwoordigt een grote waarde, zowel financieel als maatschappelijk. Van een deel van de leidingen geldt dat de bij aanleg ingeschatte levensduur is bereikt of al is overschreden. Drinkwaterbedrijven vragen zich af op welk tijdstip deze 'oudere' leidingen aan het einde van hun werkelijke levensduur zijn en bijbehorende vervangingsinvesteringen gepland moeten worden. Om bedrijven te ondersteunen met het investeringsbeleid voor het vervangen van drinkwaterleidingen is in 2011 in het kader van het BTO-project 'Bouwstenen Leidingnetbeheer' het rapport 'Technische levensduur voor groepen leidingen' (Beuken en Mesman, 2011) verschenen. De belangrijkste resultaten van dit rapport waren:

1. Een beschrijving van de meest relevante groepen (cohorten) en voorstellen voor een levensduurverdeling, op basis van de bestaande kennis en inzichten van de huidige leidingnetten.
2. Een methode waarmee drinkwaterbedrijven een investeringsprognose van leidingen kunnen opstellen.

De resultaten van dit onderzoek stellen de drinkwaterbedrijven in staat om een investeringsprognose op te stellen voor het vervangen van leidingen die is gebaseerd op een toetsbare en goed onderbouwde methode en op zo betrouwbaar mogelijke gegevens. Op basis van een literatuurstudie en een analyse van storingen is in 2010 een cohortverdeling opgesteld. Vervolgens is in een workshop met experts van drinkwaterbedrijven (11 oktober 2010) deze groepenindeling besproken en is per groep een levensduurverdeling vastgesteld voor de technische levensduur. Dit is gedaan op basis van een beperkte periode met storingsdata in combinatie met expertkennis. Het resultaat hiervan is een indeling van het leidingnet in 22 homogene groepen, zie Bijlage I. In Beuken en Mesman (2011) is tevens een stappenplan uitgewerkt voor het uitvoeren van een investeringsprognose voor leidingen.

In dit project is een activiteit uitgevoerd voor het actualiseren van de cohortindeling. De reden van deze actualisatie is dat momenteel meer storingen beschikbaar zijn in de USTORE-database, zodat de indeling van de cohorten beter onderbouwd kan worden dan in 2010, en dat er meer inzicht is verkregen in het degradatiegedrag van leidingen.

1.2 Aanpak

Voor het actualiseren van de cohortindeling zijn de volgende activiteiten uitgevoerd:

1. Een vragenlijst is gestuurd naar bedrijven over de toepassing van de driehoeksverdeling, die is beantwoord en geanalyseerd.
2. Er is een USTORE-analyse uitgevoerd voor een verbeterde cohortindeling
3. Er is een workshop gehouden op 23 november 2015, waarin de resultaten van activiteiten 1 en 2 zijn besproken, een cohortindeling is opgesteld, levensduren kort zijn besproken en aanbevelingen zijn geformuleerd.

Aan de workshop van 23 november 2015 werd deelgenomen door: Eddy Postmus (WbG), Aulia Galama-Tirtamarina (WMD), Eelco Trietsch en Bart Jacobs (Vitens), Joost Louter

(Waternet), Peter Horst (PWN), Tijs Vermeulen (Oasen), Rob de Jong (Dunea), Roel Diemel (BW), Henk Vogelaar (WML), George Mesman en Ralph Beuken (KWR).

2 Achtergrond bij het gebruik van de driehoeksverdelingen

Nederlandse drinkwaterbedrijven intensiveren hun investeringen voor het vervangen van leidingen. In 2000 bedroegen de gezamenlijke investeringen 419 M€, waarvan 50% werd geïnvesteerd in distributieprocessen (Vewin, 2013). In 2010 bedroegen de gezamenlijk investeringen 458 M€, waarvan 54% werd besteed aan distributieprocessen (Vewin 2015). Voor 2013 en 2014 bedroegen de gezamenlijke investeringen respectievelijk 431 M€ en 472 M€ (Vewin 2015). Het is hier niet bekend wat het aandeel is van de distributieprocessen. Het is echter aannemelijk dat dit aandeel verder is gestegen. Deze toename van investeringen voor het vervangen van leidingen rechtvaardigt de noodzaak tot aandacht voor het goed onderbouwen van analyses die aan deze investeringen ten grondslag liggen.

Analyses voor het leidingnet hebben tot doel het onderbouwen van besluitvorming. Hierbij zijn twee typen besluitvorming van belang:

1. Besluitvorming op korte termijn (orde grootte tot 10 jaar): Welke leidingen moeten op welk moment gesaneerd worden?
2. Besluitvorming op lange termijn (orde grootte tot 100 jaar): Wat zijn de te verwachten investeringen en welke leidingcohorten verdienen prioriteit in de kortetermijnanalyse?

De in dit rapport beschreven verdelingen hebben betrekking op leidingcohorten voor het opstellen van een investeringsprognose voor de langetermijn. Deze langetermijnanalyse vereist een globale beschrijving van de levensduur van leidingcohorten. Het begrip cohort betekent hier een groep leidingen met vergelijkbare karakteristieken, bijvoorbeeld voor wat betreft het materiaal, de periode van aanleg en de liggingssomstandigheden, en zodanig gekozen dat deze groep een vergelijkbaar degradatieproces kent.

De reden dat gebruik wordt gemaakt van verdelingen en niet van een discrete leeftijd, is omdat de levensduur van een leiding niet op een jaar is vast te leggen en door een veelheid van factoren wordt bepaald. Een verdeling geeft daarmee de beste beschrijving van de werkelijkheid. Daarnaast levert het gebruik van verdelingen ook een gunstig 'afvlakkend' effect. Dat wil zeggen dat scherpe pieken van specifieke aanlegperiodes, bijvoorbeeld vlak na de oorlog, gevolgd worden door een afgevlakte saneringsperiode.

Een levensduurverdeling wordt visueel weergegeven als een functie met op de x-as de tijd en op de y-as de jaarlijkse omvang van het saneringsvolume als percentage van de huidige lengte van een leidingcohort. Het oppervlak van de verdeling heeft de waarde 1 en vertegenwoordigt de totale leidinglengte van het leidingcohort.

Voor het onderbouwen van een investeringsprognose, is inzicht nodig in de factoren die de levensduur van een leiding bepalen. Aan het eind van de levensduur van een leiding volgt sanering en er zijn drie oorzaken die aan sanering ten grondslag liggen:

1. Saneren vanwege het falen van de leiding door het bereiken van de technische levensduur.
2. Saneren vanwege het falen van de leiding door een toestandsonafhankelijke reden, bijvoorbeeld als gevolg van aanlegfouten of omwaaien van nabijgelegen bomen.
3. Saneren vanwege activiteiten van derden.

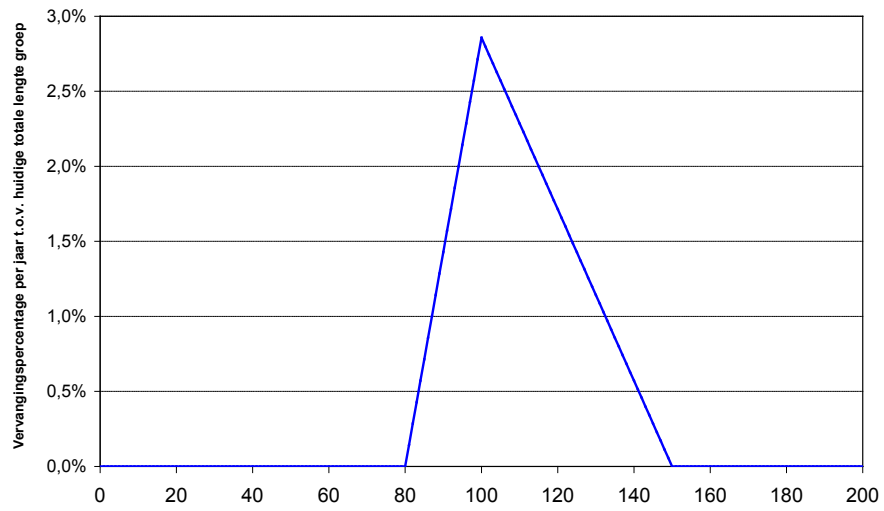
De in dit rapport beschreven levensduren hebben betrekking op de technische levensduur. Het uitgangspunt is dat deze volledig wordt bepaald door de degradatie van de leiding. In feite is deze bewering niet volledig correct, aangezien de normwaarde die bepaalt of een leiding niet meer aan zijn vereiste technische eisen voldoet (uitgedrukt in sterkte en afdichting of in toelaatbare storingsfrequentie) bedrijfsbepaald is. Bedrijven zullen immers voor leidingen in risicovolle omstandigheden een hogere sterkte-eis of toelaatbare storingsfrequentie hanteren. Binnen de vereiste nauwkeurigheid van een investeringsprognose kan echter gesteld worden dat de technische levensduur bepaald wordt door de degradatie.

Bij de bepaling van de technische levensduur is de inzet van generieke expertkennis het meest gewenst. Over de overige saneringsoorzaken kunnen drinkwaterbedrijven zelf gegevens verzamelen. Drinkwaterbedrijven kunnen de levensduren per cohort combineren tot een gezamenlijke levensduur. Hiervoor wordt verwezen naar Beuken en Mesman (2011).

In Beuken en Mesman (2011) is gekozen om de verdeling van de technische levensduur te baseren op de driehoeksverdeling. De reden hiervoor is dat er weinig betrouwbare data beschikbaar is over de levensduur van leidingen en er voornamelijk gebruik wordt gemaakt van expertmeningen. De driehoeksverdeling kan goed worden afgestemd op de belevingswereld van experts en heeft als voordeel boven bijvoorbeeld een normale verdeling of een Weibull verdeling dat die aan beide zijden duidelijk begrensd is. De driehoeksverdeling kan worden vastgesteld door het voorleggen van de volgende vragen aan experts:

1. Op welk moment (T_1) zullen de eerste vervangingen plaatsvinden van de slechtste leidingen uit dit cohort?
2. Op welk moment (T_2) zal het aantal vervangingen maximaal zijn?
3. Op welk moment (T_3) zullen de laatste vervangingen plaatsvinden van de beste leidingen uit dit cohort?

Bovenstaande vragen leveren een beschrijving op van de verdeling van de te verwachten technische levensduur. Voor een voorbeeld, zie Figuur 1.



FIGUUR 1. TECHNISCHE LEVENSDUUR VOLGENS DE DRIEHOEKVERDELING: IN DIT VOORBEELD GELDT: $T_1 = 80$ JAAR; $T_2 = 100$ JAAR; $T_3 = 150$ JAAR.

3 Toepassing van driehoeksverdelingen

3.1 Vragenlijst aan bedrijven

Ter voorbereiding van de workshop van 23 november 2015 is aan de deelnemers een vragenlijst toegestuurd. Door zes deelnemers/bedrijven is hierop antwoord gegeven. Voor de vragen en de gegeven antwoorden, zie Bijlage II. Op basis van de gegeven antwoorden en de toelichting hierop tijdens de workshop worden conclusies getrokken.

