Deltares

Capwat webinar

9 juni 2022

Agenda

Tijdstip	Activiteit
10:00	Inleiding
10:05 10:20	Lekdetectie met behulp van elektrodes ontrafeld Bram Stegeman Vragen
10:25 10:40	Onderzoek naar restlevensduur van betonnen leidingen Rianne Luimes (TU Eindhoven) Vragen
10:45 14:00	Inzicht in faalmechanismes van kunstofleidingen Kostas Markis / Francois Clemens Vragen
14:05	Afsluiting

Deltares

Vragen via de chat functie

#daretoask

Undock pane from Control Panel

Deltares

Geo-elektrische lekdetectie in riolering en persleidingen

Bram Stegeman

09-06-2022

TU Delft

Waarom onderzoek?

TU Delft

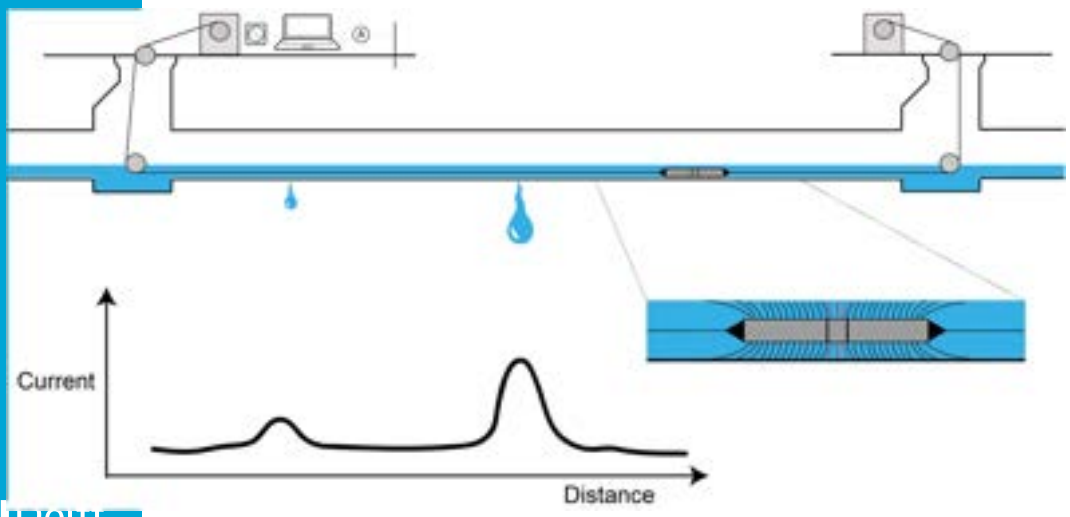
Waarom onderzoek?

- 3 aspecten:
  - Detecteren: is er lekkage?
  - Kwantificeren: wat is de omvang van de lekkage?
  - Lokaliseren: waar zit de lekkage?

