



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen

DOSSIER 16 - KWALITEIT VAN RIOOLNETTEN DEEL1 - VISUEEL RIOOLONDERZOEK REV.1

Versie: 20240701-v1

OCW-Francis Poelmans



Contents

1.	Inleiding	8
2.	Doel van het dossier	9
3.	Visueel rioolonderzoek - Evolutie.....	10
3.1.	Van riool tot rioolnet	10
3.2.	Evolutie van visuele rioolonderzoekstechnieken	11
4.	Algemene eisen	16
4.1.	Accreditatie volgens de ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) (<i>Accreditatie</i> , 2019).....	16
4.1.1.	Wat is accreditatie?	16
4.1.2.	Waarom accreditatie?	17
4.1.3.	Accreditatie in België.....	17
4.1.4.	Accreditatie op internationaal vlak	17
4.1.5.	Accreditatie in het kader van visueel rioolonderzoek?	18
4.2.	Personeel.....	18
4.3.	Geëiste kennis	18
5.	Uitvoeringsmodaliteiten visueel rioolonderzoek.....	19
5.1.	Normering:	19
5.2.	Kwaliteit.....	20
5.2.1.	Kwaliteit uitvoering	20
5.2.2.	Kwaliteit van het visueel onderzoek	21
5.3.	Mogelijke doelstellingen volgens NBN EN13508-2 (NBN, 2011)	22
5.3.1.	Eindcontrole bij nieuwe aanleg.....	22
5.3.2.	Einde van de garantieperiode	22
5.3.3.	Routineonderzoek van de toestand van de leiding.....	23
5.3.4.	Vermoeden van een structureel probleem	23
5.3.5.	Vermoeden van operationeel probleem.....	23
5.3.6.	Vermoeden van infiltratieprobleem.....	23
5.3.7.	Eindcontrole na renovatie of reparatie	23
5.3.8.	Eigendomsoverdracht	24
5.3.9.	Investeringsplannen	24
5.3.10.	Monsteronderzoek.....	24
5.3.11.	Andere	24

5.4.	Omgevingsomstandigheden.....	24
5.4.1.	Verkeershinder.....	24
5.4.2.	Invloed van de omgevingstemperatuur.....	25
5.4.3.	Invloed van de grondwaterstand.....	26
5.4.4.	Toestand van het te onderzoeken object.....	26
5.4.5.	Visueel rioolonderzoek van een niet gereinigd riool.....	27
6.	Apparatuur.....	29
6.1.	Systemen voor visueel rioolonderzoek.....	29
6.1.1.	Traditionele visuele rioolonderzoekstechnieken.....	29
6.1.2.	Innovatieve technieken – Visueel rioolonderzoek.....	31
6.1.2.1.	Technieken m.b.t. het voortbewegen door het rioleringsobject.....	31
6.1.2.2.	Beeldverwerkingstechnieken.....	38
6.1.3.	Innovatieve technieken – Niet-visuele, niet-destructieve technieken.....	42
6.1.3.1.	Artificiële Intelligentie.....	45
6.1.3.2.	MEVOSGROW.....	46
7.	Visueel onderzoek van de leiding.....	48
7.1.	Algemeen.....	48
7.2.	Niet-mantogankelijke leidingen.....	49
7.2.1.	Beginafstand en positie cameralens.....	49
7.2.2.	Bewegings- en rotatiesnelheid.....	52
7.2.3.	Visueel onderzoek van voegverbindingen.....	52
7.2.4.	Hellinggrafiek.....	54
7.2.5.	Registratie van tegenhellingen.....	54
7.2.6.	Vereenvoudigd visueel onderzoek.....	55
7.2.6.1.	Stationaire onderzoek van de leiding (Zoomcamera).....	56
A.	Werkmethode:.....	57
B.	Voordelen:.....	57
C.	Nadelen.....	58
7.2.6.2.	“Simplified visual inspections”.....	58
7.3.	Niet ronde buizen of leidingen.....	59
7.4.	Mantogankelijke leidingen en kokers.....	59
7.4.1.	Verlichting:.....	59
7.4.2.	Toestandsaspecten:.....	60
7.4.3.	Aandachtspunten:.....	60

7.4.4.	Grote kokers en leidingen:	60
7.4.5.	Algemeen:.....	61
8.	Rioolputten inspectieputten en inspectieconstructies	61
9.	Visueel onderzoek van infiltratievoorzieningen.....	62
9.1.	Algemeen.....	62
9.2.	Vooronderzoek.....	62
9.3.	Inventarisatiegegevens.....	63
9.4.	Onderzoekstechniek.....	64
10.	Toelichting bij het gebruik van coderingen uit de norm	64
10.1.	Onderzoek van de leiding.....	64
10.1.1.	Doorlopende coderingen	64
10.1.2.	Waarnemingen bij een verbinding	67
10.1.3.	Klokstanden.....	68
10.1.4.	Begin- en einde onderzoek.....	68
10.1.5.	Afgebroken onderzoeken:.....	68
10.1.6.	Inlaten.....	69
10.1.6.1.	Algemeen.....	69
10.1.6.2.	Inventarisatie.....	71
10.1.6.3.	Type inlaat	71
10.1.6.4.	Andere toestandsaspecten voor inlaten	72
10.1.7.	Code BAN “Poreuze buis”	72
10.1.8.	Code BBF (Infiltratie) en BBG (Exfiltratie).....	73
10.1.9.	Binnen-buisdiameter	75
10.1.10.	Wijzigen van de leidingdiameter tijdens het visueel onderzoek.....	75
10.2.	Visueel onderzoek van laterale leidingen	76
10.2.1.	Visueel onderzoek met duwcamera.....	76
10.2.2.	Visueel onderzoek met satellietcamera	77
10.3.	Visueel onderzoek van de Put	90
10.3.1.	Algemeen.....	91
10.3.2.	Vaste coderingen.....	91
10.3.3.	Doorlopende coderingen	91
10.3.4.	Waarnemingen bij een verbinding	92
10.3.5.	Klokstanden.....	93
10.3.6.	Beschreven plaats.....	93

10.3.7.	Begin, einde en afgebroken onderzoeken	94
10.3.8.	Inlaten.....	95
10.3.8.1.	Algemeen.....	95
10.3.8.2.	Inventarisatie.....	95
10.3.8.3.	Andere toestandsaspecten voor inlaten	96
10.3.9.	Code DAN “Poreuze put of wand”	96
10.3.10.	Binnendiameter van de put of het putdeel.....	97
10.3.11.	Wijzigen van de put- of putdeeldiameter tijdens het verloop van het visueel onderzoek... 97	
10.3.12.	Referentiedocumenten m.b.t. geometrie	98
10.3.13.	Code DBF (Infiltratie) en DBG (Exfiltratie).....	98
10.4.	Infiltratievoorzieningen	98
10.4.1.	Welke set coderingen voor welke infiltratietoepassing?	98
10.4.2.	Wat registreren?	99
10.4.3.	IT-leidingen (infiltratie transportleidingen).....	101
10.4.4.	Infiltratiebekken opgebouwd uit elementen	102
10.4.5.	Betonnen infiltratieveld	104
10.4.6.	Betonnen infiltratiekelder	105
10.4.7.	Infiltratieputten en infiltratiebakken in beton	105
10.4.8.	Infiltratiepalen.....	106
11.	Beeldkwaliteit, metingen en validatie van apparatuur	108
11.1.	Inleiding	108
11.2.	Eisen van NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) en typebestekken	108
11.3.	Beeldkwaliteit.....	109
11.4.	Toegestane afwijkingen.....	109
11.5.	Validatie van de apparatuur	110
11.6.	Fysieke toestand van de apparatuur	110
11.7.	Theoretisch en praktisch meetbereik van de apparatuur:.....	111
11.7.1.	Theoretisch meetbereik per robot:.....	111
11.7.2.	Praktisch meetbereik per robot:	111
11.8.	Afstandsmeting:	111
11.9.	Statische hellingsmeting:.....	111
11.10.	Dynamische hellingsmeting:.....	112
11.11.	Referentie laserpunten.....	112
11.12.	Optische metingen	113

11.13.	Axiale metingen.....	113
11.14.	Berekening van een hoekverdraaiing.....	114
11.15.	Validatie van software.....	114
11.16.	Meettechnieken bij leidingonderzoek.....	115
11.16.1.	Mogelijk te meten geometrische kenmerken.....	115
11.16.2.	Afstandsmeting.....	115
11.16.3.	Metingen in de dwarsdoorsnede.....	116
11.16.3.1.	In welke buisvormen kan gemeten worden?.....	116
11.16.3.2.	Meting van de binnen-buisdiameter:.....	116
11.16.3.3.	Metingen van waterhoogte, bezonken afzetting:.....	117
11.16.3.4.	Metten van obstakels:.....	117
11.16.3.5.	Metingen op de buiswand.....	117
A.	Algemeen:.....	117
B.	De meettechnieken kunnen sterk verschillen:.....	118
11.16.3.6.	Metten van verplaatste verbindingen.....	119
A.	Axiale verplaatsingen:.....	120
B.	Radiale verplaatsingen:.....	121
C.	Hoekverdraaiingen:.....	121
D.	Combinatie van axiale verplaatsing en hoekverdraaiing:.....	124
11.16.3.7.	Metten van inlaten.....	125
11.16.3.8.	Metten van objecten.....	126
11.16.3.9.	Hellingsmeting.....	126
11.16.4.	Meettechnieken putonderzoek.....	130
11.16.4.1.	Afstandsmeting.....	130
11.16.4.2.	Metingen in de dwarsdoorsnede.....	131
11.16.4.3.	Metingen op de putbuiswand / Metten van inlaten.....	132
11.16.5.	Meettechnieken infiltratievoorziening.....	132
11.16.5.1.	Afstandsmeting.....	132
11.16.5.2.	Metingen op de wand.....	133
11.16.5.3.	Metingen in de dwarsdoorsnede.....	133
11.16.5.4.	Klokstanden.....	133
12.	Rapportage van de resultaten.....	133
12.1.	Indeling van het rapport.....	134
12.1.1.	Projectgegevens.....	134

12.1.2.	Inventarisatiegegevens.....	134
12.1.3.	Detailgegevens uit het visuele onderzoek.....	134
12.2.	Inhoud van het rapport	134
12.2.1.	Leidingonderzoek	134
12.2.1.1.	Projectgegevens	134
12.2.1.2.	Inventarisatiegegevens.....	135
12.2.1.3.	Detailgegevens	135
12.2.1.4.	Bijkomende informatie per registratieregul.....	136
12.2.2.	Putonderzoek	136
12.2.2.1.	Projectgegevens	136
12.2.2.2.	Inventarisatiegegevens.....	136
12.2.2.3.	Detailgegevens	137
12.2.2.4.	Bijkomende informatie per registratieregul.....	137
12.3.	Digitale rapportage.....	138
12.4.	Digitale rapportage met geïntegreerd gissysteem.....	138
12.5.	Digitale gegevensuitwisseling.....	139
12.5.1.	Gegevensuitwisseling volgens BEFDSS	139
12.5.1.1.	Beschrijving	139
12.5.1.2.	Samenstelling	140
12.5.1.3.	BEFDSS-subsetprogrammatuur	140
12.5.2.	Updates van het BEFDSS	141
12.5.3.	Gegevensuitwisseling – Schematische voorstelling	142
13.	Bijlage I	145
14.	Bijlage II	145
14.1.	Bijlage II-A.....	145
14.2.	Bijlage II-B.....	145
15.	Bijlage III	145
16.	Bijlage IV	145
17.	BIJLAGE V.....	145
18.	BIJLAGE VI.....	145
19.	Bijlage VII	146
20.	Fotoreferenties.....	146
21.	Referenties	149

1. Inleiding

Afwatering, infiltratie en Rioolnetten¹ zijn een onmisbaar, maar vaak miskend onderdeel van de infrastructuur die ons als burgers ter beschikking wordt gesteld.

Het afvoeren en zuiveren van afvalwater vervullen een belangrijke rol op het gebied van volksgezondheid. Door efficiënt gebruik ervan zijn in de loop der tijd een aantal besmettelijke ziekten teruggedrongen. Het transport van afvalwater moet dus correct verlopen, zodat het kan worden gezuiverd alvorens het opnieuw in het milieu terechtkomt.

Water is een kostbaar goed. Drinkwater is in beperkte mate aanwezig; België staat op de zevende plaats voor wat betreft de waterbeschikbaarheid binnen de OESO-landen. Vlaanderen en Brussel staan op de dertigste plaats (de laatste plaats) (Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen, s.d.), we moeten spaarzaam met water omspringen. De kwaliteit van het oppervlaktewater moet terug op peil worden gebracht. Enkel water dat aan de lozingseisen voldoet, mag in het oppervlaktewater terechtkomen.

In het verleden werd het hemelwater in vele gevallen onmiddellijk afgevoerd via een gemengd stelsel. Door de jaren heen is het grondwaterpeil op veel plaatsen enorm gedaald. Hemel- en afvalwater worden immers nog te vaak samen afgevoerd, waardoor hemelwater niet meer ter plaatse infiltreert. Sterk verdund afvalwater is moeilijk te zuiveren. Deze verdunning kan zeer veranderlijk zijn door de verhoogde debieten bij hevige regenbuien. Het water kan soms niet meer worden verwerkt door de riolen en verlaat dan gedeeltelijk het stelsel via een overstort, waardoor de beken en rivieren worden vervuild. Leidingen moesten over gedimensioneerd zijn, om grote neerslagvolumes én tegelijk het afvalwater te verwerken. Tegenwoordig worden gescheiden riolen aangelegd, die elke waterstroom (afval- en hemelwater) apart vervoeren, zowel op privé als openbaar domein.

Vandaag wordt bij nieuwbouw van woningen verplicht (rekening houdend met de wetgeving, [Vlaamse Overheid, Omgeving, 2022]) om de waterstromen (zwart-, grijs- en regenwater) van elkaar te scheiden en het hemelwater op te vangen in een regenwaterput voor hergebruik. De bedoeling is om zo veel mogelijk hemelwater te gebruiken voor de toepassingen waar geen drinkwater voor nodig is, zoals het doorspoelen van toiletten, het wassen van kledij, de tuin besproeien... Indien mogelijk kan via de overloop van de regenwaterput het teveel aan water ter plaatse infiltreren. Dit kan op niveau van de woning, of op niveau van een groep van woningen. De regels die opgelegd worden i.v.m. het infiltreren van hemelwater verstrengen. Dat is nodig omwille van de wateroverlast die in lagergelegen gebieden veroorzaakt wordt door het hemelwater af te voeren via een RWA stelsel. In de toekomst zullen RWA-stelsels niet meer standaard worden aangelegd, er zal worden nagegaan of plaatselijke infiltratie mogelijk is en daar waar infiltratie moeilijker is, kan men kiezen om het water op te vangen in een buffer en van daaruit door de grondsamenstelling het water meer tijd te geven om te infiltreren. Door de klimaatverandering zullen de lagergelegen plaatsen zoals beemden, moerassen die voordien drooggelegd werden terug worden omgevormd naar “wetlands” die bij extreme regenval als

¹ Een rioolnet kan bestaan uit buiselementen, rioolputten, inspectieputten of inspectieconstructies, grachten met duikers. Het zorgt ervoor dat afvalwater opgevangen en naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) of kleinschalige waterzuiveringsinstallaties (KWZI) wordt afgevoerd.

natuurlijke buffer kunnen optreden. Het is belangrijk om de grondwaterspiegel langzaam maar zeker terug op peil te brengen. Door voornoemde regels consequent toe te passen kan wateroverlast beperkt worden en reduceert men het tekort aan waterbeschikbaarheid.

Om zijn rol naar behoren te kunnen vervullen, dient een rioolnet aan de gestelde eisen (lees: kwaliteit) te voldoen en moeten de goede staat en werking tijdens de volledige levensduur worden gegarandeerd. Dat is nodig om te voorkomen dat afvalwater ongezuiverd in het milieu terecht komt en dat de bovenliggende infrastructuur als gevolg van verzakkingen beschadigd raakt. Ook de hydraulische eigenschappen van het stelsel zijn belangrijk om water op straat te voorkomen; om deze in stand te houden is een periodiek onderhoud, afgestemd op de plaatselijke toestand noodzakelijk.

Tijdig vaststellen van en ingrijpen bij schade is dus van groot belang. Een planmatige en gestructureerde aanpak is nodig, om op elk ogenblik aan de gestelde eisen te kunnen voldoen. Degelijk rioolbeheer is enkel mogelijk als de toestand van het net bekend is. Europa geeft sinds decennia belangrijke impulsen aan de hand van de kaderrichtlijn water waaraan we nog steeds niet voldoen. Er wordt momenteel hard gewerkt om het tij te keren. De revisie van dit dossier biedt de mogelijkheid om moderne en innovatieve technieken te kunnen inzetten waar nodig. Uniforme uitvoering en uitwisseling van gegevens staan hierbij centraal. Na de aanleg van een rioolnet dient te worden nagegaan of aan de criteria in de bestekbepalingen is voldaan. Aan de hand van een goede monitoring van de werking in de gegeven omstandigheden kan dan een geschikt onderhoudsplan en later ook een renovatieplan worden uitgewerkt. Enkel zo kan de beoogde levensduur van een rioolnet worden gehaald.



Foto 1 (Bron BRRC) Ernstige schade door een ingestorte rioolleiding

Kwaliteit is de rode draad in het dossier. Ze moet dan ook voortdurend worden bewaakt, om tot een continue resultaatsverbetering te komen. Voor de kwaliteitsbewaking moeten proeven en metingen worden verricht. Dat dient eenvormig en afhankelijk van het beoogde doel te gebeuren. Beproeving- en meetresultaten

zijn immers de input voor eventuele verdere doordachte en gerichte acties. Zij maken duurzaam onderhoud en/of duurzame renovatie en een optimale benutting van de beschikbare financiële middelen mogelijk.

2. Doel van het dossier

Het OCW beschikt over de nodige kennis, ervaring, uitrusting om de controles voor de kwaliteitsbewaking van rioolnetten te onderzoeken en te optimaliseren.

Daarop voortbouwend wil het Centrum bijdragen aan eenvormige en eenduidige beschrijving, toepassing en uitvoering van de meet- en beproevingsmethoden om de toestand, de werking en de waterdichtheid van rioolnetten te inspecteren. Daar hebben alle partijen (beheerders, bestekschrijvers, uitvoerders, fabrikanten en gebruikers) baat bij.

Dit dossier is een revisie van het dossier, dat als bijlage bij OCW Mededelingen 95 verscheen, gaat uitvoerig in op visueel rioolonderzoek. Na een geschiedkundige terugblik op het ontstaan van riolering en visueel rioolonderzoek worden in dossier 16 (Poelmans, 2013) het doel (volgens de NBN EN 13508-2 [NBN, 2011]), de algemene eisen (accreditatie, personeel, apparatuur, innovatie en veiligheid) en de soorten van visuele onderzoekstechnieken beschreven. Voorts wordt aandacht besteed aan digitale gegevensuitwisseling.

Daarom worden twee dossiers aan dit onderwerp gewijd:

1. Kwaliteit van rioolnetten: Deel 1 – Visueel rioolonderzoek
2. Kwaliteit van rioolnetten: Deel 2 – Dichtheidstesten

In dossier deel 2 wordt dieper ingegaan op de beproevingsmethoden voor controle op de waterdichtheid van riolen.

Wij hopen dan ook dat in toekomstige bestekbepalingen naar deze dossiers zal worden verwezen en dat ze zullen bijdragen aan uniform vastleggen² van onder meer de inventarisatie, de structurele toestand, de werking en de waterdichtheid van rioolnetten.

3. Visueel rioolonderzoek - Evolutie

3.1. Van riool tot rioolnet

De voorloper van het huidige rioolnet dateert van het Romeinse Rijk. Sinds de mens bestaat, produceert hij namelijk urine en ontlasting. En zolang de mens in kleine groepen leeft, is dit geen probleem. Voordat mensen in grote steden bij elkaar gingen wonen, werd de behoefte op een afgelegen plek gedaan, waar micro-organismen ze verteerden. Maar toen ze in grote aantallen in dorpen en steden gingen samenwonen, werd meer afval geproduceerd dan de omgeving kon opnemen. Toen Rome met dit probleem werd geconfronteerd, werd een oplossing gezocht. Vanuit het oude stadscentrum liep een riool naar de Tiberrivier. In dit open riool werd alle viezigheid geloosd.

Het grote nadeel van een dergelijk open riool is het rechtstreekse contact met de buitenlucht, waardoor de hinderlijke geur op grote afstand te ruiken is. Daarom werden na verloop van tijd de open riolen vervangen door een ondergronds net van de eerste rioolbuizen. Zo ontstond het eerste “rioolnet”.

² Aan de hand van een methode, proef of meetwaarden, indien van toepassing.

Doordat deze rioolnetten in de dichtstbij gelegen waterlopen uitmondde, ontstond een nieuw probleem. De waterlopen, die de bevolking van drinkwater moesten voorzien, werden door ziektekiemen verontreinigd. Hierdoor ontstonden talrijke epidemieën, onder meer van cholera. Het duurde echter tot ver in de 19e en 20e eeuw vooraleer in Europa en in de Verenigde Staten op grote schaal rioleringswerken werden uitgevoerd.

Inspanningen van België voor Waterzuivering en de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG, 2000):

In de afgelopen drie decennia heeft België aanzienlijke investeringen gedaan om vrijwel alle gebouwen aan te sluiten op het rioleringsnetwerk. Dit betekent dat afvalwater wordt verzameld via lokale rioleringen en naar waterzuiveringsinstallaties wordt geleid, waar het wordt behandeld om te voldoen aan strenge lozingsnormen. Het gezuiverde water wordt vervolgens in oppervlaktewater geloosd. Maar wat gebeurt er in afgelegen gebieden waar riolering niet haalbaar is?

In België zijn er nog steeds tal van percelen die te afgelegen zijn om op het reguliere rioleringsnetwerk te worden aangesloten. In deze gevallen wordt het afvalwater doorgaans geloosd in septische putten en sterfputten. Helaas voldoet deze methode van afvalwaterbehandeling niet aan de vereiste lozingsnormen. Dit creëert een uitdaging voor milieubescherming, aangezien het onbehandelde of slecht behandelde afvalwater schadelijk kan zijn voor waterbronnen.

Om deze uitdagingen aan te pakken en te voldoen aan de Europese normen voor waterkwaliteit, heeft Europa de Europese Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG, 2000) ingesteld. Deze richtlijn streeft ernaar om de kwaliteit van oppervlakte- en grondwater in heel Europa te verbeteren. Het doel is om tegen uiterlijk 2027 een goede waterkwaliteit te bereiken. Dit vereist dat de lidstaten duurzaam omgaan met waterbronnen en beheerplannen opstellen voor verschillende stroomgebieden.

Deze beheerplannen omvatten vaak de uitbreiding van rioleringsnetwerken, verbetering van waterzuiveringsinstallaties en het implementeren van individuele waterzuiveringsmaatregelen voor afgelegen percelen. De inspanningen die nodig zijn om aan voornoemde Europese Kaderrichtlijn Water te voldoen en duurzaam waterbeheer te handhaven, zullen aanzienlijke investeringen vereisen.

Kortom, België heeft aanzienlijke vooruitgang geboekt in het aansluiten van gebouwen op rioleringen en het verbeteren van de waterzuivering. Echter, om te voldoen aan Europese normen en te zorgen voor duurzaam waterbeheer, zijn nog meer investeringen en maatregelen nodig, vooral in afgelegen gebieden waar traditionele riolering niet haalbaar is. Deze inspanningen zijn van vitaal belang om de kwaliteit van waterbronnen te beschermen en te behouden.

3.2. Evolutie van visuele rioolonderzoekstechnieken

Tot de eerste camera's voor visueel onderzoek rond de jaren 1950 op de markt verschenen, werden rioolproblemen manueel opgespoord.

Als de rioolleiding een te kleine diameter had om erin af te dalen, werd gebruikgemaakt van zogenaamde kijkgaten of *lampholes* om de graad van vervuiling of de ernst van schade te bepalen. Door deze openingen werd een kaars in de leiding neergelaten en het licht van de kaars moest aan het eind van de buis zichtbaar zijn.

Later werd deze proef “verfijnd”. Er werd een dunne draad met een brandende kaars op een vlot neergelaten, die met de stroom naar de volgende put werd meegevoerd. Zolang dat lukte, werd de leiding als “goedgekeurd” beschouwd. Als de kaars gedoofd was (zelfs als het vlot zich verder zonder problemen bleef verplaatsen), werd ervan uitgegaan dat er een infiltratieprobleem was.

De codering was eenvoudig: OK of niet OK.

Rioolbuizen bestonden toen uit twee delen in de vorm van een halve “O”, die zonder dichting op elkaar werden gelegd. Het gevolg hiervan waren aanzienlijke infiltraties. Deze infiltraties waren meer dan welkom: ze hadden een zuiverende functie.

Toen het merk “Kodak” eind jaren 1880 het eerste foto toestel ontwikkelde, werd niet lang daarna in New-York voor het eerst de “foto-techniek voor visueel onderzoek” toegepast.

De eerste camera werd in 1927 uitgevonden en in 1930 gepatenteerd. De technologische vooruitgang in visueel rioolonderzoek kende dan een stille periode. De eerste camera voor rioolonderzoek dateert van 1946 en werd gebruikt voor het controleren van grote boilers. Deze camera’s waren zeer zwaar en hadden een resolutie van 200 lijnen³. Ze hadden behoorlijk wat stroom nodig en vooral veel licht. Vooraan in de jaren 1950 werden de eerste waterdichte camera’s van 5 inch gebouwd. Ze waren geschikt om 8-inchbuizen te inspecteren.

Eind jaren 1950 werd in Europa de eerste camera voor rioolonderzoek gebouwd. Een filmcamera werd in een waterdichte behuizing geplaatst en met autoverlichting uitgerust voor het beste resultaat. De werkwijze was niet zo eenvoudig. De kabel werd stroomafwaarts en met een grote stekker met de camera verbonden. Vervolgens werd de kabel met camera handmatig vanuit de put (beneden) teruggetrokken terwijl de camera liep. De kabel lag los in het voertuig dat voor het transport zorgde.



Foto 2 (Bron IBAK) Inspectie systeem IBAK



Foto 3 (Bron IBAK) Inspectie systeem IBAK



Foto 4 (Bron IBAK) Inspectie systeem IBAK

De introductie van de CCD⁴ zorgde in het begin van de jaren 1970 voor een omwenteling in het gewicht en de afmetingen van de camera. De CCD werd in eerste instantie voor geheugenopslag

³ Een beeldlijn is een lijn waaruit het beeld op een analoge tv of monitor is opgebouwd. Voor televisie is de bekendste standaard PAL met 625 beeldlijnen (waarvan er 576 zichtbaar zijn).

⁴ CCD: Charge-Coupled Device technology (ladinggekoppeld component) is een chip die elektromagnetische straling in elektrische lading omzet.

ontwikkeld, maar bleek ook geschikt als beeldsensor. Dat maakte kleinere buisdiameters toegankelijk voor de camera.

Er kwam nog heel wat “handwerk” bij kijken. De camera diende nog steeds manueel te worden ingebracht en ook het bereik was meestal tot ongeveer 150 m beperkt. Hoewel de camera door een elektrische motor werd aangedreven, diende de kabel handmatig teruggetrokken te worden. Dat vergde heel wat fysieke arbeid. De afstand en de klokstand konden worden gelezen, maar er diende met een grote maatafwijking rekening te worden gehouden.

In de jaren 1980 werden de voertuigen voor visueel rioolonderzoek, die als studio werden ingericht, voorzien van een stroomaggregaat. Zo konden ze onafhankelijk van externe stroomvoorziening werken. Er werden toen analoge foto's van het beeldscherm genomen, wat niet altijd tot de beste kwaliteit leidde. De graad van verduistering in de studio speelde hierin een belangrijke rol. De verslagen werden handmatig opgesteld en aangevuld met analoge foto's. Het aantal foto's maakte een belangrijk deel uit van de kostprijs van het rapport, het was eerder een collage met een toelichting van de toestandsaspecten.

Halverwege de jaren 1980 werd de videorecorder in de studio geïntegreerd. De beeldresolutie bedroeg 240 horizontale lijnen (Video Home -System) wat tal van mogelijkheden bood. Er kon naar de videotellerstand als referentie worden verwezen.

In de jaren 1990 werd de beeldresolutie tot 400 lijnen (*Super Video Home System – SVHS*) verhoogd en werden drie primaire kleuren gebruikt, die tot een kleurenbeeld werden samengevoegd. Elk beeld werd dertigmaal per seconde vernieuwd. Het onderzoek kon vanaf een monitor gevolgd en tegelijk vastgelegd worden. Door verdere automatisering en de visooglens kon de camera binnen een beperkte hoek “rondkijken”. De operator kon de visooglens met een hendel sturen en zo een toestandsaspect gericht in beeld brengen.



Foto 5 (Bron IBAK) IBAK Camerawagen met visooglens



Foto 6 (Bron BRRC) Pearpoint_Camerawagen met visooglens

Door de integratie van de pc werden de mogelijkheden steeds uitgebreider. Er konden toestandsaspecten uit lijsten⁵ worden gekozen en de video kon door de software worden aangestuurd.

Later werd het stroomaggregaat vervangen door een “tractiebatterij”, zodat zonder enige hinder van een storend stroomaggregaat een hele dag visueel onderzoek kon worden uitgevoerd. 's Avonds werd het voertuig via een stopcontact geladen, om 's anderendaags weer een hele dag onderzoek te kunnen verrichten.

De belangrijkste spelers op de markt boden complete, als een studio ingerichte en in de voertuigen ingebouwde systemen aan. Begin jaren 2000 werd het mogelijk beelden digitaal uit te wisselen. In de praktijk bracht dit niet steeds een kwalitatieve meerwaarde, omdat in de beginperiode (MPEG1) de SVHS-kwaliteit niet werd gehaald. Videobeelden werden gedigitaliseerd, videocassettes werden vervangen door cd's en later door dvd's.