1. De driehoeksverdeling en de daaraan gekoppelde technische levensduurverdelingen door een aantal bedrijven wordt gebruikt.
2. De meest directe toepassing plaatsvindt in de door WML en PWN gebruikte rekenmethodiek TRANSPARANT, waarbij de T_1 - en T_3 -waarden gebruikt worden om het jaar van vervangen te bepalen van individuele leidingen.
3. Diverse drinkwaterbedrijven aangeven dat de levensduren dienen als basis voor investeringsprognoses of meerjarenplanningen.
4. Er bij sommige bedrijven onduidelijkheid is over de toepassing van de driehoeksverdelingen. Zij geven aan een voorkeur te hebben voor andere benaderingen voor het bepalen van het saneringsmoment van individuele leidingen¹.
5. Er behoefte is aan het relateren van de driehoeksverdelingen aan extrapolaties van storingsfrequenties.

Verder werden met betrekking tot de methodiek en de vastgestelde levensduren de volgende vragen gesteld:

1. Verdient een gelijkmatige verdeling, zoals een normaalverdeling, niet de voorkeur boven een verdeling met knikpunten, zoals het geval is bij de driehoeksverdeling?
2. Hoe kan de spreiding tussen T_1 en T_3 , die voor bepaalde cohorten als zeer groot wordt gezien, worden verkleind?
3. In de in 2011 opgestelde levensduurverdelingen zijn waarden voor T_3 vastgesteld van 200 jaar. Is het wenselijk dat leidingen een dergelijke lange technische levensduur hebben?

3.2 Watershare: Mains Investment Planner

Op basis van het in Beuken en Mesman (2011) beschreven stappenplan is binnen Watershare het model Mains Investment Planning (MIP) ontwikkeld. Watershare is een internationaal samenwerkingsverband van onderzoeksinstituten, waarin ervaringen en software modellen worden uitgewisseld. KWR Watercycle Research Institute heeft binnen Watershare een leidende rol. Met MIP kunnen bedrijven eenvoudig data inlezen van het leidingnet, het leidingnet indelen in cohorten en hieraan levensduren en kostenkengetallen toekennen. Op basis hiervan worden prognoses gegenereerd van de te vervangen leidinglengten en bijbehorende investeringen. Voor meer info zie: <http://www.watershare.eu/>. Zie Figuur 2 voor een scherm met invoer voor MIP en Figuur 3 voor resultaten.

¹ Opgemerkt wordt dat dit waarschijnlijk korte termijn analyses betreffen.

The screenshot shows the 'Mains Investment Planning' software interface. It features two main sections: 'Group data' and 'Technical life of group'.
In the 'Group data' section, there are input fields for: description (AC new), File (Regio2.csv), Material (AC), Used From (1970 yr), Used Until (2015 yr), Diameter From (1 mm), and Diameter To (1000 mm).
In the 'Technical life of group' section, there are input fields for t1 (80 yr), t2 (120 yr), and t3 (160 yr). To the right of these fields is a line graph showing a triangular distribution of 'Replacement rate' over 'Age of main' with markers for t1, t2, and t3.
At the bottom of the form are 'Save' and 'Cancel' buttons.

FIGUUR 2 INVOERSCHERM VOOR MAINS INVESTMENT PLANNING WAAR DATA VOOR EEN COHORT KAN WORDEN INGEVOERD.



FIGUUR 3 UITVOERSCHERM VAN DE MAINS INVESTMENT PLANNING MET DE GEPROGNOSTICEERDE INVESTERINGEN.

4 Actualisatie indeling in cohorten

4.1 USTORE analyses

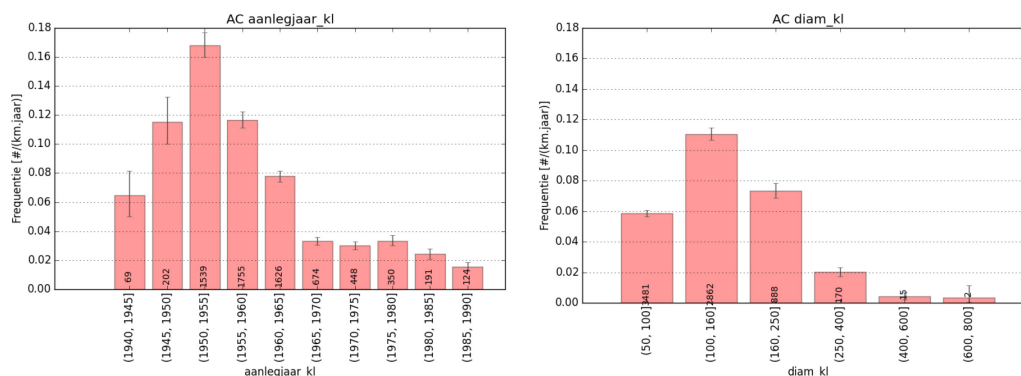
De in 2010 uitgevoerde storingsanalyse voor de indeling van het leidingnet in cohorten, is gebaseerd op een USTORE-bestand afkomstig van 5 bedrijven over de periode 2009-Q1 tot en met 2010-Q2. In deze periode zijn 2.451 storingen geregistreerd. De analyse heeft plaatsgevonden op basis van 2.016 spontane storingen. Het leidingnet van de bedrijven die in 2010 aan USTORE deelnamen besloeg ongeveer 32.000 km.

De storingsanalyse die in het kader van dit BTO-project is uitgevoerd heeft betrekking op een USTORE-bestand van 8 bedrijven met geregistreerde storingen over de periode 2009-Q1 tot en met 2015-Q2. Voor deze periode zijn 18.005 storingen geregistreerd. Om storingen zo veel mogelijk te relateren aan het degraderen van de buizen en verbindingen, zijn de storingen met een storingsoorzaak 'derden' of 'aanlegfout' of een object anders dan 'buis' of 'verbinding' buiten beschouwing gelaten. Na het uitfilteren van deze storingen heeft een analyse plaatsgevonden op 12.868 storingen. Het leidingnet van de bedrijven die in 2015 aan USTORE deelnamen, beslaat ongeveer 68.000 km.

4.1.1 AC Leidingen

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van AC leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 4) blijkt dat:

- AC leidingen aangelegd voor 1965 een hogere storingsfrequentie hebben dan AC-leidingen aangelegd vanaf 1965.
- AC leidingen met een diameter kleiner dan 250 mm een hogere storingsfrequentie hebben dan leidingen van 250 mm of groter.



FIGUUR 4 STORINGSFREQUENTIE VAN AC LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 1 de leidinglengten aangegeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014. De verdere indeling naar bodemsoort is niet mogelijk omdat in USTORE (nog) geen XY-coördinaten van leidingen zijn opgenomen.

TABEL 1 LENGTEN VAN AC LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1965 | | Vanaf 1965 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|---------|------------|---------|----------|---------|--------|---------|
| | Aantal | Procent | Aantal | Procent | Aantal | Procent | Aantal | Procent |
| Diam. <250 mm | 6.658 | 36.3% | 8.853 | 48.3% | 219 | 1.2% | 15.730 | 85.8% |
| Diam. >=250 mm | 534 | 2.9% | 2041 | 11.1% | 21 | 0.1% | 2.597 | 14.2% |
| Totaal | 7.192 | 39.2% | 10.895 | 59.4% | 240 | 1.3% | 18.327 | 100.0% |

Voor AC leidingen is een onderverdeling voorgesteld in acht groepen op basis van drie categorieën met elk twee groepen. De argumentatie hiervoor is:

- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat AC leidingen die zijn aangelegd voor 1965 een kortere levensduur hebben. Als oorzaak hiervoor geldt de mogelijke aanwezigheid van natuurrubberringen en de grotere variatie in materiaalkwaliteit.
- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat AC leidingen met een diameter groter dan 250 mm een langere levensduur hebben dan leidingen van 250 mm of groter.
- Er wordt aangenomen dat AC leidingen in bodems waarin zich geen vrije kalk bevindt een kortere levensduur hebben. Uitloging aan de buitenzijde van AC leidingen wordt versterkt door een lage pH in de bodem rondom de leiding (Slaats en Mesman, 2004). Een lage pH komt voor in bodems waarin zich geen of weinig vrije kalk bevindt, zie hiervoor de Bodemkaart (Alterra).

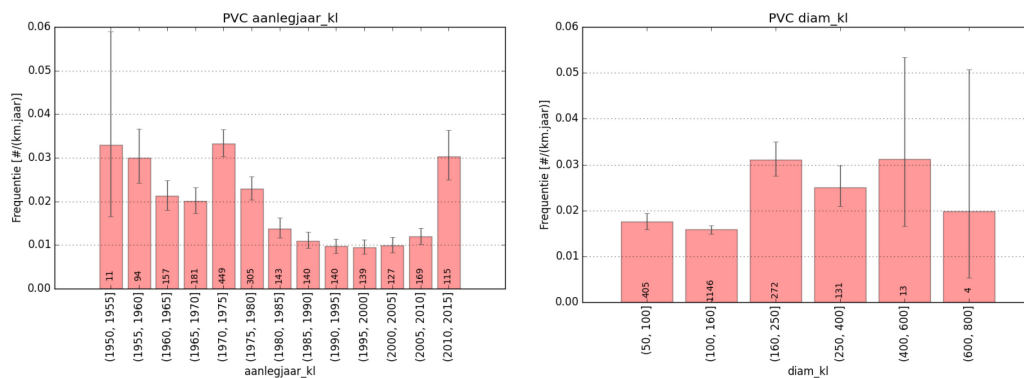
Bij de indeling in 2010² is voor AC leidingen onderscheid gemaakt tussen de aanlegperiode (voor of vanaf 1960), diameters (groter of kleiner dan 400 mm) en de aanwezigheid van kalk in de bodem.

4.1.2 PVC leidingen

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van PVC leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 5) blijkt:

- PVC leidingen aangelegd voor 1980 hebben een iets hogere storingsfrequentie dan PVC leidingen aangelegd vanaf 1980. De hogere storingsfrequentie na 2010 is waarschijnlijk een gevolg van aanlegactiviteiten. Immers in de eerste jaren na (her-) aanleg treden relatief hoge spanningen op als gevolg van zettingen, graven of zwaar transport. Storingen die na het aanlegproces optreden worden niet altijd als 'aanlegfout' geregistreerd.
- PVC leidingen met een diameter kleiner dan 160 mm hebben een lagere storingsfrequentie dan leidingen van 160 mm of groter.

² De workshop vond plaats in 2010, de rapportage daarover in 2011.



FIGUUR 5 STORINGSFREQUENTIE VAN PVC LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 2 de leidinglengten aangeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014. De verdere indeling naar bodemsoort is niet mogelijk omdat in USTORE (nog) geen XY-coördinaten van leidingen zijn opgenomen.