TU Delft

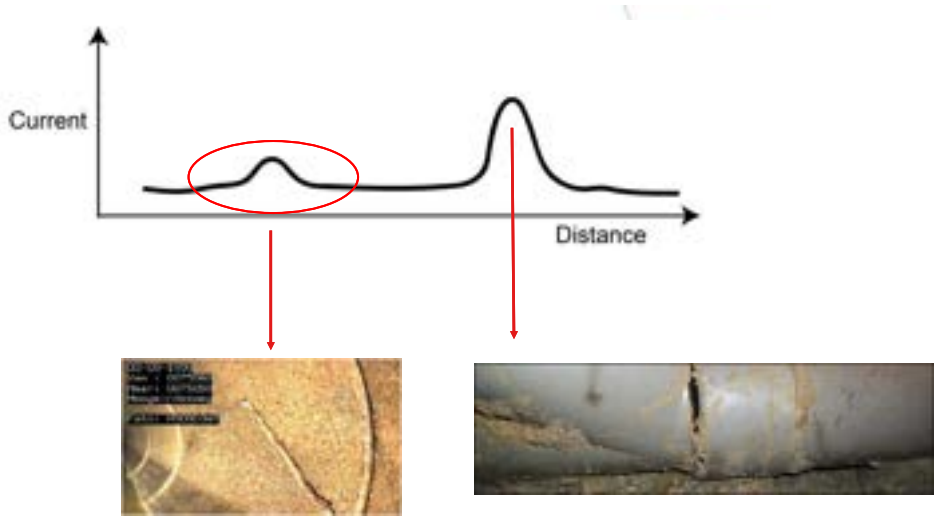
Deltares

Focussed Electro Leak Location



TU Delft

Vingerafdruk



TU Delft

Deltares

Prototype FELL

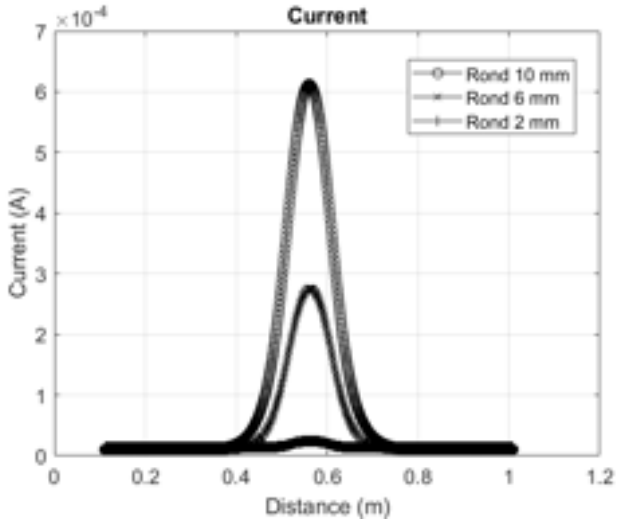
TU Delft

Labopstelling FELL

TU Delft

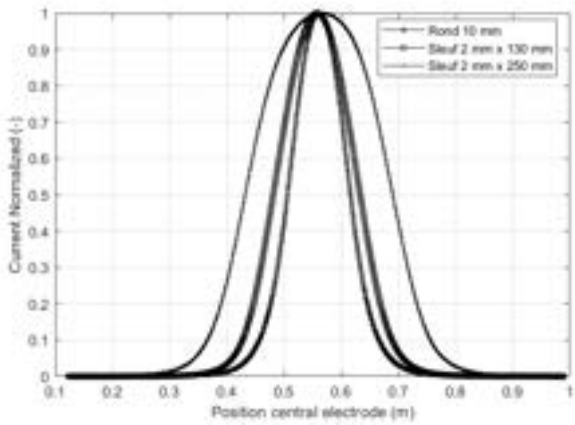
Deltares

Meting enkel lek



TU Delft

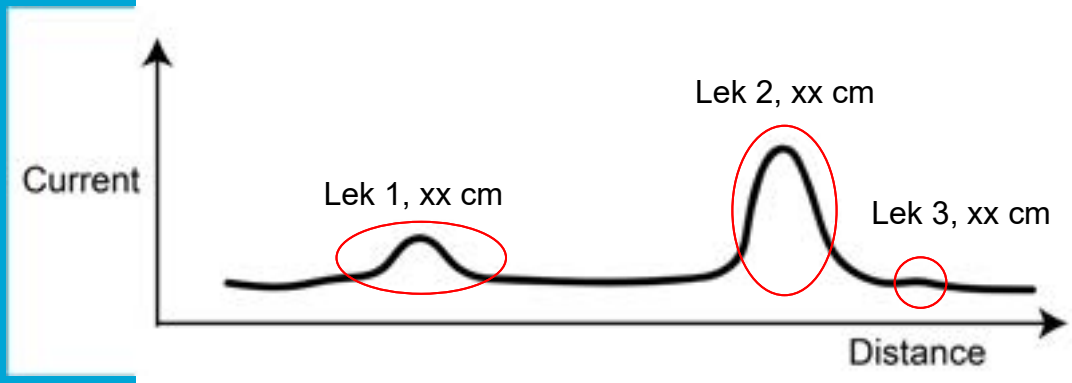
Meting rond gat vs sleuf



TU Delft

Deltares

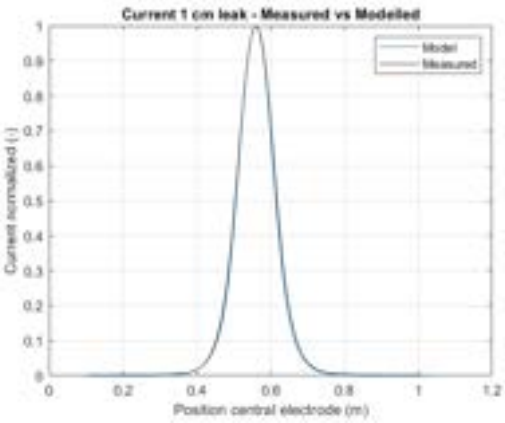
Automatisch opsporen



TU Delft

Automatisch opsporen

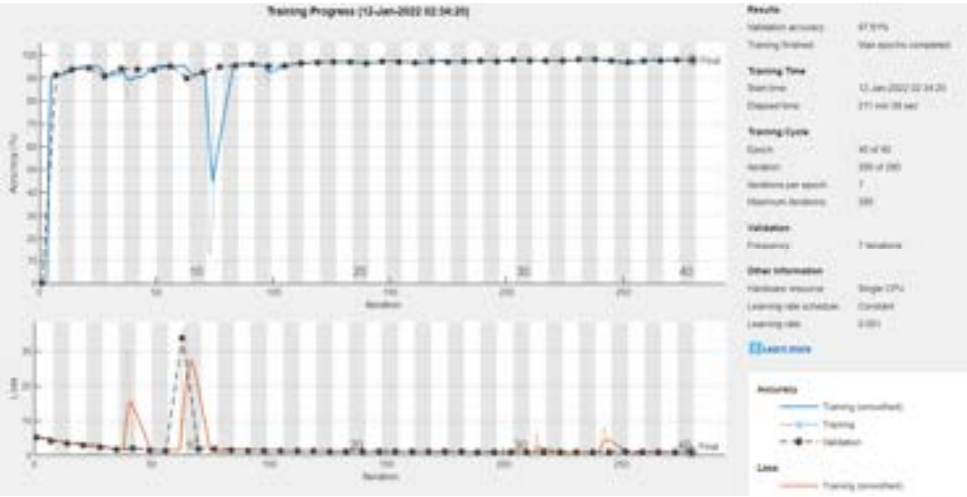
- 3D Model
  - Validatie
  - Vingerafdrukken
  - Meetseries (uit)
- LSTM
  - Meetseries (in)
  - Lekkages (uit)
    - Positie
    - Lengte



TU Delft

Deltares

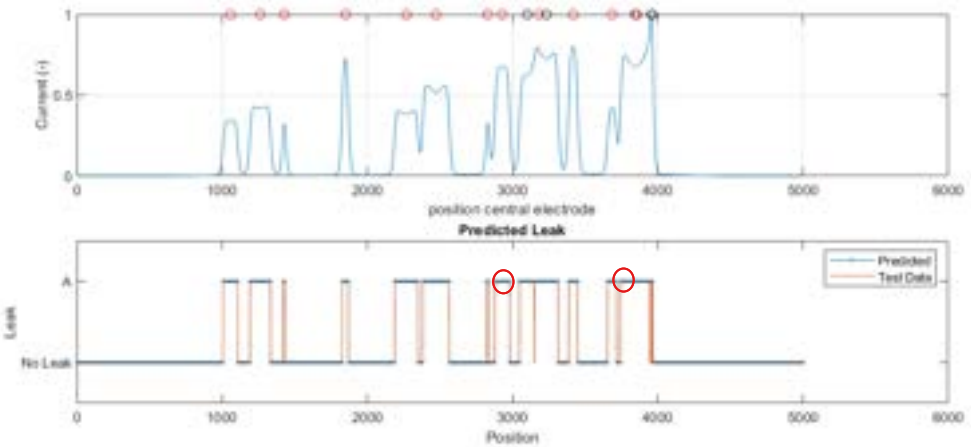
Automatisch opsporen



TU Delft

Resultaat

- Geen ruis

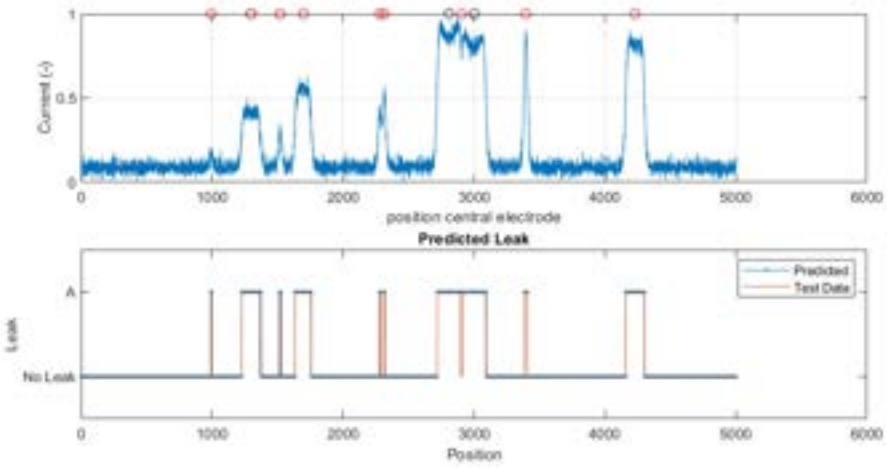


TU Delft

Deltares

Resultaat

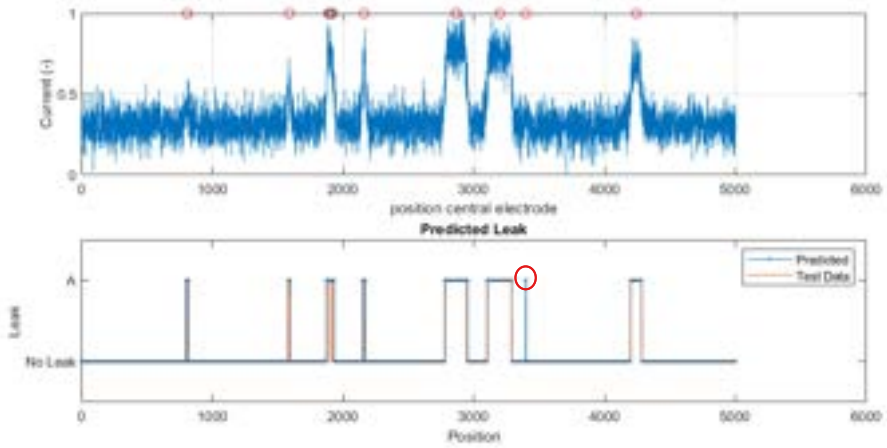
- Signaal-ruisverhouding (SNR) = 20 dB



TU Delft

Resultaat

- Signaal-ruisverhouding (SNR) = 5 dB



TU Delft

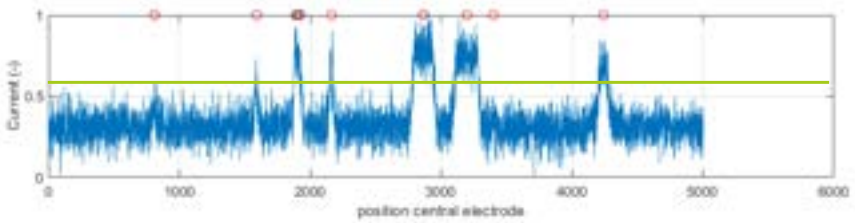
Deltares

Resultaat

Ruis	Lekkages
Geen ruis	1152 / 1205
SNR = 40 dB	1150 / 1205
SNR = 20 dB	1140 / 1205
SNR = 10 dB	1107 / 1205
SNR = 5 dB	1107 / 1205

TU Delft

Drempelwaarde?