Later moesten beelden in MPEG2-opmaak met een bitrate van 4 Mb/s⁶ worden geleverd. In de beginfase waren er meerdere dvd's nodig per project. Vervolgens werden al heel wat gegevens via draagbare harde schijf uitgewisseld. De software maakt het mogelijk beelden interactief te bekijken en zowel foto's als videobeelden vanuit de rapportage op te roepen.

Sinds 2003 zijn in België de Europese norm EN 13508-2 (NBN, 2003) en de nationale bijlage (nu NBN B 34-001 [NBN, 2015a]) van toepassing. Samen vormen ze de NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) *Toestand van de buitenriolering – Coderingssysteem bij visueel onderzoek*. De integratie van het coderingssysteem in de software zorgt ervoor dat alle waarnemingen tijdens een visueel rioolonderzoek volgens de norm worden geregistreerd. De gegevens worden in de vorm van een xml⁷-bestand uitgewisseld.

Halverwege de jaren 2000 is een systeem voor indirect⁸ visueel onderzoek op de markt gebracht. De camera is voorzien van twee bolvormige optische eenheden met een visioog lens met een hemisferisch beeld van meer dan 180° (half bolvormig). Deze eenheden maken synchrone beelden tijdens de voortgang van de camera. Zo kunnen computergestuurde beelden in één continue voortgang en met een aanzienlijk hogere snelheid dan met een traditionele camera worden opgenomen. Na de opname worden de beelden op kantoor door een deskundig visueel onderzoek geïnterpreteerd en volgens de geldende normen gecodeerd. Hij beschikt over een aantal extra ondersteuning zoals virtueel voortbewegen in de leiding en bekijken van een uitgeklaapt beeld om snel een accuraat algemeen overzicht te vormen. Alle noodzakelijke metingen kunnen op kantoor worden uitgevoerd. Deze techniek is naderhand ook voor het visueel rioolonderzoek van rioolputten ingezet. Het spreekt voor zich dat deze volledig nieuwe aanpak een aantal voordelen biedt. Vandaag zijn de systemen in 4K beeldkwaliteit beschikbaar, hierdoor blijft geen enkel detail verborgen voor de operator. De toestandsaspecten kunnen achteraf langs verschillende invalshoeken worden bekeken, wat een groot voordeel is ten opzichte van de traditionele technieken. De hoge beeldkwaliteit maakt het mogelijk

⁵ Lijsten: schade classificatie van rioolnetten volgens de standaardbestekken.

⁶ Mb/s (megabit per seconde): in de computerindustrie gebruikelijke eenheid voor de snelheid van gegevensoverdracht. De bitrate wordt uitgedrukt in bits per seconde.

⁷ XML (eXtensible Markup Language) is ontworpen voor de overdracht en de opslag van gegevens.

⁸ De codering van de toestandsaspecten vindt niet plaats tijdens de opname van de beelden en achteraf niet noodzakelijk door dezelfde persoon die de opname maakte.

om in te zoomen. Men kan dan ingezoomd op een detail, zich (als het ware virtueel) door de leiding verplaatsen. Bij een traditioneel systeem heeft de operator enkel de mogelijkheid om het inzoomen live ter plaatse uit te voeren.

De Full High-Definitioncamera met resoluties van 1 920 x 1 080 heeft zijn intrede gedaan. 4K is geïntroduceerd in de sector en heeft een resolutie van 3840 x 2160 pixels, wat 4x zoveel pixels oplevert als Full HD. Door de zeer scherpe beelden ontgaat de operator geen enkel detail meer. Dergelijke systemen werken volledig digitaal, van de beeldsensor tot het eindresultaat.

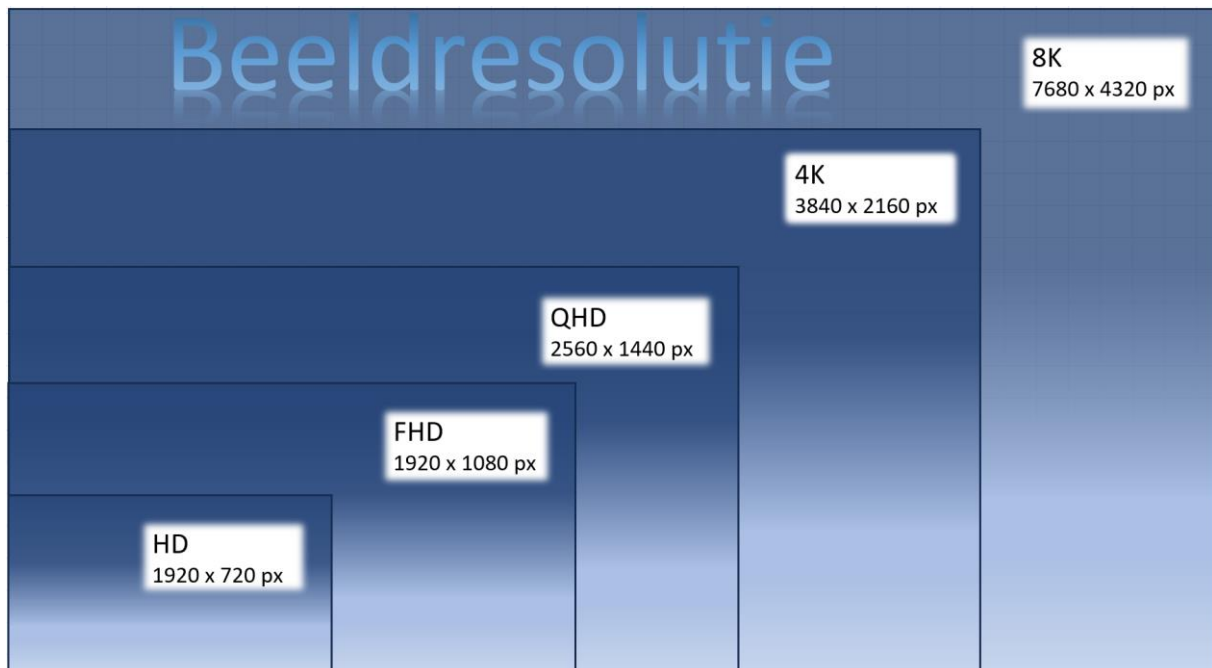


Foto 7 (Bron BRRC) Evolutie beeldresolutie



Foto-8-9-10 (Bron BRRC) Evolutie beeldkwaliteit

Met de hedendaagse technologie kan een leiding in axiale en radiale richting zeer gedetailleerd worden bekeken en kunnen de kleinste gebreken worden waargenomen. Tal van metingen kunnen worden verricht, zodat de plaats van de waarneming en de ernst van een gebrek tot in de details kunnen worden beoordeeld.

De huidige systemen voor visueel onderzoek werken niet autonoom; de operator staat in voor alle handelingen en registraties. Dit vergt een grote expertise van de operator. Hij wordt daarin geholpen door een softwareprogramma dat voor uniforme registratie van de verrichte waarneming zorgt. De registratie dient in overeenstemming te zijn met de geldende normen en het toepasselijke bestek.

Momenteel worden half autonome systemen geïntroduceerd, waarbij het coderingsproces deels of automatisch verloopt. De camera is meestal rechtstreeks verbonden met een studio. De semiautonomie kan betrekking hebben op het gedeelte voor de sturing van de robot en/of op automatische herkenning van voegen en inlaten, codering van beelden en uitvoering van automatische robotbewegingen. Deze systemen bevinden zich in de testfase en zijn wellicht binnen enkele jaren op de markt verkrijgbaar.

Ook elders in de wereld worden testen uitgevoerd om de robot volledig autonoom te laten inspecteren. De robot wordt in de leiding gebracht en op afstand (draadloos) gevolgd.

In de nieuwste ontwikkelingen spreken we over een toestel dat zich door het rioleringsobject beweegt. Er zijn verschillende manieren om het toestel voor te bewegen: de robot met camera verbonden met een “draad” zoals we die vandaag kennen. Voorbeelden van aandrijvingen verschillend van de traditionele robots zijn: drijvende robots, drijvende robots in combinatie met schroefwielen, onderwater drones, luchtkussenrobots (hovercraft), vliegende drones. Draadloze toestellen hebben vóór- en nadelen, het voordeel is hun bewegingsvrijheid, geen draad die hindert. Het voordeel is onder sommige omstandigheden een nadeel, wat als het toestel komt vast te zitten? Ook de autonomie van de draadloze toestellen is uiteenlopend en is onder meer beperkt door de capaciteit van de batterij en de draadloze verbinding. Hierdoor is vandaag de inzetbaarheid situatieafhankelijk.

Het uiteindelijke doel is het visueel onderzoek én coderingsproces geheel autonoom te laten verlopen, zodat enkel een kwaliteitscontrole op de beelden en de vastgelegde codering moet worden verricht. Dat zijn voorlopig nog toekomstdromen. Door de introductie van AI zien we een stroomversnelling, binnen enkele jaren kan dit wel mogelijk zijn.

4. Algemene eisen

4.1. Accreditatie volgens de ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) (Accreditatie, 2019)

4.1.1. Wat is accreditatie?

Een accreditatie is een attest uitgegeven door een derde partij aan een instelling voor conformiteitsbeoordeling, zoals een laboratorium, een keuringsinstelling of een certificatie-instelling.

Dit attest wordt toegekend door een accreditatieinstelling na een grondige audit van de conformiteitbeoordelingsinstantie gebaseerd op internationaal erkende eisen. Het betekent het formele bewijs van de competentie van de instantie die specifieke opdrachten van conformiteitsbeoordeling uitvoert.

De accreditatie laat de laboratoria, de keuringsinstellingen en de certificatie-instellingen toe om hun technische competenties maar ook hun onafhankelijkheid en onpartijdigheid te bewijzen.

4.1.2. Waarom accreditatie?

De huidige economische structuren zijn onderworpen aan een dynamische evolutie onder druk van de internationalisering van de handel. Bovendien moeten de producten en diensten beantwoorden aan gereguleerde eisen bedoeld om het veilige gebruik ervan te garanderen.

Het is dus van essentieel belang om het vertrouwen van de economische actoren en van de overheden belast met de marktcontrole op te wekken in de conformiteit van de producten en diensten.

De conformiteit wordt bevestigd op basis van documenten die bij de producten gevoegd worden en die uitgegeven worden door de conformiteitbeoordelingsinstanties (laboratoria, keuringsinstellingen en certificatie-instellingen). Een product of dienst vergezeld van een certificaat uitgegeven door een geaccrediteerde instantie geniet een bijkomende geloofwaardigheid. Hierdoor zal de markttoegang vergemakkelijkt worden.

De accreditatie is dus duidelijk een hulpmiddel om het vrije verkeer van producten en diensten te bevorderen. Ze draagt ook bij tot het opheffen van de technische handelsbelemmeringen, het bevorderen van een eerlijke concurrentie en het harmoniseren van de werking van de markten.

4.1.3. Accreditatie in België

Sinds 1 augustus 2006 is BELAC de enige Belgische accreditatie-instantie. Ze valt onder de verantwoordelijkheid van de FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie.

BELAC werkt volgens een managementsysteem in overeenstemming met de internationale eisen met betrekking tot het beheer van de accreditatieinstellingen.

De accreditaties die BELAC verleent worden erkend door de Belgische Staat (*Accreditatie*, 2019).

De regels voor het gebruik van het accreditatiesymbool zijn beschikbaar op de BELAC-website.



Foto 11 (Bron BELAC) Belac-symbool

4.1.4. Accreditatie op internationaal vlak

De nationale accreditatieinstellingen groeperen zich in regionale netwerken, die op hun beurt op wereldvlak samenwerken. Deze netwerken maken het mogelijk om de accreditatiepraktijken te harmoniseren en leiden onder meer tot de wederzijdse erkenning van de accreditatiediensten.

Deze beoogt de gelijkstelling van de accreditaties afgeleverd door de verschillende instellingen. Hiervoor is een grondige evaluatie nodig door middel van een "peer review", volgens strikte regels die internationaal aanvaard zijn.

BELAC heeft alle overeenkomsten en erkenningen ondertekend die bestaan in het kader van de European cooperation for Accreditation (EA), International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC) en FALB (Forum of Accreditation and Licensing Bodies).

Op deze wijze genieten de rapporten en certificaten, uitgegeven door de door BELAC geaccrediteerde instellingen, een internationale erkenning.

BELAC erkent op haar beurt de accreditaties verleend door gelijkaardige accreditatieinstellingen waarmee een wederzijdse erkenning bestaat, en promoot de aanvaarding van de rapporten en certificaten die door geaccrediteerde instellingen uitgereikt worden.

4.1.5. **Accreditatie in het kader van visueel rioolonderzoek?**

Om deze vraag te beantwoorden, dient eerst te worden bepaald wat een proef is.

Een proef is een technische operatie waarbij volgens een gespecificeerde werkwijze één of meer kenmerken van een gegeven product, proces of dienst worden bepaald.

De proef “visueel rioolonderzoek” wordt opgesplitst in een aantal onderzoekstechnieken. Deze technieken dienen volgens een vastgelegde (eigen of in een bestek beschreven) methode en binnen een bepaalde reikwijdte te worden uitgevoerd. Deze reikwijdte wordt in het toepassingsgebied (of *scope*) afgebakend. Om de gewenste resultaten binnen dit bereik te kunnen afleveren, is geschikte apparatuur nodig. Tijdens de audit voor de accreditatie wordt onder meer gecontroleerd of:

- De geschikte apparatuur aanwezig is om de proef volgens de opgegeven norm en/of beproevingsmethode uit te voeren;
- Het uitvoerend personeel over de nodige kennis beschikt en de geëiste opleiding of training heeft genoten;
- De verrichte metingen door het laboratorium worden gevalideerd;
- De verrichte proeven aan de criteria in de opgegeven norm en/of beproevingsmethode voldoen;
- Het laboratorium de proeven onpartijdig uitvoert;
- De resultaten volgens de eisen in de opgegeven norm en/of beproevingsmethode worden gerapporteerd;
- Het kwaliteitssysteem aan de eisen van de ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) voldoet.

4.2. **Personeel**

4.3. **Geëiste kennis**

Het uitvoerend personeel moet een goede kennis bezitten (zie BIJLAGE III – “Opleidingsprogramma”)

Voorts moet het personeel over voldoende technische vaardigheden beschikken om op afstand bediende camerasystemen te besturen. Deskundigen visueel rioolonderzoek⁹ moeten daarvoor intern of bij de fabrikant een opleiding hebben genoten en na een inlooperperiode op basis van vastgelegde criteria en aantoonbare resultaten intern bevoegd worden verklaard.

Die kennis en vaardigheden moeten worden bewezen in een proef, georganiseerd door een instelling die erkend is door de sturgroepen van de desbetreffende van toepassing zijnde gewestelijke typebestekken. Na een geslaagde proef ontvangt het personeel een opleidingscertificaat.

Om de kennis op peil te houden, moet bijvoorbeeld bij normwijzigingen een opfris- of bijscholingscursus worden gevolgd. Voorts dient geregeld aan interlaboratoriumproeven¹⁰ te worden deelgenomen om de prestaties van het eigen personeel in te schatten ten opzichte van andere labo's of bedrijven en, indien nodig, bijscholing te organiseren. Het achterliggende doel is de kwaliteit van visueel rioolonderzoek voortdurend te verbeteren en voor alle geaccrediteerde instellingen op hetzelfde niveau te brengen.



Foto 12 (Bron BRRC) Digitale scholing/bijscholing-BRRC

5. Uitvoeringsmodaliteiten visueel rioolonderzoek

5.1. Normering:

De normen “NBN EN 13508-2” (NBN, 2011) (een catalogus van toestands- en inventarisatieaspecten) en “NBN B 34-001” (NBN, 2015a) (de nationale aanvulling bij NBN EN 13508-2) worden in België gebruikt voor het uitvoeren van visueel rioolonderzoek. Voornoemde documenten bevatten geen informatie over de fysische uitvoering van het visueel rioolonderzoek. Het is evenwel belangrijk dat visueel rioolonderzoek uniform en kwalitatief wordt uitgevoerd. Enkel zo kunnen de aangeleverde

⁹ Deskundige visueel rioolonderzoek afgekort “DVRO”

¹⁰ Interlaboratoriumproeven hebben tot doel de deelnemende laboratoria vergelijkend te beoordelen op accuraatheid en/of precisie voor het registreren van waarnemingen bij visueel rioolonderzoek.

gegevens gegenereerd door apparatuur van verschillende merken en geregistreerd door verschillende deskundigen visueel rioolonderzoek werkzaam in verschillende labo's en bedrijven, eenvormig zijn. De minimumeisen qua apparatuur en uitvoering werden in overleg met de sector in dit dossier vastgelegd. De deskundigen visueel rioolonderzoek hebben een opleiding genoten en zijn in het bezit van een geldig opleidingscertificaat zoals dat wordt geëist in de verschillende typebestekken. Voor het uitwisselen van de gegevens van het visueel rioolonderzoek van en naar de verschillende partijen werd een BEFDSS¹¹ uitwisselingsformaat ontwikkeld.

Ondertussen zijn al heel wat visuele rioolonderzoeken uitgevoerd volgens voornoemde normen. In de typebestekken wordt verwezen naar dit dossier. Door de vele visuele rioolonderzoeken, de verwerking van de gegevens en de input van alle partijen zijn een aantal aandachtspunten ontstaan die opgenomen werden in deze geactualiseerde versie. Ze zijn ook nuttig voor rioolbeheerders, aannemers en fabrikanten. De aandachtspunten zijn vooral gericht naar technisch verantwoordelijken en deskundigen visueel rioolonderzoek van labo's en bedrijven die visueel rioolonderzoek uitvoeren. Het document bevat enerzijds nuttige technische informatie over de apparatuur en de vereisten die hieraan worden gesteld, en anderzijds randinformatie die een meerwaarde voor de deskundige kan betekenen.

5.2. Kwaliteit

5.2.1. Kwaliteit uitvoering

Kwaliteit heeft haar prijs. De hoogste prijs is niet altijd een garantie voor de beste kwaliteit, maar zeer zelden koopt men de beste kwaliteit voor een laagste prijs die ver onder het gemiddelde ligt. De kwaliteitseisen dienen overeen te stemmen met de bestekbepalingen. Afwijkingen geven meestal aanleiding tot een minwaarde. De gegevens moeten vaak handmatig worden gemanipuleerd om binnen de toegestane afwijkingen te blijven.

Voor een correcte prijs-kwaliteitverhouding is het van essentieel belang alle parameters goed te kennen, in het bijzonder:

- Het doel van het onderzoek volgens 5.3 (mogelijk nog meer in detail). Het kan immers achteraf niet kosteloos worden gewijzigd;
- Het benodigde aantal personen voor de uitvoering (steeds ten minste twee);
- Een gedetailleerd plan;
- De toegankelijkheid van het terrein:
 - Al of niet verhard;
 - Ligging putdeksels: al of niet met een voertuig voor visueel onderzoek toegankelijk;
 - Wegcategorie: gemeenteweg, gewestweg of autosnelweg;
 - Andere bijzondere aandachtspunten: tramlijn, buslijn, markt of een ander evenement;
 - parkeerverbod noodzakelijk of doorgaand verkeer zonder parkeerverbod mogelijk;
 - Al of niet putdeksels op parkeerplaatsen;
 - Afsluiten van de weg al of niet noodzakelijk;
 - De kenmerken:
 - Leidinggebruik;

¹¹ Belgian Exchange Format for Drain and Sewer Systems

- Leidingtype;
- Geometrische kenmerken en binnendiameter. Meestal wordt de binnendiameter opgegeven. Bij thermoplastische leidingen wordt echter de buitendiameter opgegeven. Als de stijfheidsklasse niet bekend is, kan dat aanleiding geven tot fouten;
- Aantal vervalkamers;
- Speciale inspectieconstructies;
- Putdiameters;
- De afstromingstoestand:
- Debiet: normaal (streefdoel max. 5 % waterhoogte tijdens het visueel onderzoek) of tijdelijk verlagen;
- Slibhoogte;
- Obstakels (bij aanwezigheid van obstakels en/of aangehechte of bezonken afzettingen is de inspecteerbaarheid afhankelijk van de buisdiameter. Hoe kleiner de camera, hoe groter de kans dat de camera komt vast te zitten);
- Al of niet gereinigd;
- *Deze lijst is niet limitatief*

5.2.2. Kwaliteit van het visueel onderzoek

De kwaliteit van het visueel rioolonderzoek is belangrijk daar het één van de opleveringsproeven is bij de nieuwe aanleg van riolen en infiltratievoorzieningen. Het OCW heeft altijd ingezet op kwaliteit door o.a. opleiding van deskundigen visueel rioolonderzoek (vroegere inspecteurs), de meerdaagse opleiding is up-to-date met de eisen die gesteld worden en wordt ondersteund door het gebruik van o.a. 3-D beelden. De deskundige in wording kan zo zijn opgebouwde kennis meteen omzetten in de praktijk. Een doorgewinterd deskundige word je pas na tientallen kilometers visueel rioolonderzoek. In de cursus wordt de basis gelegd om hieraan te beginnen, vervolgens is een goede opvolging noodzakelijk. Door het valideren van systemen voor het visueel onderzoeken van riolen zijn we erin geslaagd om een aantal pijnpunten bloot te leggen. Een goede samenwerking met enerzijds de labo's die visueel rioolonderzoek uitvoeren en anderzijds de softwareschrijvers van de programma's voor deze toepassing en de fabrikanten van de systemen voor het uitvoeren van visueel onderzoek, hebben geleid tot een zeer goede kwaliteit van de metingen. De metingen zijn nu zo geëvolueerd dat afhankelijk van het systeem zelfs in leidingdiameters > 1000 mm metingen met een precisie van 0,5 mm haalbaar zijn. Door de toegenomen kwaliteit van de camera's, de beeldkaarten en de beeldschermresolutie zijn allerhande precieze metingen ook mogelijk in de lengterichting zoals waterstanden, bezonken afzettingen, korstvormingen, obstakels, radiale verplaatsingen enzovoort. We zien dat de vooropgestelde criteria makkelijk kunnen gehaald worden. We zien ook dat het valideren van soft- en hardware zijn vruchten heeft afgeworpen. Het is zeer belangrijk dat men kan vertrouwen op de meetresultaten. Een goed onderhouden systeem dat periodiek aan een validatie wordt onderworpen, aangevuld met een tussentijdse controle staat hiervoor borg.

5.3. Mogelijke doelstellingen volgens NBN EN13508-2 (NBN, 2011)

5.3.1. Eindcontrole bij nieuwe aanleg

Een mogelijk doel van visueel onderzoek kan zijn, te verifiëren of bij de uitvoering de bestekbepalingen zijn nageleefd en de leiding aan de kwaliteitseisen voldoet. In het bijzonder kan de output van de eindcontrole aantonen of:

- De voorgeschreven materialen zijn toegepast;
- De voorgeschreven diameters zijn toegepast;
- De voorgeschreven wanddikte voor kunststofriolen is nageleefd;
- De diepteligging voldoet;
- De voorgeschreven aansluitstukken voor inlaten zijn aangebracht;
- De inlaten en wachtinlaten correct zijn aangebracht;
- De inlaten en wachtinlaten in goede staat verkeren;
- De gemeten waarden (verplaatste verbindingen, axiale verplaatsing, radiale verplaatsing en hoekverdraaiingen of een combinatie ervan) binnen de toegestane afwijkingen volgens de norm en de fabrikant blijven;
- De lengte van de leiding voldoet;
- De leiding onder het voorgeschreven afschot¹² is aangebracht;
- De lengte van de buisdelen voldoet;
- De lengte van de putdelen voldoet;
- De put correct is opgebouwd;
- De voorgeschreven kliminrichting in de put aanwezig is;
- De afdekvoorziening van de put voldoet;
- De aansluitende leidingen correct met de put zijn verbonden;
- De leiding of put fabricagefouten vertoont;
- De buis- of putdelen bij het assembleren beschadigd zijn;
- De leiding of put vrij is van obstakels en afzettingen;
- De leiding of put waterdicht is (vrij van infiltratie, exfiltratie en grondinloop).

Op grond van de aldus aangetoonde onvolkomenheden, en afhankelijk van de sancties waarin het toepasselijke bestek voorziet, kan de beheerder weigeren de leiding goed te keuren en te aanvaarden.

5.3.2. Einde van de garantieperiode

Een ander doel van visueel onderzoek kan zijn, aan het einde van de garantieperiode na te gaan of de leiding nog steeds aan de bovenvermelde eisen voldoet en geen gebreken vertoont die de levensduur negatief kunnen beïnvloeden.

Bij een dergelijke controle dient dan ook bijzondere aandacht te worden besteed aan eventuele zettingen en waterdichtheidsproblemen die tussen het leggen van de leiding en het einde van de garantieperiode zijn opgetreden. Inlaten die na de oplevering zijn aangebracht, dienen aan dezelfde eisen te voldoen.

De te inspecteren leiding dient vooraf te worden gereinigd.

¹² Verhouding tussen de verticale en de horizontale projecties van een streng.

5.3.3. Routineonderzoek van de toestand van de leiding

Het betreft een gedetailleerd visueel onderzoek zoals beschreven onder 5.3.1 en 5.3.2, maar dan op een bestaande leiding. Het gaat hier over een leiding die al in gebruik én al opgeleverd is.

Dat is niet hetzelfde dan een nieuwe leiding die al in gebruik genomen werd alvorens ze werd opgeleverd.

In normale omstandigheden zou een niet-menstoegankelijke riolering ten minste om de tien jaar aan een dergelijk routineonderzoek moet worden onderworpen, en in milieugevoelige gebieden (drinkwater- of beschermde gebieden) zelfs vaker. Standaard wordt elke voeg geïnspecteerd en bij een verplaatste verbinding gemeten.

De beheerder dient bij de aanvraag te vermelden of hij hiervan wenst af te wijken, zodat er bij het opmaken van de offerte daarmee rekening kan worden gehouden. Voegen controleren en meten is immers een arbeidsintensief en tijdrovend proces. Het doel is dan geen routineonderzoek meer en dient dan geregistreerd te worden onder punt 5.3.11 “Andere”.

5.3.4. Vermoeden van een structureel probleem

Visueel rioolonderzoek kan ook een hulpmiddel zijn om een vermoeden van structurele problemen op grond van externe indicatoren (verzakkingen, doorboorde leidingen, plaatselijke wateroverlast, exfiltratie, infiltratie of zandinloop) of klachten van omwonenden over plaatselijke slechte werking of reukhinder te onderzoeken.

5.3.5. Vermoeden van operationeel probleem

Met visueel rioolonderzoek kan ook worden gezocht naar oorzaken van operationele problemen (vuilophopingen, obstakels, vastzittende kleppen¹³), meestal na klachten van omwonenden over plaatselijke slechte werking (water op straat, opstuwung, ...) of reukhinder.

5.3.6. Vermoeden van infiltratieprobleem

Bij een vermoeden van infiltratie van grond- of drainagewater kan met behulp van visueel rioolonderzoek naar de plaats van de infiltratie worden gezocht. Het vermoeden is meestal al deels bevestigd doordat stroomafwaarts te veel helder water in een DWA-leiding¹⁴ is aangetroffen. Een verzakking in de straat ter hoogte van het riool of een aansluiting op het hoofdriool of een slecht aangesloten straatkolk die verzakt is, kan ook op infiltratieproblemen wijzen.

5.3.7. Eindcontrole na renovatie of reparatie

Voor de oplevering van een renovatie¹⁵ of reparatie¹⁶ wordt een visueel rioolonderzoek verricht waarbij alle waarnemingen met betrekking tot het gerenoveerde of gerepareerde deel gedetailleerd

¹³ Geblokkeerde terugslagkleppen, verstopte knijpleidingen, verstopte wervelventielen, enz.

¹⁴ DWA: droogweerafvoer.

¹⁵ alle maatregelen om de werking van de bestaande buitenriolering te herstellen of te verbeteren

¹⁶ repareren van plaatselijke schade

worden vastgelegd. Hierbij wordt extra aandacht besteed aan het nauw aansluiten van de nieuwe op de bestaande wand, waterdichtheid, eventuele oneffenheden of uitstulpingen.

5.3.8. Eigendomsoverdracht

Bij een eigendomsoverdracht (meestal tussen een private eigenaar¹⁷ en een rioolbeheerder) wordt een visueel onderzoek verricht om de huidige staat van de leiding te bepalen en na te gaan of ze aan de gestelde eisen (zie 5.3.1 en 5.3.2) voldoet.

5.3.9. Investeringsplannen

Ook investeringsplannen kunnen aanleiding geven tot visueel onderzoek. Deze heeft tot doel snel een algemeen overzicht te krijgen van de werking en eventuele gebreken van de leiding. Dit is de input om de algemene staat in te schatten en toekomstige investeringen te plannen. Voor een preciezer raming dient op plaatsen waar ernstige gebreken zijn waargenomen een routineonderzoek te worden verricht.

5.3.10. Monsteronderzoek

Met een visueel rioolonderzoek kan worden bepaald waar een monster is genomen, om een correcte identificatie van het monster te waarborgen.

Visueel onderzoek van bepaalde leidingdelen kan een tweede toepassing vormen. De geïnspecteerde delen worden als monsters beschouwd. De resultaten kunnen worden geëxtrapoleerd, om de toestand van gelijksoortige strengen in het net in te schatten.

5.3.11. Andere

Alle andere doelen die niet zijn beschreven in de 10 doelen die in de “NBN EN 13508-2” (NBN, 2011) werden geformuleerd. Een voorbeeld hiervan is een “Routine onderzoek” waarbij wordt afgeweken van de standaard, zoals het niet onderzoeken van de voegverbindingen.