TABEL 2 LENGTEN VAN PVC LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014). DEZE OPGAVE BEVAT ZOWEL REGULIER PVC ALS BI-AXIAAL VERSTREKT PVC.

| | Voor 1980 | | Vanaf 1980 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <160 mm | 7.351 | 33.3% | 11.458 | 51.9% | 219 | 1.0% | 19.028 | 86.2% |
| Diam. >=160 mm | 583 | 2.6% | 2.451 | 11.1% | 21 | 0.1% | 3.056 | 13.8% |
| Totaal | 7.934 | 35.9% | 13.909 | 63.0% | 240 | 1.1% | 22.084 | 100.0% |

Voor PVC leidingen is een onderverdeling voorgesteld in acht groepen. De argumentatie hiervoor is:

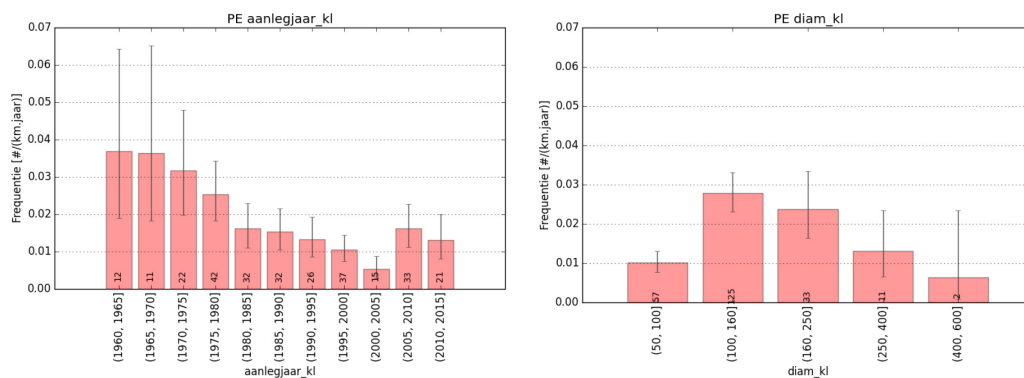
- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat PVC leidingen die zijn aangelegd voor 1980 een kortere levensduur hebben dan PVC leidingen aangelegd vanaf 1980. Als oorzaak hiervoor geldt de grotere variatie in materiaalkwaliteit.
- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat PVC leidingen met een diameter kleiner dan 160 mm een langere levensduur hebben dan PVC leidingen met een diameter van 160 mm of groter.
- Er wordt aangenomen dat PVC leidingen een kortere levensduur hebben als ze zijn gelegen in een bodem waarin spanningen in de buiswand ontstaan door zettingsverschillen (ongelijkmatige zettingen). Deze spanningen kunnen door scheurvorming de leidingeigenschappen (weerstand tegen langzame scheurgroei) op langere duur negatief beïnvloeden (Mesman et al., 2009). Zettingsgevoelige bodems zijn te identificeren met behulp van de Zettingenkaart (Lange en Gunnink, 2011). Er wordt aangenomen dat in gebieden waar zettingen optreden ook meer zettingsverschillen zijn. Meer nauwkeurigere bepalingen van ongelijkmatige zettingen zijn mogelijk met satellietmetingen. Voor een uitvoerige beschrijving hiervan wordt verwezen naar Wols et al. (2015).

Bij de indeling in 2010 is voor PVC leidingen onderscheid gemaakt tussen de aanlegperiode (voor 1970, van 1970 tot 1976 en na 1976), en de kans op zettingen in de bodem.

4.1.3 PE leidingen

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van PE leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 6) blijkt:

- PE leidingen aangelegd voor 1980 hebben een hogere storingsfrequentie dan PE leidingen aangelegd vanaf 1980. Net als bij PVC leidingen komt ook bij recent aangelegde PE leidingen een verhoogde storingsfrequentie voor.
- PE leidingen met een diameter kleiner dan 100 mm hebben een lagere storingsfrequentie dan PE leidingen van 100 mm of groter. Leidingen met een diameter van 400 mm of groter hebben ook een relatief lagere storingsfrequentie. Dit betreft echter een groep van beperkte omvang.



FIGUUR 6 STORINGSFREQUENTIE VAN PE LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 3 de leidinglengten aangegeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014.

TABEL 3 LENGTEN VAN PE LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1980 | | Vanaf 1980 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|------|------------|-------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <100 mm | 194 | 4.6% | 2347 | 55.4% | 44 | 1.0% | 2586 | 61.1% |
| Diam. >=100 mm | 71 | 1.7% | 1567 | 37.0% | 10 | 0.2% | 1648 | 38.9% |
| Totaal | 265 | 6.3% | 3915 | 92.5% | 55 | 1.3% | 4234 | 100.0% |

Voor PE leidingen is een onderverdeling voorgesteld in drie groepen. De argumentatie hiervoor is:

- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat PE leidingen die zijn aangelegd voor 1980 een kortere levensduur hebben. Als oorzaak hiervoor geldt dat vanaf 1980 PE materiaal met hoogwaardigere materiaaleigenschappen is toegepast (Mesman, 2015).
- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat PE leidingen met een diameter kleiner dan 100 mm een langere levensduur hebben dan PE leidingen van 100 mm of groter. Omdat het aandeel PE leidingen voor 1980

beperkt is, wordt voorgesteld voor deze leeftijdscategorie beide diametergroepen te combineren.

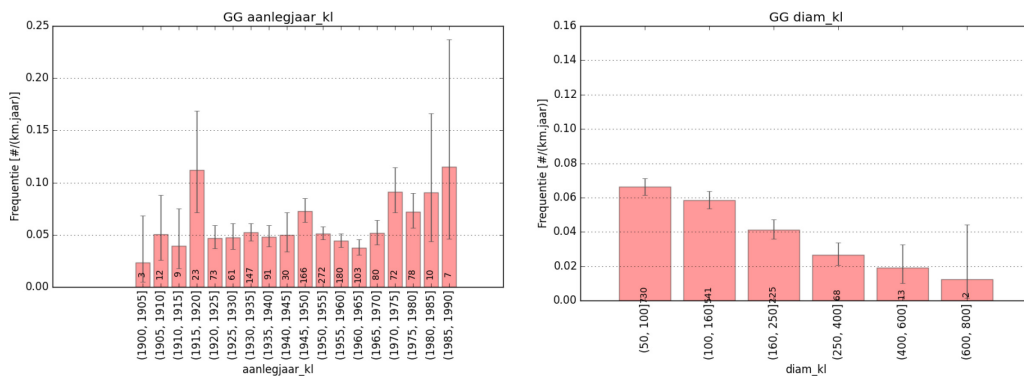
- Er is geen relatie bekend tussen de storingsfrequentie van PE leidingen en omgevingsfactoren (Mesman, 2015).

Bij de indeling in 2010 zijn alle PE leidingen in één cohort ingedeeld.

4.1.4 Grijs gietijzeren leidingen (GGIJ)

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van GGIJ leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 7) blijkt dat:

- GGIJ leidingen aangelegd vanaf 1970 een hogere storingsfrequentie hebben dan GGIJ leidingen aangelegd voor 1970.
- GGIJ leidingen een afnemende storingsfrequentie hebben bij toenemende diameter.



FIGUUR 7 STORINGSFREQUENTIE VAN GGIJ LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 4 de leidinglengten aangegeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014. De verdere indeling naar bodemsoort is niet mogelijk omdat in USTORE (nog) geen XY-coördinaten van leidingen zijn opgenomen.

TABEL 4 LENGTEN VAN GRIJS GIETIJZEREN LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1970 | | Vanaf 1970 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|-------|------------|------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <250 mm | 3.741 | 75.1% | 309 | 6.2% | 33 | 0.7% | 4.082 | 81.9% |
| Diam. >=250 mm | 835 | 16.8% | 53 | 1.1% | 12 | 0.2% | 900 | 18.1% |
| Totaal | 4.576 | 91.8% | 362 | 7.3% | 45 | 0.9% | 4.983 | 100.0% |

Voor GGIJ leidingen is een onderverdeling voorgesteld in vier groepen. De argumentatie hiervoor is:

- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat GGIJ leidingen met een diameter van 250 mm of groter een langere levensduur hebben dan leidingen met een diameter kleiner dan 250 mm. Opgemerkt wordt dat de

storingsfrequentie min of meer gelijkmatig afloopt bij toenemende diameter en dat er geen sprake is van een eenduidige grenswaarde. Vanaf 250 mm is in het algemeen sprake van transportleidingen.

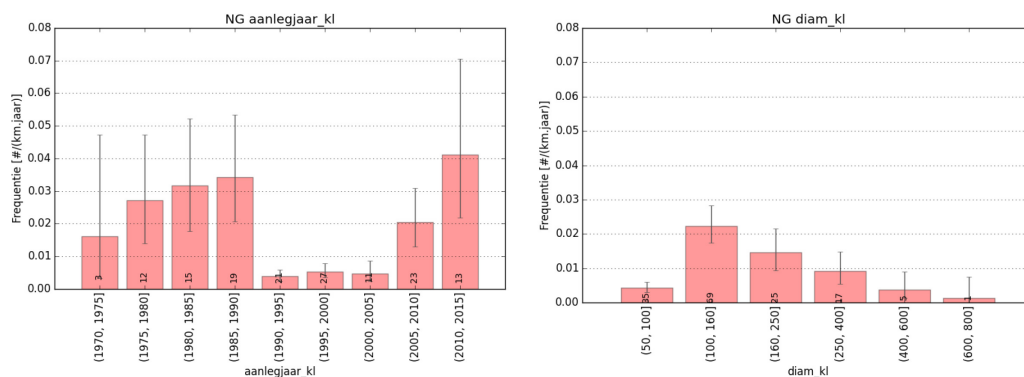
- Er wordt aangenomen dat GGJ leidingen een kortere levensduur hebben als ze zijn gelegen in een corrosieve bodem. Dit is een bodem met een hoog elektrisch geleidingsvermogen en/of een lage pH van het grondwater (Mesman en Slaats, 2004). Deze bodems kunnen geïdentificeerd worden met respectievelijk de kaart van het chloride-gehalte (Oude Essink et al., 2010) of met de Bodemkaart 1:50.000 (Alterra).
- De storingsfrequentie van GGJ leidingen aangelegd vanaf 1970 is hoger dan leidingen aangelegd daarvoor. De omvang van deze groep is echter beperkt en de relatieve verschillen zijn kleiner dan tussen de diameterklassen. Een verdere indeling van vier naar acht groepen lijkt daarom niet gerechtvaardigd.

Bij de indeling in 2010 is voor GGJ leidingen onderscheid gemaakt tussen de diameter (kleiner dan 100 mm, van 100 mm tot 250 mm en groter dan of gelijk aan 250 mm) en de aanwezigheid van een agressieve bodem.

4.1.5 Nodulair gietijzeren leidingen (NGIJ)

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van NGIJ leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 8) blijkt dat:

- NGIJ leidingen aangelegd voor 1990 een hogere storingsfrequentie hebben dan NGIJ leidingen aangelegd tussen 1990 en 2005. NGIJ leidingen aangelegd na 2005 hebben weer een hogere storingsfrequentie.
- NGIJ leidingen hebben een afnemende storingsfrequentie bij toenemende diameter, met uitzondering van leidingen kleiner dan 100 mm.



FIGUUR 8 STORINGSFREQUENTIE VAN NODULAIR GIETIJZEREN LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 5 de leidinglengten aangegeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014.