TU Delft

Deltares

Overzicht

- Automatisch opsporen lekkages?
  - Detecteren
  - Lokaliseren
  - Kwantificeren

TU Delft

Mobiele FELL

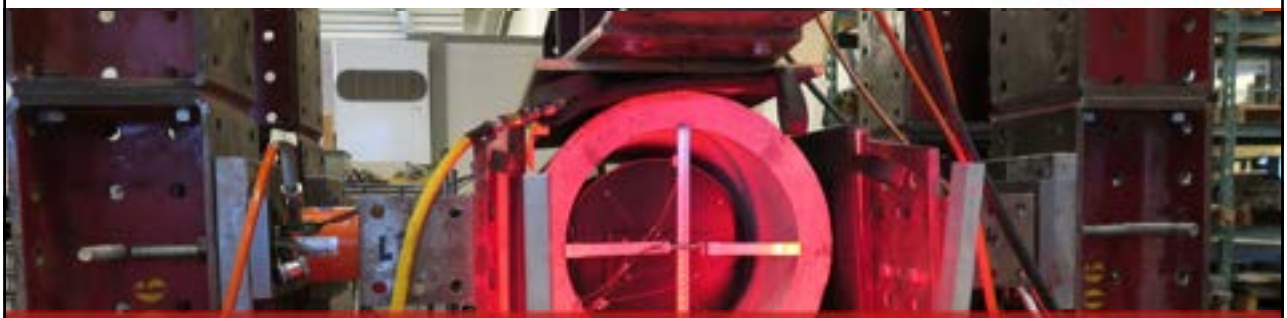
TU Delft

Mobiele FELL

TU Delft

Vragen?

TU Delft



Experimenteel-numeriek onderzoek naar de constructieve conditie van gebruikte betonnen rioleringsbuizen

dr.ir. R.A. Luimes
prof.dr.ir. A.S.J. Suiker, dr.ir. E. Bosco, prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens, ir. I.C. Scheperboer, ir. F.A.M. Rooyackers

Department of the Built Environment, Applied Mechanics

Inhoud

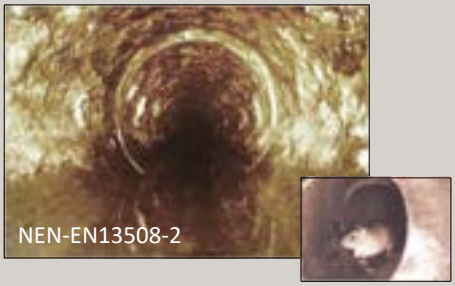
- Introductie
- Aanpak
- NESCOP project
  - Biogene sulfiet corrosie
- CASPFEM project
  - Erosieholten grond-buissysteem
  - Draagkracht rioleringsbuizen
- Conclusies en aanbevelingen

Introductie

Probleem
Risico op bezwijken rioolbuis vs vroegtijdige vervanging

Doel
Beschikbaar maken wetenschappelijke onderbouwing en praktische aanbevelingen voor het beoordelen van de constructieve conditie van betonnen rioleringssystemen

Resultaten helpen gemeenten bij het bepalen van beleid met betrekking tot het onderhoud en de vervanging van deze systemen



TU/e

Aanpak

Twee onderzoeksprojecten: NESCOP en CASPFEM

Een numeriek-experimenteel onderzoek naar de chemische-mechanische degradatie van betonnen rioleringsbuizen (**NESCOP**)

Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

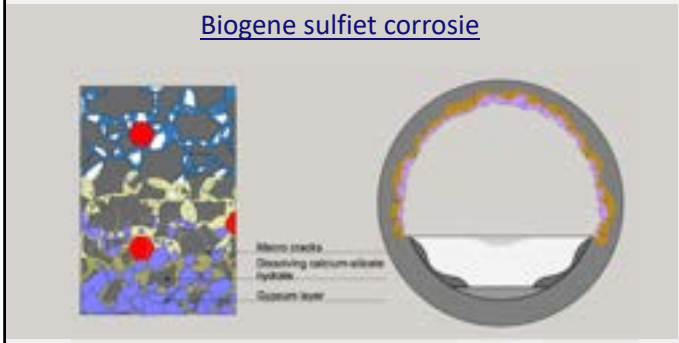
Projectleiders: prof.dr.ir. A.S.J. Suiker, dr.ir. E. Bosco
Mede aanvrager: prof.dr.ir. F.H.L.R. Clemens
Onderzoekers: dr.ir. R.A. Luimes, ir. F.A.M. Rooyackers and ir. I.C. Scheperboer

TU/e

Deltares

NESCOP project

Biogene sulfiet corrosie

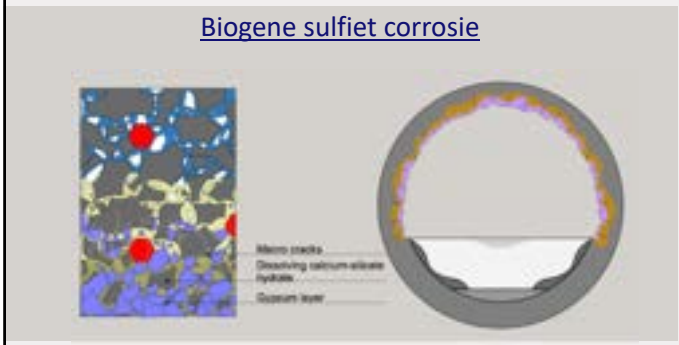


Een numeriek-experimenteel onderzoek naar de chemische-mechanische degradatie van betonnen rioleringsbuizen (**NESCOP**)

TU/e

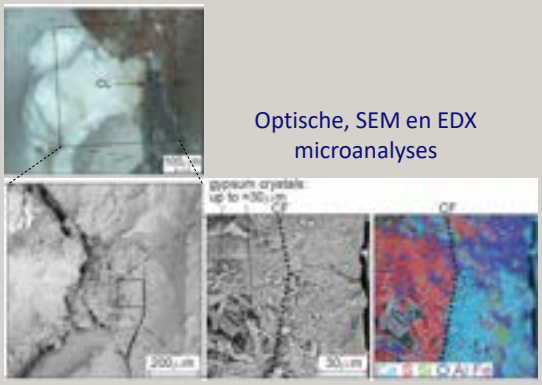
NESCOP project

Biogene sulfiet corrosie



Een numeriek-experimenteel onderzoek naar de chemische-mechanische degradatie van betonnen rioleringsbuizen (**NESCOP**)