5.4. Omgevingsomstandigheden

5.4.1. Verkeershinder

Verkeershinder bij het uitvoeren van een visueel rioolonderzoek is vaak niet te vermijden. De meeste toegangspunten tot het riool liggen meestal in de rijweg. Een belangrijk onderdeel van een goede voorbereiding van een visueel rioolonderzoek is een controle van de omgeving, in het bijzonder de verkeerssituatie. De te verwachten verkeershinder kan in een eerste fase ingeschat worden door een bezoek ter plaatse of door het raadplegen van up-to-date info afkomstig van de wegbeheerder. Het tijdstip waarop het visueel rioolonderzoek plaatsvindt kan van groot belang zijn. Zo vragen buurten zoals in en rond scholen, winkels, kleine of grote ondernemingen extra aandacht. Mensen zijn vaak ongeduldig en kunnen soms moeilijk begrip opbrengen voor noodzakelijke onderhoudswerken die verkeershinder veroorzaken. De gulden regel is om steeds vriendelijk en kalm te blijven en eventueel

¹⁷ Een private eigenaar kan een gemeente zijn die het net door een intercommunale maatschappij laat beheren, of een verkavelaar die een leiding aan een rioolbeheerder overdraagt.

toe te lichten (zeker bij een totale versperring) hoelang de hinder nog zal duren. Soms is het beter om indien mogelijk in overleg met de wegbeheerder de toegang voor het verkeer in één of in beide richtingen tijdelijk te verbieden. De bewoners vooraf inlichten kan veel onbegrip en ongenoegen voorkomen. Ongevallen kunnen voorkomen worden door een correcte signalisatie van de werken. Volgende documenten geven meer inzicht over wettelijke bepalingen bij wegenwerken of in dit geval mobiele werven:

- “Signalisatie van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg – Constructiv-dossier 106” (Brems et al., 2005)
- “Ministerieel besluit betreffende het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg [B.S. 21.05.1999]” (Ministerie van Verkeer en Infrastructuur, 1999)
- “Service Public De Wallonie – Arrêté du Gouvernement wallon du 16/12/2020 relatif à la signalisation des chantiers et des obstacles sur la voie publique” (Waalse Overheidsdienst [SPW], 2021)

5.4.2. Invloed van de omgevingstemperatuur

Grote verschillen in boven- en ondergrondse temperatuur kan een invloed hebben op het aandampen van de cameraleens. Wanneer de temperatuur van de camerakop lager is dan de omgevingstemperatuur in het riool, zal aandamping van de lens ontstaan. Een zeer vervelend fenomeen, de operator dient dan te wachten tot de aandamping verdwijnt. Vandaag zijn de temperatuurklassen van een camera voor visueel rioolonderzoek lager dan voorheen, dit komt o.a. door het gebruik van ledverlichting. Ook het tijdstip en het type riool spelen hierin een rol. In de winter is het temperatuurverschil sowieso groter. 's Morgens zal in een stadsomgeving met veel woonblokken in een DWA-leiding de watertemperatuur hoger zijn (o.a. door het douchen) waardoor de lens nog sneller zal aandampen. Het nadeel hiervan is dat het langer duurt eer de camerakop de temperatuur van de omgeving heeft aangenomen waarna het aandampen verdwijnt. Sommige fabrikanten hebben bij de bouw van de mobiele studio rekening gehouden met bovenstaande. Door het plaatsen van een blaasmond die aangesloten is op de verwarming van het voertuig wordt de camerakop tijdens het rijden naar de werf opgewarmd. Hierdoor is de camerakop warmer dan de omgevingstemperatuur in het riool en zal de cameraleens niet aandampen. Bij koude temperaturen zou de tijd dat het toestel onverwarmd bovengronds blijft zo kort mogelijk moeten zijn. Als niets helpt van bovenstaande dan kan een geforceerde ventilatie worden toegepast. Vanaf het oppervlak wordt dan in de put waar het visueel onderzoek aanvat onder druk door een ventilator lucht in de put geblazen; dit in de richting van het visueel onderzoek. De met vocht verzadigde warme lucht wordt naar buiten geblazen via de volgende put die voorafgaandelijk werd opengelegd. Het aandampen van de lens en eventuele mist zal verdwijnen.



Foto 13 (Bron BRRC) Beperkt zicht door waterdamp



Foto 14 (Bron BRRC) Geforceerde ventilatie

5.4.3. Invloed van de grondwaterstand

Dit punt is vooral belangrijk voor de bouwheer/rioolbeheerder.

Met uitzondering van een controle bij nieuwe aanleg (indien de bronbemaling nog aanstaat) is het raadzaam om de grondwaterstand te kennen doorheen het jaar. Als een visueel onderzoek wordt uitgevoerd rond eind september als de grondwaterstand het laagst wordt opgetekend, dan zullen er beduidend minder of minder ernstige lekken worden geregistreerd ten opzichte van eind maart als het grondwater het hoogst staat. Dus als een lek of voormalig lek zichtbaar is, dan is het nuttig om te kijken in welke periode het visueel onderzoek werd uitgevoerd zodat er kan rekening gehouden worden met een eventuele vergroting van de ernst in functie van de grondwaterstand.

De deskundige die het lek registreert, noteert enkel wat hij op het ogenblik van het visueel onderzoek vaststelt. Hij houdt uiteraard géén rekening met de grondwaterstand.

5.4.4. Toestand van het te onderzoeken object

De stelling “Het reinigen van riolen is een grote kost, indien deze kost kan uitgespaard worden kan er meer geïnspecteerd worden”¹⁸ is maar voor een klein % van een rioolstelsel toepasbaar. Het is immers de bedoeling dat een riool “onderhouden” wordt, zodat de hydraulische werking gewaarborgd blijft. Indien een riool voorafgaandelijk aan een visueel onderzoek niet wordt gereinigd, is er, afhankelijk van de structurele toestand, een kans dat toestandsaspecten/gebreken niet zichtbaar zijn en aldus niet worden geregistreerd. De gegevens afkomstig van niet gereinigde rioleringsobjecten¹⁹ zijn niet bruikbaar als onderdeel om de restlevensduur te bepalen. De meeste structurele gebreken zijn onvoldoende in detail onderzocht, de oorzaak hiervan is enerzijds te toestand van het riool, de toegepaste onderzoekstechniek en de eisen met betrekking tot de graad van detail van de registratie van de toestandsaspecten. Op grond van vermoedens kunnen geen doordachte gevolgmaatregelen worden genomen. Indien niet tijdig wordt ingegrepen bij structurele schade, kunnen deze, afhankelijk van de aard, ook schade aanbrengen aan de omliggende infrastructuur. Verzakkingen en zinkgaten zijn

¹⁸ Stelling van de sector in het algemeen, door gebrek aan budget...

¹⁹ Rioleringsobjecten: Strengen, putten, andere knopen, infiltratiekanalen, IT-leidingen, infiltratieputten, infiltratiepalen en andere water(afvoer)gerelateerde objecten.

hier een voorbeeld van. Zulke situaties dienen vermeden te worden, de hinder voor omwonenden en de grote economische kosten die hieruit voortvloeien zijn niet te verantwoorden.

Een rioleringsobject is klaar voor visueel rioolonderzoek indien het gereinigd is en er geen waterstroom aanwezig is; wanneer een waterstroom onvermijdelijk is dan mag deze de 5% bij oplevering of 10% bij in gebruik zijnde leidingen nooit overschrijden.

5.4.5. Visueel rioolonderzoek van een niet gereinigd riool

Wanneer er ondanks de aanbevelingen uit vorig punt toch gekozen wordt om niet gereinigde rioleringsobjecten te onderwerpen aan een visueel rioolonderzoek, kan dit met een beperkt aantal technieken. De meest gekende techniek is “zoomtechniek” waarbij het visueel rioolonderzoek statisch plaatsvindt vanuit de put, de gegevens worden uitgewisseld volgens het “simplified” uitwisselingsbestand BEFDSS-S. Er zijn uiteraard meer technieken om niet gereinigde en zelfs sterk vervuilde riolen visueel te onderzoeken, deze zijn terug te vinden onder het deel “Innovatieve technieken”. De gegevens verworven uit visueel rioolonderzoek van niet gereinigde rioleringsobjecten, zijn zoals uit vorig punt blijkt, eerder beperkt. De gegevens worden vastgelegd en steeds uitgewisseld volgens BEFDSS - bijlage I.

In het kader van visueel rioolonderzoek van niet gereinigde leidingen kunnen er verschillende innovatieve toestellen inzetbaar zijn. De toegankelijkheid van de leiding speelt hierin een grote rol, deze is in de meeste gevallen verbonden aan de diameter. Indien we zoals eerder uitgaan van een normale toestand waarbij meer dan 50% van de hoogte van de dwarsdoorsnede niet ingenomen wordt door obstakels, aangehechte of bezonken afzetting kunnen bepaalde innovatieve technieken worden ingezet. Hierbij dient evenwel rekening gehouden te worden met een minimum diameter eigen aan de techniek en het toestel dat wordt ingezet. Zo heeft een vlot een bepaalde waterhoogte en stroming nodig om zich door het riool te bewegen. Andere technieken b.v. met vijzels aangedreven robots kunnen zowel drijven, varen, als zich door modder, of bezonken afzetting zelfstandig voortbewegen.

De toestand waarin het visueel rioolonderzoek wordt uitgevoerd kan sterk verschillen. De “toegankelijkheid” kan beperkt zijn door:

- De vrije opening van de toegang tot het riool (mangat)
- De diameter van de begin- en eindknoop
- De inplanting van begin- en eindknoop
- De toegankelijkheid van begin- en eindknoop
- De diameter van de leiding
- De afstromingstoestand:
 - % vuilophoping
 - % aangehechte afzetting
 - % waterstand
 - belangrijke infiltraties
 - de snelheid van de waterstroom
 - andere belemmeringen:
 - instekende inlaten
 - verzakkingen
 - plaatselijke instorting

- De grootte van het toestel
- De inzetbaarheid van het toestel (technische capaciteiten)



Foto 15 (Bron BRRC) Foto stationair genomen; bezonken afzetting >80%



Foto 16 (Bron BRRC) Foto stationair genomen; bezonken afzetting + korstvorming >25%

Het aspect veiligheid is een zeer belangrijk punt bij het visueel onderzoeken van een niet gereinigd stelsel. Het grootste risico op ontplofbare gassen is terug te vinden in stelsels die niet gereinigd zijn. Het is belangrijk dat ook op deze plaatsen enkel toestellen worden ingezet die voldoen aan de veiligheidseisen vastgelegd volgens ATEX 114 Richtlijn, 2014. Het is belangrijk om sowieso voldoende te beluchten door op een veilige manier de putdeksels van de aangrenzende strengen open te leggen. Tijdens het visueel onderzoeken van rioolputten kunnen op constante basis gassen gemeten worden, zo kan de veiligheid continu gegarandeerd worden. Voor het visueel onderzoeken van leidingen waarbij een toestel zich door het riool beweegt is een diepgaandere analyse noodzakelijk. De resultaten van deze analyse zullen aangeven hoe groot het risico is, en welke maatregelen er dienen genomen te worden om het risico tot een minimum te herleiden. In de meeste gevallen zal ten minste een constante gasmeting én een constante monitoring hiervan noodzakelijk zijn, bij een alarm dient het toestel automatisch van de stroom afgesneden te worden vanaf de mobiele studio.

Het visueel onderzoeken van een sterk vervuild stelsel heeft het voordeel dat de reinigingskost die behoorlijk kan oplopen kan worden uitgespaard. Doch een riool is ontworpen om water af te voeren volgens een berekend debiet, om de hydraulische eigenschappen te garanderen is periodiek onderhoud nodig. Als hiervan afgeweken wordt, wordt de kans dat water op straat komt aanzienlijk verhoogt. Het is dus niet enkel de structurele toestand die van belang is bij assetmanagement, evenzeer de afstromingstoestand. Omwille van de afstromingsproblemen is het geen goede keuze om periodiek visueel onderzoek met innovatieve technieken in sterkvervuilde riolen uit te voeren. De bedoeling moet zijn om eerst de structurele toestand in het ongereinigd riool vast te leggen, eventueel met bijkomende niet visuele technologieën zoals radar, ultrasonen, lidar, infrarood... . En vervolgens, indien de structurele toestand het toelaat, de sterk vervuilde leiding te ruimen, zodat de afstromingstoestand hersteld wordt. Waarna de leiding in het reguliere onderhoudsprogramma wordt opgenomen en onderworpen wordt aan een "routine-onderzoek".

6. Apparatuur

Voor het visueel onderzoeken van leidingen volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) biedt de markt een volledig gamma aan. Afhankelijk van het doel van het onderzoek kan een bepaald type worden ingezet (zie bijlage I). Het is noodzakelijk om de serienummers van de gebruikte apparatuur op streng niveau te registreren. Dit kan met behulp van de coderingssoftware, de serienummers worden ondergebracht in het daarvoor voorziene veld "Equipment_Serial_Numbers" van code ABI () of CBI ("Inspectors job reference") al naargelang. De traceerbaarheid van de apparatuur is zowel voor de opdrachtgever als voor het labo of het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert, belangrijk:

- De opdrachtgever kan nagaan of de gebruikte apparatuur voldoet aan de gestelde eisen en of het labo of het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert geaccrediteerd is voor het beoogde diameterbereik en het type visueel onderzoek.
- Het labo of het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert kan bij een eventueel gebrek aan de apparatuur nagaan waar deze overal werd ingezet, en kan indien nodig mogelijke maatregelen nemen voor rechtzetting van eventuele tekortkomingen.

6.1. Systemen voor visueel rioolonderzoek

6.1.1. Traditionele visuele rioolonderzoekstechnieken

Voor het visueel onderzoeken van riolen is de beeldkwaliteit van het camerasysteem zeer belangrijk. Visueel rioolonderzoek is gebaseerd op het principe "What you see is what you get". Met andere woorden een combinatie van een geschikte camera met geschikte verlichting en een deskundige operator zal het beste resultaat opleveren. De onderzoeksmethode en de gebruikte techniek is medebepalend voor de eisen die aan de beeldkwaliteit gesteld worden.

De beeldkwaliteit is er in de laatste decennia enorm op vooruitgegaan, beelden in 4K behoren vandaag tot de mogelijkheden. De bottleneck hierbij is de grootte van de beeldbestanden. De kwaliteit van de huidige camerabeelden in HD-ready tot HD gecombineerd met autofocus en powerledverlichting is zeer goed. De nieuwe 3D-systemen zijn uitgerust met 4K resolutie dat vertaalt zich o.a. in hogere beeldschermresolutie, een groter kleurbereik, meer detail in donker en feller wit.

De systemen voor het uitvoeren van visueel rioolonderzoek die vandaag het meest gebruikt worden zijn de laatste 20 jaar sterk geëvolueerd, de meeste merken werken vandaag met modulaire systemen. Moderne robots zijn aanpasbaar zodat ook grotere diameters (>1500 mm) kunnen worden onderzocht. Een kwalitatief visueel rioolonderzoek is enkel mogelijk als het riool gereinigd is. Indien collectoren niet gereinigd zijn is het moeilijk om deze met een traditionele visuele rioolonderzoekstechniek te onderzoeken. De traditionele rijdende camerawagens zijn door hun gewicht, banden en onstabiele in grote diameters niet voorzien om zich voort te bewegen in sterk verontreinigde riolen.

Menstoegankelijke collectoren kunnen visueel onderzocht worden door een persoon met een "handheldcamera". De kabel die normaal aan de robot wordt bevestigd, is nu aan de ondergrondse deskundige bevestigd, de afstandsteller telt in functie van de voortgang. Voor een correcte afstandsmeting is een correcte kabelspanning bij registraties noodzakelijk. De ondergrondse

deskundige staat permanent in contact met de bovengrondse deskundige door middel van een ingebouwd intercomsysteem. Hij geeft instructies zodat duidelijke beelden en foto's correct en in de beste omstandigheden samen met de toestandsaspecten worden geregistreerd. Hier gelden extra veiligheidsvoorschriften die nauwgezet moeten worden opgevolgd, er is een derde persoon vereist. Zulke visuele onderzoeken dienen omwille van de veiligheid- en de gezondheidsrisico's enkel daar te worden uitgevoerd waar een robot niet inzetbaar is. Zulke visuele onderzoeken zijn vanzelfsprekend arbeidsintensiever en door de twee deskundigen met een assistent is het ook veel duurder.



Foto 17 (Bron IBAK) IBAK mobiele studio



Foto 18 (Bron RAUSCH) RAUSCH mobiele studio



Foto 19 (Bron IPEK) IPEK mobiele studio

De softwarepakketten zijn modulair samengesteld en aangepast aan de nieuwe trends om alle gegevens desgewenst snel ter beschikking te stellen. De bouwheer/aanbesteder/rioolbeheerder kan de foto's en de resultaten quasi onmiddellijk na het beëindigen van het visueel onderzoek van een rioleringsobject interactief in de "Cloud" raadplegen. Een koppeling met een gis-toepassing behoort ook tot de mogelijkheden. Hierdoor is het in principe mogelijk om bijna real-time het vorderen van het visueel onderzoek te volgen. Van zodra een streng onderzocht is wordt deze in het GIS-systeem in de Dossier 16 Kwaliteit van rioolnetten – Deel 1 Visueel Rioolonderzoek Rev.1 20240701-v1 Page 30 of 153

“cloud” ingekleurd, de bouwheer kan nu de streng aanklikken en heeft meteen een zicht op de vastgestelde toestandsaspecten. Let wel enkel de door het labo of het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert goedgekeurde gegevens zijn geldend, de direct ter beschikking gestelde gegevens zijn eerder voorlopig.

6.1.2. Innovatieve technieken – Visueel rioolonderzoek

Innovatie zorgt voor de integratie van de meest moderne technieken in nieuwe domeinen. Dat vraagt durf, tijd en investeringen. De markt moet openstaan voor innovatie, zodat de investeringen op termijn renderen. De rioleringssector is lange tijd vrij conservatief geweest. Sommige technieken bestaan reeds een lange tijd, bijvoorbeeld 3D-scan voor leidingen en putten, doch deze zijn tot op heden niet of nauwelijks toegepast. Vandaag zien we dat gis-toepassingen en gegevensuitwisseling via Cloud-toepassingen worden aangeboden. Ook op het terrein worden tal van toepassingen getest en klaargemaakt voor de markt. Een minimumvereiste om tot de markt toe te treden is dat de innovatieve techniek minstens dezelfde kwaliteit aanbiedt dan de technieken die vandaag toegelaten zijn. Veiligheid is een belangrijk item, alle onderzoekstechnieken dienen hieraan te voldoen, ook de innovatieve. Toestellen met speciale aandrijvingen, rupsen, schroeven, vijzels, hovercrafts, enz. worden op de markt gebracht om in de meest “moeilijke” omstandigheden (rioolstelsels die sterk vervuild zijn, en niet worden gereinigd en geruimd) in te zetten. Men mag echter niet vergeten dat net op deze plaatsen vaak het meeste gevaar schuilt voor explosieve gasvorming, de toestellen dienen hierop voorzien te zijn (zie ook punt 5.4.5).

Als met een innovatieve techniek een evenwaardig resultaat kan geboekt worden dan met een traditionele techniek én een economisch voordeel kan geboekt worden, dan kan de integratie hiervan vrij snel verlopen.

Als de omstandigheden waarin het visueel te onderzoeken object zich bevindt niet toelaten om een traditionele techniek in te zetten, dan kan een innovatieve techniek een oplossing bieden. Het innovatieve waarop wordt gefocust kan zeer verscheiden zijn:

- Technieken m.b.t. het voortbewegen door het rioleringsobject
- Beeldverwerkingstechnieken
- Niet-visuele, niet-destructieve technieken
- Artificiële intelligentie

6.1.2.1. Technieken m.b.t. het voortbewegen door het rioleringsobject

1) Drijvende constructies:

Drijvende constructies maken het mogelijk om met een traditionele robot-camera drijvend (zonder aandrijving) een visueel onderzoek uit te voeren. De constructie bestaat meestal uit twee holle cilinders die verbonden zijn door een lichte constructie (meestal aluminium) waarop de traditionele robot zonder wielen wordt gemonteerd. De constructie is aangepast aan het gewicht van de camera,

een goede gewichtsverdeling zorgt voor een goede balans. Afhankelijk van de stroming zullen bijkomende maatregelen bijdragen aan een goede stabiliteit. De constructie is enerzijds verbonden door de traditionele kabel van het oprolsysteem van de camera-bus of mobiele eenheid en anderzijds door een bijkomende levenslijn waarop meer kracht kan worden uitgeoefend om het vlot met de camera tegen de stroming in terug te halen. Het is belangrijk om een type levenslijn te kiezen die weinig weerstand ondervindt van de stroming en drijvend is. Hierdoor zal ze niet makkelijk komen vast te zitten tussen objecten die zich op de bodem bevinden (bv. takken, stenen e.d.). Afhankelijk van de situatie kan de camera losgekoppeld worden aan het eindpunt zodat enkel de kabel dient teruggetrokken te worden.



Foto 20 (Bron IPEK) Rovion-Float-Top-300x300 (Drijvende constructie)



Foto 21 (Bron IPEK) Drijvende constructie met camera-robot

2) Drones:

Drones kunnen in de rioleringswereld dienstdoen om op die plaatsen te worden ingezet waar gezondheidsrisico's voor de mens hoog zijn, indien de veiligheidseisen het toelaten. Zo kunnen drones in fabriekshallen, silo's, pompkelders en op vele andere plaatsen een goede dienst bewijzen. De drones die op voornoemde plaatsen en in riolen worden ingezet zijn meestal uitgerust met een kooi waarin de drone als het ware gevangen zit. Hierdoor zullen de propellers van de drone nooit in aanraking komen met de wand van het rioleringsobject of met een ander obstakel, wat de kans op neerstorten tot een minimum herleid. De maximale vliegduur van het type drone dat ingezet wordt in rioleringsobjecten is eerder beperkt. De piloot dient hiermee rekening te houden, dit is voor de piloot een extra stressfactor. Bij lange strengen, bij grote diameters of bij visueel rioolonderzoek waar veel toestandsaspecten aanwezig zijn kan de vliegduur te kort zijn om het onderzoek van de streng in één keer af te werken. Het visueel rioolonderzoek dient te worden hervat na het laden of het vervangen van het batterij-pack. De ontvangst tussen drone en bediener is noodzakelijk.

Het inzetten van drones in een niet gereinigd rioolstelsel brengt een aantal veiligheidsrisico's met zich mee (zie ook punt 5.4.5). Hoe kleiner de diameter hoe groter het risico. De piloot zal zich in een kleine ruimte veel beter moeten concentreren, de opwaartse druk die ervoor zorgt dat de drone in de lucht blijft wordt makkelijker verstoord in een kleine ruimte, dat kan de drone onstabiel maken. Ook de

omgevingsomstandigheden in een niet gereinigd rioolstelsel kunnen aanleiding geven tot problemen. Zo kunnen instekende inlaten de doorgang belemmeren. Een aangehechte afzetting die als een sliert aan de wand hangt kan loskomen en aangezogen worden door de propellers, dit zou de drone kunnen destabiliseren. De lens van de camera kan bevuild worden door opspattend of instromend water via een inlaat. Kortom de dronepiloot dient zeer alert te zijn voor alle voornoemde situaties. Hij dient dan ook nog oog te hebben voor de toestandsaspecten, als deze zichtbaar zijn kan hij de camera daarnaar toe richten. Omdat het in moeilijke omstandigheden niet mogelijk is om de drone tussen, over en onder obstakels te loodsen én tegelijk oog te hebben voor het riool, zal in deze gevallen de dronepiloot enkel de drone besturen en niet de camera. Een “deskundige visueel rioolonderzoek” met een tweede “remote controller” kan de camera bedienen en kan tegelijk de live beelden bekijken. De deskundige zal de piloot als het ware aansturen en daar waar nodig laten halthouden. Zo wordt alles goed in beeld gebracht, zodat onmiddellijk of achteraf een correcte codering van het toestandsaspect mogelijk is. De beeldkwaliteit van de camera’s die één systeem vormen met de drone zijn over het algemeen van zeer goede kwaliteit. Als de camera als verwisselbare “payload” onder de drone is bevestigd, dan kunnen verschillende camera’s met aangepaste specificaties worden ingezet. Zoals bij de meeste camera’s het geval is, is de verlichting van groot belang. De fabrikant dient aan te geven met welk meetsysteem de drone is uitgerust en hoe dit dient te worden gebruikt. Omdat een drone draadloos geconnecteerd is dient hij niet terug te keren naar de beginput, hij kan vanaf de volgende kamer weer verder vliegen van put naar put²⁰. Om de drone in een ondergrondse leiding probleemloos te laten voortbewegen dient de communicatie die nodig is voor de besturing én de datastroom van en naar de drone verzekerd te zijn. Afhankelijk van de omstandigheden zal de drone vanaf het oppervlak aangestuurd worden. Om in voornoemd geval de communicatie te verzekeren zullen gepaste maatregelen nodig zijn.

Een bovengrondse puntenwolk kan worden gekoppeld aan een ondergrondse puntenwolk van de leiding en de put. Er kan dan in 3D gemeten worden; de precisie is afhankelijk van de resolutie.

Beeldkwaliteit: De beeldkwaliteit is afhankelijk van het merk en het type; HD is een minimumeis. De professionele toestellen hebben een HD; Full-HD; of 4K beeldkwaliteit; de beeldkwaliteit stijgt naarmate de tijd vordert. De camera kop dient van het type pan en tilt te zijn, dit is nodig om vanuit een gestabiliseerde positie van de drone alsnog de cameraleens in een zone te kunnen bewegen. Zoals eerder vermeld werd is de verlichting die meestal regelbaar is van groot belang. De verlichting dient te zijn aangepast aan de diameter, indien dit niet het geval is zou de drone als het ware de wand moeten scannen, wat in de praktijk niet haalbaar is.

3-D beelden in 4K zouden meer mogelijkheden bieden. De drone vliegt dan van put naar put, de toestandsaspecten worden naderhand (indirect visueel onderzoek) gecodeerd en ingemeten door een deskundige. Hierdoor zou de drone een grotere afstand kunnen afleggen met dezelfde batterijcapaciteit.

²⁰ Indien deze toegankelijk zijn vanaf het oppervlak

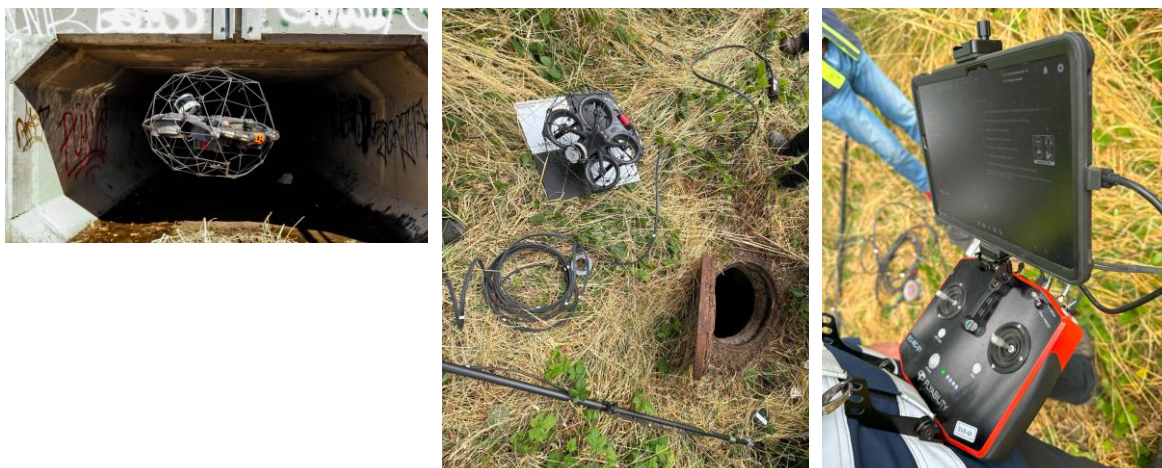


Foto 22 (Bron Medexon) Drone-Visueel onderzoek van koker
Foto 23 & 24 (Bron BRRC) Drone-uitrusting met communicatie Medexon

3) Onderwaterdrones - duikboten:

In bepaalde situaties kan het zinvol zijn om onderwater een visueel onderzoek uit te voeren. De kans dat het water vuil is of dat er vuil of modder wordt vermengd met het water doordat de duikboot er zich door beweegt is reëel. Duikboten zijn meestal ook uitgerust met een sonar²¹ zodat op deze manier alle objecten en vormen kunnen gedetecteerd worden. De meeste duikboten zijn ongeschikt om in straatriolering te opereren, ze hebben ruimte nodig onder het wateroppervlak om in te bewegen. De operator communiceert met de duikboot doormiddel van een kabel die verbonden is met een “remote controller”. De kabel doet dienst als communicatiemiddel en levenslijn, zodat de drone bij een eventueel defect kan worden gerecupereerd. Zoals bij een vliegende drone (zie vorig punt) kan indien nodig een tweede “remote control” gebruikt worden om de camera te bedienen zodat het resultaat optimaal is. De toestellen zijn geconstrueerd om tot op een door de fabrikant aangegeven maximale diepte te worden ingezet, de waterdichtheid van het toestel wordt tot op deze diepte gegarandeerd. De verlichting is zoals bij alle visuele rioolonderzoekstechnieken van groot belang, deze dient voldoende spreiding te geven en dient regelbaar te zijn, ze dient aangepast te zijn aan het doel van het onderzoek. In bepaalde gevallen zal extra verlichting nodig zijn.