TABEL 5 LENGTEN VAN NODULAIR GIETIJZEREN LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1990 | | Vanaf 1990 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <250 mm | 241 | 7.8% | 2.073 | 67.2% | 2 | 0.1% | 2.316 | 75.0% |
| Diam. >=250 mm | 100 | 3.2% | 670 | 21.7% | 1 | 0.0% | 770 | 25.0% |
| Totaal | 341 | 11.1% | 2.742 | 88.9% | 3 | 0.1% | 3.086 | 100.0% |

Voor NGIJ leidingen is een onderverdeling voorgesteld in twee groepen. De argumentatie hiervoor is:

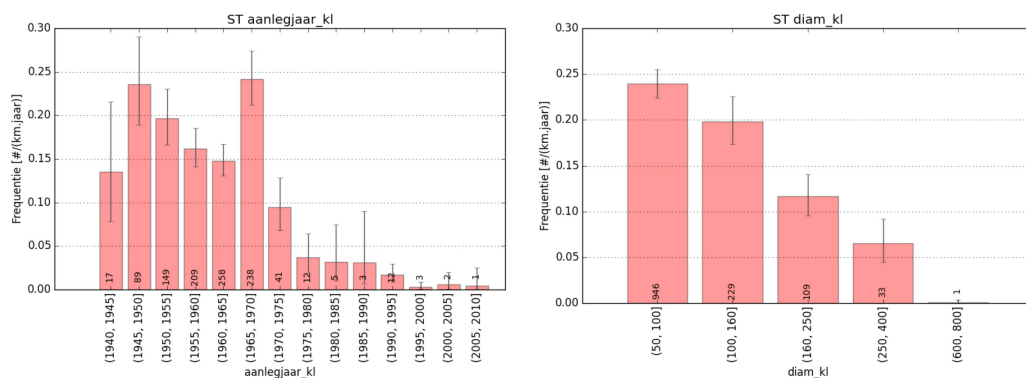
- Op basis van de analyse van de storingsfrequentie wordt aangenomen dat NGIJ leidingen die zijn aangelegd voor 1990 een kortere levensduur hebben dan leidingen aangelegd vanaf 1990. Als oorzaak hiervoor geldt de verbeterde materiaalkwaliteit van leidingen aangelegd vanaf 1990.
- De storingsfrequentie van NGIJ leidingen met een grotere diameter is kleiner dan die van leidingen met een kleinere diameter. De omvang van deze groep is echter beperkt en de relatieve verschillen zijn kleiner dan tussen de perioden van aanleg. Een verdere indeling van twee naar vier groepen lijkt daarom niet gerechtvaardigd.
- Er zijn geen relaties bekend die een onderscheid aangeven van de degradatie van NGIJ leidingen op basis van bodemomstandigheden.

Bij de indeling in 2010 zijn alle NGIJ leidingen in één cohort ingedeeld.

4.1.6 Stalen leidingen

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van stalen leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 9) blijkt dat:

- Stalen leidingen aangelegd voor 1975 een hogere storingsfrequentie hebben dan stalen leidingen aangelegd vanaf 1975.
- Stalen leidingen hebben een afnemende storingsfrequentie bij toenemende diameter.



FIGUUR 9 STORINGSFREQUENTIE VAN STALEN LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 6 de leidinglengten aangegeven zoals in USTORE geregistreerd per 31-12-2014.

TABEL 6 LENGTEN VAN STALEN LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1975 | | Vanaf 1975 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <250 mm | 825 | 52.0% | 45 | 2.8% | 4 | 0.2% | 874 | 55.1% |
| Diam. >=250 mm | 218 | 13.8% | 489 | 30.8% | 5 | 0.3% | 713 | 44.9% |
| Totaal | 1.043 | 65.8% | 534 | 33.7% | 9 | 0.6% | 1.586 | 100.0% |

Voor stalen leidingen is tijdens de workshop een onderverdeling voorgesteld in twee groepen. De argumentatie hiervoor is:

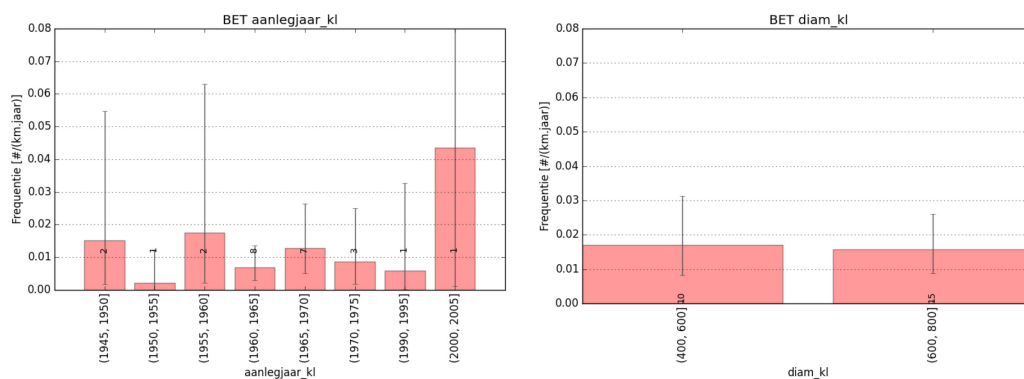
- De totale omvang stalen leidingen is beperkt. Deze groep laat zich uitsplitsen in twee groepen van duidelijke verschillende aard, te weten stalen leidingen met kathodische bescherming en stalen leidingen zonder kathodische bescherming. Stalen leidingen met kathodische bescherming zijn vooral jongere transportleidingen (voornamelijk de verzameling 'Vanaf 1975' en 'Diam. >= 250 mm' in Tabel 6), terwijl stalen leidingen zonder kathodische bescherming oude distributieleidingen betreffen (voornamelijk de verzameling 'Voor 1975' en 'Diam. < 250 mm' in Tabel 6). Stalen transportleidingen hebben een goede inwendige en uitwendige bekleding en worden daardoor goed beschermd tegen invloeden van de bodem of het leidingwater. Stalen distributieleidingen zijn veelal kleinere leidingen met een twijfelachtige conditie.

Bij de indeling in 2010 is voor de stalen leidingen de zelfde indeling aangehouden. Hier werd echter de naamgeving 'staal onbeschermd' en 'staal beschermd' aangehouden.

4.1.7 Betonnen leidingen

Er heeft een analyse plaatsgevonden van de storingsfrequentie van betonnen leidingen uitgesplitst naar periode van aanleg en diameter. Op basis van de storingsfrequentie (zie Figuur 10) blijkt dat:

- Betonnen leidingen een beperkt aantal storingen hebben in USTORE en dat er geen onderscheid is te maken naar de storingsfrequentie op basis van jaar van aanleg.
- Er geen onderscheid is te maken naar de storingsfrequentie op basis van diameter.



FIGUUR 10 STORINGSFREQUENTIE VAN BETONNEN LEIDINGEN, UITGESPLITST NAAR AANLEGPERIODE (LINKS) EN DIAMETERGROEP (RECHTS).

Voor de indeling naar aanlegperiode en diametergroep zijn in Tabel 7 de leidinglengten aangegeven zoals geregistreerd in USTORE per 31-12-2014.

TABEL 7 LENGTEN VAN BETONNEN LEIDINGEN IN KM, PER PERIODE VAN AANLEG EN PER DIAMETER (USTORE, 31-12-2014).

| | Voor 1970 | | Vanaf 1970 | | Onbekend | | Totaal | |
|----------------|-----------|-------|------------|-------|----------|------|--------|--------|
| Diam. <600 mm | 92 | 12.9% | 9 | 1.2% | 2 | 0.3% | 103 | 14.4% |
| Diam. >=600 mm | 397 | 55.6% | 205 | 28.7% | 9 | 1.3% | 612 | 85.6% |
| Totaal | 490 | 68.5% | 214 | 29.9% | 11 | 1.6% | 715 | 100.0% |

Voor betonnen leidingen is geen verdere onderverdeling voorgesteld. De argumentatie hiervoor is de beperkte omvang van betonnen leidingen en dat er op basis van de storingsfrequentie geen duidelijk onderscheid is te maken in deelgroepen.

Bij de indeling in 2010 zijn alle betonnen leidingen in één cohort ingedeeld.

4.1.8 GVK leidingen

GVK leidingen worden in USTORE niet afzonderlijk geregistreerd en vallen in de categorie 'Anders'. In de huidige USTORE database (31-12-2015) vallen 416 km leidingen in de materiaalcategorie 'Anders'. Naar verwachting zijn dit voor een groot deel leidingen van GVK. Voor de GVK wordt geen verdere onderverdeling voorgesteld.

Bij de indeling in 2010 zijn alle GVK leidingen in één cohort ingedeeld.

4.2 Voorgestelde indeling

Op basis van de USTORE-analyses is tijdens de workshop van 23 november 2015 een indeling voorgesteld van het leidingnet in 29 cohorten, zie Tabel 8. Opgemerkt wordt dat de validatie van de indeling op basis van omgeving (bodem) pas mogelijk is als er van leidingen XY-coördinaten beschikbaar zijn. Dit is in dit onderzoek niet mogelijk.

TABEL 8 VOORGESTELDE INDELING IN LEIDINGCOHORTEN, DE VERANDERINGEN TEN OPZICHT VAN DE INDELING UIT 2010 ZIJN ROOD GEMERKT.

| Cohort | Materiaal | Aanlegperiode | Diameter | Omgeving |
|--------|-----------------|---------------|----------|------------------------------------|
| 1 | AC | <1965 | <250 mm | kalkarme grond |
| 2 | AC | <1965 | <250 mm | kalkhoudende grond |
| 3 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkarme grond |
| 4 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond |
| 5 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkarme grond |
| 6 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkhoudende grond |
| 7 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkarme grond |
| 8 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond |
| 9 | PVC | <1980 | <160 mm | Kans op verschilzettingen |
| 10 | PVC | <1980 | <160 mm | Beperkte kans op verschilzettingen |
| 11 | PVC | <1980 | >=160 mm | Kans op verschilzettingen |
| 12 | PVC | <1980 | >=160 mm | Beperkte kans op verschilzettingen |
| 13 | PVC | >=1980 | <160 mm | Kans op verschilzettingen |
| 14 | PVC | >=1980 | <160 mm | Beperkte kans op verschilzettingen |
| 15 | PVC | >=1980 | >=160 mm | Kans op verschilzettingen |
| 16 | PVC | >=1980 | >=160 mm | Beperkte kans op verschilzettingen |
| 17 | PE | <1980 | | |
| 18 | PE | >=1980 | <100 | |
| 19 | PE | >=1980 | >=100 | |
| 20 | GGIJ | | <250 mm | agressieve bodem |
| 21 | GGIJ | | <250 mm | niet agressieve bodem |
| 22 | GGIJ | | >=250 | agressieve bodem |
| 23 | GGIJ | | >=250 | niet agressieve bodem |
| 24 | NGIJ | <1990 | | |
| 25 | NGIJ | >=1990 | | |
| 26 | Staal zonder KB | | | |
| 27 | Staal met KB | | | |
| 28 | Beton | | | |
| 29 | GVK | | | |

5 Voorstel voor driehoeksverdelingen

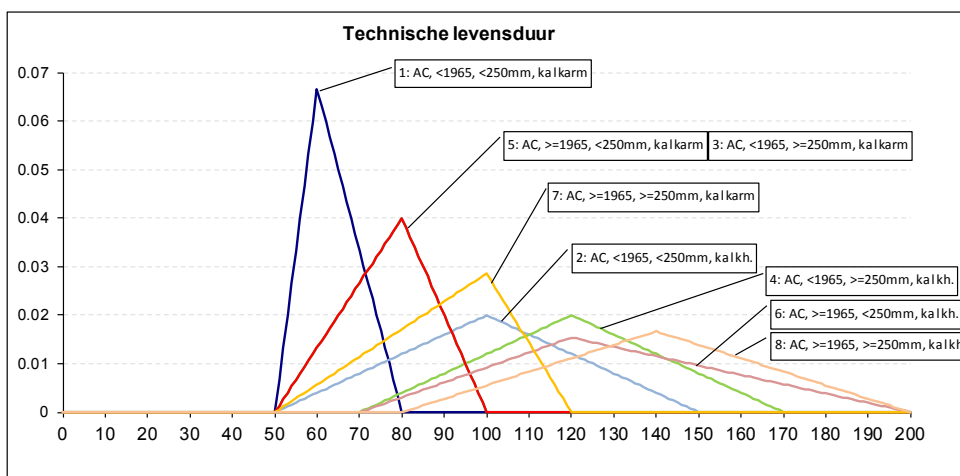
5.1 Voorstel levensduurverdelingen

Eén van de doelen voor de workshop van 23 november 2015 was het opnieuw vaststellen van de driehoekverdelingen door het opnieuw schatten van de jaartallen T_1 , T_2 en T_3 . Deze inschatting is op basis van expertmeningen per cohort geschied. De deelnemers aan de workshop gaven aan dat er bij hen te weinig inzicht was voor een onderbouwde actualisatie van de inschatting. Aan KWR is het verzoek gedaan om op basis van de nieuwe indeling en met inachtneming van de in 2010 geformuleerde waarden voor T_1 , T_2 en T_3 te komen tot een nieuwe inschatting van de levensduren. In onderstaande paragrafen is dit uitgewerkt. De cohorten en de levensduurverdelingen zijn opgesteld op basis van USTORE en kennis van degradatiemechanismen en de invloed van de omgeving. Uitgangspunt is dat de cohorten een zodanig verschillende levensduur hebben dat de waarden voor T_1 , T_2 en T_3 per leidingmateriaal niet minder dan 10 jaar verschillen. Verder is als uitgangspunt gehanteerd dat de waarde voor T_3 niet hoger mag zijn dan 200 jaar.