Zwavelzuur experimenten



Optische, SEM en EDX microanalyses

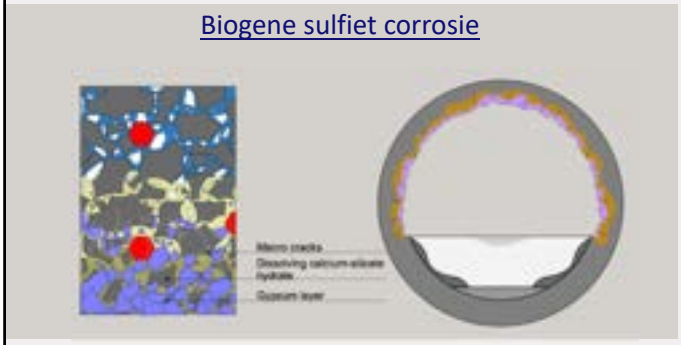
dr.ir. R.A. Luimes and ir. F.A.M. Rooyackers [1]

TU/e

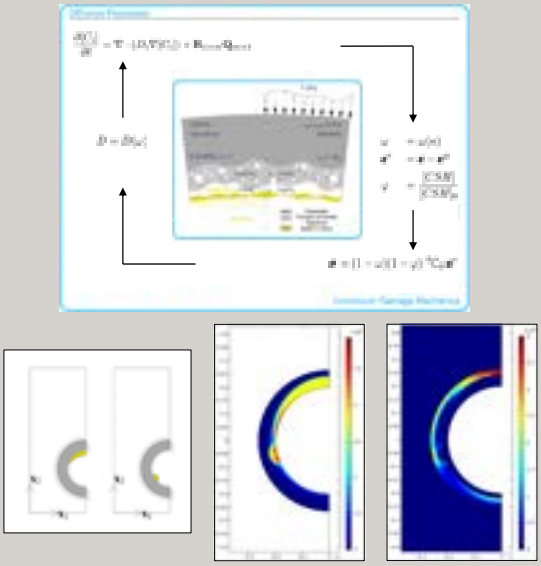
Deltares

NESCOP project

Biogene sulfiet corrosie



Simulaties



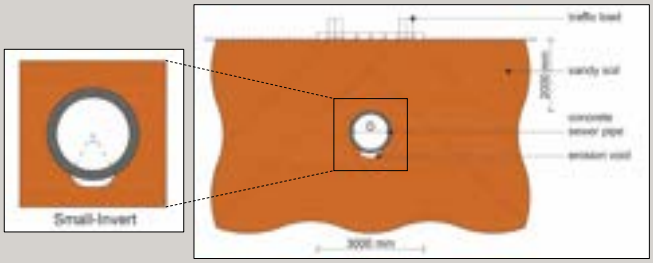
Een numeriek-experimenteel onderzoek naar de chemische-mechanische degradatie van betonnen rioleringsbuizen (**NESCOP**)

ir. F.A.M. Rooyackers [2]

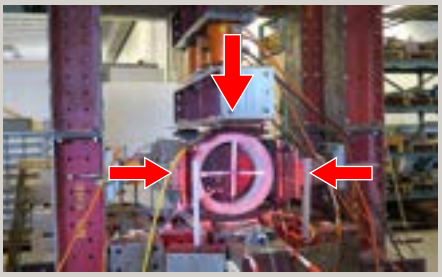
TU/e

CASPFEM project

Erosieholten grond-buissysteem



Draagkracht gebruikte rioleringsbuizen



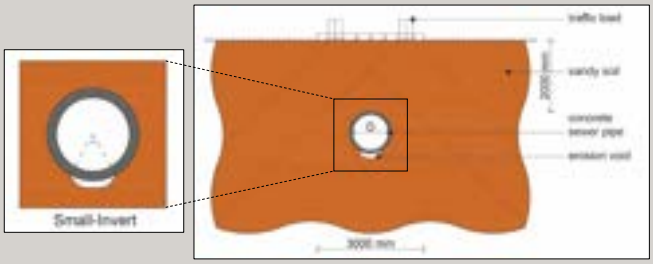
Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

TU/e

Deltares

CASPFEM project

Erosieholten grond-buissysteem



Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

Geo-centrifuge experimenten

10G

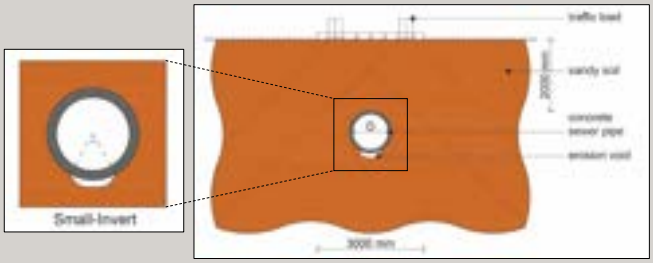
Deltares

dr.ir. R.A. Luimes [3]

TU/e

CASPFEM project

Erosieholten grond-buissysteem



Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

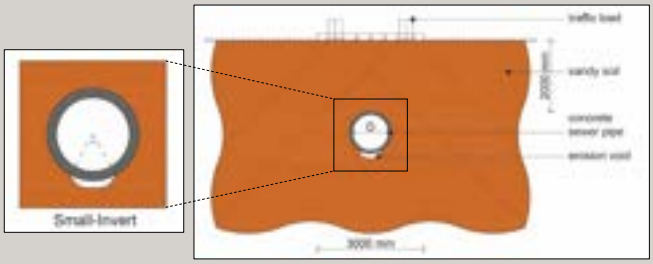
Geo-centrifuge experimenten

Deltares

TU/e

CASPFEM project

Erosieholten grond-buissysteem



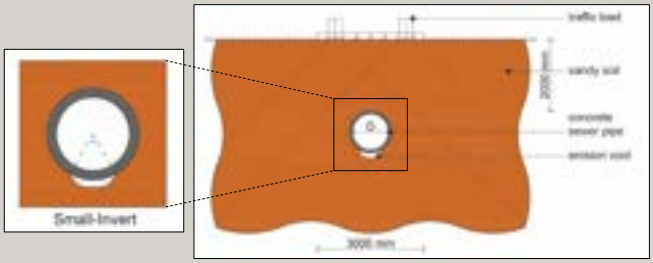
Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

Geo-centrifuge experimenten

TU/e

CASPFEM project

Erosieholten grond-buissysteem

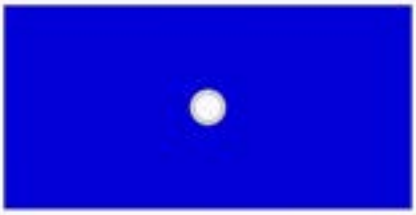


Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)

Simulaties

Gronderosie (grondwaterstroming - 20 jaar)

Gronderosie (defecte rioolbuis - 140 dagen)



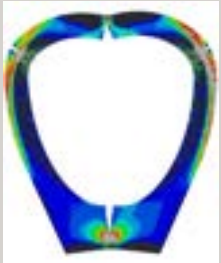
ir. I.C. Scheperboer [4]