De beeldkwaliteit is afhankelijk van het merk en het type, HD is een minimumeis. De professionele toestellen hebben een HD; Full-HD; of 4K beeldkwaliteit; de beeldkwaliteit stijgt ook hier naarmate de tijd vordert. De camerakop dient van het type pan en tilt te zijn, dit is nodig om vanuit een gestabiliseerde positie van de drone alsnog de cameralens in een zone te kunnen bewegen. Zoals eerder vermeld werd is de verlichting die meestal regelbaar is van groot belang. De verlichting dient te zijn aangepast aan het te onderzoeken object. De mate van troebelheid van het water zal het zicht bij een visueel onderzoek beperken. Het toestel is uitgerust met een aantal technieken die het mogelijk maken om op de plaatsen waar het zicht beperkt is of om toestandsaspecten vast te leggen die visueel niet waarneembaar zijn. Deze technieken helpen het detecteren van objecten waarna de duikboot/onderwaterdrone zich naar het object kan begeven om het zo goed mogelijk visueel in beeld te brengen. Door de hulp van de lasers kunnen metingen van objecten worden uitgevoerd.

²¹ Sound navigation and ranging, het gebruik van geluid om de afstand tot objecten te meten.



Foto 25 (Bron ROV NAV) Deep Tracker Revolution



Foto 26 (Bron ROV NAV _Deep Tracker) Revolution monitor en bediening

4) Sonarboot met 3D-laserscan:

Deze toepassing wordt vooral gebruikt voor het onderzoeken van ingebuisde trajecten van waterlopen of grote collectoren. Het voordeel van deze toepassing is de combinatie van camerabeelden met een 3D-laserscan, en voor onder het wateroppervlak een sonar. Het eindresultaat zijn videobeelden die kunnen gekoppeld worden aan een plaatselijke dwarsdoorsnede. Enerzijds wordt een geprojecteerde laserlijn op de wand van de koker of buis gefilmd, anderzijds wordt door de sonar onder het wateroppervlak de dwarsdoorsnede bepaald. Al deze data geven een beeld van de dwarsdoorsnede van het geheel. Hieruit kan o.a. de ernst van corrosie en/of bezonken en/of aangehechte afzetting worden afgeleid. Aan de hand van een softwareprogramma kan de restwanddikte en/of de hoeveelheid afzetting worden bepaald. De software kan alle gegevens samen visualiseren en interactief raadpleegbaar maken.



Foto 27 (Bron Vandervalk-Degroot) Sonarboot met 3D-laserscan

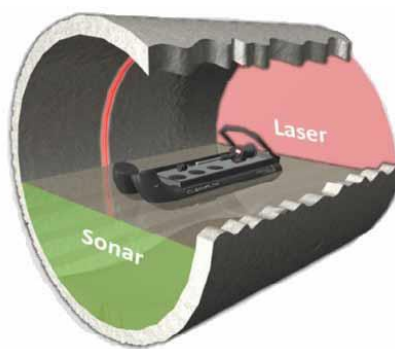


Foto 28 (Bron Vandervalk-Degroot) Principe-Sonarboot met 3D-laserscan en Sonar

5) Robotcamera's met schroefaandrijving:

Deze camerasystemen zijn meestal vergelijkbaar met traditionele systemen (camera's met pan-tilt functie). Het systeem is samengesteld uit een camerakop die gemonteerd is op een robot. De twee uiteinden van het lichaam van de robot zijn verbonden met twee holle dichte cilinders in de vorm van een vijzel. De aandrijving wordt verzorgd door elektromotoren die in elk van de vijzels zijn ingebouwd. Het toestel kan drijven, de roterende vijzels zorgen voor de stuwkracht. Het sturen gebeurt door de

rotatiesnelheid tussen beide vijzels te verhogen of te verlagen. Door de vijzels omgekeerd ten opzichte van elkaar te laten draaien kan het toestel zich ook in de dwarsrichting verplaatsen en ook ter plaatse draaien. Het toestel is zeer geschikt voor omgevingsomstandigheden die sterk kunnen variëren, zand, modder, vuil, stenen en dit alles afgewisseld met water.



Foto 29 (Bron Easysight.en.made-in-china.com)
China-Sewer-Waste-Water-Pipe-Catvs-Combined-Sonar-Lidar-Multi-Sensor-Steerable-Inspection-Video-Crawler-Camera

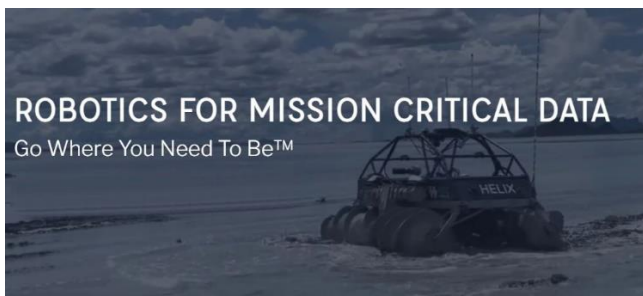


Foto 30 (Bron Copperstone-Technologies) Aandrijfsystemen voor uiteenlopende moeilijk toegankelijke terreinen

6) Robot camera's gemonteerd op drijvend al dan niet aangedreven onderstel:

- a. De afstand kan aan de hand van het afrollen van de levenslijn of tether²² kabel worden geregistreerd
- b. De robotcamera's zijn voorzien van geschikte verlichting en zijn in de mogelijkheid om tenminste 5x optisch in te zoomen.
- c. De camera is op een "gimbal"²³ gemonteerd zodat ook haaks op de wand kan gekeken worden.
- d. Het drijvend onderstel moet geschikt zijn om ook bij relatief hoge stroming stabiel te blijven zodat een stabiele beeldopname ook in deze omstandigheden mogelijk blijft.
- e. Aangedreven onderstellen hebben het grote voordeel dat ze de koers kunnen bijsturen, dat is zeer wenselijk voor het ontwijken van obstakels die het verloop van het onderzoek kunnen verstoren.

7) Reinigingskoppen met ingebouwde camera:

²² Tether is een verbindingkabel tussen robot en operator die de robot van stroom voorziet en de gegevensoverdracht verzorgt

²³ Een gimbal is een draaibare steun waarmee de camera om zijn x- en y-as kan worden gedraaid.

Reinigingskoppen voor het reinigen van leidingen die uitgerust zijn met een camera kunnen tijdens het reinigen beelden in axiale richting registreren. Door de opstelling van de reinigingskop ten opzichte van de camerakop heeft deze laatste relatief weinig last van opspattend water. Door de beeldkwaliteit die vandaag beschikbaar is kan de algemene toestand uit die beelden worden afgeleid. Er kan ook meteen worden vastgesteld of het riool overall goed gereinigd werd. Niet alle typen van reinigingskoppen zijn beschikbaar met zulk camerasysteem.



Foto 31 (Bron Sewer Robotics) Reinigingskop met ingebouwde camera



Foto 32 (Bron Sewer Robotics) Live-beeld - Reinigingskoppen met ingebouwde camera

8) Pipe pigging

Een “pig” is een flexibele plug die met behulp van een bepaald medium door de leiding wordt geperst. De buitendiameter van een pig is groter dan de binnendiameter van de leiding, dit is belangrijk voor het doordrukken van de Pig. “Pipe Pigging” is niet nieuw, deze techniek bestaat al meer dan 100 jaar, maar wordt voor het visueel onderzoeken van riolen maar weinig toegepast. Er zijn verschillende toepassingen waarbij “Pipepigging” wordt gebruikt:

- a) Voor het reinigen van leidingen: bij grote vervuiling worden er achtereenvolgens verschillende diameters van pigs ingezet om stapsgewijs de vervuiling te verwijderen. Bij korstvorming kunnen stalen pigs omringd met staalhaar worden ingezet. In de chemische industrie worden pigs ingezet om het afvalvolume bij reinigen sterk te reduceren.



Foto 33 (Bron Vecom) Pig voor reiniging



Foto 34 (Bron T.D. Williamson) Pig met staalhaar e.a.

- b) Voor het ledigen van een leiding: wanneer de leiding volledig leeg moet worden gemaakt, bijvoorbeeld bij verzakkingen, tegenhellingen kan de “pig” door zijn “oversize” de leiding ledigen.
- c) Voor het inspecteren van leidingen: de “Pigs” kunnen intelligent worden gemaakt door er apparatuur in te bouwen zoals een camera, deze zijn meestal statisch. Het is ook mogelijk om meerdere “Pigs” aan elkaar vast te maken waartussen apparatuur is aangebracht om de

wanddikte en de staat van de wand te achterhalen. Voor de controle van persleidingen is zulke techniek zeer geschikt.

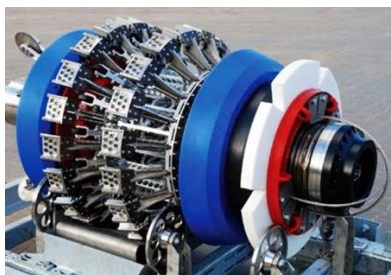


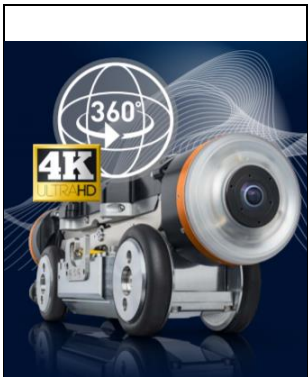


Foto 35 (Bron Science Examiner)
Intelligente pig met camera en voelers

6.1.2.2. Beeldverwerkingstechnieken

1) 3D-beeldscanner voor visueel onderzoek van de leiding:

Er zijn verschillende types van 3D-beeldscanners; de meest gekende is het Panoramo-Systeem© van IBAK. Deze 3D-beeldscanner heeft twee visiooglenzen die in omgekeerde richting 185° tegenover elkaar staan. Dit is één manier om digitale beeldopname in 3D te maken. De camera rijdt van knoop 1 naar knoop 2, de 3D-Beeldscan wordt gemaakt bij het terugrijden van knoop 2 naar knoop 1, meestal zonder halt te houden. Deze techniek bestaat al jaren en wordt standaard met software te koop aangeboden, doch deze wordt vandaag nog maar weinig toegepast. De beelden worden na het visueel onderzoek beoordeeld, dat kan in het voertuig door een tweede deskundige rioolonderzoek of later op kantoor. De 3D-beeldscanner is een toestel waarvan vandaag de 2^{de} generatie reeds beschikbaar is. De nieuwste generatie kan beelden in 4K resolutie registreren. De camera's bestaan zowel voor het visueel onderzoeken van putten als leidingen. De voortgang van de opname is snel, zo'n 0,35m/s voor leidingen. Bij het uitvoeren van visueel onderzoek van putten is 3min voldoende tussen het positioneren van het voertuig en het vertrekken naar de volgende put; de snelle afhandeling heeft als gevolg dat de verkeers hinder tot een minimum kan herleid worden. De 3D-films in combinatie met de bijhorende software (voor het coderen van de toestandsaspecten) hebben het voordeel dat de beelden zowel in 3D als 2D worden bekeken. Het systeem biedt de mogelijkheid om metingen op de wand uit te voeren. Zo kan bijvoorbeeld een leiding als het ware worden doorgeknipt op klokstand 12 of 6 en vervolgens worden uitgerold in een 2D-aanzicht. Hierdoor kan er eenvoudig worden vastgesteld aan de wijziging van breedte van het stroomprofiel of er verzakkingen of tegenhellingen aanwezig zijn. Inlaten en voegverbindingen kunnen gemeten worden. Belemmeringen, openstaande voegen, waterstagnatie en structurele gebreken zijn in één oogopslag zichtbaar. Er kan ook als het ware achterom gekeken worden, wat bijkomende informatie geeft over bepaalde toestandsaspecten. "Puntenwolken" laten bijkomende metingen toe wat een toegevoegde waarde biedt. Desgewenst kan ook stilstaand een opname worden gemaakt waardoor bijvoorbeeld kleine infiltraties ook in beeld kunnen worden gebracht. Door de mogelijkheden die zulke systemen aanbieden kunnen toestandsaspecten tegelijk op verschillende manieren in beeld worden gebracht, wat de codering vergemakkelijkt. Het gebruik van doorlopende coderingen kan consequent worden aangewend en aangepast. Enkele aandachtspunten dienen in acht te worden genomen. Om bij het onderzoek van de leiding een gelijkmatige

lichtverdeling te bevorderen en eventuele beeldvervorming ter hoogte van voegen en inlaten te voorkomen is het van belang dat de cameralens zich in het middelpunt van de dwarsdoorsnede van de buis bevindt (net zoals bij traditionele visuele rioolonderzoeken). Bij visueel onderzoek van de put is het wenselijk dat de toegang van waar de camera loodrecht naar beneden wordt gelaten, zich ongeveer in het midden van de put bevindt. Zo is de lichtverdeling overal gelijk, dat voorkomt donkere of overbelichte zones. De 3D-scan van een put start op het laagste punt (net boven de vloei of bodem van de put) en stopt bovengronds. Zo wordt ook de afdekkingsinrichting met de omgeving waarin deze is ingepland in beeld gebracht. Hierbij kan direct en fel zonlicht overbelichting veroorzaken, dit kan worden voorkomen door in zulke situaties bovengronds een zonnenscherm (in de vorm van een tipi) te plaatsen. De toestellen zijn Eex²⁴ en kunnen zonder bijkomende maatregelen worden ingezet. Producten die voldoen aan de eisen van de ATEX 114 Richtlijn, 2014 zijn te herkennen door een extra teken in combinatie met de CE-markering.

		
<p>Foto 36 (Bron IBAK) PANORAMO 4K System</p>	<p>Foto 37 (Bron IBAK) PANORAMO System live-view</p>	<p>Foto 38 (Bron IBAK) PANORAMO 4K System live-view</p>

²⁴ De ATEX 114 Richtlijn, 2014 (en voorheen ATEX 95 Richtlijn, 1999) bepaalt aan welke normen apparatuur en producten moeten voldoen die worden gebruikt in explosiegevaarlijke omgevingen.

2) 3D-scanners voor visueel onderzoek van de put:



Foto 39 (Bron IBAK) PANORAMO-SI System

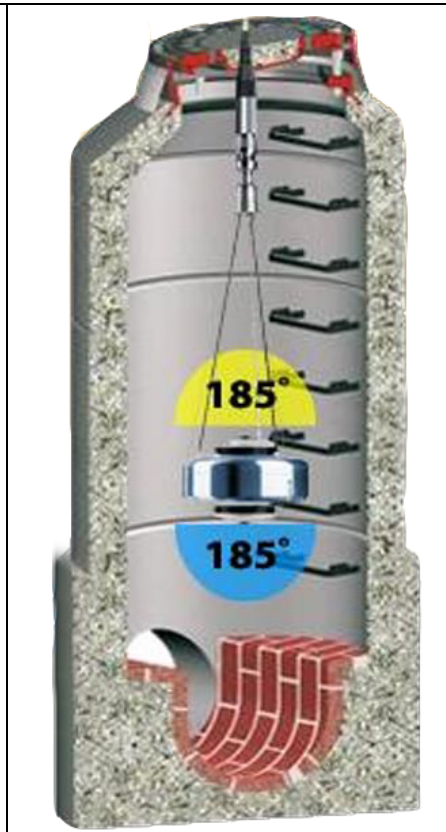


Foto 40 (Bron IBAK) Schematische voorstelling PANORAMO-SI System



Foto 41 (Bron IBAK) PANORAMO-SI 4K Mobiel Systeem

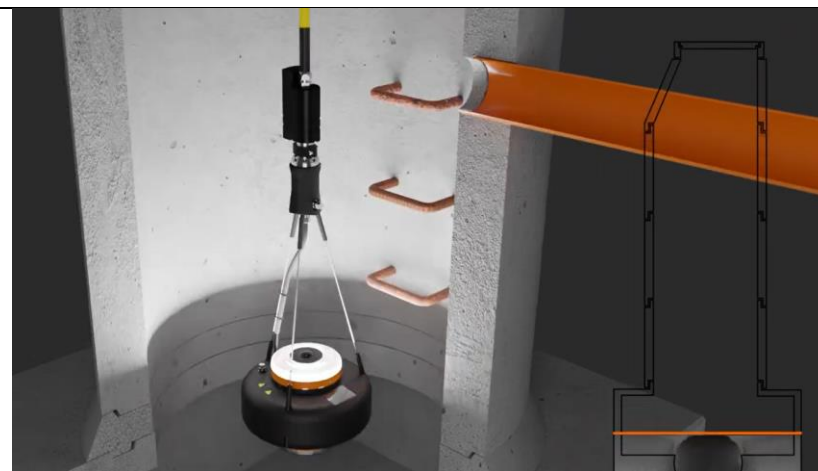


Foto 42 (Bron IBAK) PANORAMO-SI 4K System-live view

De scanner zorgt ervoor dat een 3D model van de put of van de leiding kan worden gegenereerd. Bij 3D-scanners is het wenselijk dat de scanner in de aslijn van de put naar beneden wordt gebracht. De put- of leidingdelen, alsook aansluitende leidingen kunnen worden gemeten. Wanneer tegelijk beelden worden gemaakt (voor visueel onderzoek) waarop gemeten dient te worden, is het aangewezen dat de camera (die vaak één geheel vormt met de scanner) naar beneden gelaten wordt in de aslijn van de put (net als bij vorig punt 1). Voor het uitvoeren van visuele rioolonderzoeken volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) is enkel een 3D-scan ontoereikend. De scan is niet gedetailleerd genoeg om alle toestandsaspecten te zien en aldus correct in te schatten. Daarom worden tijdens de scan door een meervoudig camerasysteem videobeelden gegenereerd. De diepte van de te scannen put wordt met een afstandslaser bepaald. Een koppeling met de beelden maakt het mogelijk om op de beelden te meten aan de hand van de achterliggende scan. Ook hier is de dichtheid van de puntenwolk bepalend voor de precisie. Deze toestellen zijn niet explosie veilig en zijn dan ook niet gedekt door een ATEX 114 certificaat (ATEX 114 Richtlijn, 2014). Hier zal een continue meting van de omgevingsomstandigheden nodig zijn om de veiligheid te garanderen. Het voordeel van deze scanners is dat ze “standalone” kunnen gebruikt worden en hierdoor ook zeer mobiel zijn.



CLEVERSCAN

Foto 43 (Bron Sewervision) 3D-Cleverscan - Toestel



Foto 44 (Bron Sewervision) “3D-Cleverscan” – Uitgeklapt beeld

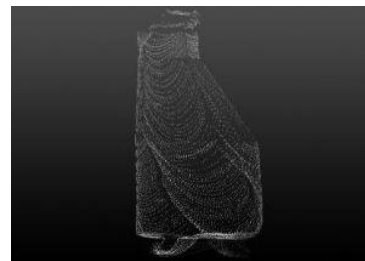


Foto 45 (Bron Sewervision) “3D-Cleverscan” Puntenwolk



Foto 46 (Bron SewerMapper) Sewer Mapper-Toestel

6.1.3. Innovatieve technieken – Niet-visuele, niet-destructieve technieken

1) 3D-GeoSense:

Dit systeem maakt het mogelijk om laterale leidingen in een 3D-viewer in hun relatieve positie voor te stellen. Dit wordt mogelijk gemaakt doordat een gyroscoop in de camerakop is ingebouwd die de bewegingen van de kop registreert. Samen met de gegevens van de hoofdleiding kan een gedetailleerd interactief plan worden opgesteld waarbij de mogelijkheid geboden wordt om foto's en bewegende beelden op te roepen van het geselecteerd toestandsaspect of van de streng in kwestie.

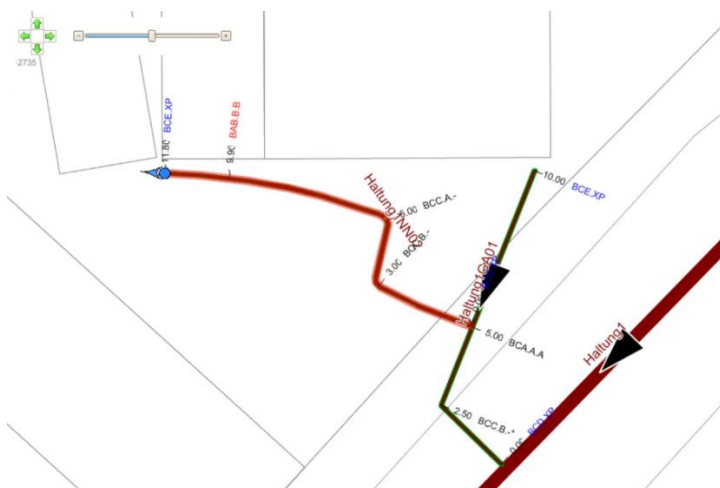


Foto 47 (Bron IBAK) IKAS EVOLUTION_3D-Geosense

2) Profielscan:

Met deze technieken wordt het profiel van de leiding in beeld gebracht. Deformaties kunnen precies gemeten worden. Hierbij is het belangrijk dat nagegaan wordt hoe de verschillende systemen omgaan met diameterwijzigingen door in de voegverbindingen te meten, idem voor inlaten. De operator of diegene die de gegevens verwerkt dient ervoor te zorgen dat deze foute metingen worden “geknipt”. De software biedt hiervoor meestal een oplossing. Er bestaan vandaag verschillende technieken om het profiel van de leiding in beeld te brengen:

2.1. Geprojecteerde laserring:

Door middel van laserprojectie kan softwarematig het werkelijke profiel vergeleken worden met het verwachte profiel. Op deze manier kan zowel deformatie gemeten worden van bv. thermoplastische leidingen als aantastingen van bv. betonnen leidingen.

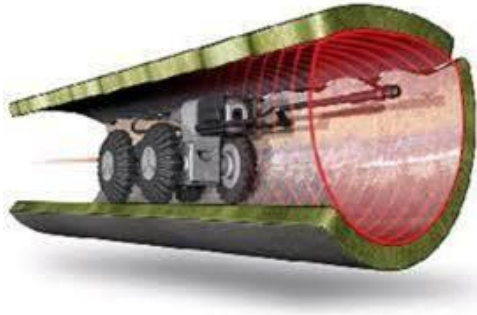


Foto 48 (Bron EnviroSight) Profiler



Foto 49 (Bron BRRC) Profiler Videoregistratie en verwerking

2.2. Laserscan:

Twee laserpunten worden geprojecteerd vanaf de camerakop op de buiswand terwijl de kop in radiale richting ronddraait en de camera voortbeweegt in axiale richting. De softwarematige naverwerking van de beelden geven een profiel weer van de leiding, deformaties en aantastingen kunnen worden gemeten. Bij zulke meting is het belangrijk dat de richtlijnen van de fabrikant, met name de snelheid waarmee de robot zich verplaatst, worden gerespecteerd.

4) Gasdetectiesystemen:

Het opsporen van gassen in leidingen kan waardevolle informatie opleveren. Bij illegale lozingen kan de gasconcentratie een bepaald gebied afbakenen waarin de lozing heeft plaatsgevonden. Het opsporen van gassen zoals zwavelzuurgas kan aantasting voorkomen, er kunnen preventieve maatregelen genomen worden om de concentraties te verminderen of te voorkomen. Gasdetectiesystemen kunnen standalone gebruikt worden of geïntegreerd worden in andere toestellen die zich in het riool begeven.

5) DTS-meting (Distributed Temperature Sensing)

Bij gescheiden stelsels is het de bedoeling dat hemelwater en vuilwater gescheiden wordt afgevoerd. Wanneer er een indicatie is dat ergens op een regenwaterleiding toch vuilwater is aangesloten is het niet altijd éénvoudig om dit op te sporen. DTS-meting werkt aan de hand van optische laserpulsen die door een glasvezelkabel worden gestuurd. De temperatuurverschillen kunnen gedetecteerd worden aan de hand van de gemeten tijdsduur van de teruggekaatste lichtpuls. Eerst wordt de glasvezelkabel in de te onderzoeken rioolstrengen gebracht. De kabel blijft in de “vloei van de buis” liggen over een langere periode. Om een foute lozing te detecteren dient deze ook plaats te vinden tijdens de meting. De meting vindt plaats gedurende een relatief lange periode die afhankelijk van het resultaat, van enkele dagen tot een week kan in beslag nemen. De kabel wordt op de meetinstallatie die de gegevens verwerkt aangesloten. Het temperatuurverschil met de corresponderende afstand en het tijdstip wordt geregistreerd. Resultaat: de foute aansluiting is nu gelokaliseerd. Belangrijk: Een te veel water in de leiding zal de temperatuurverschillen negatief beïnvloeden dit zal de meting verstoren. Het is in sommige gevallen nodig om de waterstroom van de hoofdleiding tijdelijk af te stoppen of om te leiden.

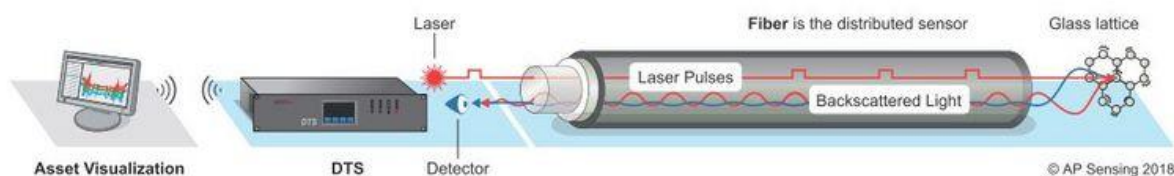


Foto 54 (Bron AP Sensing) Schematische voorstelling van een DTS-meting

6.1.3.1. Artificiële Intelligentie

Vandaag wordt AI²⁵ in verschillende domeinen waar beeldherkenning wordt gebruikt geïntegreerd. In de rioleringssector zijn er vandaag toepassingen die het mogelijk maken om de deskundige te ondersteunen tijdens het visueel onderzoek. Zo kunnen inlaten en voegverbindingen herkend en opgemeten worden. We zijn vandaag nog niet zo ver dat de deskundige kan vervangen worden door zulke toepassingen. Een bepaald aantal toestandsaspecten kunnen relatief gemakkelijk herkend

²⁵ Artificiële Intelligentie (of kunstmatige intelligentie) is de mogelijkheid van een machine om mensachtige vaardigheden te vertonen – zoals redeneren, leren, plannen en creativiteit. (Wat is artificiële intelligentie, 2021)

worden. Afhankelijk van de staat waarin het stelsel zich bevindt zullen in de nabije toekomst steeds een paar menselijke ogen met kennis van zaken nodig zijn om te bevestigen wat de beeldherkenningstechnieken voorstellen. 3-D technieken bieden meer mogelijkheden voor de toekomst. De ondersteunende AI-programma's zullen in de toekomst vervangen worden door standalone toepassingen die eerder omgekeerd werken. De camerawagen of het toestel zal dan autonoom een opname maken, waarna een getraind menselijk oog een controle uitvoert en eventuele verbeteringen aanbrengt. Het AI-programma wordt hierdoor performanter en zal na een bepaalde tijd voor bepaalde toepassingen automatisch een visueel onderzoek kunnen uitvoeren, dat is vooral nog toekomst. Een grotere eenvormigheid tussen de verschillende Europese lidstaten is noodzakelijk om zulk nieuw tijdperk in te luiden. We zullen nog even geduld moeten hebben vooraleer we hierop kunnen vertrouwen, maar dat het er komt is zeker.

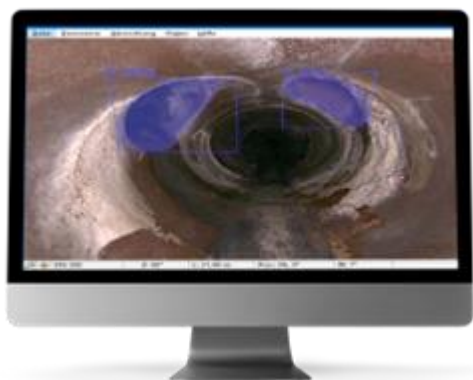


Foto 55 (Bron IBAK) artificial intelligence

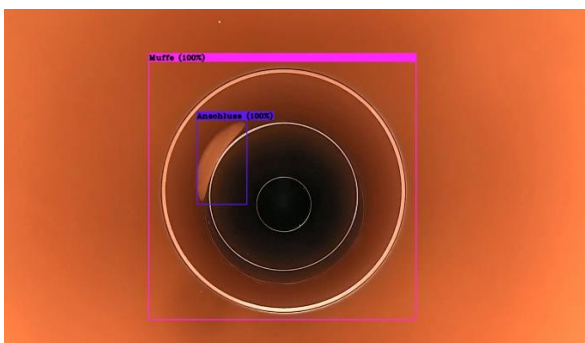


Foto 56 (Bron IBAK) artificial intelligence

6.1.3.2. MEVOSGROW

Methodiek voor het economisch verantwoord opsporen van structurele gebreken van riolering onder wegnis

We lezen regelmatig in de pers dat wegen afgesloten worden omwille van ernstige verzakkingen; vaak is de oorzaak te vinden in ernstige structurele gebreken van rioleringen. De verzakking tekent zich vaak lang van tevoren af in het wegdek. In principe dienen alle riolen periodiek aan een visuele controle onderworpen te worden om daar waar nodig onderhoud en/of herstelling uit te voeren. In vele gevallen is het zo dat dat de riolering nog niet volledig of niet in kaart is gebracht. Deze methode is eveneens een eerste stap om het riool in kaart te brengen.

Bij nieuwe aanleg van riolering wordt er voorafgaand aan de oplevering, een visueel onderzoek uitgevoerd, na tien jaar volgt er de definitieve oplevering (einde garantieperiode) waarna een periodieke controle met een frequentie van vijf jaar wenselijk zou zijn. De periodieke controle kan in eerste instantie met een minder dure techniek; vb. stationaire onderzoek (Zoomcamera). Wanneer er zich ernstige structurele problemen voordoen aan het rioleringsstelsel of nutsleidingen (infiltratie, exfiltratie, grondinloop....) zijn deze in vele gevallen meetbaar vanaf het oppervlak; soms visueel en/of in de vorm van verzakkingen. Het is een kwestie om zo snel mogelijk in te grijpen om grote economische kosten te beperken.