5.1.1 Levensduurverdelingen AC leidingen

Voor AC leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor acht cohorten, zie ook Figuur 11. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- De gemiddelde leeftijd van AC leidingen in USTORE ouder dan 1965 bedraagt 58 jaar en de gemiddelde leeftijd van AC leidingen vanaf 1965 bedraagt 41 jaar.
- In kalkarme bodems is de levensduur korter, de waarde $T_1 = 50$ houdt in dat voor een deel van de leidingen ouder dan 1965 de technische levensduur reeds is bereikt. Voor de waarden T_3 wordt voor AC leidingen in kalkarme grond maximaal 100 jaar aangehouden.
- In kalkhoudende bodems kunnen bepaalde leidingen een hoge levensduur bereiken. Om die reden is een waarde voor T_3 aangehouden van 200 jaar.
- Leidingen aangelegd voor 1965 hebben in sommige gevallen een kortere levensduur. Dit komt ook terug in de storingsfrequentie (zie ook Figuur 4).
- Leidingen met een diameter van 250 mm en groter, hebben een lagere storingsfrequentie (zie ook Figuur 4). Dit is vertaald in een verhoging van de waarden voor T_2 en T_3 met 20 jaar ten opzichte van leidingen kleiner dan 250 mm. Deze verhoging is arbitrair en kan niet worden onderbouwd.



| 2015 Cohort | | | | | | | |
|-------------|-----------|------------|----------|--------------------|----|-----|-----|
| Cohort | Materiaal | Aanlegperi | Diameter | Omgeving | t1 | t2 | t3 |
| 1 | AC | <1965 | <250 mm | kalkarme grond | 50 | 60 | 80 |
| 2 | AC | <1965 | <250 mm | kalkhoudende grond | 50 | 100 | 150 |
| 3 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkarme grond | 50 | 80 | 100 |
| 4 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond | 70 | 120 | 170 |
| 5 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkarme grond | 50 | 80 | 100 |
| 6 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkhoudende grond | 70 | 120 | 200 |
| 7 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkarme grond | 50 | 100 | 120 |
| 8 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond | 80 | 140 | 200 |

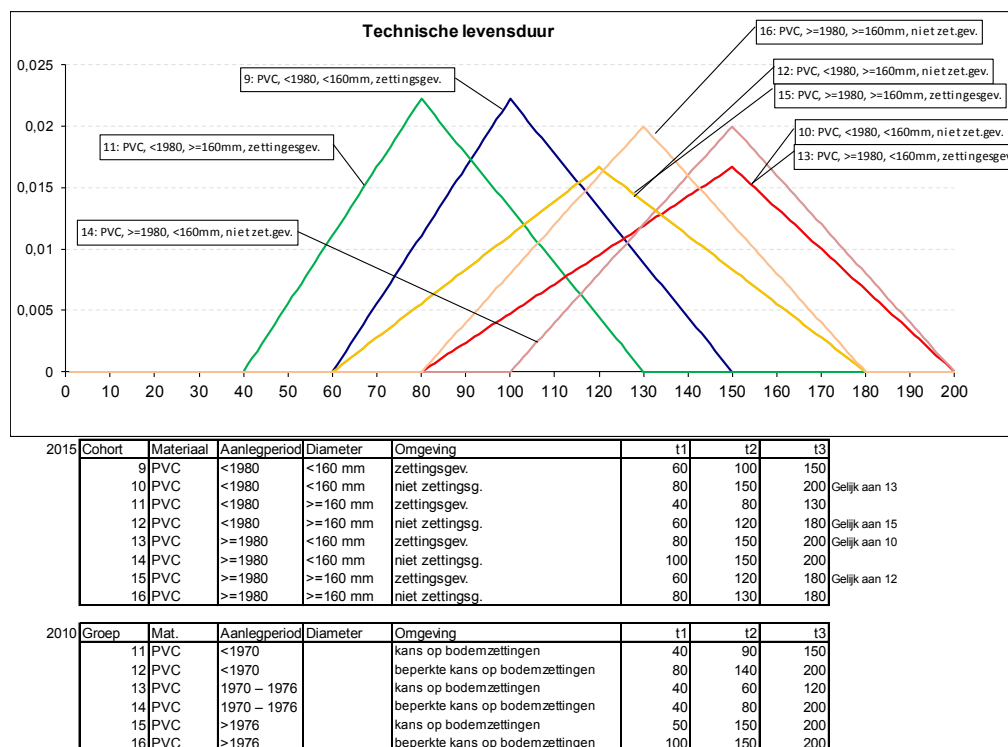
| 2010 Groep | | | | | | | |
|------------|------|------------|----------|--------------------|----|-----|-----|
| Groep | Mat. | Aanlegperi | Diameter | Omgeving | t1 | t2 | t3 |
| 1 | AC | <1960 | | kalkhoudende bodem | 50 | 90 | 150 |
| 2 | AC | >=1960 | <400 mm | kalkhoudende bodem | 70 | 110 | 200 |
| 3 | AC | | <400 mm | kalkarme bodem | 50 | 60 | 80 |
| 4 | AC | >=1960 | >=400 mm | kalkhoudende bodem | 80 | 150 | 200 |
| 5 | AC | | >=400 mm | kalkarme bodem | 50 | 80 | 100 |

FIGUUR 11 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR AC LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSDUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.2 Levensduurverdelingen PVC leidingen

Voor PVC leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor acht cohorten, zie ook Figuur 12. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- De gemiddelde leeftijd van PVC leidingen in USTORE ouder dan 1980 bedraagt 44 jaar en de gemiddelde leeftijd van PVC leidingen vanaf 1980 bedraagt 19 jaar.
- Bij PVC leidingen treedt geen chemische degradatie op en ze laten in het algemeen een lage storingsfrequentie zien. Aangenomen kan worden dat indien er geen verhoogde spanningen in de buiswand optreden door zettingen, de beste leidingen een waarde voor T_3 kunnen bereiken van 200 jaar.
- Leidingen aangelegd voor 1980 blijken in de praktijk in sommige gevallen een relatief korte levensduur te hebben. Dit komt ook terug in de storingsfrequentie (zie ook Figuur 5). Dit is vertaald in een lage waarde voor T_1 . Leidingen uit deze periode waar geen zettingen worden verwacht, kunnen echter een hoge levensduur bereiken. Dit is vertaald in een hogere waarde voor T_3 .
- Leidingen met een diameter van 160 mm en groter, hebben een hogere storingsfrequentie (zie ook Figuur 5). Dit is vertaald in een verlaging van de waarden voor T_1 , T_2 en T_3 met 20 jaar. Deze aftrek is te verklaren doordat bij grotere PVC leidingen de verhouding wanddikte versus diameter lager is dan bij kleinere leidingen, wat de leidingen meer vatbaar maakt voor ongelijkmatige zettingen.

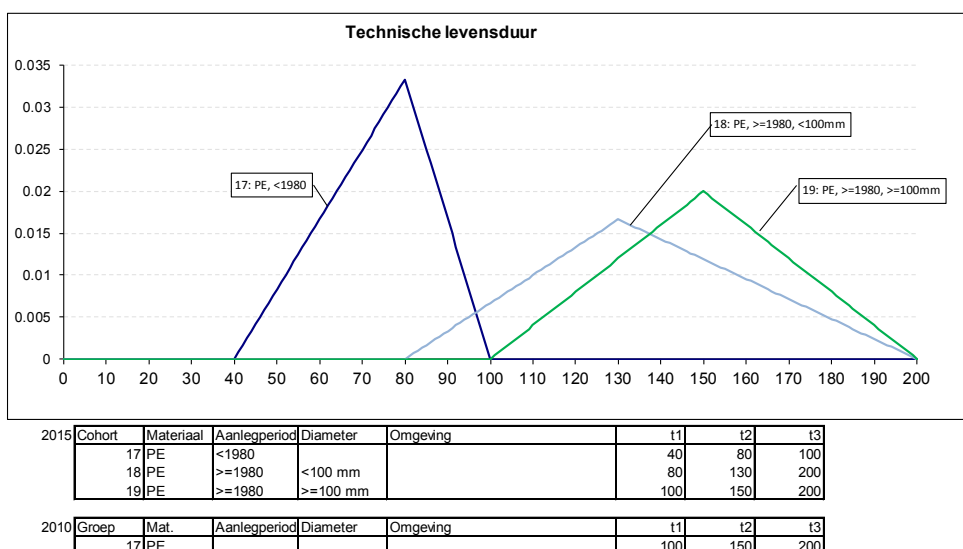


FIGUUR 12 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR PVC LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.3 Levensduurverdelingen PE leidingen

Voor PE leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor drie cohorten, zie ook Figuur 13. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- De gemiddelde leeftijd van PE leidingen in USTORE ouder dan 1980 bedraagt 42 jaar en de gemiddelde leeftijd van PE leidingen vanaf 1980 bedraagt 17 jaar.
- Bij PE leidingen treedt geen chemische degradatie op en ze laten in het algemeen een lage storingsfrequentie zien. Aangenomen kan worden dat leidingen aangelegd na 1980 een T_3 waarde kunnen bereiken van 200 jaar.
- Leidingen met een diameter van 100 mm en kleiner, hebben een verhoogde storingsfrequentie (zie ook Figuur 6). Dit is vertaald in een verlaging van de waarden voor T_1 , en T_2 met 20 jaar. Deze aftrek is arbitrair en kan niet verder worden onderbouwd
- Leidingen aangelegd voor 1980 hebben in sommige gevallen een kortere levensduur. Dit komt ook terug in de storingsfrequentie (zie ook Figuur 6). Dit is vertaald in een verlaagde levensduur.