TU/e

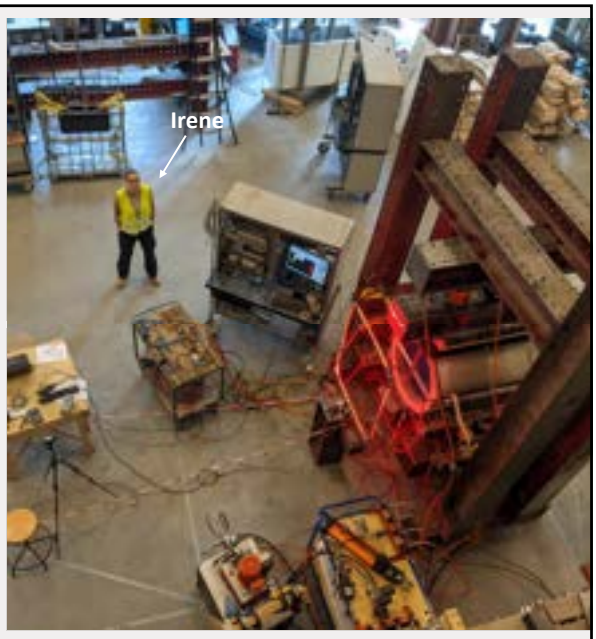
Deltares

CASPFEM project

Draagkracht rioleringsbuizen



Beoordeling constructieve conditie van rioleringsbuizen d.m.v. Eindige Elementen Modellering (**CASPFEM**)



ir. I.C. Scheperboer and dr.ir. R.A. Luimes [5,6,7]

TU/e

CASPFEM project

TU/e

Deltares

CASPFEM project

Grote groep van 18 nieuwe en 35 gebruikte ongewapende betonnen rioleringsbuizen

Soort en mate van degradatie	Materiaal-eigenschappen	Full-scale experimenten	Numerieke simulaties
Kwalificatie oppervlakteconditie Resterende alkaliniteit XRD-analyses	Druksterkte Young's modulus Treksterkte Mode I breuktaaiheid	Draagkracht Bezwijkgedrag	Parametervariatiestudie Bepalende factoren voor draagkracht

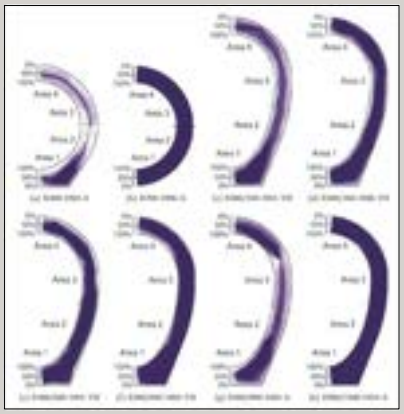
Conclusies and praktische aanbevelingen

TU/e

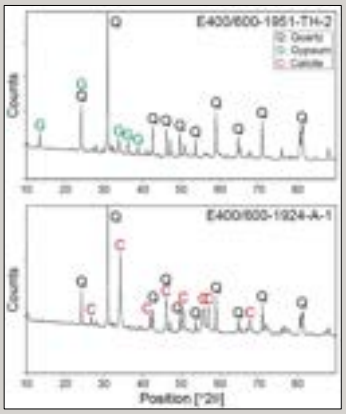
Soort en mate van degradatie

Kwalificatie oppervlakteconditie

Resterende alkaliniteit



XRD-analyses

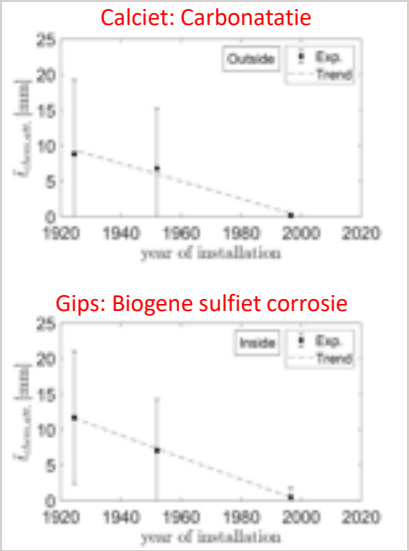


TU/e

Deltares

Soort en mate van degradatie

Dikte aangetaste laag – Installatiejaar



Alkalisch, gezond beton

Niet-alkalisch, gedegradeerd beton

TU/e

Materiaaleigenschappen

Druktesten

- Druksterkte
- Young's modulus

Drie-punt-buigtesten

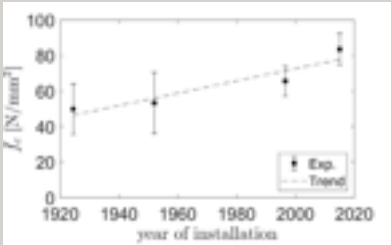
- Treksterkte
- Mode I breuktaaiheid

TU/e

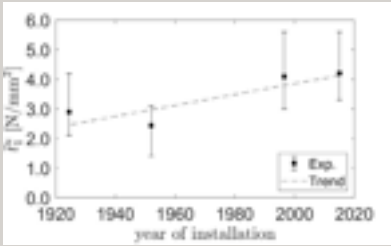
Deltares

Materiaaleigenschappen

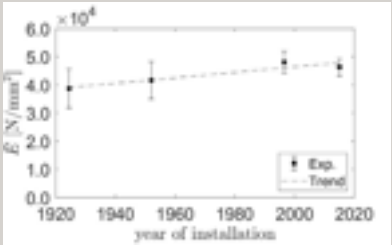
Druksterkte



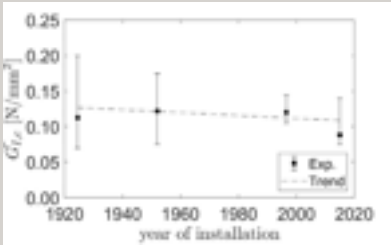
Treksterkte



Young's modulus



Mode I breuktaaiheid

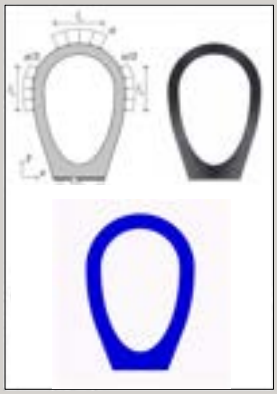


TU/e

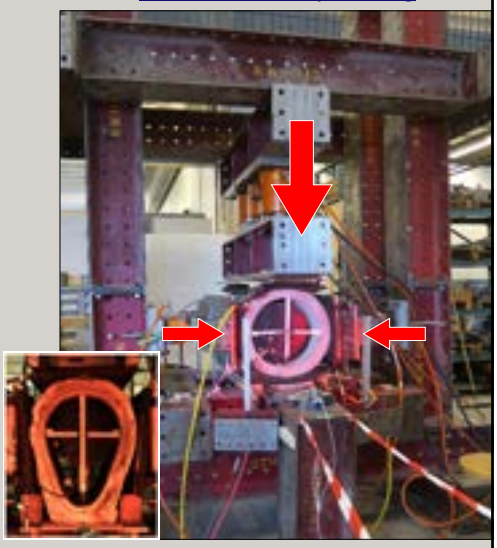
Full-scale experimenten en numerieke simulaties

- Parametervariatiestudie
- Draagkracht gebruikte buizen
  - Spreiding materiaaleigenschappen
  - Gereduceerde wanddikte (corrosie binnenzijde)