Vaak zijn de middelen niet aanwezig om een degelijk onderhoud te bekostigen. Wanneer de staat van het rioolstelsel niet of onvoldoende gekend is, is het belangrijk om tijdig te kunnen ingrijpen daar waar de problemen zich manifesteren.

Het OCW heeft een methode ontwikkeld die het toelaat om verzakkingen en de evolutie van deze verzakkingen in kaart te brengen. Indien de resultaten dat aantonen is meer specifiek onderzoek aan de orde..

Principe:

De benodigde apparatuur bestaat al, door de apparatuur in combinatie en gericht te gebruiken kan de kostprijs van de proef beperkt te worden. De bedoeling is dat het traject boven het leidingstelsel gescand wordt.

De scan wordt uitgevoerd met een fietspadprofilometer die het lengteprofiel registreert. De operator geeft tijdens het volgen van het traject aan telkens wanneer hij een afdekkingsinrichting van het riool passeert. De fietspadprofilometer is standaard uitgerust met een gps-systeem.

Door de fietspadprofilometer uit te rusten met een camera (van het type Imajbox) kan tegelijkertijd met de scan van het langprofiel een film van het traject gemaakt worden. Hierdoor is het mogelijk om bij de verwerking van de gegevens ook visueel na te gaan of er bij een plotse wijziging in het profiel een vermoeden is van een oorzakelijk verband met de onderliggende nutsleidingen.

Indien aan de hand van de filmbeelden in combinatie met het gemeten lengteprofiel vastgesteld werd dat er mogelijks een structureel probleem is met de nutsleidingen, dan is bijkomend gericht onderzoek nodig. Wanneer blijkt dat het riooldeksel duidelijk verzakt is in de wegnis (een aftekening in het wegdek kan duidelijk zichtbaar zijn), dan dient de rioolput geïnspecteerd te worden. Dit visueel onderzoek kan met een traditionele techniek uitgevoerd worden of bij voorkeur met een 3-D scanner (vanwege de meetfuncties en de snelheid van uitvoering).

Indien aan de hand van de resultaten van het visueel onderzoek van de put blijkt dat er mogelijks een verzakking opgetreden is in de leiding, dan dient ook de leiding te worden onderzocht.

Door gericht inzetten van bovenstaande technieken kunnen de kosten van het onderzoek laag worden gehouden (ook al omdat fietspadprofilometer en Imajbox tegelijk door één persoon kunnen uitgevoerd worden).



Foto 57 (Bron BRRC) Fietspadprofilometer met uitrusting



Foto 58 (Bron BRRC) Imajbox



Foto 59 (Bron BRRC) Cartografie



Foto 60 (Bron BRRC) Schadebeeld rioolput

Voor gedetailleerde informatie zie bijlage VII: “MEVOSGROW”

7. Visueel onderzoek van de leiding

7.1. Algemeen

Het visueel onderzoek vangt standaard aan bij het begin van de leiding, er zijn twee mogelijkheden of de leiding is “instekend” in de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie, of de leiding sluit aan op de geprefabriceerde aansluiting waarin een dichting is ingestort. Voor wat nieuwe riolen betreft wordt elke verbinding met een put, buisdelen onderling, en een laterale leidingen steeds verbonden met een flexibele dichting die de waterdichtheid garandeert.

Het is van het grootste belang dat het volledig oppervlak van de leiding in beeld wordt gebracht, dus ook de voegverbinding tussen leiding en put. De omstandigheden waarin het visueel onderzoek plaatsvindt kunnen een rol spelen in de moeilijkheidsgraad om deze voeg in beeld te brengen, vooral bij niet mantoegankelijke leidingen. Des al niettemin dient men ervoor te zorgen dat de volledige wand van de leiding die wordt onderzocht in beeld wordt gebracht.

7.2. Niet-mantoegankelijke leidingen

7.2.1. Beginafstand en positie cameralens

Het visueel onderzoek van de leiding start ter hoogte van “het referentiepunt voor de plaats in de lengterichting”. Dit punt werd vastgelegd in de norm in NBN B 34-001 (NBN, 2015a) waarbij in code ABC de sub-codes standaard beperkt werden tot:

- A: De binnenzijde van de wand van het beginknooppunt (rioolput, inspectieput of inspectieconstructie)
- B: Het buiseinde binnen het beginknooppunt (rioolput, inspectieput of inspectieconstructie) waar de leiding in de put steekt (verder dan de binnenwand van de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie)

De overige subcodes (C, D en Z) worden als optioneel beschouwd.

De leiding dient volledig onderzocht te worden, wetende dat de eerste en de laatste voeg de meeste kans heeft om verplaatst te zijn. Bij het aansluiten op of vertrekken van een put wordt vaak een correctie van de richting van de leiding gemaakt. Dat kan zich uiten in een verplaatste verbinding; het is dan ook belangrijk dat deze in beeld wordt gebracht. De eerste meter van een leiding in beeld brengen is in de praktijk soms moeilijk realiseerbaar. Dit kan verschillende redenen hebben, bv. het stroomprofiel van de put bevat een bocht, waardoor de kop van de camera reeds in de buis komt te zitten; of de leiding die in de put toekomt zit hoger dan het stroomprofiel van de put (vervalput) waardoor de camerawagen/toestel in zijn geheel, al zwevend aan de hijskabel, in de leiding moet geplaatst worden. Om te voorkomen dat in bovenstaande gevallen de leiding niet volledig in beeld wordt gebracht, dient de opname gestart te worden vóóordat de camera in de leiding wordt geplaatst.

In deze moeilijke omstandigheden is het ook mogelijk om de eerste voeg en de eerste meter buiswand correct in beeld te brengen. Dit kan in deze gevallen door stap voor stap het toestel met camera in te brengen:

- a) Eerst voldoende kabel afrollen
- b) De meterteller op 0m plaatsen
- c) Vóór het inbrengen van de camera in de leiding de opname reeds starten
- d) De camera zo rustig en soepel mogelijk inbrengen. Lukt dat niet dan is dat niet zo erg, zolang de buiswand en de eerste voeg maar zichtbaar zijn, ook al is dat in een wiebelende beweging.
- e) Vervolgens verder ten minste tot aan het referentiepunt te rijden;
 - Indien er toestandsaspecten dienen geregistreerd te worden voor de referentieafstand werd bereikt (bv. inlaat, verplaatste verbinding, obstakel etc.):
 - Dan dient door middel van de meest precieze inschatting de afstand worden bepaald, dit kan op verschillende manieren:
 - Hoever zit de camera al in de buis? De lengte van de camera met robot dient gekend te zijn. Schema opmaken per camera?
 - Restlengte t.o.v. het referentiepunt?
 - Voornoemde afstand registreren in het systeem zodat deze op het scherm wordt geafficheerd en dit vóór de registratie van het toestandsaspect

- De opname wordt opgestart en het toestandsaspect wordt geregistreerd met de correcte afstand
 - Verder de toestandsaspecten vastleggen (indien van toepassing) tot punt f werd bereikt
- f) Het middelpunt cameralens gelijkstellen met de aslijn van de leiding:
- Door de elektromechanische lift op de robot naar de juiste positie te brengen
 - Of helemaal niets doen indien de cameraconfiguratie reeds overeenstemt (door bv. aangepaste wielen, of vooraf in te stellen bij een mechanische lift...). De beeldopname op pauze te plaatsen daar waar de markering van het vastgelegd referentiepunt zich op de voegverbinding put-leiding bevindt
 - De kabelgeleiding plaatsen
- g) De kabel op spanning brengen zonder dat de camerarobot naar voor of naar achter beweegt
- h) De referentieafstand overnemen als afstand in het systeem
- i) De beeldopname herstarten en het visueel onderzoek verderzetten.

Let op: het is belangrijk om de juiste volgorde aan te houden, zodat de referentieafstand correct wordt overgenomen

Voornoemde stappen (a – i) zijn enkel van toepassing in de put waar het voertuig dat het camerasysteem bevat staat opgesteld, met name de eerste strengen die vanuit deze locatie worden aangevat.

In alle volgende strengen wordt het begin van het onderzoek (teller op 0m) vastgelegd, waarbij het middelpunt lens overeenstemt met het snijpunt van de putwand op klokstand 12h (ABC-A) of met het buiseinde indien dat insteekt in de put (ABC-B). De nulstelling bij het begin en de afstand bij het eind wordt steeds vastgelegd met een gespannen kabel. Op onderstaande schematische voorstelling van de positie van de camerawagen t.o.v. put en leiding, kan u de camerakop zien die 90° naar boven kijkt. Het snijpunt met de putwand bevindt zich in het midden van het beeld (geval ABC-A).

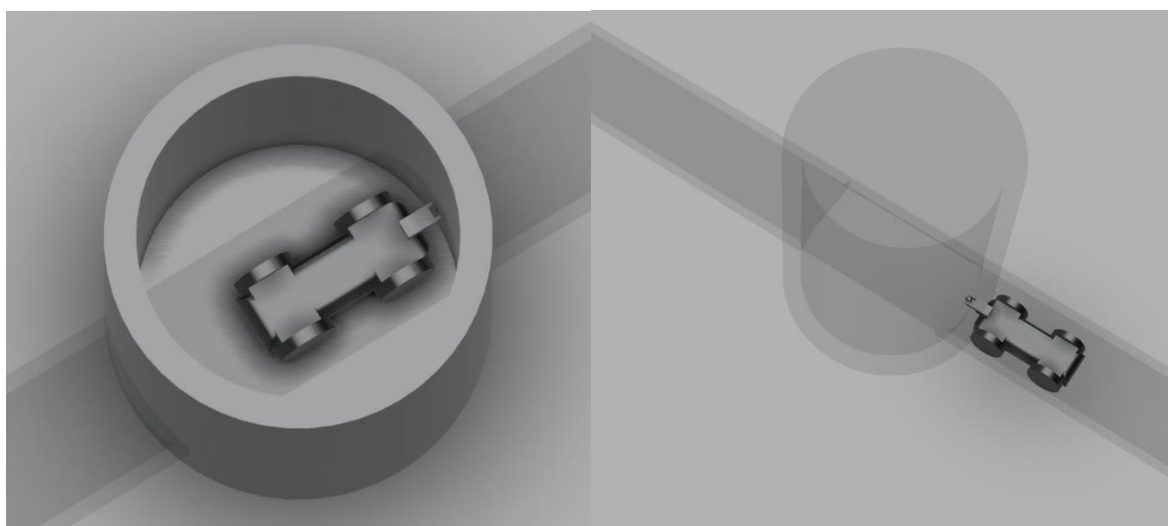


Foto 61 (Bron BRRC) ABC-A (begin visueel onderzoek)

Foto 62 (Bron BRRC) ABC-A (einde visueel onderzoek)

Belangrijk:

Om de toestandsaspecten correct te evalueren is het noodzakelijk dat het middelpunt van de cameralens zich in het middelpunt van de dwarsdoorsnede van de leiding bevindt. Wanneer dit niet het geval is, heeft dat een negatieve impact op het visueel onderzoek o.a. door optisch bedrog:

- De afstand van de lens ten opzichte van de verbinding zal in radiale richting over de volledige omtrek verschillen. Met andere woorden, op het punt waar de lens zich het kortst bij de voeg bevindt zal deze breder lijken dan op het punt waar ze het verst verwijderd is van de voeg. Hoe groter de afwijking van lens t.o.v. middelpunt van de dwarsdoorsnede van de leiding, des te groter is het visueel negatief effect. Het wordt dan voor de operator zeer moeilijk om de breedte van de voeg in te schatten waardoor een correcte registratie van verplaatste verbindingen in het gedrang komt. Afhankelijk van het meetsysteem zal bij een optische meting zonder referentielaserpunten de afwijking onaanvaardbaar groot zijn.
- Ook wanneer de cameralens in axiale richting (evenwijdig met de aslijn van de leiding) kijkt is er een visueel negatief effect. Alle metingen gebaseerd op een procentuele verhouding van de hoogte van dwarsdoorsnede van de leiding hebben dan onaanvaardbare afwijkingen. Dit geldt o.a. voor radiale verplaatsingen, hoeken tussen buisassen, afstromingsaspecten, waterstanden, meten van scheuren/breuken.

De configuratie van de camera moet het mogelijk maken het middelpunt van de lens in de juiste positie te brengen. Dit kan door, in geval van een camera gemonteerd op een tractor, de wielen en/of de hoogte van de lift aan te passen. Theoretisch dient de aslijn van de cameralens in neutrale stand één lijn te vormen met de aslijn van het buisdeel waarin de camerawagen werd geplaatst. Uit de validatiegegevens zal blijken in welk diameterbereik de camera in een welbepaalde configuratie kan worden ingezet. Indien de lens goed is uitgelijnd, dat wil zeggen dat de lens-as in axiale richting evenwijdig is met de buisaslijn én zich op dezelfde hoogte bevindt. Bij een correcte uitlijning vormen beide aslijnen één lijn. Wanneer de camerawagen met de camera in neutrale stand, zich door de leiding verplaatst zal de voeg boven én onder tegelijk uit het beeld verdwijnen. Het is belangrijk t.b.v. correcte metingen dat de axiale aslijn van de camerakop in neutrale stand een evenwijdige lijn vormt met het vlak waarop de camerarobot werd geplaatst.

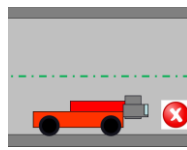
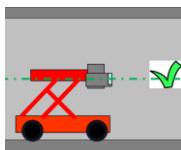


Foto 63 (Bron BRRC) cameraleens correct gepositioneerd. In neutrale stand verschijnt de voeg onder en boven gecentreerd in beeld.

Foto 64 (Bron BRRC) cameraleens foutief gepositioneerd. In neutrale stand verschijnt de voeg onder en boven niet gecentreerd in beeld.

7.2.2. Bewegings- en rotatiesnelheid

Snelheden kunnen sterk verschillen naargelang de onderzoekstechniek die wordt toegepast. De snelheid zorgt ervoor dat de deskundige bij een cameraonderzoek waarbij de codering tijdens het onderzoek plaatsvindt (direct visueel onderzoek), de toestandsaspecten kan herkennen. Wanneer de toestandsaspecten direct worden gecodeerd tijdens het voortbewegen van de camerawagen/toestel in de leiding, mag de snelheid tijdens het voortbewegen niet hoger zijn dan 0,2m/s. Om de buiswand op een correcte manier en volledig in beeld te brengen dient de cameraleens zich in axiale richting te bevinden alvorens zich verder te verplaatsen. In alle andere gevallen wordt de camerawagen/toestel gestopt om elk toestandsaspect voldoende in beeld te brengen en te registreren.

Het moet steeds de bedoeling zijn om de toestandsaspecten zo in beeld te brengen dat de rioolbeheerder of diegene die aangesteld is voor het uitwerken van de gepaste maatregelen (reparatie, deel- of renovatie) voldoende gedetailleerd beeldmateriaal heeft waarop hij zich kan baseren.

Bij onderzoekstechnieken waar de leiding wordt gescand zoals 3D-beeldtechnieken en 3D-laserscanners dienen voor wat betreft de voortgangssnelheid, de richtlijnen van de fabrikant exact worden opgevolgd. Bij ontstentenis van deze informatie zal de snelheid van het voortbewegen van het toestel in functie van de beeldkwaliteit en beschikbare data worden vastgelegd.

Wanneer tijdens het onderzoek doorlopende coderingen worden gebruikt dient voldoende aandacht geschonken te worden aan de desbetreffende toestandsaspecten:

- Zo dient er bv. bij het visueel onderzoek van een liner, waar toestandsaspecten werden vastgesteld, voldoende aandacht te gaan naar bv. elke plooi, verkleuring, blaarvorming of vernauwingen (b.v. afkomstig van verplaatste verbindingen van de bestaande leiding). Een overzichtsfoto vanop een afstand genomen geeft vaak bijkomende en nuttige informatie.
- Bij het onderzoeken van oude riolen die vaak bestaan uit “meterbuizen”, dient er voldoende aandacht te gaan naar de voegen. Hierbij is belangrijk dat afbrokkelende en verplaatste verbindingen voldoende in beeld worden gebracht. Belangrijke verplaatste verbindingen kunnen hersteld zijn, soms is het mogelijk dat bakstenen door de openstaande voeg zichtbaar zijn. In dit geval wordt zowel de verplaatste verbinding gemeten en geregistreerd alsook de plaatselijke herstelling. Bij een gereinigd riool kan grondinloop in tegenstelling tot een niet gereinigd riool, niet meer in axiale richting worden opgemerkt. Het is van het grootste belang om de voegen te inspecteren. Het grote aantal voegen leidt tot een vermindering van het rendement. Bij de prijszetting dient dit in rekening te worden gebracht.

7.2.3. Visueel onderzoek van voegverbindingen

Er zijn verschillende manieren waarop buizen waterdicht met elkaar verbonden zijn:

- Bij zeer oude stelsels werden vaar-moer verbindingen gebruikt. De korte buizen (“meterbuizen”) hadden geen kraag en de insteek was beperkt. We zien dan ook dat bij geringe axiale

verplaatsingen de buizen volledig van elkaar gescheiden worden, dat leidt tot radiale verplaatsingen. De vaar-moer buizen waren niet voorzien van een rubberdichting, vaak werden de verbindingen dichtgemaakt met een koord doordrenkt met teer. Als de diameter het toeliet werden de verbindingen opgevoegd.

- Later kwamen de mof-spie verbindingen, deze hadden een rubberen rol-ring (o-ring).
- Vandaag worden betonbuizen voorzien van dichtingen in de vorm van een geprofileerde spie met glijverbinding.

Het inspecteren van buisverbindingen is zeer belangrijk. Buisverbindingen kunnen verplaatst zijn ten opzichte van elkaar, in verschillende richtingen. De oorzaak is bij oplevering na aanleg vaak te zoeken bij verkeerde plaatsing. Bij einde garantieperiode kunnen zettingen de oorzaak zijn van verplaatste verbindingen. Afhankelijk van de ernst van de verplaatsing kan dat leiden tot ondichte leidingen, zandinloop, infiltratie. Om alles correct in beeld te brengen dient de camerakop haaks ten opzichte van het midden van de voegverbinding te staan en dit tijdens de volledige controle van de omtrek.

Bij direct visueel onderzoek van de leiding dient de rotatietijd²⁶ van de camerakop aangepast te worden aan de te onderzoeken buisdiameter.

Tijdens de visuele controle van de voegverbinding moet het mogelijk zijn om alle toestandsaspecten te onderkennen; vervolgens worden deze met stilstaande camerakop geregistreerd. Indien de rotatietijd van de camerakop te klein is, zullen niet alle toestandsaspecten kunnen worden vastgelegd. De rotatie van de camerakop kan zowel manueel als automatisch verlopen, om alle toestandsaspecten vlot te onderkennen zijn volgende rotatietijden volgens buisdiameter als richtwaarde aangegeven:

Buisbinnendiameter [mm]	t[s] per 360° rotatie
160	6
200	7
250	9
300	11
400	15
500	19
600	22
700	26
800	30
900	34
1000	37
1100	41
1200	45
1300	49
1400	52
1500	56
1600	60
1700	64
1800	67

²⁶ De rotatietijd van de camerakop is de tijd die de camerakop nodig heeft voor één omwenteling waarbij de camerakop 90° naar de wand toe gericht is.

1900	71
2000	75

Tabel 1

Bij gebruik van andere onderzoekstechnieken zoals 3D-beeldtechnieken of 3D-scanners gelden dezelfde regels tijdens het coderen (virtueel onderzoek²⁷) van de beelden volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011).

7.2.4. Hellinggrafiek

Tijdens het terugrijden wordt een grafiek van het lengteprofiel gegenereerd, het visueel onderzoek op zich is dan al beëindigd. Vaak is het tijdens het uitvoeren van het visueel onderzoek zelf niet zo duidelijk of er een kleine tegenhelling aanwezig is. Het is evenwel de taak van de deskundige om na het beëindigen van de hellingmeting de grafiek te toetsen aan de afwateringszin volgens plan en/of op de aanwezigheid van individuele tegenhellingen. De norm NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) voorziet geen specifieke code om tegenhelling te registreren. Belangrijke hoekverdraaiingen rond klokstand 6 en 12 zijn een belangrijke indicatie van een wijziging in het lengteprofiel.

Er zijn zeker nog andere technieken om een hellinggrafiek te verkrijgen, doch vaak gaat het om zeer specifieke metingen die niet samen met een visueel onderzoek worden uitgevoerd.

7.2.5. Registratie van tegenhellingen

De norm voorziet geen specifieke code voor de registraties van tegenhellingen in het lengteprofiel. Een wijziging in het hellingprofiel kan als volgt worden vastgesteld:

- Stagnatie van water (indien aanwezig);
- Wijziging van de waterhoogte (een registratie vanaf 5% verschil dient te worden geregistreerd)
- Duidelijk verschil in de aanduiding van de hellingsgraad [%] op het scherm die afhankelijk van de richting van het visueel onderzoek een ander verloop zal hebben.

Tijdens het genereren van een hellingmeting (bij het terugtrekken van de camerawagen) kan de deskundige vaststellen dat hij een plaatselijke hellingmeting niet heeft geregistreerd, deze kan alsnog worden toegevoegd aan de gegevens van het onderzoek. Het is belangrijk om tegenhellingen in het rapport te registreren.

Waterstagnatie in delen van de leiding zijn zichtbare indicaties van wijzigingen in het lengteprofiel.

Bij de controle van een oplevering zou het wenselijk zijn om in de stroomopwaarts gelegen put een beperkte hoeveelheid water (afhankelijk van de leidingdiameter) te lozen. Dit zou voor de deskundige een grote hulp zijn om wijzigingen in het lengteprofiel visueel vast te stellen.

Kleine tegenhellingen zijn moeilijker vast te stellen, deze zijn evenwel zichtbaar in de hellinggrafiek. Volgende schematische voorstelling geeft aan waar de tegenhelling start en eindigt.

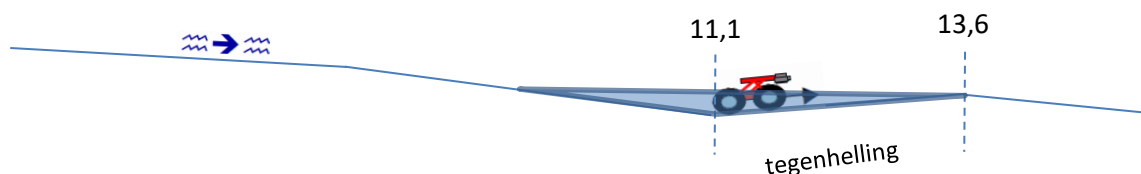
²⁷ Na het scannen op de werf, vindt het visueel onderzoek (coderen van de toestandsaspecten) plaats op een pc op het kantoor, de beelden worden door een deskundige, ondersteund door software voor visueel onderzoek, gecodeerd.

Tegenhellingen worden steeds voorafgegaan door waterstagnatie, 2 doorlopende coderingen, dus van lage waterstand naar verhoogde waterstand 2 coderingen (BDD).

Belangrijke tegenhellingen worden geregistreerd aan de hand van 2 doorlopende coderingen (BDD) waarbij één het begin (hoogste waterstand) en één het eind van de tegenhelling (laagste waterstand) aanduidt.

Afstand	Doorlopende code	Hoofdcode	Karakterisering		Kwantificering		Plaats op de omtrek		Verbinding	Fotoreferentie	Videoreferentie	Opmerkingen
			1	2	1	2	1	2				
9,2	A01	BDD	A		5					1	00:03:30	
11,1	B01	BDD	A		15						00:03:58	
11.1	A02	BDD	A		15					2	00:04:35	tegenhelling
13,6	B02	BDD	A		5						00:04:55	

Tabel 2: registratie van tegenhellingen



Schema 1: Schematische voorstelling volgens tabel 2

7.2.6. Vereenvoudigd visueel onderzoek

Het doel van vereenvoudigd visueel onderzoek is in een niet gereinigd rioolstelsel, de algemene structurele en afstromingstoestand bepalen. Om de kosten te drukken vindt geen ruiming van het stelsel plaats. Andere factoren die een invloed hebben op de kosten met betrekking tot het visueel onderzoek zijn de snelheid van uitvoering en de voorbereiding van de toestand van de leiding. Tegenwoordig zijn meerdere technieken mogelijk om een niet gereinigde leiding in beeld te brengen waarbij de aandacht enkel gericht is op algemene structurele gebreken (voor zover deze zichtbaar zijn) en afstromingsproblemen. De graad van explosiegevaarlijkheid is in deze situatie hoog, het riool is immers niet gereinigd. Bij het omwoelen van het slib kunnen er gassen vrijkomen. Er dienen voldoende veiligheidsmaatregelen genomen te worden om ten alle tijden een explosie te voorkomen. Een risicoanalyse geeft uitsluitsel over de te voorziene maatregelen.

De kwaliteit van het visueel onderzoek is hier nog meer afhankelijk van de toestand van de leiding. Indien er veel aangehechte afzetting aanwezig is, of wanneer de leiding voor meer dan 50% gevuld is, dan is de basis waarop verdere beslissingen zullen gebaseerd worden eerder beperkt. Het is mogelijk dat belangrijke structurele gebreken niet zichtbaar zijn. Anderzijds geeft vereenvoudigd onderzoek een goed overzicht over de vullingsgraad, vuilophoping en zeer ernstige gebreken zoals barsten/breuken, gedeeltelijke - of volledige instorting, belangrijke wortelingroei, verzakkingen. Het is vanzelfsprekend dat vereenvoudigd onderzoek niet kan gebruikt worden voor de controle van: - nieuwe aanleg; - einde garantieperiode of de controle van een herstelling.

7.2.6.1. Stationaire onderzoek van de leiding (Zoomcamera)

Het type visueel onderzoek waarbij vanuit de put in de leiding wordt ingezoomd is een techniek die al jaren is ingeburgerd. De onderzoekstechniek is door de jaren met de kwaliteit van de beschikbare camera's mee geëvolueerd. Vandaag kunnen de meeste systemen 30x optisch inzoomen; ze zijn uitgerust met aangepaste verlichting. Een minimumeis van 20x optische zoom is wenselijk. De meest moderne systemen zijn uitgerust met een halfautomatische pan- en tilt functie zodat indien nodig de richting kan gecorrigeerd worden zonder fysieke manipulatie. Wanneer de leiding langs beide zijden kan onderzocht worden is het in de meeste gevallen mogelijk om een goed beeld te verkrijgen van de structurele- en de afstromingstoestand. Afhankelijk van de zoomcapaciteit en de zichtbaarheid in de leiding zal deze deels of in zijn geheel kunnen worden onderzocht. De meeste systemen prijzen een standalone systeem aan met een relatief klein beeldscherm dat vanaf de plaats van het visueel onderzoek wordt bekeken. Om de toestandsaspecten correct te kunnen identificeren is een groot beeldscherm dat onttrokken is aan het rechtstreekse zonlicht onontbeerlijk. Het is belangrijk dat de toestandsaspecten voldoende in beeld worden gebracht door te stoppen met in- of uitzoomen en het toestandsaspect met de juiste belichting en beeldscherpte in beeld te brengen. Indien de onderzoekstechniek toegepast wordt waarvoor hij ontworpen is, dan is deze techniek in bepaalde gevallen zeer nuttig, bv. planning voor investering, zoeken naar ernstig structureel probleem om risicoloos te kunnen reinigen.

De minimum velden die geregistreerd dienen te worden zijn opgenomen in Bijlage-I.

Het grootste risico op ontplofbare gassen is terug te vinden in stelsels die niet gereinigd zijn. Het is belangrijk dat ook op deze plaatsen enkel toestellen worden ingezet die voldoen aan de veiligheidseisen vastgelegd volgens ATEX 114 Richtlijn, 2014. Tijdens het visueel onderzoeken van leidingen vanuit rioolputten kunnen op constante basis gassen gemeten worden, zo kan bij permanente bewaking het risico onder controle worden gehouden. In zulke gevallen is een registratie van de gasmeter die gebruikt werd tijdens het visueel onderzoek te registreren op strengniveau.

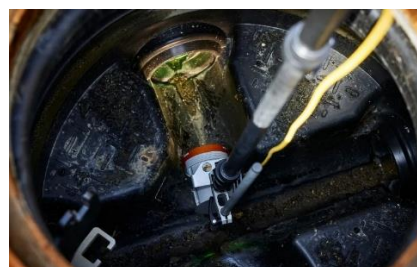
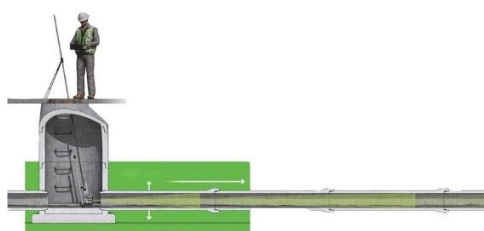


Foto 65 (Bron EnviroSight) Grafische Foto 66 (Bron Quickview) Foto 67 (Bron IBAK) Zoomcamera
 voorstelling - EnviroSight Quickview Zoomcamera ASPECTA

A. Werkmethode:

De zoomcamera dient aan de hand van een statief of ander hulpmiddel gefixeerd te worden zodat het beeld bij het inzoomen stabiel blijft. Aangezien bewegingen van de camera lineair worden versterkt in bewegingen van het videobeeld en dit in functie van het aantal keer er is ingezoomd, dient dat met de nodige omzichtigheid en voldoende langzaam te gebeuren.