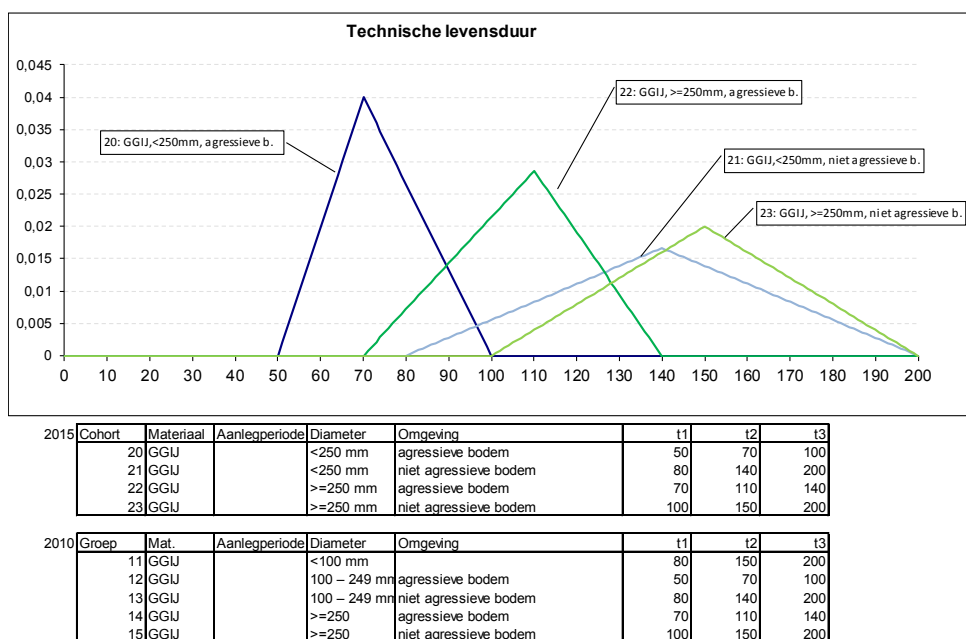


FIGUUR 13 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR PE LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.4 Levensduurverdelingen GGJ leidingen

Voor GGJ leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor vier cohorten, zie ook Figuur 14. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- De gemiddelde leeftijd van GGJ leidingen in USTORE ouder dan 1970 bedraagt 123 jaar en de gemiddelde leeftijd van GGJ leidingen vanaf 1970 bedraagt 41 jaar. Opgemerkt wordt dat de gemiddelde leeftijd van de oudste GGJ leidingen waarschijnlijk te hoog is aangezien sommige bedrijven bij leeftijd onbekend een laag jaartal (bijvoorbeeld 1880) invullen.
- Voor GGJ leidingen geldt dat de indeling grotendeel hetzelfde is gebleven. In de oude indeling was sprake van een cohort leidingen kleiner dan 100 mm. In de recent uitgevoerde USTORE analyse is dit cohort niet meer onderscheidend, zie ook Figuur 7. Voor de vier cohorten is dezelfde levensduur aangehouden als in 2010.

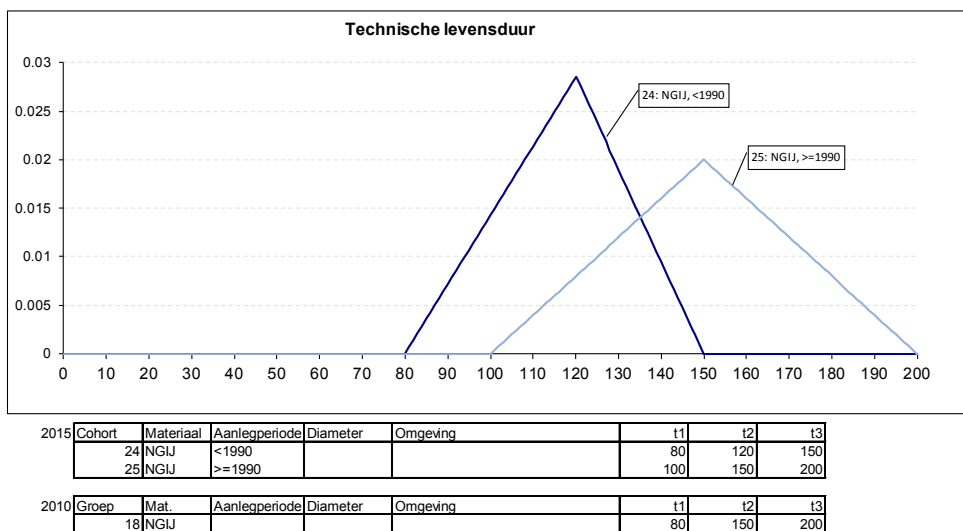


FIGUUR 14 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR GGJ LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.5 Levensduurverdelingen NGIJ leidingen

Voor NGIJ leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor twee cohorten, zie ook Figuur 15. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- De gemiddelde leeftijd van NGIJ leidingen in USTORE ouder dan 1990 bedraagt 32 jaar en de gemiddelde leeftijd van NGIJ leidingen vanaf 1990 bedraagt 16 jaar.
- In de in 2010 opgestelde levensduurverdeling was NGIJ niet opgesplitst in cohorten. In de in 2015 uitgevoerde storingsanalyse is voor NGIJ leidingen een onderscheid zichtbaar tussen leidingen voor 1990 en vanaf 1990 (zie Figuur 8). In de analyse uit 2010 waren voor de waarden T_1 , T_2 en T_3 levensduren geschat van respectievelijk 80, 150 en 200 jaar. Deze verdeling is globaal aangehouden en verdeeld in twee verdelingen.

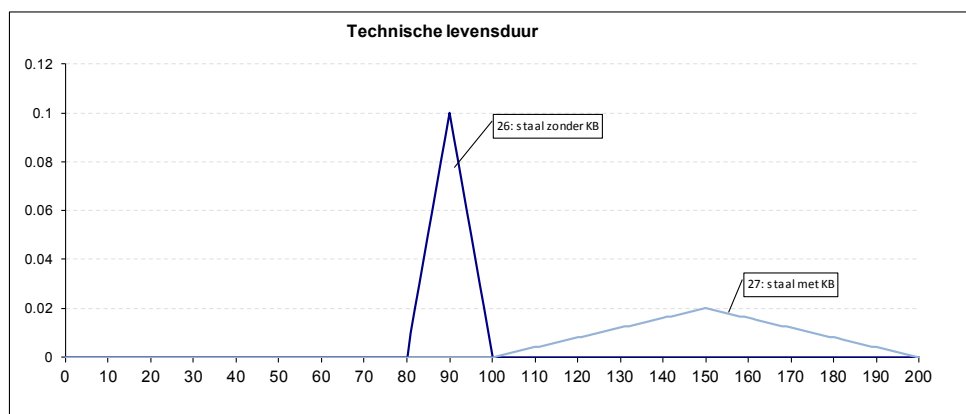


FIGUUR 15 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR NGIJ LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.6 Levensduurverdelingen stalen leidingen

Voor stalen leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor twee cohorten, zie ook Figuur 16. Uitgangspunten voor het vaststellen van de verdelingen zijn:

- Zoals aangegeven in paragraaf 4.1.6, zijn de stalen leidingen ingedeeld in leidingen ‘met KB’ en ‘zonder KB’. De eerste groep kan gekarakteriseerd worden als een jongere groep van transportleidingen en de tweede groep als oudere distributieleidingen. Als onderscheid op basis van jaar van aanleg wordt hier 1975 aangehouden. De gemiddelde leeftijd van stalen leidingen in USTORE ouder dan 1975 bedraagt 58 jaar en de gemiddelde leeftijd van stalen leidingen vanaf 1975 bedraagt 18 jaar.
- De cohortindeling uit 2010 deelde staal in op dezelfde wijze, echter hier werden de termen ‘bekleed’ en ‘onbekleed’ gebruikt. Dezelfde verdelingen van de levensduur worden aangehouden. Deze waren indertijd gebaseerd op inschattingen.



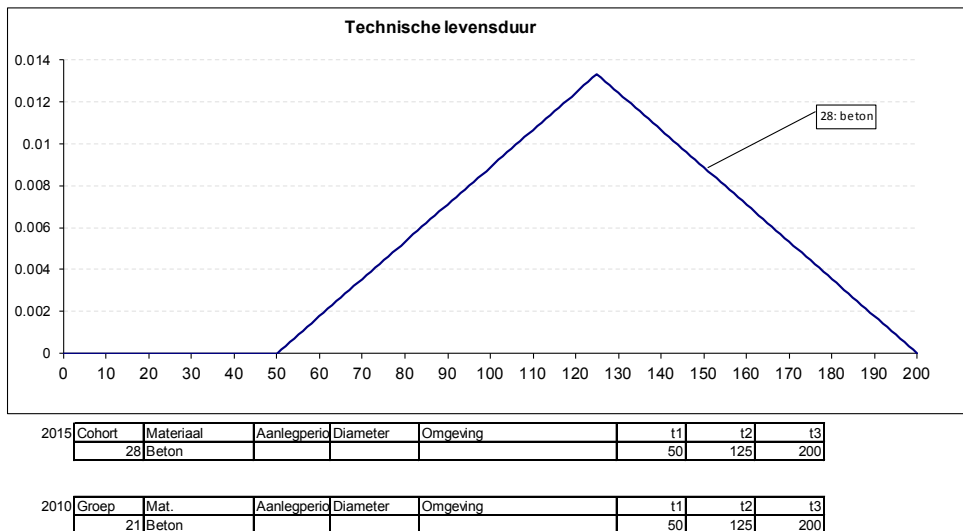
| 2015 | | Cohort | Materiaal | Aanlegperiode | Diameter | Omgeving | t1 | t2 | t3 |
|------|----|-----------------|-----------|---------------|----------|----------|-----|-----|-----|
| | 26 | Staal zonder KB | | | | | 80 | 90 | 100 |
| | 27 | Staal met KB | | | | | 100 | 150 | 200 |

| 2010 | | Groep | Mat. | Aanlegperiode | Diameter | Omgeving | t1 | t2 | t3 |
|------|----|-------------------|------|---------------|----------|----------|-----|-----|-----|
| | 19 | Staal onbeschermd | | | | | 80 | 90 | 100 |
| | 20 | Staal beschermd | | | | | 100 | 150 | 200 |

FIGUUR 16 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR STALEN LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.7 Levensduurverdelingen betonnen leidingen

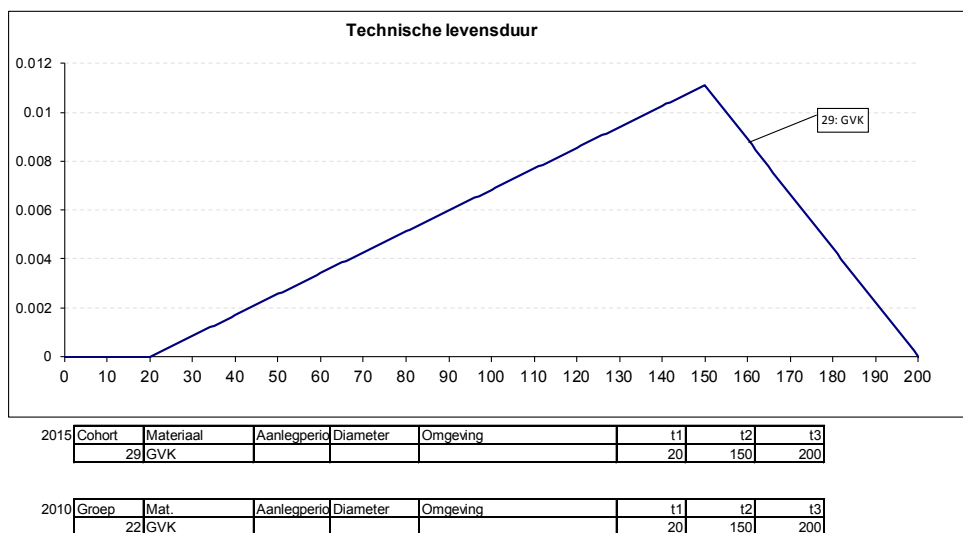
Voor betonnen leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor één cohort, zie ook Figuur 17. Hierbij is dezelfde verdeling aangehouden als in 2010. Deze waren indertijd gebaseerd op inschattingen.