Numeriek model



Full-scale testopstelling



TU/e

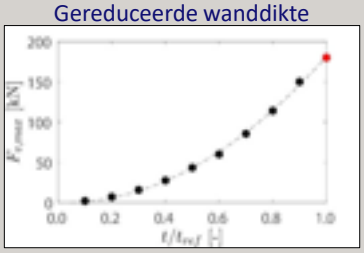
Deltares

Full-scale experimenten en numerieke simulaties

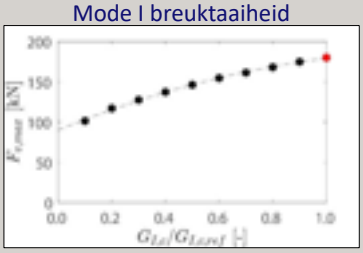
Parametervariatiestudie draagkracht

Referentie:
Nieuwe rond 400 rioleringsbuis

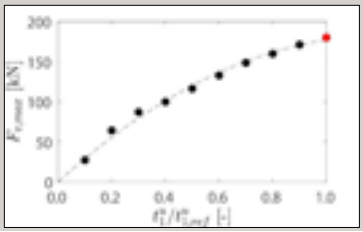
Gereduceerde wanddikte



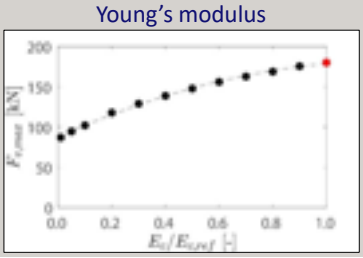
Mode I breuktaaiheid



Treksterkte



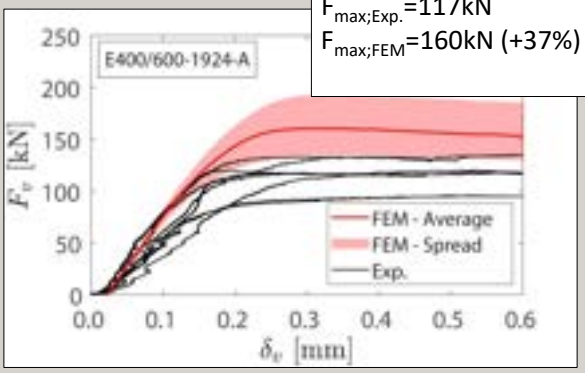
Young's modulus

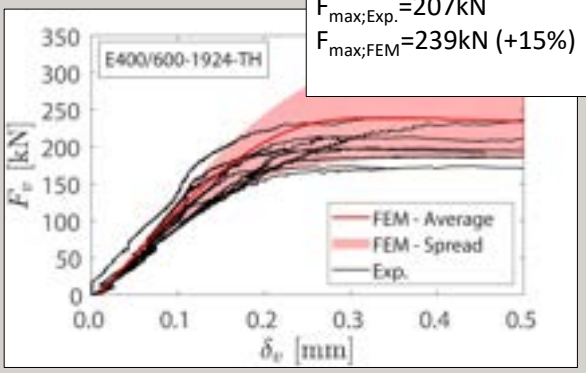


TU/e

Full-scale experimenten en numerieke simulaties

Kracht-verplaatsingsdiagrammen – Spreiding in materiaaleigenschappen



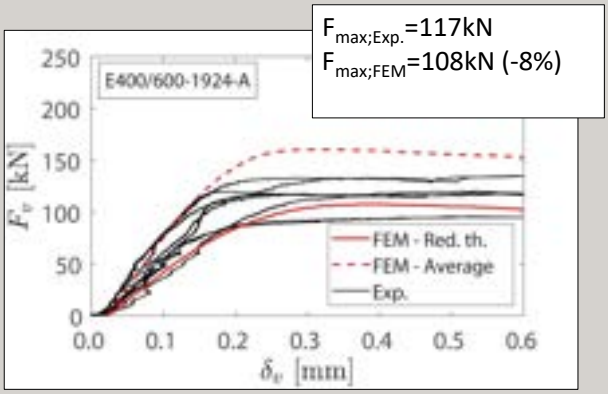


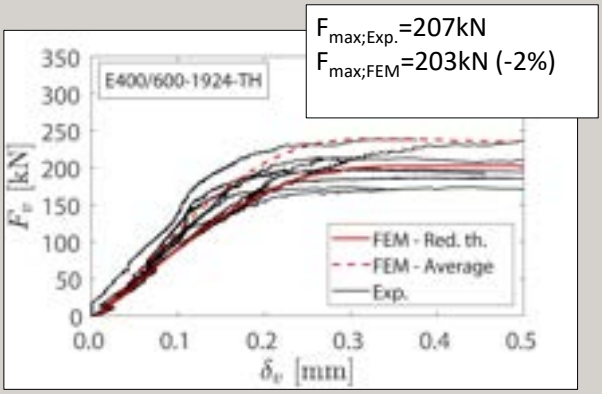
TU/e

Deltares

Full-scale experimenten en numerieke simulaties

Kracht-verplaatsingsdiagrammen– Gereduceerde wanddikte





TU/e

Conclusies

- Ongewapende betonnen rioleringsbuizen geïnstalleerd in de jaren 20 en 50 van de vorige eeuw vertonen degradatie aan de binnenzijde (meest ernstig) en buitenzijde. Oorzaak binnenzijde: zeer waarschijnlijk biogene sulfiet corrosie.
- Algemene trend: Lagere druk- en treksterkte voor gebruikte rioleringsbuizen t.o.v. nieuwe rioleringsbuizen.
- Een gereduceerde wanddikte en treksterkte veroorzaakten een sterkte reductie in draagkracht.
- De spreiding in materiaaleigenschappen verklaart de draagkracht van gebruikte rioleringsbuizen niet volledig.
- Tenminste een deel van het oppervlak met een gereduceerde alkaliniteit aan de binnenzijde van de rioleringsbuis draagt niet bij aan de draagkracht.

TU/e

Deltares

Praktische aanbevelingen

- De aanwezigheid van één longitudinale scheur is een aanwijziging voor een bezweken rioleringsbuis d.m.v. 4 bezwijkscheuren. Dit grond-buissysteem is instabiel en gevoelig voor erosie. Het vervangen van de rioleringsbuis wordt daarom aanbevolen.
- Regelmatig monitoren en documenteren van data m.b.t. de wanddikte en gereduceerde alkaliniteit over de wanddikte is aanbevolen.
- De refentiecasus en praktische bandbreedte in materiaaleigenschappen vastgesteld in deze studie kunnen gebruikt worden door verschillende belanghebbenden bij het vaststellen van de constructieve conditie van vergelijkbare rioleringssystemen.

TU/e

Bedankt voor uw aandacht! Vragen?

Referenties:

[1] R.A. Luimes, F.A.M. Rooyackers, A.S.J. Suiker, E. Bosco, F.H.L.R. Clemens. Experimental investigation to quantify the lifetime of dry-cast concrete sewer pipes under sulphate attack. 2022 (in voorbereiding).
[2] F.A.M. Rooyackers, E. Bosco, A.S.J. Suiker, F.H.L.R. Clemens. A chemo-mechanical model for biogenic sulphide corrosion of concrete. *Cement and Concrete Research*, 2022 (te verschijnen).
[3] R.A. Luimes, G. Remmerswaal, A.S.J. Suiker, E. Bosco, H.M.G. Kruse, F.H.L.R. Clemens. The influence of erosion voids on the structural performance of a soil-pipe system. 2022 (in voorbereiding).
[4] I. C. Scheperboer, A. S. J. Suiker, E. Bosco, F. H. L. R. Clemens. A coupled hydro-mechanical model for subsurface erosion with analyses of soil piping and void formation. *Acta Geotechnica*, 2022.
[5] I.C. Scheperboer, R.A. Luimes, A.S.J. Suiker, E. Bosco, F.H.L.R. Clemens. Experimental-numerical study on the structural failure of concrete sewer pipes. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 116:104075, 2021.
[6] R.A. Luimes, I.C. Scheperboer, A.S.J. Suiker, E. Bosco, F.H.L.R. Clemens. Effect of biochemical attack on the mechanical performance of used concrete sewer pipes. *Construction and Building Materials*, 2022 (onder review).
[7] R.A. Luimes, I.C. Scheperboer, A.S.J. Suiker, E. Bosco, F.H.L.R. Clemens. Assessment of chemo-mechanical degradation of used concrete sewer pipes through an integrated experimental procedure. 2022 (in voorbereiding).