- Er wordt eerst langzaam ingezoomd tot de maximale zoomcapaciteit is bereikt.
- Vervolgens wordt weer langzaam volledig uitgezoomd. De operator heeft nu al kunnen vaststellen welke toestandsaspecten aanwezig zijn en zullen worden vastgelegd.
- Vervolgens wordt langzaam ingezoomd tot aan het eerste toestandsaspect, dat meteen wordt vastgelegd en waarvan ook een foto (met de nodige scherpste en aangepaste belichting) wordt genomen; deze stap herhaalt zich tot het laatste toestandsaspect wordt geregistreerd.
- Vervolgens wordt langzaam verder ingezoomd tot de uiterste zoom capaciteit wordt bereikt, op dit punt wordt het visueel onderzoek beëindigd.
- Er worden in principe geen afstanden geregistreerd;
- Sommige moderne zoomcamera's kunnen uitgerust worden met een afstandslaser waardoor de obstakels of andere toestandsaspecten kunnen vergezeld worden mét afstand, die als meerwaarde kan geregistreerd worden. Door de toestand van het riool waarin de zoomtechniek wordt ingezet zijn er zeer veel factoren die een invloed op zulke afstandsmeting kunnen hebben, het dient eerder gezien te worden als een gadget dat hier en daar kan gebruikt worden.

B. Voordelen:

- De camera met zoom wordt in de put, stabiel, op een in hoogte verstelbare staaf geplaatst. De cameralens komt niet in aanraking met water, modder of andere afzetting. De lens blijft hierdoor gedurende het visueel onderzoek proper, hetgeen de beeldkwaliteit zeker ten goede komt.
- Indien de camera niet explosie veilig kan ingezet worden, kan de explosie veiligheid op een vrij eenvoudige manier worden gegarandeerd. Er wordt dan een geijkte gasmeter in de onmiddellijke nabijheid van de operator of zijn assistent opgesteld, deze wordt door één van beiden constant gemonitord. De gasmeter is met een rubber slang met de aanzuigmond verbonden. De Zoomcamera is op een verstelbare staaf gemonteerd, de aanzuigmond bevindt zich ter hoogte van de camera. De gasmeter heeft een ingebouwde pomp die constant door de rubberslang via de aanzuigmond lucht uit de put aanzuigt. De apparatuur kan bij gasalarm uitgezet en veilig worden verwijderd.
- Aangezien de apparatuur enkel in de put wordt geplaatst ondervindt de apparatuur fysisch geen hinder door obstakels, instekende inlaten, aangehechte of bezonken afzettingen. Bijgevolg kan het toestel niet vast komen te zitten.
- De apparatuur is eenvoudig en het onderzoek is statisch. Hierdoor is de kans op technische storingen door mechanische invloeden zeer klein.

- Het opstellen van de apparatuur is eenvoudig. Het visueel onderzoek neemt weinig tijd in beslag. Door de camera 180° te draaien kan vrijwel onmiddellijk de tegenoverliggende streng visueel worden onderzocht, wat het rendement aanzienlijk verhoogt.
- Relatief korte²⁸ strengen kunnen, bij normale omstandigheden,²⁹ in één keer worden geïnspecteerd.
- De meest moderne systemen zijn uitgerust met een halfautomatische pan- en tilt functie. Hierdoor kan de cameralens steeds perfect worden gepositioneerd om alle toestandsaspecten in beeld te brengen. Het is uiteraard de bedoeling om zoveel mogelijk van de leiding en de wand in beeld te brengen.

C. Nadelen

- In het hogere bereik van de digitale inzoomfactor wordt het moeilijker om alle toestandsaspecten toe te kennen. Dit nadeel kan deels worden opgeheven door voldoende optische zoomcapaciteit te voorzien van bijvoorbeeld 30x optisch zoom.
- Wanneer er veel obstakels aanwezig zijn, zullen deze het zicht beperken. Met als gevolg dat het visueel onderzoek ter hoogte van de obstakels zal afgebroken worden.
- Reflecties op objecten die zich in de eerste meters van de streng bevinden kunnen hinderlijke overbelichting veroorzaken. Verder in de leiding kijken wordt dan nagenoeg onmogelijk.
- Rechtstreeks zonlicht op het scherm waarop het onderzoek wordt aangestuurd, kan zeer hinderlijk zijn. Hierdoor kunnen niet alle toestandsaspecten worden onderscheiden, wat de kwaliteit van het onderzoek negatief beïnvloed. Dit kan worden voorkomen door een voldoende groot beeldscherm op te stellen in een ruimte afgeschermd van het zonlicht.
- De cameraopstelling dient rekening te houden met trillingen aan het oppervlak. Deze kunnen via de steunpunten die zich meestal bovenaan het verharde oppervlak rond de put bevinden worden overgebracht naar de camera. Dat resulteert in een trillend beeld. Dit kan worden voorkomen door het plaatsen van rubber blokken onder de steunpunten aan het oppervlak en aan de bevestigingspunten tussen staaf en camera.

7.2.6.2. “Simplified visual inspections”

Er zijn ondertussen andere fysische vormen van materieel voor visueel onderzoek die zich lenen om een vereenvoudigde vorm van onderzoek uit te voeren. In het gedeelte Innovatieve technieken worden een groot deel van de technieken aangehaald die vandaag op de markt te verkrijgen zijn. Het gaat hoofdzakelijk over “Drones”; “onderwaterdrones”; sonarboot met laserscan; robotcamera’s met schroefaandrijving; reinigingskoppen met ingebouwde camera en “intelligente Pigs”.

Omdat de staat waarin de leiding zich bevindt doorslaggevend is voor het eindresultaat, is het vooraf moeilijk te bepalen welke techniek het meest geschikt is. De afmetingen van het toestel dat zal worden ingezet, zal vaak gekozen worden in functie van de diameter en de resterende beschikbare ruimte alsook de afstromingstoestand. Er dient rekening gehouden te worden met de te verwachten bezonken afzetting of andere obstakels die de toegankelijkheid beperken. Wanneer er voldoende water aanwezig is kan voor een aangedreven boot-robot gekozen worden. Bij vaste materie kan een

²⁸ +/- 25m

²⁹ In deze context worden omstandigheden als normaal beschouwd wanneer de graad van vuilophopingen en waterstanden $\leq 50\%$ is van de hoogte van de dwarsdoorsnede van de buis.

alle-terrein-robot soelaas bieden, of in een mixed-toestand van water én vaste materie kan een drijvende robot met roterende vijzels worden ingezet. Het beste resultaat zal bekomen worden indien meerdere groepen van technieken beschikbaar zijn, zodat er afhankelijk van de plaatselijke situatie de meest geschikte techniek kan worden ingezet. Het hoeft geen uitleg dat de inschatting van de toestand en de ervaring met de toestellen de kans op slagen sterk beïnvloed.

Vereenvoudigd visueel onderzoek wordt geregistreerd volgens BEFDSS_DP-nvm (zie –Bijlage-I).

Onder de “simplified visual inspections” kunnen ook gegevens worden uitgewisseld waarbij het niet mogelijk is om alle gegevens aan te leveren zoals dat bij een nieuwe oplevering of routine-onderzoek het geval is. Een aan de gebruikte techniek aangepaste set van aan te leveren gegevens zit in de mogelijkheden. Het is uiteraard wel de bedoeling om vooraf duidelijk te maken welke gegevens niet of deels zullen worden aangeleverd. Bij het uitvoeren van een visueel onderzoek van een laterale leiding (met satellietcamera) is het niet mogelijk om een verplaatste verbinding bv. een hoekverdraaiing te meten. Bij het aangeven van een hoekverdraaiing is het ingeven van het aantal ° geen verplichting. Dit maakt het mogelijk om laterale leidingen vanuit de hoofdleiding met een satellietcamera eenvormig en gestructureerd te onderzoeken (met als doel controle van nieuwe aanleg als routine-onderzoek). Zowel visuele onderzoeken van de laterale leidingen vanuit de hoofdleiding (“satellietcamera’s) als vanuit het huisaansluitputje met een duwcamera kunnen hier eveneens worden ondergebracht.

Voor meer info zie punt 10.2.

Het is belangrijk dat de apparatuur aan de veiligheidseisen voldoet of dat er maatregelen worden genomen om aan de veiligheidseisen te voldoen.

7.3. Niet ronde buizen of leidingen

Metingen van verplaatste verbindingen in niet ronde vormen van buizen of leidingen bieden niet de vereiste precisie. Deze vormen zullen onderzocht worden met mogelijkheid 7 uit “Direct of indirect visueel rioolonderzoek met een op afstand bediende camera die door een leiding voortbeweegt (NVM)” (zie Bijlage-I).

7.4. Mantoegankelijke leidingen en kokers

Leidingen zijn in principe mens-toegankelijk vanaf dat de hoogte van de dwarsdoorsnede groter of gelijk is aan 1200 mm. Als grotere leidingen met een robot/toestel worden onderzocht dan dient men volgende punten in acht te nemen.

7.4.1. Verlichting:

- De verlichting dient aangepast te zijn aan de te onderzoeken leidingdiameter. Dat is niet altijd eenvoudig, ‘spot-effect’³⁰ dient vermeden te worden.
- Ook in grote diameters dient de verlichting evenwichtig en toereikend te zijn; wanneer de robot/toestel door de leiding of koker beweegt dient de buiswand over de volledige omtrek

³⁰ Te veel geconcentreerd licht waardoor enkel een beperkt oppervlak belicht wordt

voldoende belicht te zijn zodat toestandsaspecten vlot herkend kunnen worden. Vervolgens worden de toestandsaspecten in detail bekeken met aangepaste verlichting en geregistreerd.

7.4.2. Toestandsaspecten:

- Toestandsaspecten dienen op een normale manier, zonder in te zoomen vlot waarneembaar te zijn. In de praktijk is gebleken dat er grote verschillen zijn wanneer een koker enkel wordt onderzocht door een robot versus “mens-onderzoek”, of door een combinatie van de twee. Wanneer de afstand tussen robot en de wand van de koker of buis groot is, is het te onderzoeken oppervlak omvangrijk. Het visueel onderzoek dient voldoende langzaam te gebeuren. In grote buisdiameters en kokers dient het voortbewegen in axiale richting aanzienlijk lager te liggen dan bij kleine buisdiameters. De gezichtshoek van een traditionele camera voor visueel rioolonderzoek is ongeveer 150°. Hoe groter de buisdiameter des te groter de afstand in axiale richting wordt ten opzichte van het zichtbare beeld in het uiterste punt van de gezichtshoek.
- De omtreksnelheid die de camerakop maakt bij het onderzoeken van de buisverbinding in radiale richting, dient aangepast te zijn volgens de (binnen)omtrek van de buis.

7.4.3. Aandachtspunten:

- In tegenstelling tot een onderzoek van kleine diameters dient er zeer vaak te worden ingezoomd om tot hetzelfde resultaat te komen.
- Dat betekent dat bij een onderzoek door het fysisch betreden van grotere kokers door een deskundige, hij/zij zich ook in radiale richting zal moeten verplaatsen om de toestandsaspecten op beeld vast te leggen.
- De deskundige zal bij het onderzoeken van grotere diameters zeer aandachtig en opmerkzaam moeten zijn om alle toestandsaspecten waar te nemen.
- Het rendement van een visueel onderzoek van grote buisdiameters en kokers zal aanmerkelijk lager liggen dan bij niet menstoegankelijke leidingen.
- Het zou logischer zijn als de prijsberekening gebaseerd zou zijn op de grootte van oppervlak dat onderworpen wordt aan een visueel onderzoek.

7.4.4. Grote kokers en leidingen:

Het beste resultaat kan worden bereikt door:

- Een combinatie van een direct visueel onderzoek met camera begeleid door een deskundige die kan aangeven waar de camera moet kijken en wat er dient te worden gemeten. Wanneer het middelpunt van de lens zich niet centrisch in de buis of koker bevindt, wordt het moeilijker om te meten in vierkante of rechthoekige kokers; de camera dient dan uitgerust te zijn met referentielasers.
- Een “handheld camera” met verlichting die gedragen wordt door de deskundige, is door middel van een kabel verbonden met een verbindingskastje aan een riem rond zijn middel. De kabel komende van de kabelrol van het voertuig met de installatie voor visueel rioolonderzoek, die normaal op de camerawagen/toestel wordt aangesloten, wordt bij deze techniek aan het verbindingskastje gekoppeld. De deskundige heeft via een headset met microfoon direct

contact met een operator die zich in het voertuig bevindt. Deze laatste geeft alle coderingen in volgens de NBN EN 13508-2 (NBN, 2011). Een goede communicatie is noodzakelijk, zulk systeem maakt dat mogelijk. Registraties van het coderen van foto's en film, het uitvoeren van metingen manueel of digitaal dienen onderling goed te worden gecommuniceerd. Bij het registreren dient de cameralens gericht te worden naar de plaats van het desbetreffende toestandsaspect. Veiligheid is prioritair.

7.4.5. Algemeen:

- Ook in grote leidingen en kokers is het resultaat van het visueel onderzoek sterk afhankelijk van de staat van reiniging. Een niet-gereinigd riool zal moeilijk te inspecteren zijn en de structurele - en afstromingstoestand zullen maar deels kunnen worden vastgelegd, waardoor er een reële kans bestaat voor verborgen gebreken.
- Bij een onderzoek uitgevoerd volgens 4.2.4, zijn 2 deskundigen visueel rioolonderzoek + veiligheidspersoneel noodzakelijk. De deskundigen visueel rioolonderzoek kunnen afwisselend afdalen, waardoor het visueel onderzoek quasi continu kan worden uitgevoerd. Dat levert kwalitatief een beter resultaat op. De inzet van het vereiste personeel resulteert in een hogere kostprijs.
- Metingen van verplaatste verbindingen in niet ronde vormen van buizen of leidingen bieden niet de vereiste precisie. Deze vormen zullen onderzocht worden met mogelijkheid 7 "Direct of indirect visueel rioolonderzoek met een op afstand bediende camera die door een leiding voortbeweegt (NVM)" (zie bijlage I).

8. Rioolputten inspectieputten en inspectieconstructies

Bij een visueel onderzoek van de put is het noodzakelijk dat er videobeelden en foto's worden genomen van de inplanting, zodat achteraf bij twijfel over het putnummer deze foto/opname kan worden geraadpleegd. Verder wordt de afdekkingsinrichting in gesloten toestand in beeld gebracht zodat het type en de staat van het deksel met kader kan worden geëvalueerd. Na het openen van het deksel wordt een overzichtsfoto genomen zodat ook de binnen rand en andere onderdelen bv. een zandvanger of een traploos regelbare inrichting in beeld wordt gebracht. Deze bovengrondse foto's worden allen 0,0 m geregistreerd. Vervolgens wordt de afdekplaat radiaal geïnspecteerd. Het is belangrijk om de onderkant van de verkleinende afdekplaat nauwgezet in beeld te brengen, deze zou barsten of scheuren kunnen vertonen. Vervolgens wordt het volledige oppervlak van de putwand, de voegen tussen de verschillende (buis) delen, de aansluitende leidingen, het banket en het stroomprofiel van de put in beeld gebracht.

Voor de duidelijkheid is het vaak beter om tijdens het visueel onderzoek de foto van een toestandsaspect onder een bepaalde hoek te nemen zodat het beter in beeld kan worden gebracht. De afstandsteller en de klokstand dienen uiteraard overeen te stemmen met de werkelijke afstand en klokstand van het desbetreffende toestandsaspect. De software voor visueel onderzoek laat ook toe om beelden toe te voegen die met andere toestellen genomen zijn dan met de robotcamera.

9. Visueel onderzoek van infiltratievoorzieningen

9.1. Algemeen

De toestandsaspecten worden geregistreerd volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) en NBN B 34-001 (NBN, 2015a). De toegankelijkheid van een infiltratiesysteem bepaalt in grote mate de kwaliteit van het visueel onderzoek. Hoe kleiner de toegang hoe kleiner de cameraconfiguratie dient te zijn. In de praktijk betekent dat een mindere beeldkwaliteit en beperktere zoommogelijkheden. Dat is normaal wanneer een camera oneigenlijk gebruikt wordt in een diameter waarvoor hij eigenlijk niet geschikt is. De dwarsdoorsnede van de ruimte die visueel moet onderzocht worden is vaak een veelvoud van de toegangsbuisdiameter. Wanneer de toegang kleiner is dan 200 mm (wat een vrije doorgang betekent van ± 185 mm) of wanneer de toegang kleiner is dan 160 mm (wat een vrije doorgang betekent van ± 150 mm); heeft dat een aantal nadelige gevolgen. Een configuratie van de robotcamera voor een kleine buisdiameter maakt de camera onstabiel. Dit heeft te maken met het gewicht van de camera, de breedte van de wielas, de gewenste lenshoogte. Het middelpunt van de lens zal minder hoog kunnen worden gebracht omwille van de cameraconfiguratie en de verlichting zal in de meeste gevallen zwakker zijn bij het gebruik van een kleinere camerakop. Afhankelijk van de leidingdiameter bestaat de kans dat het middelpunt van de lens zich niet in de helft van de hoogte van de dwarsdoorsnede bevindt. Dat zorgt voor een minder gelijkmatige lichtverdeling en tevens voor een negatieve optische invloed voor wat betreft het meten en inschatten van toestandsaspecten.

Het is aangewezen om voor de toegang, buisdiameters te voorzien met een minimum van 250 mm. Zulke doorgang laat een cameraconfiguratie toe die beter geschikt is voor het inspecteren van grotere buizen/ruimten.

Een toegangsschouw is het meest aangewezen voor het uitvoeren van visueel onderzoek en voor het uitvoeren van periodiek onderhoud. Zulke schouw geeft toegang tot en met de bodem van de infiltratievoorziening en biedt meer mogelijkheden bij eventuele technische problemen die zich tijdens het visueel onderzoek of tijdens het periodiek onderhoud kunnen voordoen. Zulke configuratie zou als standaard worden verwacht om tijdens de levensduur alle noodzakelijke taken op een correcte manier te kunnen uitvoeren.

9.2. Vooronderzoek

- Om zeker te zijn dat de camera na het beëindigen van het onderzoek probleemloos kan terugkeren naar het beginpunt, dient de deskundige de risico's vóór aanvang van het onderzoek zeer goed in te schatten. Een voorwaarde om een visueel onderzoek uit te voeren is dat de camerawagen/toestel zonder bijkomend risico zich kan voortbewegen en na afloop probleemloos kan terugkeren. Indien dat niet mogelijk zou zijn, dan kan er gesteld worden dat de infiltratievoorziening niet visueel onderzocht kan worden.
- Het is niet altijd zo dat wanneer een infiltratie systeem als "visueel onderzoekbaar" wordt aangeboden, dat na aanleg het systeem nog steeds vlot toegankelijk is, bijvoorbeeld:
 - De buisdiameter naar het systeem kan te klein zijn om de camera vlot toegang te verschaffen.

- Door het gebruik van bochten kan de toegang onmogelijk gemaakt worden.
- Er kan een hoogteverschil aanwezig zijn tussen de inkomende buis en de bodem van de infiltratievoorziening, wat voor de toegankelijkheid van de robot of toestel een groot risico kan betekenen.
- Een goed plan dat o.a. alle gegevens bevat qua toegangsmogelijkheden is een grote meerwaarde voor de keuze van de geschikte cameraconfiguratie.
- Om de risico's tijdens een visueel onderzoek te beperken is het aangewezen om het systeem van een achteruitrijcamera te voorzien. De meeste moderne systemen hebben zulke camera ingebouwd, of deze kan achteraan aan de stekerverbinding worden geplaatst.
- Een infiltratievoorziening kan ingewikkeld zijn samengesteld, het is daarom essentieel dat tijdens het vooronderzoek een as-built plan ter beschikking gesteld wordt aan de deskundige visueel onderzoek. Het is niet de bedoeling dat hij zelf een plan maakt. Het as-builtplan dient ook alle gegevens te bevatten wat betreft de toegangsmogelijkheden. Hetgeen een grote meerwaarde is bij het maken van de juiste keuze van onderzoekstechniek en de configuratie van deze techniek.
- Een rechtstreekse toegang via een schouw (bv. bovenop een infiltratiebekken) geniet de voorkeur.
- Bijkomende verwachtingen van de klant toetsen met de mogelijkheden.
- De te verwachten waterhoogte in de infiltratievoorziening heeft een belangrijke invloed op het visueel onderzoek. Wanneer een zeer hoge waterstand wordt verwacht omwille van de huidige of recente weersomstandigheden is het raadzaam om het visueel onderzoek bij een lagere waterstand uit te voeren. De beheerder van de installatie kan hierbij nuttige informatie leveren om het visueel onderzoek beter in te plannen.

9.3. Inventarisatiegegevens

Omdat infiltratievoorzieningen zeer verscheiden zijn qua vorm en inhoud en toegangsmogelijkheden is het van groot belang dat er voldoende informatie beschikbaar is als referentie met betrekking tot het start- en eindpunt van het visueel onderzoek:

- Een éénduidig plan met unieke nummering van alle gangen en knooppunten zowel binnen als buiten de infiltratievoorziening maken een lokalisatie van de waarnemingen mogelijk. Ook de niet inspecteerbare gangen dienen op het plan aanwezig te zijn.
- Een logische planning van het onderzoek; zo dient gekend te zijn hoeveel passages er nodig zijn om alles in beeld te brengen.
- Foto's van de inplanting van het gesloten toegangspunt (deksel); in de richting van het noorden. Omgevingsfoto's die een goed overzicht geven over de inplanting van het systeem met al zijn toegangspunten, deze zouden kunnen genomen worden vanuit de lucht, door een drone bijvoorbeeld.
- Richting van het onderzoek aanduiden op plan/schets.
- Type en opbouw (lengte, breedte, hoogte).
- De diameter van de toegangsbuis, indien van toepassing.

9.4. Onderzoekstechniek

Infiltratievoorzieningen en hun randvoorzieningen (zoals o.a. voorfilters, debietbegrenzers, roosters, filterkorven, bezinkbakken, overloopconstructies) kunnen zeer verscheiden zijn qua geometrie en toegangsmogelijkheden. Het is van groot belang dat hierover voldoende informatie beschikbaar is.

De geometrie, de inplanting, de toegangsmogelijkheden van het te inspecteren onderdeel, maar ook de waterhoogte en veiligheid spelen een grote rol in de keuze van de onderzoekstechniek.

Zo kan het zijn dat voor een bepaalde infiltratievoorziening met al zijn randvoorzieningen, meerdere technieken dienen aangesproken te worden. De verschillende technieken zijn eerdere in dit dossier beschreven. Het gebruik van een bepaalde techniek, bijvoorbeeld een zoomcamera, kan voor bepaalde randvoorzieningen nuttig zijn.

10. Toelichting bij het gebruik van coderingen uit de norm

De coderingen die de norm ter beschikking stelt zijn ingedeeld in twee groepen, onderzoek van de leiding- of put. De eerste groep bestaat uit coderingen in verband met inventarisatie, de tweede groep uit coderingen in verband met het visueel onderzoek zelf, o.a. het vastleggen van toestandsaspecten. Het is evenwel belangrijk om te weten dat de coderingen met betrekking tot de toestandsaspecten van een leiding of een put enkel kunnen worden toegepast in een leiding of een put die het onderwerp is van een visueel onderzoek.

Voorbeelden:

- De deskundige staat op het punt om het onderzoek van de leiding af te sluiten, doch hij/zij merkt op dat er in de put een infiltratie zichtbaar is. Hij/zij mag de infiltratie in de put enkel ingeven als commentaar code BDB. De code BBF kan hier niet voor gebruikt worden omdat het een infiltratie in de put betreft.
- Tijdens een leidingonderzoek wordt een structureel- of afstromingsgebrek vastgesteld in een laterale leiding, dan is enkel code BAH mogelijk. Als de mogelijkheden onder karakteriseringsveld 1 het structureel of afstromingsprobleem niet beschrijft dient mogelijkheid "z" te worden gebruikt. In alle andere gevallen is code BDB van toepassing.
- Tijdens een putonderzoek gelden dezelfde regels. Als een structureel of een afstromingsprobleem wordt vastgesteld in een aansluitende leiding, dan is enkel code DAH mogelijk. Als de mogelijkheden onder karakteriseringsveld 1 het structureel of afstromingsprobleem niet beschrijft dient mogelijkheid "z" te worden gebruikt. In alle andere gevallen is code DDB van toepassing.

10.1. Onderzoek van de leiding

10.1.1. Doorlopende coderingen

Doorlopende coderingen worden aangeduid door gebruik te maken van de aanduiding bij het begin van de waarneming - A+ volgnummer (bv. A01); de openstaande codering wordt afgekondigd door B+ volgnummer (bv. B01).

A01 en B01 horen samen door hetzelfde volgnummer dat hieraan gekoppeld is; hierdoor kan de lengte van de waarneming worden aangeduid. Meerdere doorlopende coderingen kunnen tegelijk actief zijn met telkens een nieuw oplopend volgnummer. Het nummer is uniek binnen één en hetzelfde onderzoek van een streng. De software moet ook toelaten om meerdere doorlopende coderingen te registreren van eenzelfde waarnemingstype bv. axiale scheuren, aangehechte afzettingen, grondinloop, enz.. Doorlopende coderingen worden op het einde of bij het afbreken van het visueel onderzoek van de streng afgekondigd.

Opgelet:

Doorlopende coderingen kunnen ook gebruikt worden om waarnemingen aan te duiden die aan elke buisverbinding (A) opnieuw voorkomen (zolang de doorlopende code open staat) bv. BBF (infiltratie); BBB (aangehechte afzetting) op voorwaarde dat:

- De omvang van de waarneming hetzelfde is en zich op dezelfde klokstand bevindt.
- Als er zich een plaatselijk een grotere omvang voordoet kan deze individueel worden vastgelegd terwijl de kleinere omvang gewoon doorloopt.

Doorlopende coderingen mogen niet gebruikt worden voor het registreren van verplaatste verbindingen (BAJ).

Deze manier van registreren laat toe om het aantal coderingen in een rapport sterk te reduceren, waardoor het rapport én de latere beoordeling een stuk overzichtelijker wordt. Zo kan bij oude stelsels waar de strengen vaak samengesteld zijn uit buizen van 1 m lengte, het aantal coderingen sterk worden teruggebracht in geval van infiltraties, korstvorming, grondinloop, ... ter hoogte van de buisverbinding.

Afstand	Doorlopende code	Hoofdcode	Karakterisering		Kwantificering		Plaats op de omtrek		Verbinding	Fotoreferentie	Videoreferentie	Opmerkingen
			1	2	1	2	1	2				
0,0		BCD	A		P1	xyz					00:00:00	...
0,0	A01	BDD	A		5					1	00:00:45	
1,0	A02	BBB	A		5		7	5	A	2	00:01:30	...
1,0	A03	BBF	A				5	7	A	3	00:01:38	...
21,0	A04	BDD	A		5					7	00:15:30	Begin verzakking
21,0		BBF	B				4	8	A	4	00:16:09	
21,0		BBB	A		18		8	4	A	5	00:17:21	...
21,0		BAJ	C		1.6		6		A	6	00:19:25	
26,0		BAJ	C		1,4		12			8	00:20:35	
26,0	B04	BDD	A		15						00:20:58	Einde verzakking
26,0	A05	BDD	A		15					9	00:21:34	Begin tegenhelling
31,0		BAJ	C		1,4		6			11	00:25:30	
31,0	B05	BDD	A		5						00:27:08	Einde tegenhelling
41,0	B02	BBB	A		5		7	5	A		00:32:20	...
41,0	B02	BBF	A				7	5	A		00:32:37	...
50,0	B01	BDD	A		5						00:37:30	
50,0		BDB								12	00:37:35	Zandophoping in put
50,0		BCE	A		P2	xyz				13	00:38:00	...

Tabel 3: Onderzoeksgegevens van een leiding

Toelichting bovenstaande tabel:

1. Een leiding van 50 m lengte werd volledig in de richting van de vloeistofstroom geïnspecteerd (BCD + BCE).
2. Vanaf het begin van de leiding is een waterstand (BDD) van 5 % zichtbaar die zich uitstrekt over de volledige leidinglengte (zie A01 → B01).
3. Er is een verzakking in het lengteprofiel, de waterstand (BDD) verhoogt geleidelijk met 10 % tot 15 % vanaf 21,0 m tot 26,0 m (zie A04 → B04).
4. De tegenhelling begint op het diepste punt van de verzakking, de waterstand verlaagt geleidelijk met 10% tot 5% van 26,0m tot 31,0m (A05 → B05).
5. Zowel de verzakking als de tegenhelling is af te leiden uit de verhoogde waterstand, maar ook zonder dat een waterstand zou aanwezig zijn zou de verzakking en tegenhelling af te leiden zijn uit de verplaatste verbindingen in de vorm van hoekverdraaiingen met klokstand 6 en 12 (op 21m, 26m en 31m)
6. Vanaf 1 m tot en met 41,0 m werd bij elke voegverbinding³¹ tussen klokstand 5 → 7 een korstvorming (BBB) met een buisdoorsnede-vermindering van 5 % vastgesteld (zie A02 → B02).
7. Vanaf 1 m tot en met 41,0 m werd bij elke voegverbinding¹ tussen klokstand 5 → 7 een infiltratie vastgesteld (BBF)
8. Er valt op te merken dat plaatselijk, bij de voeg¹ op 21 m, zich een korstvorming (BBB) bevindt die omvangrijker is dan de doorlopende (zie punt 5); buisdoorsnede-vermindering van 18 %, (klokstand 4 → 8).
9. Tenslotte is er een zandophoping in de eindput vastgesteld. Deze waarneming hoort niet bij het leidingonderzoek (omdat deze zich in de put bevindt). Code BBC (bezoken afzetting) kan hier niet worden gebruikt; de deskundige kan een commentaarcode toevoegen waarin hij dit meldt. Belangrijk om weten is dat ook DBC niet kan gebruikt worden gezien het om een leidingonderzoek handelt en de "D" coderingen niet van toepassing zijn.

10.1.2. Waarnemingen bij een verbinding

Een verbinding is de plaats waar twee aangrenzende leidingdelen in de lengterichting met elkaar zijn verbonden.