FIGUUR 17 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR BETONNEN LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.1.8 Levensduurverdelingen GVK leidingen

Voor GVK leidingen wordt een verdeling van de technische levensduur voorgesteld voor één cohort, zie ook Figuur 18. Hierbij is dezelfde verdeling aangehouden als in 2010. Deze waren indertijd gebaseerd op inschattingen.



FIGUUR 18 VOORGESTELDE LEVENSDUURVERDELINGEN VOOR GVK LEIDINGEN, INCLUSIEF DE LEVENSUREN ZOALS OVEREENGEKOMEN IN 2010.

5.2 Samenvatting levensduurverdelingen

Tabel 9 geeft een overzicht van de 29 cohorten en de levensduren.

TABEL 9 VOORGESTELDE TECHNISCHE LEVENSDUUR PER LEIDINGCOHORT

| Cohort | Materiaal | Aanleg-periode | Diameter | Omgeving | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
|--------|-----------------|----------------|----------|-----------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | AC | <1965 | <250 mm | kalkarme grond | 50 | 60 | 80 |
| 2 | AC | <1965 | <250 mm | kalkhoudende grond | 50 | 100 | 150 |
| 3 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkarme grond | 50 | 80 | 100 |
| 4 | AC | <1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond | 70 | 120 | 170 |
| 5 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkarme grond | 50 | 80 | 100 |
| 6 | AC | >=1965 | <250 mm | kalkhoudende grond | 70 | 120 | 200 |
| 7 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkarme grond | 50 | 100 | 120 |
| 8 | AC | >=1965 | >=250 mm | kalkhoudende grond | 80 | 140 | 200 |
| 9 | PVC | <1980 | <160 mm | Kans op vershilzettingen | 60 | 100 | 150 |
| 10 | PVC | <1980 | <160 mm | Beperkte kans op vershilzettingen | 80 | 150 | 200 |
| 11 | PVC | <1980 | >=160 mm | Kans op vershilzettingen | 40 | 80 | 130 |
| 12 | PVC | <1980 | >=160 mm | Beperkte kans op vershilzettingen | 60 | 120 | 180 |
| 13 | PVC | >=1980 | <160 mm | Kans op vershilzettingen | 80 | 150 | 200 |
| 14 | PVC | >=1980 | <160 mm | Beperkte kans op vershilzettingen | 100 | 150 | 200 |
| 15 | PVC | >=1980 | >=160 mm | Kans op vershilzettingen | 60 | 120 | 180 |
| 16 | PVC | >=1980 | >=160 mm | Beperkte kans op vershilzettingen | 80 | 130 | 180 |
| 17 | PE | <1980 | | | 40 | 80 | 100 |
| 18 | PE | >=1980 | <100 | | 80 | 130 | 200 |
| 19 | PE | >=1980 | >=100 | | 100 | 150 | 200 |
| 20 | GGIJ | | <250 mm | agressieve bodem | 50 | 70 | 100 |
| 21 | GGIJ | | <250 mm | niet agressieve bodem | 80 | 140 | 200 |
| 22 | GGIJ | | >=250 | agressieve bodem | 70 | 110 | 140 |
| 23 | GGIJ | | >=250 | niet agressieve bodem | 100 | 150 | 200 |
| 24 | NGIJ | <1990 | | | 80 | 120 | 150 |
| 25 | NGIJ | >=1990 | | | 100 | 150 | 200 |
| 26 | Staal zonder KB | | | | 80 | 90 | 100 |
| 27 | Staal met KB | | | | 100 | 150 | 200 |
| 28 | Beton | | | | 50 | 125 | 200 |
| 29 | GVK | | | | 20 | 150 | 200 |

5.3 Discussie

In de workshop van 23 november 2015 is een discussie gevoerd over de toepassing van de driehoeksverdelingen voor het onderbouwen van investeringsprognoses.

1. Geconstateerd werd dat de inzichten over de technische levensduur de afgelopen jaren niet dusdanig verbeterd zijn dat het mogelijk is te komen tot beter onderbouwde verdelingen van de technische levensduur. Het was echter wel mogelijk om met behulp van de in USTORE geregistreerde storingen te komen tot een betere cohortindeling.
2. Bedrijven constateren dat het niet op grote schaal uitvoeren van toestandsbepalingen het belangrijkste obstakel is om te komen tot meer (expert-) kennis over levensduren van leidingen. Er zijn diverse toestandsbepalingen ontwikkeld en ook dienen zich verbeterde technieken aan, met name op het gebied van in-line inspectie. Voor betere kennis zullen deze technieken verder toegepast

moeten worden, waarbij het van belang is aandacht te hebben voor de betrouwbaarheid van metingen.

3. Voor het bepalen van toekomstige levensduren van leidingen is het noodzakelijk dat er een methode komt voor het voorspellen van toekomstige storingsfrequenties. Dit, in combinatie met door bedrijven op te stellen toelaatbare storingsfrequenties (al dan niet gebaseerd op verschillende effectcategorieën), zal helpen om te komen tot betere levensduurverdelingen. Hierbij zal echter aandacht dienen te zijn voor statistisch onderbouwde betrouwbaarheidsmarges.
Opgemerkt wordt dat het niet gesteld is dat voor alle cohorten een leeftijdsafhankelijk storingsfrequentie te zien zal zijn, zo blijkt uit USTORE dat de storingsfrequentie van oudere leidingen GGJ niet hoger is dan van jongere GGJ leidingen.
4. Leidingen worden om diverse redenen vervangen. Dit kan zijn vanwege het einde van de levensduur, werken van derden of reconstructies. Door aan te geven wat de reden voor verbanging is geweest, krijgt het drinkwaterbedrijf inzicht wat het aandeel leidingen is geweest dat vanwege het bereiken van de technische levensduur is vervangen.
5. Voor het verder onderbouwen van de technische levensduur is het ook van belang kennis te verzamelen over de toestand van uitgenomen leidingen, het uitvoeren van zogenaamde exitbeoordelingen. Hiermee kunnen betere voorspellingen worden gedaan van de restlevensduur van individuele leidingen. Deze restlevensduren kunnen vervolgens worden vertaald naar verdelingen (T_1 , T_2 en T_3) op cohortniveau.
6. Voor oudere leidingen geldt dat een groot deel van de oorspronkelijke populatie al is vervangen. Hierdoor is het niet mogelijk om op basis van de huidige metingen een beeld te krijgen van de oorspronkelijk aangelegde leidingen. Deze problematiek wordt in de literatuur omschreven als 'left truncation'. Voor een beschrijving hiervan, zie Bijlage III. Een beeld van de oorspronkelijk aangelegde leidingen kan verkregen worden door na te gaan op welk moment en met welke oorzaak leidingen in het verleden zijn gesaneerd. Dit is bijvoorbeeld mogelijk door oude jaarverslagen door te nemen voor een voorzieningsgebied dat gedurende lange tijd onveranderd is gebleven.
7. Tijdens de discussie bleek dat er onduidelijkheid is over de begrippen technische levensduur en maatschappelijke levensduur. Binnen het perspectief van investeringsprognoses wordt de technische levensduur gezien als een directe afgeleide van de toestand van de leiding en het moment dat deze niet meer voldoet aan de gestelde technische eisen (zoals benodigde sterkte of toelaatbare storingsfrequentie). De maatschappelijke levensduur is een minder eenduidig begrip en bevat de levensduren die het gevolg zijn van vervangen op grond van het bereiken van de technische levensduur, meegaan met derden, reconstructies, beleidswijzigingen ten opzichte van een bepaald leidingmateriaal, vervangingen op grond van risicoanalyses, etc.

In de workshop zijn enkele vragen gesteld die het waard zijn hier te noemen en die ook zijn vermeld in paragraaf 3.1:

1. Verdient een gelijkmatige verdeling, zoals een normaalverdeling, niet de voorkeur boven een verdeling met knikpunten, zoals het geval is bij de driehoeksverdeling?

Zoals aangegeven in Hoofdstuk 2 sluit de bepaling van een driehoeksverdeling het beste aan bij de beleving van experts. Weliswaar komen gelijkmatige verdelingen beter overeen met natuurlijke processen rondom leidingdegradatie, deze verdelingen kennen echter ook uitlopers die in de praktijk lastig te hanteren zijn.

Gezien de benodigde betrouwbaarheid voor de investeringsprognoses lijkt er geen noodzaak over te gaan tot een meer gelijkmatige verdeling. Ook blijkt dat de hoeveelheid leidingen in combinatie met de driehoeksverdeling al leidt tot een aanzienlijke spreiding.

2. Hoe kan de spreiding tussen T_1 en T_3 , die voor bepaalde cohorten als zeer groot wordt gezien, worden verkleind?

Het feit is dat in de praktijk deze brede spreiding ook geconstateerd wordt. Een kleinere spreiding is alleen mogelijk als cohorten worden opgesplitst, waarbij voldoende onderscheidend in degradatie is.

3. Is het wenselijk dat leidingen een technische levensduur hebben tot 200 jaar (T_3)?

In feite wel, aangezien er in bepaalde situaties leidingen aangelegd zijn of worden die niet of nauwelijks degraderen. Drinkwaterbedrijven hebben bijvoorbeeld oude gietijzeren leidingen van 100 tot 150 jaar oud die nog in goede staat verkeren. Van deze leidingen mag je stellen dat de technische levensduur groter is dan 100 tot 150 jaar. Het is de verwachting dat recent aangelegde leidingen in een stabiele bodem ook dergelijke technische levensduren zullen kennen.

6 Conclusies en aanbevelingen

In 2011 is het rapport ‘Levensduurverdelingen voor groepen leidingen; naar een onderbouwing van het investeringsbeleid’ (Beuken en Mesman, 2011) verschenen, waarin een methode is uitgewerkt voor het maken van een investeringsprognose voor vervangingen van leidingen. In dat rapport is het leidingnet ingedeeld in 22 cohorten, waaraan een verdeling van de technische levensduur is gekoppeld. Deze verdeling heeft de vorm van een driehoek. In het voorliggend onderzoek is een actualisatie gegeven van de cohortindeling en de daaraan gekoppelde levensduren. Als input voor dit onderzoek dient een USTORE analyse en een workshop met deelnemers van drinkwaterbedrijven die is gehouden op 23 november 2015. De belangrijkste conclusies van dit onderzoek zijn:

1. Op basis van een storingsanalyse van leidingen met meer gegevens dan in 2010 en een betere kennisopbouw, is een nieuwe cohortindeling gemaakt. In 2010 werd het leidingnet ingedeeld in 22 cohorten. In 2015 is sprake van een indeling in 29 cohorten.
2. Op basis van de bestaande technische kennis over de degradatie van leidingen was het niet mogelijk om binnen de randvoorwaarden van de workshop een actualisatie van de levensduren te maken. Omdat er een actualisatie heeft plaatsgevonden van de cohortindeling, heeft KWR in dit rapport een voorstel voor een verdeling gegeven, zie Tabel 9.