Department of the Built Environment, Applied Mechanics

NWO Applied and Engineering Sciences

Deltares

Duurzaamheid van PVC-rioolbuizen

Francois Clemens (Deltares, NTNU Trondheim)

Kostas Makris (Partners4UrbanWater, TU Delft)

9 juni 2022, Delft

TU Delft

De literatuur over PVC-buizen

Mechanische duurzaamheid ✅

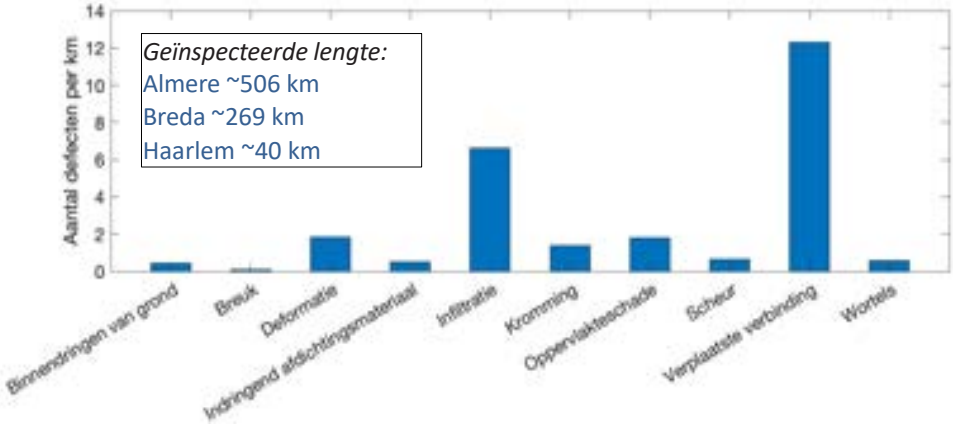
Chemische resistentie ✅

Elastomere verbindingen ✅

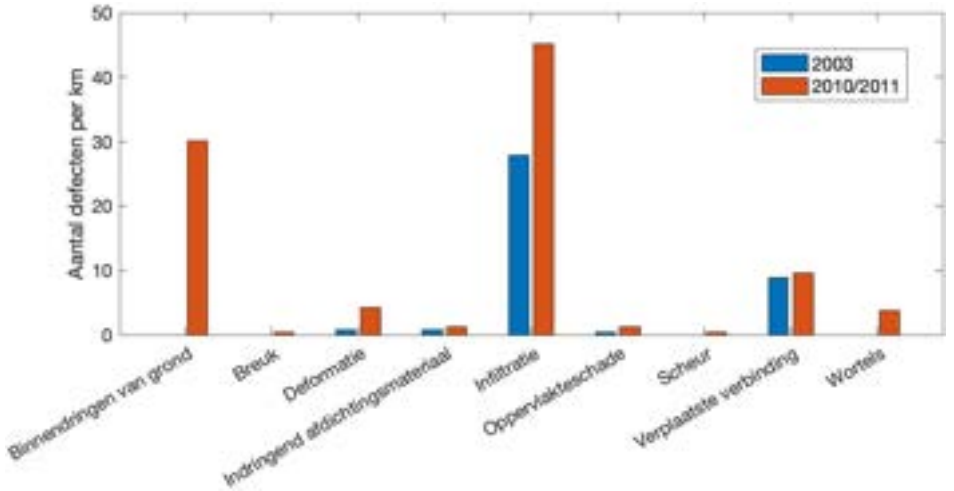
Levensduur > 100 jaar!

Deltares

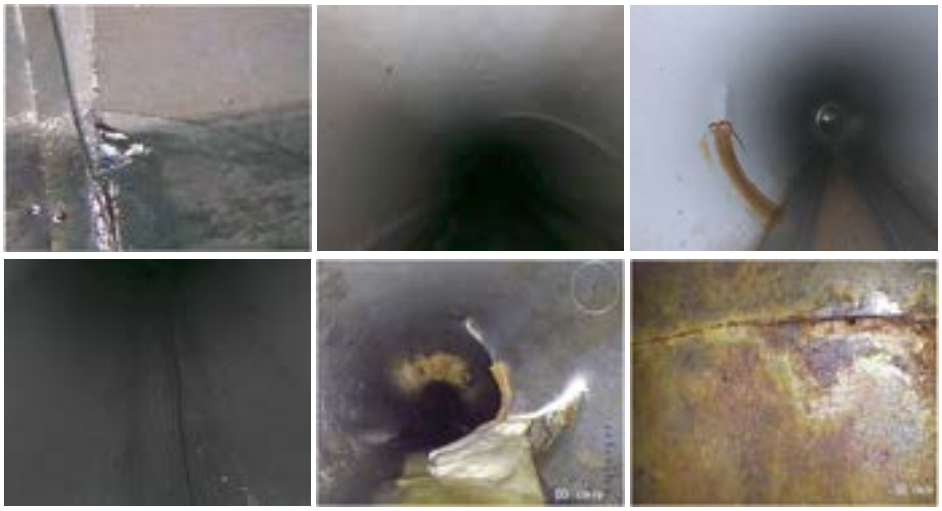
Inspectiegegevens van Almere, Breda, Haarlem



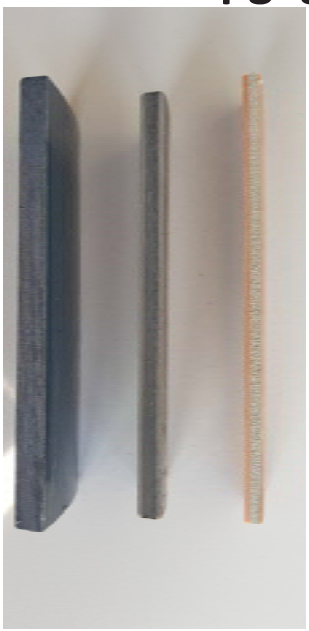
Inspectiegegevens van Amstelveen



Defecten in opgegraven PVC-buizen



Soorten opgegraven PVC-buizen



… 4 verschillende soorten!

Uitgevoerde tests

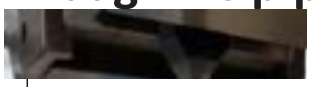
Fysieke

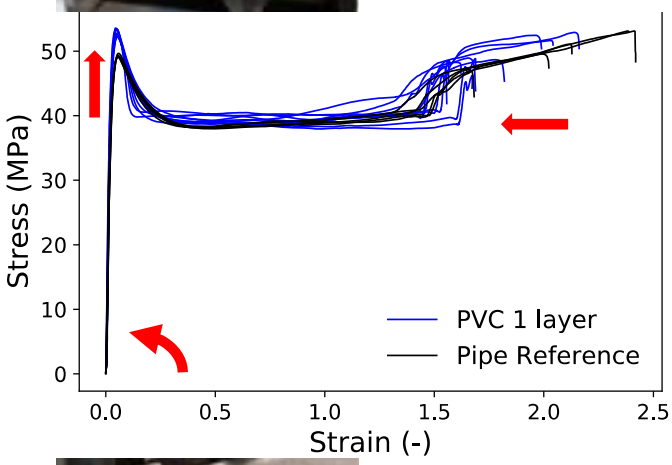
Chemische tests

Mechanische tests

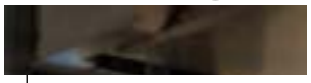
Makris, K. F., Langeveld, J. G., & Clemens, F. H. L. R. (2021). Extensive testing on PVC sewer pipes towards identifying the factors that affect their operational lifetime. *Structure and Infrastructure Engineering*, 1-13.