Waarnemingen bij een verbinding worden aangeduid in het gelijknamige vak door gebruik te maken van de letter "A".

Het is belangrijk een onderscheid te kunnen maken tussen waarnemingen die aan een verbinding waargenomen werden; o.a. om achteraf een geschikte herstellingstechniek te kiezen.

Een aantal coderingen zijn altijd gelinkt aan een verbinding. Enkele voorbeelden zijn:

- BAJ (Verplaatste verbinding: A (Axiaal), B (Radiaal), C (Hoekverdraaiing)).
- BAI (inhangend afdichtingsmateriaal).

31 De "A" in de kolom verbinding duidt aan dat de waarneming zich ter hoogte van de voeg bevindt.

Een aantal coderingen kunnen mogelijks vastgesteld worden aan een verbinding. Enkele voorbeelden zijn:

- BAG (instekende inlaat).
- BAH (defecte aansluiting).
- BAL (defecte reparatie).
- BAO (grond zichtbaar door defect).
- BAP (holle ruimte zichtbaar door defect).
- BBA (wortels).
- BBB (aangehechte afzetting).
- BBD (zand- grondinloop).
- BBE (andere obstakels).
- BBF (infiltratie).
- BBG (exfiltratie).
- BBH (ongedierte).
- BCA (inlaat).

10.1.3. Klokstanden

Het aantal klokstanden is afhankelijk van de desbetreffende codering. De klokstand maakt het mogelijk om een punt, een lijn of in combinatie met een doorlopende codering een oppervlak te beschrijven.

Als een toestandsaspect over de volledige omtrek aanwezig is, wordt gebruik gemaakt van twee dezelfde klokstanden bv. 03-03 waarbij op te merken valt dat het toestandsaspect het meest uitgesproken is op klokstand 03.

10.1.4. Begin- en einde onderzoek

Een leidingonderzoek begint met code BCD (informatie over het beginknooppunt) en eindigt wanneer het eindpunt wordt bereikt met de code BCE (informatie over het eindknooppunt). In alle andere gevallen wordt het onderzoek afgebroken met de code BDC (onderzoek afgebroken).

10.1.5. Afgebroken onderzoeken:

Wanneer het beoogde eindknooppunt bij het einde van een visueel onderzoek niet werd bereikt, dan wordt het onderzoek beëindigd met de code BDC (onderzoek afgebroken). Deze code wordt steeds voorafgegaan door een code waarin de reden van de afbreuk verklaard werd. Bijvoorbeeld: een instekende inlaat belemmert de doorgang waardoor het onderzoek dient te worden afgebroken:

- Eerst wordt (in dit geval) de instekende inlaat geregistreerd (BCA; BAG; eventueel BAH; BDE).
- Vervolgens wordt het onderzoek afgebroken met code BDC met als karakteriseringsveld "A" (belemmering).

Het is vanzelfsprekend dat vaststellingen die eerder werden ingegeven (bv. een instekende inlaat daar waar het onderzoek werd afgebroken), niet meer worden ingegeven bij het einde van het tweede deel van het strengonderzoek die in tegenrichting zal worden uitgevoerd.

Belangrijk: Vanaf het gebruik van de versie NBN EN 13508-2+A1 (NBN, 2011) werd er vastgelegd dat een afgebroken onderzoek nooit met éénzelfde set van inventarisatiegegevens wordt aangevat in tegengestelde richting. De reden hiervoor is dat de initiële inventarisatiegegevens niet meer overeenkomstig zijn met de omstandigheden waarin het tweede deel van het onderzoek werd uitgevoerd. Bijvoorbeeld: een niet gereinigde leiding wordt visueel onderzocht tijdens een regenbui. Door de aanwezigheid van 25% bezonken afzetting en een waterhoogte van 35%, wordt het onderzoek echter afgebroken. Vervolgens wordt de leiding gereinigd en een week later, op een zonnige dag, wordt het onderzoek verdergezet vanaf de eindput. Hierbij valt op te merken dat de initiële inventarisatie gegevens niet overeenkomstig zijn met de toestand waarin het tweede deel van het onderzoek werd uitgevoerd (de leiding is nu gereinigd en uit de inlaten stroomt geen hemelwater meer). Voorbeelden van inventarisatie die al dan niet gewijzigd kunnen zijn:

- ABF: de datum van het onderzoek.
- ABG: het tijdstip van het onderzoek.
- ABH: (eventueel) de deskundige visueel onderzoek.
- ADA: (eventueel) neerslag.
- ADB: (eventueel) temperatuur.
- ADC: (eventueel) maatregelen om de vloeistofstroom te beperken.
- ACM: reiniging.

Bij de invoering van de norm versie 2011, werd het uitwisselingsformaat BEFDSS aangepast. Sindsdien zijn de inventarisatiegegevens gekoppeld aan een visueel onderzoek i.p.v. aan één welbepaalde streng. Bijgevolg is het mogelijk om in geval van deelonderzoeken³² meerdere onderzoeken van één bepaalde streng aan te maken met een nieuwe set van inventarisatiegegevens. Een leiding kan op deze manier meerdere keren geïnspecteerd worden zonder afbreuk te doen aan de verscheidenheid van omstandigheden waarin de verschillende onderzoeken hebben plaatsgevonden.

De zogenaamde “tegeninspecties” zijn niet meer nodig. Toestandsaspecten die door het reinigen zichtbaar geworden zijn dienen bij het eventueel hervatten van het visueel onderzoek te worden geregistreerd.

10.1.6. Inlaten

10.1.6.1. Algemeen

Om een rapport gestructureerd en eenduidig samen te stellen alsook leesbaarder te maken voor de klant, is het wenselijk dat de deskundigen visueel rioolonderzoek eenzelfde algemene systematiek aanhouden. Eerst worden de inlaten geïnventariseerd BCA (type aansluiting) en daarna eventueel bijkomende toestandsaspecten zoals: BAH (defecte aansluiting); BAG (instekende aansluiting) en BDE

³² Een deelonderzoek kan een visueel onderzoek zijn dat afgebroken werd omwille één van volgende redenen afstromingstoestand de structurele toestand, de waterstand, mistvorming of bij technische problemen van de apparatuur

(vloeistofstroom in binnenkomende buis) te registreren. Op deze manier worden alle toestandsaspecten geregistreerd en ontstaat er een eenvormigheid tussen de verschillende deskundigen, zowel intern als extern binnen de labo's en bedrijven. Dat komt de leesbaarheid van de verschillende rapporten ten goede. Belangrijk is dat bepaalde toestandsaspecten die zichtbaar zijn in inlaten³³ niet als dusdanig met de coderingen van de leiding kunnen worden geregistreerd. Zo kan bijvoorbeeld een barst of een breuk in een inlaat niet met een code BAB of BAC worden geregistreerd. Voor defecten aan inlaten is enkel de code BAH (defecte aansluiting) ter beschikking.

Het registreren van een inlaat bij gebruik dient als volgt te gebeuren:

De toestandsaspecten en metingen van een inlaat dienen als volgt te worden geregistreerd:

- Er wordt gestopt ter hoogte van het middelpunt van de inlaat. De omtrek rond de inlaat (bv. rubber tussen geboord gat en het hulpstuk) wordt voldoende in beeld gebracht.
- Vervolgens wordt er gekeken of de inlaat open of dicht is.
- Na het uitzetten van het automatisch oprolmechanisme³⁴, wordt de camerawagen/toestel naar achter verplaatst en dit zover tot de inlaat in zijn volledigheid in beeld is. Vervolgens wordt er een foto genomen.
- Als de inlaat instekend is, dient zó ver achteruitgereden te worden dat een meting van het percentage insteek mogelijk is. De dwarsdoorsnede van de leiding moet volledig te zien zijn ter hoogte van de inlaat.

Bij gebruik van 3-D technieken en /of andere technieken (bv. laserscan) kan de werkwijze verschillen.



Foto 68 (Bron BRRC) Inlaat met zadelhulpstuk BCA-B



Foto 69 (Bron BRRC) Gebeitelde inlaat BCA-E

Detailgegevens in tabelvorm met als voorbeeld “instekende gebeitelde open inlaat”:

³³ Laterale leidingen

³⁴ Indien dit mechanisme aanwezig is, anders dient de afstand waar de inlaat zich bevindt op een andere manier behouden te blijven tijdens het nemen van een foto vanuit een andere positie in de lengterichting.

Axiale plaats	Continu defecte code	Hoofdcode	Karakterisering		Kwantificering		Plaats op de omtrek		Verbinding	Fotoref.	Videoref.	Opmerkingen
			1	2	1	2	1	2				
16,5		BCA	E	A	100		9				00:12:20	
16,5		BAG			50		9				00:12:20	

Tabel 4: Codering van een instekende inlaat in een leiding

10.1.6.2. Inventarisatie

- Inlaten worden eerst geïnventariseerd aan de hand van code BCA (type aansluiting).
- Indien een inlaat een gebrek vertoont dient eerst de inlaat te worden geregistreerd en daarna pas het gebrek.
- Als er water in de leiding stroomt via de inlaat op het ogenblik van het onderzoek, dient ook code BDE (vloeistofstroom in de aangesloten buis) te worden geregistreerd.
- Wanneer een inlaat als “afgesloten” wordt geregistreerd wijst dit op een “wachtinlaat” (dus geen deels of volledig verstopte inlaat).

10.1.6.3. Type inlaat

- Prefab inlaat:
 - Het gat van de inlaat is in de fabriek gerealiseerd, en meestal is er een aansluitstuk met dichting ingewerkt.
 - Een in de fabriek gemaakt kort buisstuk is voorzien van een afgewerkte inlaat en wordt tussen de buisdelen geplaatst.
- Zadelaansluiting geboord:
 - Meest voorkomende aansluiting, gerealiseerd met een boor. Het aansluitstuk is voorzien van een rubberafdichting voor de realisatie van een waterdichte aansluiting.
 - Opgelet:
 - Afhankelijk van het buistype dient het zadelstuk aangepast te zijn aan de wanddikte van de hoofdbuis, anders kan bijvoorbeeld de insteek van het zadelstuk te groot zijn.
 - Sommige zadelstukken zijn aangepast aan de radius van de hoofdbuis. Hierbij is het belangrijk dat de zadelstukken met de ronding in de juiste richting worden geplaatst. Een foutieve plaatsing dient met code BAH-A “de positie van de inlaat is niet correct” te worden geregistreerd.
- Vlakke aansluiting geboord:

- Aansluiting gerealiseerd met een boor zonder gebruik te maken van een speciaal hulpstuk.
- Wegens de afwezigheid van een hulpstuk (met stootrand en rubberdichting) kan de laterale leiding niet ver genoeg of te ver insteken.
- Vlakke aansluiting gebeiteld:
 - Destijds (vóór 1990) veel voorkomende aansluiting, gerealiseerd met een beitel (gekarteld gat).
 - Wegens de afwezigheid van een hulpstuk (met stootrand en rubberdichting) kan de laterale leiding niet ver genoeg of te ver insteken.
 - Als er een opening is ontstaan tussen de omtrek van de aansluitende buis en de hoofdbuis dient men bijkomend code BAH(C) te registreren.

10.1.6.4. Andere toestandsaspecten voor inlaten

- Obstakels zoals stenen of wortels etc. in inlaten kunnen enkel geregistreerd worden door gebruik te maken van de code BAH (defecte inlaat) met als keuze “E” de aansluitende buis is geblokkeerd.
- In geval dat zich meerdere toestandsaspecten aan één en dezelfde inlaat voordoen dient de BAH-code steeds te worden herhaald om deze toestandsaspecten te beschrijven.
- De aslijn van de inlaat zou haaks moeten staan op de aslijn van de hoofdbuis, en zou zich tussen klokstand 10 en 2 moeten bevinden op de dwarsdoorsnede van de hoofdbuis.
- BAG instekende inlaat, hierbij wordt het % insteek geregistreerd t.o.v. de hoogte van de dwarsdoorsnede.

10.1.7. Code BAN “Poreuze buis”

De code BAN betekent volgens de norm “Het buismateriaal wordt als poreus beschouwd”. Dit betekent in de praktijk dat de deskundige op het ogenblik van het visueel onderzoek zichtbare infiltratie kan vaststellen door een oppervlakteschade. Het gebruik van deze code is vaak op veronderstellingen gebaseerd. De gouden regel voor een deskundige visueel onderzoek is enkel te registreren wat op het ogenblik van het visueel onderzoek zichtbaar is:

- Vaak gaat een infiltratie door de buiswand gepaard met kalkafzetting, en is het lek nog amper aanwezig. Dat maakt de registratie moeilijker. Ook het correct vastleggen van de ernstgraad van het gebrek is moeilijk samen te vatten in de code BAN gezien het feit dat enkel de klokstand en de afstand worden geregistreerd.
- Om een correcte en duidelijke registratie mogelijk te maken wordt het gebruik van de code BAN sterk afgeraden.

Een correcte registratie die in alle gevallen kan worden toegepast is mogelijk door een opsplitsing te maken van hetgeen werkelijk zichtbaar is. Deze coderingen kunnen zowel afzonderlijk als gecombineerd voorkomen:

- Zichtbare infiltratie (BBF).

- Kalk- of ijzeroxideafzetting: (BBB) aangehechte afzetting – bv. korstvorming.
- (BAF) oppervlakteschade – bv. ontbrekende toeslagstoffen.

Meer info: *Gedetailleerde toelichting over kalkafzetting in betonbuizen zie document “STC1CTS1/42/03” (Probeton, 2023). Het document is informatief beschikbaar gesteld als bijlage VI.*

10.1.8.Code BBF (Infiltratie) en BBG (Exfiltratie)

Infiltratie betekent volgens de norm dat water ongewenst het riool binnentreedt. Bij exfiltratie daarentegen treedt het water ongewenst vanuit het riool naar buiten. Deze twee gevallen kunnen zich o.a. voordoen door een defect, door een aantasting, door de wand of door een voegverbinding. Het spreekt voor zich dat deze codering niet kan worden gebruikt voor het aanduiden van infiltraties of exfiltraties die zich voordoen tijdens de normale werking van een infiltratie voorziening.

Infiltraties kunnen in verschillende gradaties voorkomen, van zwetend tot inspuited onder druk. Het is zeer belangrijk dat ongeacht de plaats waar de infiltratie plaatsvindt, de ernst visueel correct wordt ingeschat. Om een correcte inschatting te kunnen maken, moet er voldoende tijd (minstens een paar dagen) zijn tussen het reinigen van de buis en het visueel onderzoek. Als dit onmogelijk zou zijn door praktische redenen, kunnen zwetende en ook druppelende infiltraties (afhankelijk van de tijd tussen reinigen en visueel onderzoek) moeilijk worden vastgesteld.

Toelichting bij de verschillende mogelijkheden die kunnen voorkomen:

- **Zwetend:** de buis vertoont een vochtige plek of een vochtige zone, terwijl dat in andere zones niet het geval is. Zoals hierboven reeds werd aangehaald kan deze vaststelling enkel plaatsvinden onder de juiste omstandigheden. Bij de controle van een oplevering is het wenselijk dat deze omstandigheden worden gerespecteerd. Zwetende infiltraties geven nooit watersporen die een baan (geringe hoeveelheid aflopend water) vormen tot in het stroomprofiel van de buis of via de buisverbinding.
- **Druppelend:** vallende druppels kunnen enkel worden vastgesteld in een relatief klein segment van de leiding namelijk tussen klokstand 10h en 2h. Voor het overgrote deel van de infiltraties via de voegverbinding of via het overige segment van de leiding tussen klokstand 2 en 10 dient de deskundige oog te hebben voor de hoeveelheid water die gevormd wordt door het lek. Dit vraagt voldoende aandacht en inschattingsvermogen van de deskundige visueel onderzoek. Wanneer er een hoeveelheid water wordt gevormd dat met interval langs de buiswand of buisverbinding naar beneden loopt (in kleine hoeveelheden) dan wordt dit aanzien als een druppelende infiltratie. Als het water dat binnendringt kalkhoudend is, dan vormen er zich ook sporen van beginnende kalkafzetting ter hoogte van het lek. Druppelende infiltraties geven (afhankelijk van de plaats van het lek) watersporen die een baan (geringe hoeveelheid aflopend water) op de wand vormen om zo in het stroomprofiel van de buis terecht te komen. De buiswand is nat en vertoont een waterfilm die sterk reflecteert wanneer de verlichting hierop wordt gericht. Druppelende infiltraties zijn moeilijker zichtbaar in de voegverbinding, inzoomen en even statisch observeren kan uitsluitsel geven. De deskundige visueel onderzoek dient voldoende tijd te nemen om met de nodige aandacht de infiltraties correct te kunnen vaststellen.

- Inspuitende infiltratie: een continue waterstroom die via een buisverbinding of via de wand naar binnen stroomt.
- Inspuitend onder druk: de continue waterstroom is zo groot dat hierdoor afhankelijk van de plaats van instroom een waterstraal is ontstaan. Als de plaats van instroom zich onder het wateroppervlak bevindt, kan deze goed zichtbaar zijn hoewel er zich geen zichtbare waterstraal vormt.

10.1.9. Binnen-buisdiameter

Sommige meetsystemen kunnen de binnendiameter van de buis/leiding (di) kan, opmeten.

De binnen-buisdiameter is een cruciaal gegeven voor de berekening van een aantal belangrijke gegevens zoals: deformaties, hoekverdraaiingen, axiale verplaatsingen, meten van toestandsaspecten op de wand (bv. scheuren, inlaten). Het is zeer belangrijk dat de correcte binnendiameter wordt geregistreerd vóór aanvang van een visueel onderzoek. Als dat niet het geval is, dan zijn de berekende waarden voor hoger vernoemde toestandsaspecten verkeerd. Hierdoor zou, na een controle van een oplevering, wanneer de berekende waarden worden vergeleken met de toleranties die de fabrikant oplegt volgens zijn product, in sommige gevallen een leiding onterecht niet aanvaard worden of omgekeerd.

Sommige buismaterialen zoals gres en beton geven de binnendiameter aan in hun technische fiches en worden ook zo op de plannen weergegeven. Zo heeft een buis van diameter 500 mm ook een binnendiameter van 500 mm (rekening houdend met de toleranties die tijdens de productie mogen worden gehanteerd).

Thermoplastische materialen daarentegen hebben een gestandaardiseerde buitendiameter. Hierdoor kunnen ze ongeacht de materiaalgroep binnen de thermoplasten en wanddikte waterdicht op elkaar worden aangesloten. De binnendiameter dient afgeleid te worden aan de hand van de SN-Klasse. Let op: er zijn uitzonderingen, bij de minste twijfel dient de technische fiche van de buizen opgevraagd te worden aan de aannemer.

Een goede hulp om de correcte binnendiameter te kiezen in functie van de thermoplastische materiaalsoort is het document "PVC rioleringsbuizen volgens NBN EN 1401-1 (NBN, 2019+2023) en Polypropyleen rioleringsbuizen volgens NBN EN 1852-1+A1 (NBN, 2018+2022) - Binnendiameter per SN-klasse (DN/ID)". Zie Bijlage V".

10.1.10. Wijzigen van de leidingdiameter tijdens het visueel onderzoek

Code AEC laat toe om wijzigingen van diameter en vorm te registreren tijdens de voortgang van het visueel onderzoek. Systeemafhankelijk zijn metingen mogelijk in verschillende diameters. Sommige systemen zullen voor het berekenen van waarden die gebaseerd zijn op de nieuwe diameter nog steeds de waarde gebruiken die in de initiële inventarisatiecode AEC werd ingegeven. Dit probleem (fout in de software) kan tijdelijk worden opgevangen door bij een diameterwijziging ook code AEC te voorzien van de gewijzigde diameter. Deze waarde dient na het beëindigen van het onderzoek van de streng weer aangepast te worden.

Er dient te worden nagegaan hoe het systeem hiermee omgaat alvorens de (berekende) gemeten waarde te gebruiken.

Opgelet: wanneer omwille van een foute initiële binnendiameter, de diameter van de leiding wordt aangepast, dient men er zich van te vergewissen dat de metingen die werden uitgevoerd gebaseerd zijn op deze foute diameter en bijgevolg ook fout zijn (zie vorig punt). Het gevolg hiervan is dat de inspectie van de desbetreffende leiding dient te worden overgedaan.

10.2. Visueel onderzoek van laterale leidingen

Laterale aansluitingen behoren, met inbegrip van het aansluitputje, dat zich meestal op de rooilijn bevindt, tot het openbaar rioolstelsel. Bij een opleveringsinspectie van een nieuw stelsel worden deze laterale leidingen in principe mee geïnspecteerd. Er is vaak verwarring rond het feit welke visuele onderzoekstechniek voor zulke opleveringsinspectie dient te worden gebruikt. De norm voorziet een inspectie vanuit het hoofdriool tot aan het aansluitputje, ook wel satellietinspectie genoemd (zie volgend punt 10.2.2). Enkel zo kan worden nagegaan of het lateraal stelsel uitgevoerd is zoals voorzien. De norm voorziet om de hoofdleiding, samen met de laterale leidingen van knopen te voorzien. De knopen van de laterale leiding zijn gelinkt met de hoofdleiding. Op deze manier kan alles geïntegreerd worden in een GIS-systeem.

Een opleveringsinspectie van een laterale leiding heeft dezelfde kwaliteit als een oplevering van de hoofdleiding. Er zijn echter een aantal aandachtspunten:

- Er moet worden getracht om de camerakop in het midden van de dwarsdoorsnede van de leiding te positioneren. Dit kan door gebruik te maken van hulpstukken die rond of net achter de camerakop worden geplaatst. Ook hier is het zo dat er een gezichtsbedrog optreedt tussen beelden genomen vlak bij de wand en 180° daar tegenover. Metingen van de omvang van het toestandsaspect wordt hierdoor bemoeilijkt of onmogelijk.
- De afstandsmeting die mee wordt geregistreerd dient overeen te stemmen met de werkelijke afstand, gerekend vanaf het beginpunt (ABC A of B)
- Een correcte en volledige ingave van de voorziene inventarisatiegegevens is ook hier noodzakelijk.
- Het meten van de helling is bij de meeste systemen niet mogelijk. Zichtbare onregelmatigheden in het lengteprofiel dienen te worden geregistreerd. Deze zijn vaak af te leiden door waterstagnatie in de leiding. Belangrijke tegenhellingen worden geregistreerd aan de hand van twee doorlopende waterstanden zie punt 7.2.5.
- Het correct meten van verplaatste verbindingen is omwille van het feit dat het middelpunt van de cameraleens zich niet in het middelpunt van de dwarsdoorsnede van de leiding bevindt. Indien de camerakop is uitgerust met referentielasers is dat bij correct gebruik een voordeel.

Opgelet: Bij de opleveringen van nieuwe aanleg van laterale leidingen (huisaansluitingen) is het door technische mogelijkheden van de camerakop in de meeste gevallen niet mogelijk om alle voorziene metingen uit te voeren. Er kan dan gebruik gemaakt worden van het uitwisselingsformaat BEDFSS_DP-nvm (zie bijlage I). Belangrijk hierbij is dat het labo duidelijk dient aan te geven welke metingen met welke precisie worden aangeleverd.

10.2.1. Visueel onderzoek met duwcamera

Bij een opleveringsonderzoek van laterale leidingen worden de gegevens en de beelden op eenzelfde manier aangeleverd als bij de oplevering van de hoofdleiding. Opleveringsonderzoeken die worden uitgevoerd met een duwcamera vanuit het huisaansluitputje richting hoofdriool geven niet hetzelfde resultaat en kunnen zeer moeilijk gelinkt worden aan het knooppunt met de hoofdleiding.

Een duwcamera-systeem dient aan volgende criteria te voldoen:

- De beeldkwaliteit dient overeen te stemmen met de eisen zoals deze zijn vastgelegd voor een visueel onderzoek van de hoofdleiding (resolutie en kleurenpalet)
- De camerakop is van het type pan-tilt en kan ten minste in een hoek van 90° ten opzichte van de buiswand kijken.
- De verlichting is regelbaar
- De camera beschikt zowel over manuele als autofocus instellingen

Volgende punten bieden een meerwaarde maar zijn vandaag nog geen standaardvoorzieningen:

- Laser referentiepunten bieden de mogelijkheid om metingen op de buiswand uit te voeren. Dit is ook het geval wanneer het middelpunt van de cameralens zich niet in de as van de leiding bevindt.
- Roterende afstandslasers kunnen de diameter bepalen en eventuele deformaties van de leiding vaststellen.
- Hulpstukken die rond de camerabody worden gemonteerd kunnen ervoor zorgen dat het middelpunt van de cameralens, overeenstemt met de axiale-aslijn van de leiding.

Het labo/bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert dient vooraf kenbaar te maken welke toestandsaspecten zullen gemeten worden en wat de precisie is van deze metingen indien ze niet voldoen aan Tabel 7 “toegestane afwijkingen” (zie punt 11.4). Het BEFDSS-DP (nvm) formaat laat een uitwisseling van de toestandsaspecten toe. (Zie bijlage I).

10.2.2. Visueel onderzoek met satellietcamera

Een satellietcamera is een camerakop die op het uiteinde van een stijve kabel (meestal glasvezelversterkt) is bevestigd. Een voortbewegende robot brengt de camerakop met kabel naar de inlaat (vanaf waar de laterale leiding visueel zal worden onderzocht). Het geheel is met twee aparte kabels verbonden met de installatie in het voertuig. Eén kabel voor de robot in de hoofdleiding en één stijve kabel (die o.a. de beelden van het lateraal onderzoek transporteert naar de mobiele studio) die verbonden is met de camerakop die in de laterale leiding wordt geduwd door een aandrijfsysteem dat op de robot in de hoofdleiding gemonteerd is. De robot (die zich in de hoofdleiding bevindt) is uitgerust met een camera die twee taken zal uitvoeren. Enerzijds verzekeren dat de camerakop (satelliet) die het lateraal onderzoek zal uitvoeren correct voor de inlaat wordt gebracht van waar het visueel onderzoek zal starten. Anderzijds monitoren of de camerakop (satelliet) vlot en zonder risico in de laterale leiding wordt ingebracht (idem bij het terugtrekken van de camerakop). Een aandrijfsysteem (meerdere aangedreven zachte voedingsrollen) dat op de robot in de hoofdleiding gemonteerd is zorgt voor de duwkracht op de stijve kabel. De duwkracht is nodig voor het voortbewegen van de camerakop in de laterale leiding. Wegens mogelijks sterke verschillen tussen diameters van de hoofdleiding, dus ook de afstand tussen de robot in de hoofdleiding en inlaat, wordt de robot in de hoofdleiding voorzien van een aangepast hulpstuk (meestal in kunststof). De camerakop wordt via door dit hulpstuk tot vlak onder de te onderzoeken laterale leiding gebracht en vervolgens kan het visueel onderzoek van de laterale leiding worden aangevat.

De afstandsteller wordt op nul gezet en het visueel onderzoek van de eerste aftakking kan beginnen. De deskundige visueel onderzoek kan de camerabeelden van beide camera's bekijken. De camera op de robot in de hoofdleiding zorgt ervoor dat de deskundige een goed zicht heeft op de inlaat waar de kabel van de satellietcamera naar binnen wordt geduwd. Zo kan hij zien of alles goed verloopt. De meest moderne systemen maken het mogelijk om vanaf de eerste laterale leiding, een tweede leiding visueel te onderzoeken die afgetakt is op de eerste (zie schematische voorstellingen hierna). Er zijn verschillende merkafhankelijke hulpmiddelen om de camera gemakkelijk in een "aftakking van een aftakking" te krijgen. Zo kan op de camerakop een soort richtbare stang gemonteerd worden. Andere systemen maken gebruik van een richtbare hals die over de kabel, net achter de camerakop wordt gemonteerd. Beide hulpmiddelen kunnen door de operator van het systeem worden bediend. De camerakop is beweegbaar (pan & tilt). Als de camerakop van referentielasers is voorzien zijn metingen van schades op de buiswand mogelijk. Als dat niet het geval is, dan kan enkel een schatting van de omvang van het toestandaspect worden uitgevoerd. Het labo/bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert dient vooraf kenbaar te maken welke toestandaspecten zullen gemeten worden en wat de precisie is van deze metingen indien ze niet voldoen aan Tabel 7 "toegestane afwijkingen" (zie punt 11.4). Het BEFDSS-DP (nvm) formaat laat een uitwisseling van voornoemde toestandaspecten toe. (Zie bijlage I).

Sommige camerakoppen zijn uitgerust met een gyroscoop, de richting die de camerakop volgt wordt samen met de afstand geregistreerd. Zo kan na afloop een 3-D tekening van de laterale leidingen worden gegenereerd.