Naar aanleiding van dit onderzoek worden de volgende aanbevelingen gegeven:

1. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen de nieuwe cohortindeling en bijbehorende levensduren toe te passen voor het maken van een investeringsprognose voor saneringen van het leidingnet.
2. Herhaling de actualisatie van de driehoeksverdelingen in 2020. Hierbij is het te verwachten dat een actualisatie meerwaarde oplevert door:
 - a. meer USTORE-data.
 - b. USTORE-data waarbij leidingen zijn voorzien van XY-coördinaat, zodat ook omgevingsfactoren (i.c. bodemfactoren) in de storingsanalyse betrokken kunnen worden.
 - c. Meer kennis is verkregen van de redenen van vervanging en het aandeel reeds vervangen leidingen.
3. Ter voorbereiding van de actualisatie, wordt voor het BTO aanbevolen om nader onderzoek uit te voeren naar de voorspelling van toekomstige storingsfrequenties per cohort en het vertalen van storingsfrequenties naar de restlevensduur.
4. Daarnaast wordt aanbevolen om verschillende jaren met elkaar te vergelijken om na te gaan hoe de storingsfrequentie veranderd gedurende de tijd. Hierbij is het van belang rekening te houden met de vraag of de leidingen met de meeste storingen ook daadwerkelijk gesaneerd zijn.
5. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen om de te uploaden informatie over leidingen in USTORE te voorzien van XY-coördinaten. Hiermee is een beter inzicht te verkrijgen in de relatie tussen het storingsgedrag en omgevingskenmerken.
6. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen om de oorzaak van het vervangen van leidingen vast te leggen. Hiermee krijgen bedrijven inzicht welke leidingen op basis van het bereiken van de technische levensduur worden vervangen. Voor het

vergelijken van gegevens tussen bedrijven, zijn dan duidelijk omschreven of liefst uniforme definities gewenst.

7. Drinkwaterbedrijven wordt aanbevolen om na te gaan of er op basis van oude informatie een overzicht is te verkrijgen van de omvang van in het verleden uitgevoerde vervangingen. Hiermee wordt meer inzicht verkregen in de relatie tussen de aangelegde leidingen, reeds vervangen leidingen en de opbouw van de huidige populatie.
8. Aanbevolen wordt het onderzoek naar toestand van het leidingnet op basis van leidinginspecties en storingsregistratie verder uit te voeren. Hiermee wordt inzicht verkregen in de toestand van specifieke leidingen en kunnen technische levensduren beter bepaald worden. Belangrijk aandachtspunt hierbij is de statistische betrouwbaarheid van metingen.
9. Voor het voeren van een discussie en het vergelijken van vervangingsbeleid van bedrijven, wordt aanbevolen een meer uniforme definitie op te stellen over de begrippen technische, maatschappelijke en functionele levensduur.

7 Referenties

Alterra, Bodemkaart 1:50.000: <http://www.wageningenur.nl/nl/show/Bodemkaart-1-50-000.htm> (geraadpleegd 7 december 2015)

Beuken, R.H.S. en G.A.M. Mesman (2011). *Levensduurverdelingen voor groepen leidingen; naar een onderbouwing van het investeringsbeleid*, KWR, Nieuwegein, BTO 2011.038.

Lange, G. en J. L. Gunnik (2011). Bodemdalingskaarten. Deltares, http://www.deltaportaal.nl/programfiles/46/programfiles/Rapport_bodemdalingskaarten_20110527.pdf.

Mesman G.A.M. (2015) *Kennisregels PE leidingen*, KWR, Nieuwegein, BTO 2016.005.

Oude Essink, G.H.P., E.S. van Baaren, and P.G.B. de Louw (2010). Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in The Netherlands. *Water Resour. Res.*, 46, W00F04, doi:10.1029/2009WR008719.

Vewin (2012). *Drinkwaterstatistieken 2012*, Vewin, <http://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Vewin%20Drinkwaterstatistieken%202012%20lowres.pdf>

Vewin (2015). *Kerngegevens drinkwater 2015*, Vewin, http://www.vewin.nl/SiteCollectionDocuments/Publicaties/Kerngegevens_drinkwater_2015_Vewin.pdf

Watershare: <http://www.watershare.eu/>

Wols B.A., A. Moerman, I. Vertommen (2015). *COMSIMA: model voor spanningen op ondergrondse leidingen*, KWR, Nieuwegein, BTO 2015.082.

Bijlage I

Levensduurverdelingen zoals vastgesteld in 2010

FIGUUR 19 OVERZICHT VAN DE LEVENSDUURVERDELING VOOR 22 GROEPEN LEIDINGEN, ZOALS VASTGESTELD IN 2010 (BEUKEN EN MESMAN, 2011)

| Groep | Mat. | Diameter | Aanlegperiode | Omgeving | T ₁ | T ₂ | T ₃ |
|-------|-------------------|--------------|---------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|
| 1 | AC | | <1960 | kalkhoudende bodem | 50 | 90 | 150 |
| 2 | AC | <400 mm | >=1960 | kalkhoudende bodem | 70 | 110 | 200 |
| 3 | AC | <400 mm | | kalkarme bodem | 50 | 60 | 80 |
| 4 | AC | >=400 mm | >=1960 | kalkhoudende bodem | 80 | 150 | 200 |
| 5 | AC | >=400 mm | | kalkarme bodem | 50 | 80 | 100 |
| 6 | GGIJ | <100 mm | | | 80 | 150 | 200 |
| 7 | GGIJ | 100 - 249 mm | | agressieve bodem | 50 | 70 | 100 |
| 8 | GGIJ | 100 - 249 mm | | niet agressieve bodem | 80 | 140 | 200 |
| 9 | GGIJ | >=250 | | agressieve bodem | 70 | 110 | 140 |
| 10 | GGIJ | >=250 | | niet agressieve bodem | 100 | 150 | 200 |
| 11 | PVC | | <1970 | kans op bodemzettingen | 40 | 90 | 150 |
| 12 | PVC | | <1970 | beperkte kans op bodemzettingen | 80 | 140 | 200 |
| 13 | PVC | | 1970 - 1976 | kans op bodemzettingen | 40 | 60 | 120 |
| 14 | PVC | | 1970 - 1976 | beperkte kans op bodemzettingen | 40 | 80 | 200 |
| 15 | PVC | | >1976 | kans op bodemzettingen | 50 | 150 | 200 |
| 16 | PVC | | >1976 | beperkte kans op bodemzettingen | 100 | 150 | 200 |
| 17 | PE | | | | 100 | 150 | 200 |
| 18 | NGIJ | | | | 80 | 150 | 200 |
| 19 | Staal onbeschermd | | | | 80 | 90 | 100 |
| 20 | Staal beschermd | | | | 100 | 150 | 200 |
| 21 | Beton | | | | 50 | 125 | 200 |
| 22 | GVK | | | | 20 | 150 | 200 |

Bijlage II

VRAGEN EN ANTWOORDEN TER VOORBEREIDING VAN DE WORKSHOP

TABEL 10 VRAGEN EN ANTWOORDEN TER VOORBEREIDING VAN DE WORKSHOP

1. Maakt uw bedrijf gebruik van de in 2011 opgestelde driehoeken?
 - Ja: PWN, WML, Vitens, WMD
 - Nee: WbG, Oasen
2. Indien 1. ja: in welke vorm?
 - PWN en WML: basis voor TRANSPARANT
 - Vitens: Als inspiratiebron voor restlevensduren van model Vitens (PRP)
 - WMD: in het meerjarenplan
3. Indien 1. Ja: lange termijn investeringsprognose leidingnet
 - PWN: nee, hiervoor een vaste gemiddelde leeftijd (73 jaar)
 - WML/Vitens/WMD: ja
4. Nee: welke reden:
 - WbG: Onduidelijkheden over toepassing
 - Oasen: andere methode is meer geschikt, faalkansanalyse van individuele leidingen
5. Heeft u ter voorbereiding van de workshop al specifieke aspecten die u wilt inbrengen over de indeling in cohorten of de driehoeksverdelingen?
 - PWN: Discussie over grafiek storingsfrequentie versus leeftijd en leeftijden waarop leidingen van elk cohort gesaneerd worden
 - WML: Wat kunnen we uit de data van USTORE afleiden?
 - Vitens: a. Vorm driehoek (bijv. normaalverdeling ipv driehoek)
 - b. (Te?) Grote spreiding in T1-T3 voor sommige cohorten

Bijlage III

Left truncation en right censoring

In het geval onderzoek naar de toestand van leidingen wordt uitgevoerd, vindt dat onderzoek altijd plaats binnen een beperkte tijdschaal. Leidingen liggen al lange tijd in de grond en sommige daarvan zijn al verwijderd voordat een periode van onderzoek is gestart. Voor andere leidingen geldt dat ze recent zijn aangelegd en daardoor bijvoorbeeld niet storen zodat er geen storingsgegevens worden opgebouwd, of niet worden uitgenomen, zodat er geen (destructieve) inspecties worden uitgevoerd. Om dergelijke fenomenen te beschrijven wordt in de literatuur de begrippen 'truncation' en 'censoring' gebruikt.

De Engelse vertaling voor truncation is afgekort. In statistiek wordt dit begrip gehanteerd als mogelijke waarnemingen niet buiten een bepaalde limiet kunnen vallen. De Engelse vertaling voor censoring is censureren, in statistiek wordt dit begrip gehanteerd als men weet dat waarnemingen buiten een bepaalde limiet vallen. Dit is te illustreren met het volgende voorbeeld.

Verzekeraars hanteren bij het uitbetalen van schade vaak twee limieten. Als de schade lager is dan 'x' dan wordt niet uitbetaald en als de schade hoger is dan 'y' dan wordt een maximum bedrag uitgekeerd. Als we nu de uitkeringen van de verzekeraars willen gebruiken om te onderzoeken hoe vaak bepaalde schades voorkomen, dan spelen twee fenomenen een rol:

- left truncation: alle bedragen links van de limiet 'x' worden niet aan de verzekeraars gerapporteerd en daarover zal dan ook geen informatie beschikbaar zijn.
- right censoring: boven en bepaald bedrag 'y' wordt niet uitgekeerd, dus van alle schades aan de rechterzijde van de limiet, is alleen bekend dat ze hoger zijn dan 'y'.

Voor onderzoek naar de levensduur van leidingen, is het van belang om het gedrag te kennen van de gehele populatie zoals die is aangelegd. Hierbij kunnen bijvoorbeeld exitbeoordelingen een rol spelen. Echter leidingen die al zijn vervangen voor de periode van onderzoek kunnen hierbij niet worden meegenomen. De oorspronkelijke locatie en bijbehorende gegevens zijn vaak niet meer bekend. Daarom is de dataset met levensduren uit deze groep left truncated voor wat betreft deze reeds vervangen leidingen. Daarnaast zijn er ook leidingen die relatief goed functioneren. Dat wil zeggen die niet voor uitname in aanmerking kwamen en waarvan dan ook geen exitbeoordeling is uitgevoerd. Het is bekend dat deze leidingen nog niet aan het eind van de levensduur zijn, maar het is niet bekend wat deze levensduur is. Daarom is de dataset met levensduren van alle leidingen right censored voor wat betreft deze nog niet vervangen leidingen.

Ook voor USTORE gelden deze fenomenen. USTORE bevat storingsgegevens vanaf 2009 tot heden. Voor een leidingcohort geldt dat storingsgegevens van voor 2009 left truncated zijn. Voor leidingen die nog geen storingsgegevens hebben, geldt dat de nog op te treden storingsgegevens als right censored moeten worden beschouwd.