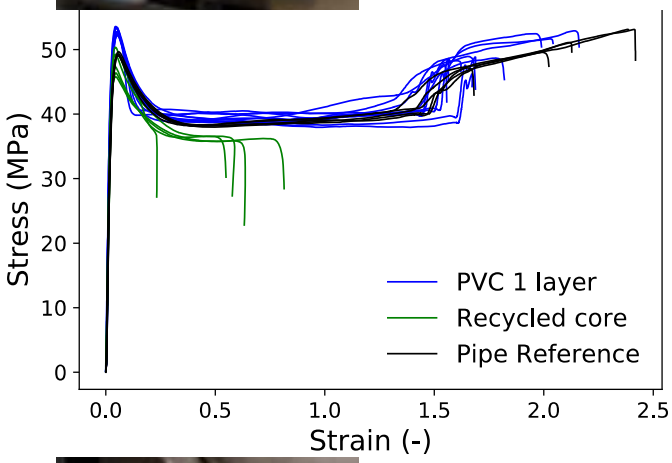
Trekproef: 1 laag PVC pipes

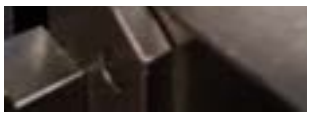




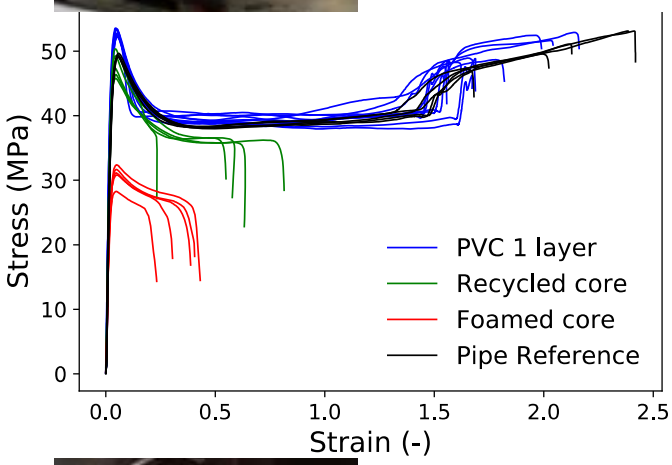
Trekproef: met een gerecycled PVC-kern



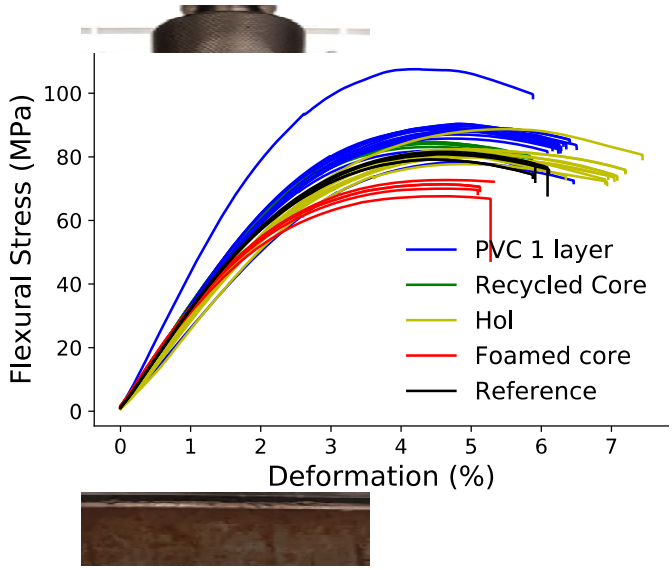




Trekproef: met een geschuimd PVC-kern

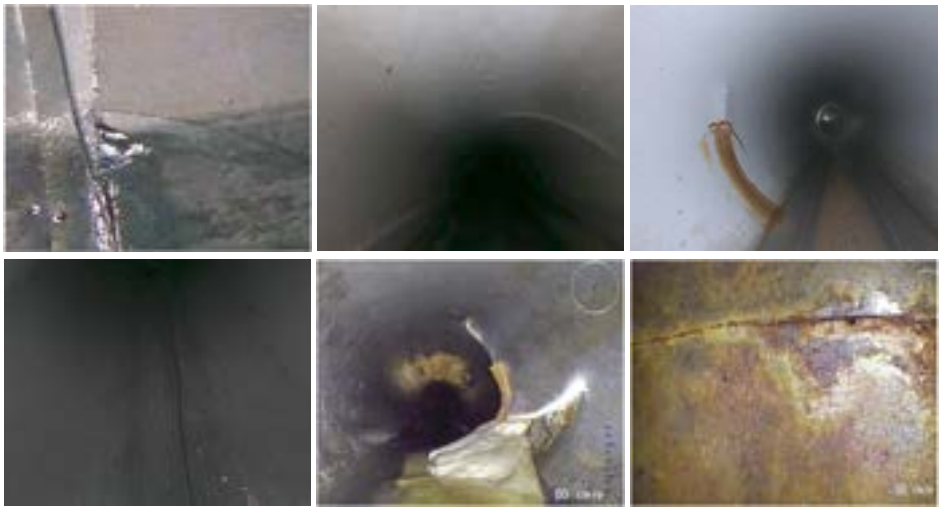


Buigproef



Buigproef

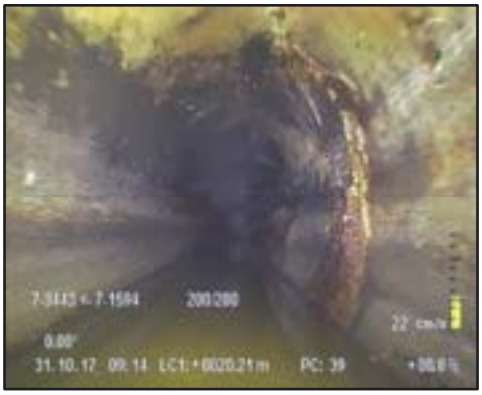
Faaloorzaken



Faaloorzaken

Faaloorzaken

Faaloorzaken



Faaloorzaken

Conclusies

- Geen universeel “recept”.
- Interactie tussen pijp en grond.
- Fysieke veroudering.
- Installatiekwaliteit en externe effecten

Een bonus defect…

Bedankt!

Dit project werd gefinancierd door:

Deltares

CoP praktijkdag – donderdag 6 okt

- Bezoek aan AWP 2.0 (gastheer: WS Brabantse Delta)
- Achtergrondinformatie, ontwerpkeuzes en uitvoeringsaspecten
- Bezoek aan diverse pompstations en RWZI

Deltares

Afsluiting

- Reacties naar:
  - Kees.Kooij@Deltares.nl;
  - Femke.Verhaart@Deltares.nl.

Deltares