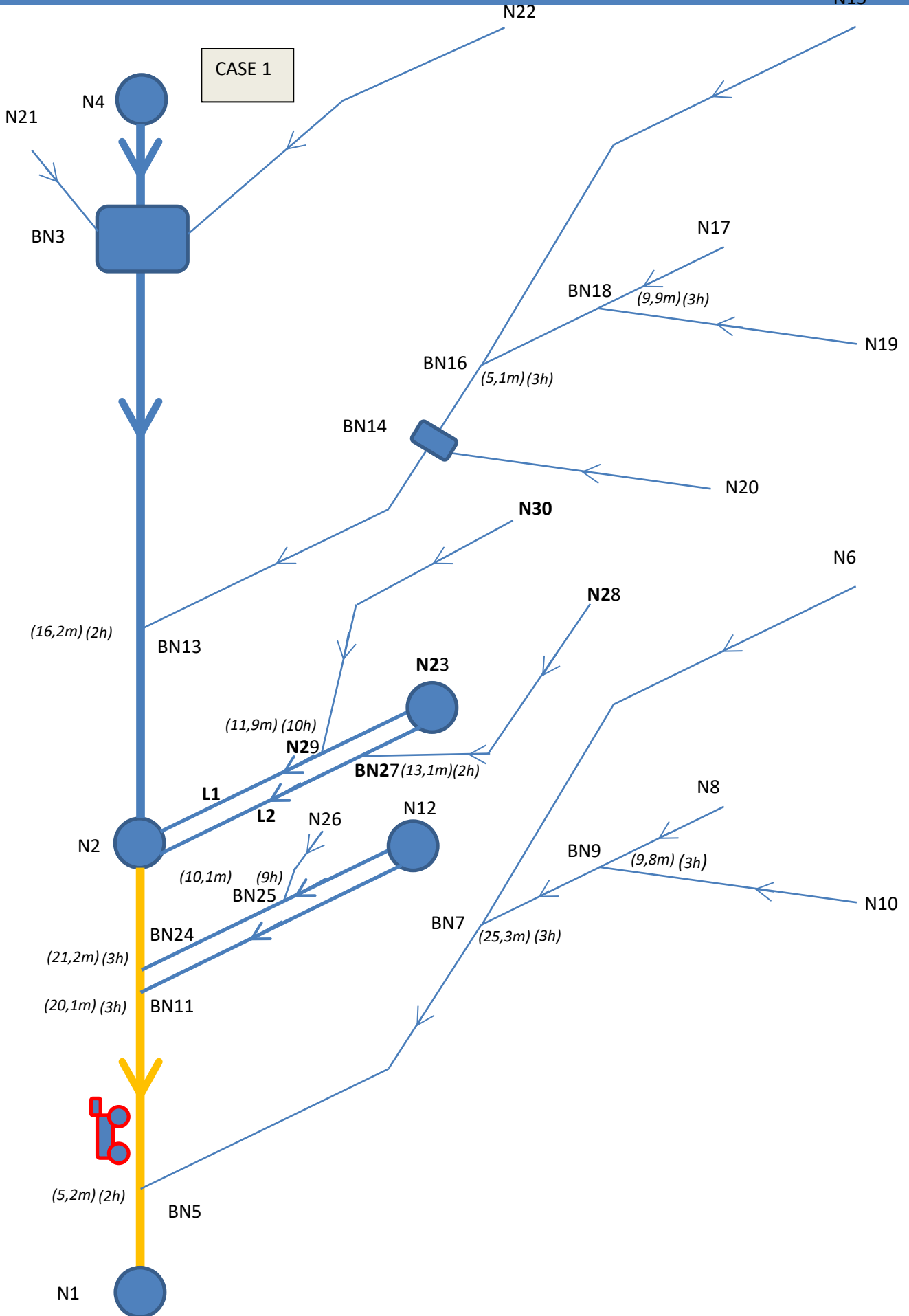
Een onderzoek van een laterale leiding met satellietcamera gebeurt vanuit de hoofdleiding. Opgelet: met de hoofdleiding wordt niet altijd die leiding bedoeld waar de robotwagen staat van waaruit de satellietcamera in een laterale leiding werd gebracht. Het onderzoek kan immers starten vanuit een aftakking die aftakt op de leiding waar de camerawagen/toestel met satellietconstructie opgesteld staat. Voor meer duidelijkheid over de mogelijkheden die voorzien zijn voor de registraties van aftakkingen op aftakkingen, kan u de schema's bekijken die hierna zijn weergegeven. Na elk schema is in een tabel weergegeven welke coderingen dienen te worden aangegeven om alles in kaart te brengen.



Foto 70 (Bron_IPEK) ROVION-SAT-II



Foto 71 (Bron RAUSCH) PKM 200



AAA	AAZ	AAB	AAC	AAD	AAE	AAF	AAG	AAH	AAI	AAK	AAT	AAU	AAV
N1-N2	-	-	-	N1	xyz	N2	xyz	-	-	B	-	-	-
N2-BN3	-	-	-	N2	xyz	BN-3	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N4	-	-	-	BN3	xyz	N4	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N21		-	-	BN3	xyz	N21	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N22		-	-	BN3	xyz	N22	xyz	-	-	B	-	-	-
BN5-N6	N1-N2	N1	xyz	BN5	xyz	N6	xyz	5,2m	2h	B	N2	xyz	A
BN7-N8	BN5-N6	BN5	xyz	BN7	xyz	N8	xyz	25,3m	3h	B	N6	xyz	A
BN9-N10	BN7-N8	BN7	xyz	BN9	xyz	N10	xyz	9,8m	3h	B	N8	xyz	A
BN11-N12	N1-N2	N1	xyz	BN11	xyz	N12	xyz	20,1m	3h	B	N2	xyz	A
BN24-N12	N1-N2	N1	xyz	BN24	xyz	N12	xyz	21,2m	3h	B	N2	xyz	A
BN25-N26	BN24-N12	BN24	xyz	BN25	xyz	N26	xyz	10,1m	9h	B	N12	xyz	A
L1	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN29-N30	L1	N2	xyz	BN29	xyz	N30	xyz	11,9m	10h	B	N23	xyz	A
L2	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN27-N28	L2	N2		BN27	xyz	N28	xyz	13,1m	2h	B	N23	xyz	A
BN13-BN14	N2-BN3	N2	xyz	BN13	xyz	BN14	xyz	16,2m	2h	B	BN3	xyz	A

BN14-N20	-	-	-	BN14	xyz	N20	xyz	-	-	B	-	-	-
BN14-N15	-	-	-	BN14	xyz	N15	xyz	-	-	B	-	-	-
BN16-N17	BN14-N15	BN14	xyz	BN16	xyz	N17	xyz	5,1m	3h	B	N15	xyz	A
BN18-N19	BN16-N17	BN16	xyz	BN18	xyz	N19	xyz	9,9m	3h	B	N17	xyz	A

AAA = te onderzoeken leiding

AAF = knoop 2 (het onderzoek wordt beëindigd t.h.v. deze knoop)

AAD = knoop 1 (het onderzoek start t.h.v. deze knoop)

AAG = knooppuntcoördinaat knooppunt 2

AAE = knooppuntcoördinaat knooppunt 1

AAK = de richting van het onderzoek (SO – SA - O)

N (Node)

BN (Blind Node)

AAA	AAZ	AAB	AAC	AAD	AAE	AAF	AAG	AAH	AAI	AAK	AAT	AAU	AAV
N1-N2	-	-	-	N1	xyz	N2	xyz	-	-	B	-	-	-
N2-BN3	-	-	-	N2	xyz	BN-3	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N4	-	-	-	BN3	xyz	N4	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N21		-	-	BN3	xyz	N21	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N22		-	-	BN3	xyz	N22	xyz	-	-	B	-	-	-
BN5-N6	N1-N2	N1	xyz	BN5	xyz	N6	xyz	5,2m	2h	B	N2	xyz	A
BN7-N8	BN5-N6	BN5	xyz	BN7	xyz	N8	xyz	25,3m	3h	B	N6	xyz	A
BN9-N10	BN7-N8	BN7	xyz	BN9	xyz	N10	xyz	9,8m	3h	B	N8	xyz	A
BN11-N12	N1-N2	N1	xyz	BN11	xyz	N12	xyz	20,1m	3h	B	N2	xyz	A
BN24-N12	N1-N2	N1	xyz	BN24	xyz	N12	xyz	21,2m	3h	B	N2	xyz	A
BN25-N26	BN24-N12	BN24	xyz	BN25	xyz	N26	xyz	10,1m	9h	B	N12	xyz	A
L1	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN29-N30	L1	N2	xyz	BN29	xyz	N30	xyz	11,9m	10h	B	N23	xyz	A
L2	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN27-N28	L2	N2		BN27	xyz	N28	xyz	13,1m	2h	B	N23	xyz	A
BN13-BN14	N2-BN3	N2	xyz	BN13	xyz	BN14	xyz	16,2m	2h	B	BN3	xyz	A

BN14-N20	-	-	-	BN14	xyz	N20	xyz	-	-	B	-	-	-
BN14-N15	-	-	-	BN14	xyz	N15	xyz	-	-	B	-	-	-
BN16-N17	BN14-N15	BN14	xyz	BN16	xyz	N17	xyz	5,1m	3h	B	N15	xyz	A
BN18-N19	BN16-N17	BN16	xyz	BN18	xyz	N19	xyz	9,9m	3h	B	N17	xyz	A

AAA = te inspecteren leiding

AAI = de klokstand ten opzichte van AAB (knoop AAD)

AAB = de knooppuntreferentie voor de situering van de laterale leiding

AAK = de richting van het onderzoek (SO – SA - O)

AAC = beginknooppuntcoördinaat

AAT = knooppuntreferentie 3 (knoop die als referentiepunt aangewend wordt en al zo de richting aangeeft waarop AAH gebaseerd is)

AAD = knoop 1 (het onderzoek start t.h.v. deze knoop)

AAU = knooppuntcoördinaat knooppunt 3 (knoop die als referentiepunt aangewend wordt en al zo de richting aangeeft waarop AAH gebaseerd is)

AAE = knooppuntcoördinaat knooppunt 1

AAF = knoop2 (het onderzoek wordt beëindigd t.h.v. deze knoop)

AAG = knooppuntcoördinaat knooppunt 2

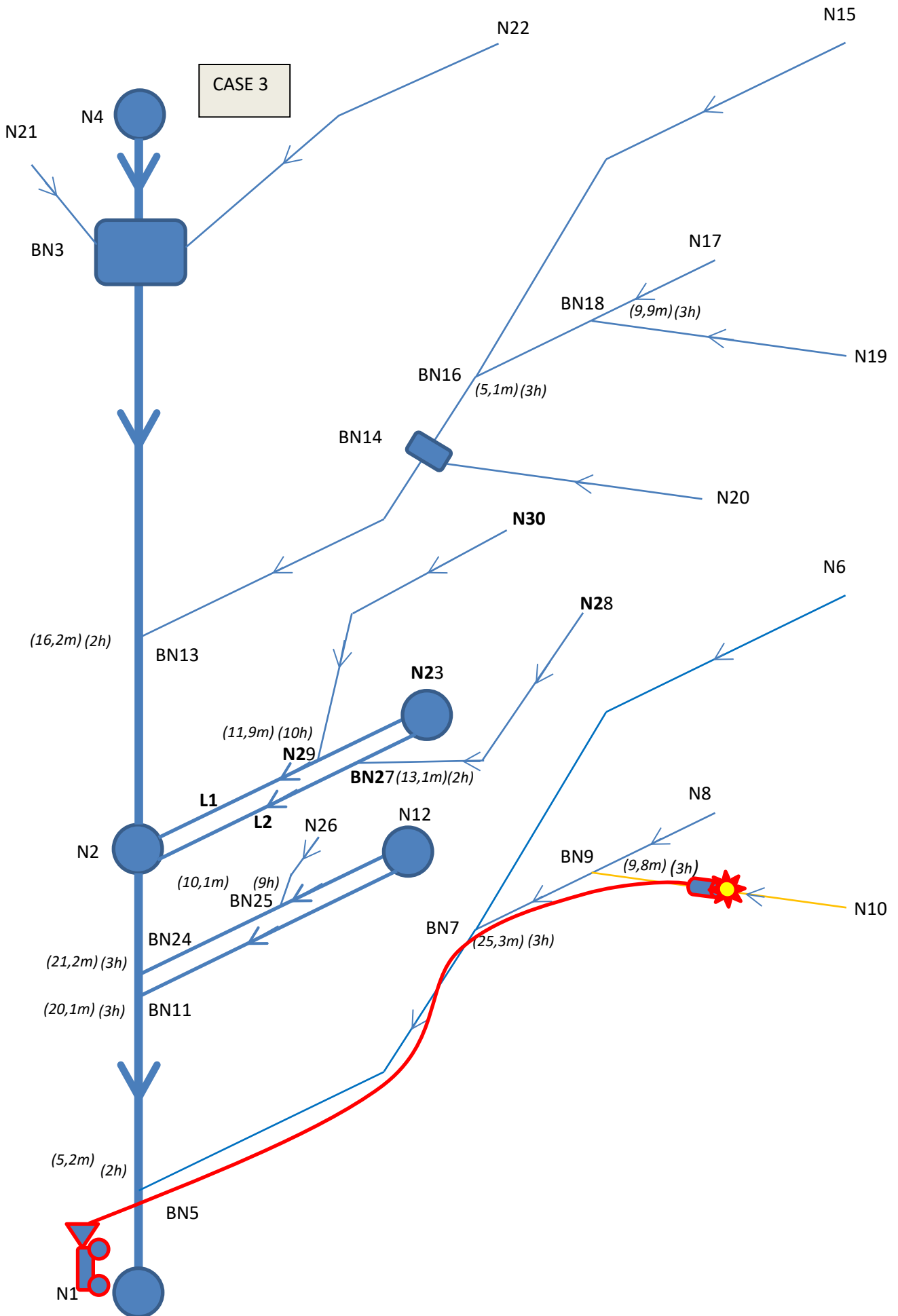
AAH = de afstand ten opzichte van AAB (knoop AAD)

AAV = lateraal startpunt (het startpunt van het lateraal onderzoek als volgt:
- De verbinding met het "hoofdriool" (A) - / - (B) -) AAV zal dus altijd "A" zijn omwille van het feit dat in een complex stelsel de leiding waarop de te inspecteren leiding is op aangesloten, aanzien wordt als de "hoofdleiding"

AAZ = leidingreferentie van de "hoofdleiding" waarvan de laterale leiding is afgetakt

N (Node)

BN (Blind Node)



AAA	AAZ	AAB	AAC	AAD	AAE	AAF	AAG	AAH	AAI	AAK	AAT	AAU	AAV
N1-N2	-	-	-	N1	xyz	N2	xyz	-	-	B	-	-	-
N2-BN3	-	-	-	N2	xyz	BN-3	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N4	-	-	-	BN3	xyz	N4	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N21		-	-	BN3	xyz	N21	xyz	-	-	B	-	-	-
BN3-N22		-	-	BN3	xyz	N22	xyz	-	-	B	-	-	-
BN5-N6	N1-N2	N1	xyz	BN5	xyz	N6	xyz	5,2m	2h	B	N2	xyz	A
BN7-N8	BN5-N6	BN5	xyz	BN7	xyz	N8	xyz	25,3m	3h	B	N6	xyz	A
BN9-N10	BN7-N8	BN7	xyz	BN9	xyz	N10	xyz	9,8m	3h	B	N8	xyz	A
BN11-N12	N1-N2	N1	xyz	BN11	xyz	N12	xyz	20,1m	3h	B	N2	xyz	A
BN24-N12	N1-N2	N1	xyz	BN24	xyz	N12	xyz	21,2m	3h	B	N2	xyz	A
BN25-N26	BN24-N12	BN24	xyz	BN25	xyz	N26	xyz	10,1m	9h	B	N12	xyz	A
L1	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN29-N30	L1	N2	xyz	BN29	xyz	N30	xyz	11,9m	10h	B	N23	xyz	A
L2	-	-	-	N2	xyz	N23	xyz	-	-	B	-	-	-
BN27-N28	L2	N2		BN27	xyz	N28	xyz	13,1m	2h	B	N23	xyz	A
BN13-BN14	N2-BN3	N2	xyz	BN13	xyz	BN14	xyz	16,2m	2h	B	BN3	xyz	A

BN14-N20	-	-	-	BN14	xyz	N20	xyz	-	-	B	-	-	-
BN14-N15	-	-	-	BN14	xyz	N15	xyz	-	-	B	-	-	-
BN16-N17	BN14-N15	BN14	xyz	BN16	xyz	N17	xyz	5,1m	3h	B	N15	xyz	A
BN18-N19	BN16-N17	BN16	xyz	BN18	xyz	N19	xyz	9,9m	3h	B	N17	xyz	A

AAA = te inspecteren leiding

AAI = de klokstand ten opzichte van AAB (knoop AAD)

AAB = de knooppuntreferentie voor de situering van de laterale leiding

AAK = de richting van het onderzoek (SO – SA - O)

AAC = beginknooppuntcoördinaat

AAT = knooppuntreferentie 3 (knoop die als referentiepunt aangewend wordt en al zo de richting aangeeft waarop AAH gebaseerd is)

AAD = knoop 1 (het onderzoek start t.h.v. deze knoop)

AAU = knooppuntcoördinaat knooppunt 3 (knoop die als referentiepunt aangewend wordt en al zo de richting aangeeft waarop AAH gebaseerd is)

AAE = knooppuntcoördinaat knooppunt 1

AAF = knoop2 (het onderzoek wordt beëindigd t.h.v. deze knoop)

AAG = knooppuntcoördinaat knooppunt 2

AAH = de afstand ten opzichte van AAB (knoop AAD)

AAV = lateraal onderzoek startpunt (het startpunt van het lateraal onderzoek als volgt: - De verbinding met het hoofdriool (A) - / - Het derde knooppunt (B) -) AAV zal dus altijd "A" zijn omwille van het feit dat in een complex stelsel de leiding waarop de te inspecteren leiding is op aangesloten, aanzien wordt als de "hoofdleiding"

AAZ = leidingreferentie van de "hoofdleiding" waarvan de laterale leiding is afgetakt

N (Node)

BN (Blind Node)

10.3. Visueel onderzoek van de Put

Voorbeeldgegevens van detailgegevens in tabelvorm:

Afstand	Doorlopende code	Hoofdcodes	Karakterisering		Kwantificering		Plaats op de omtrek		Verbinding	Beschreven plaats	Fotoreferentie	Vidoreferentie	Opmerkingen
			1	2	1	2	1	2					
0,00		DDA					12	12		A	1	00:00:30	Overzicht inplanting
0,00		DDA								A	2	00:01:05	Gesloten deksel
0,00		DDB								A	3	00:01:38	Open deksel met kader
0,35		DBF	B	A			8	10	A	C	4	00:02:10	...
0,35	A01	DBB	A		20		8	10		C	5	00:02:20	...
1,35		DBB	A		65		9			C	6	00:05:12	
2,05		DCO	A		1000					F	7	00:08:03	...
2,05		DDA					12	12		F	8	00:08:30	Overzicht banket, stroomprofiel
2,24		DCA	A		P0-P1	P0	6			H	9	00:10:10	...
2,24		DCG	A	A	400		6			H	10	00:10:18	...
2,24		DDE	A	C	10		6			H	11	00:10:25	...
2,25		DCA	A		P1-P2	P2	12			H	12	00:11:18	...
2,25		DCG	A	B	400		12			H	13	00:11:41	...
2,25		DCH	B							H	14	00:11:58	...
2,51		DDD								I	15	00:12:36	...
2,55	B01	DBB	A		20		8	10	A	I		00:13:25	...
2,55		DCI	B		400	200				I	16	00:14:05	...

Tabel 5: Voorbeeldgegevens

10.3.1. Algemeen

Van elke waarneming wordt een foto genomen uitgezonderd de waarnemingen waar een doorlopende codering afgemeld wordt (B01, B02, ...).

Het is belangrijk dat ook de onderkant van de dekplaat en in voorkomend geval de onderkant van de reductieplaat wordt geïnspecteerd. Hiervoor dient de lens, afhankelijk van het camerasysteem, schuin naar boven te worden gericht.

De bodem of het stroomprofiel in de put is fysisch niet altijd bereikbaar bv. door een hoge waterstand. De totale diepte kan al naargelang fysisch worden gemeten of berekend aan de hand van de in- en uitgaande leiding.

Het visueel onderzoek wordt in de richting van 12h uitgevoerd (de grootste diepst gelegen uitgaande leiding ligt op 12h als de camera naar beneden gericht is. Ook foto's genomen vanaf het oppervlak, bv. van het deksel, worden in de richting 12h genomen. Het voordeel is dat je je achteraf niet hoeft af te vragen in welke richting de foto zou genomen zijn.

10.3.2. Vaste coderingen

Het putonderzoek begint niet expliciet met een vaste code. Als er geen schade wordt vastgesteld aan het deksel, dan wordt de code DDA gebruikt om een algemene foto te registreren waarop de afdekkingsinrichting in gesloten toestand te zien is. Dit geldt eveneens voor het kader bij geopend deksel, voornoemde 2 registraties worden geregistreerd op 0,00 m (zie voorbeeldgegevens tabel en foto hierna).

Bij een putonderzoek dienen minstens volgende coderingen te worden geregistreerd:

- DDA (algemene foto) deze codering wordt meerdere keren gebruikt om een visueel overzicht te geven van bepaalde onderdelen van de put.
- DCA (type aansluitende leiding).
- DCG (aansluitende leiding).
- DDE (vloeistofstroom van de inkomende leiding).
- DCO (dwarsdoorsnede van de kamer) indien het om zeer ondiepe putten handelt, dan wordt met de kamer het onderste deel van de put bedoeld waarop de in- en/of uitgaande leiding is aangesloten. De afmeting worden boven deze leidingen gemeten.

Indien aanwezig:

- DCH (Banket).
- DCI (Stroomprofiel).
- DDD (Waterniveau).

10.3.3. Doorlopende coderingen

Doorlopende coderingen in verticale richting worden aangeduid door gebruik te maken van de

aanduiding bij het begin van de waarneming “A” + volgnummer (bv. A01). De openstaande codering wordt afgemeld door “B” + volgnummer (bv. B01).

“A01” en “B01” horen samen door hetzelfde volgnummer dat hieraan gekoppeld is. Op deze manier kan de lengte van de waarneming worden vastgesteld (in verticale richting). Meerdere doorlopende coderingen kunnen tegelijk actief zijn met telkens een nieuw oplopend volgnummer. Het nummer is uniek binnen één en hetzelfde onderzoek van de put. Doorlopende coderingen worden op het einde of bij het afbreken van het visueel onderzoek van de put afgemeld.

Opgelet:

Doorlopende coderingen kunnen ook gebruikt worden om waarnemingen aan te duiden die aan elke voeg opnieuw voorkomen (zolang de doorlopende code openstaat) bv. DBF (infiltratie); DBB (aangehechte afzetting) op voorwaarde dat:

- De omvang van de waarneming gelijk is en zich op dezelfde klokstand bevindt.
- Bij doorlopende coderingen kan een grotere omvang individueel worden vastgelegd terwijl de initiële (kleinere) omvang tegelijkertijd doorloopt. Het omgekeerde kan uiteraard niet.
- Doorlopende coderingen kunnen niet gebruikt worden voor het registreren van verplaatste verbindingen (DAJ).
- De letter “A” bij verbinding wordt aangeduid in het gelijknamige vak (zie punt 10.3.4)

(Zie tabel voorbeeldgegevens)

10.3.4. Waarnemingen bij een verbinding

Een verbinding is de plaats waar twee aangrenzende putdelen in verticale richting met elkaar verbonden zijn.

Waarnemingen bij een verbinding worden aangeduid in het gelijknamige vak door gebruik te maken van de letter “A”.

Zo kan een onderscheid gemaakt worden of waarnemingen aan een verbinding vastgesteld werden. Voor sommige coderingen is dit standaard. Voorbeelden daarvan zijn:

- DAJ (Verplaatste verbinding: A (Axiaal), B (Radiaal), C (Hoekverdraaiing)).
- DAI (inhangend afdichtingsmateriaal).

Voor andere coderingen kan dat ook maar het is niet noodzakelijk zo bv.:

- DAG (instekende inlaat).
- DAH (defecte aansluiting).
- DAL (defecte reparatie).
- DAO (grond zichtbaar door defect).
- DAP (holle ruimte zichtbaar door defect).
- DAQ (defecten aan klimijzers of ladder).
- DBA (wortels).
- DBB (aangehechte afzetting).

- DBD (zand- grondinloop).
- DBE (andere obstakels).
- DBF (infiltratie).
- DBG (exfiltratie).
- DBH (ongedierte).
- DCA (inlaat).
- DCG (aansluitende leiding).

Om bij het beoordelen een geschikte herstellingstechniek te selecteren is het belangrijk een onderscheid te kunnen maken tussen toestandsaspecten die aan een verbinding of ter hoogte van de buiswand werden vastgesteld.

(Zie voorbeeldgegevens tabel).

10.3.5. Klokstanden

Het middelpunt van de grootste uitgaande leiding (diepst gelegen) krijgt klokstand 12. Afhankelijk van de codering kunnen één of twee klokstanden worden aangeduid.

10.3.6. Beschreven plaats

De beschreven plaats is het deel van de put waar het toestandsaspect zich situeert (dit is niet noodzakelijk de plaats van waaruit de bijhorende foto werd genomen).

- Bij een putonderzoek dient bij elke waarneming de beschreven plaats te worden aangeduid:
 - Deksel en putrand (A);
 - Stellaag (B);
 - Schacht (C);
 - Kegel (D);
 - Verkleinende afdekplaat (E);
 - Putruimte (F);
 - Bordes (G);
 - Banket (H);
 - Stroomprofiel (I);
 - Bodem (J);

Er is óf een stroomprofiel aanwezig (samen met banket), óf een bodem aanwezig (zonder stroomprofiel). M.a.w. als een bodem wordt geregistreerd, spreken we meestal over een put met extra functie als zandvanger of bezinkput. In de praktijk zijn andere combinaties mogelijk zo kan bv. bij een beginput of vervalput het stroomprofiel in de bodem slechts gedeeltelijk aanwezig zijn.

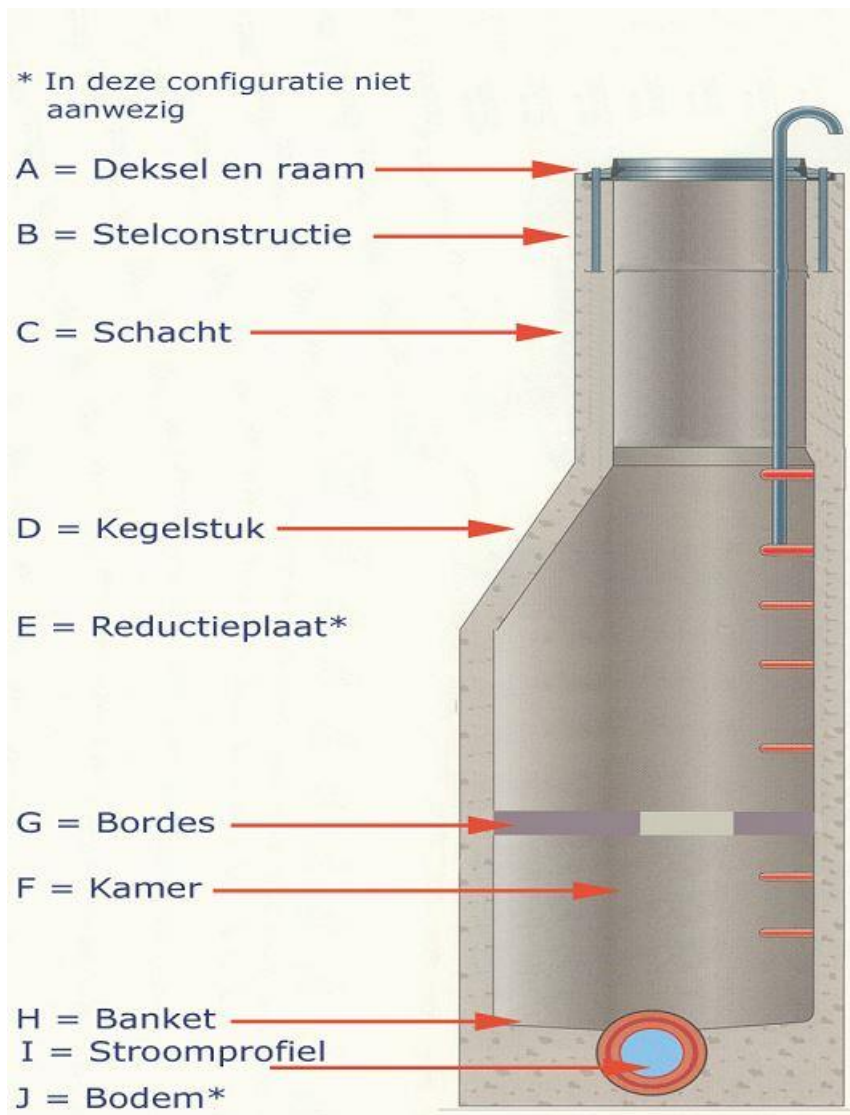


Foto 72 (Bron BRRC) Schematische voorstelling put met onderdelen

10.3.7. Begin, einde en afgebroken onderzoeken

Een putonderzoek begint met code DDA (algemene foto) en eindigt, indien het eindpunt wordt bereikt, met de code DCI (informatie over het stroomprofiel). In alle andere gevallen wordt het onderzoek afgebroken met de code DDC (onderzoek afgebroken) die voorafgegaan wordt door de code die het afbreken veroorzaakt heeft bv. DDD (waterpeil). Wanneer een onderzoek wordt afgebroken om welke reden dan ook, kan deze (na het reinigen, of het verwijderen van het obstakel, of andere ingreep) volledig opnieuw worden geïnspecteerd; óf het onderzoek kan worden verdergezet vanaf de plaats waar deze werd afgebroken. Als er voor deze optie wordt gekozen (samen met de opdrachtgever), dient dit duidelijk in het rapport te worden vermeld. Aangezien na het reinigen de toestandsaspecten beter zichtbaar zijn, verdient in dit geval de eerste optie de voorkeur.

Toestandsaspecten die na het reinigen zichtbaar zijn geworden dienen bij het eventueel hervatten van het visueel onderzoek te worden geregistreerd.

10.3.8. Inlaten

10.3.8.1. Algemeen

Om een rapport gestructureerd en eenduidig samen te stellen kan de deskundige best éénzelfde algemene systematiek aanhouden:

- Eerst de inlaten inventariseren DCA (type aansluiting) en DCG (aansluitende leiding).
- Daarna eventueel bijkomende toestandsaspecten registreren zoals bv. DAH (defecte aansluiting).

Op deze manier worden alle toestandsaspecten geregistreerd en ontstaat er een eenvormigheid tussen de verschillende deskundigen, zowel intern als extern binnen de labo's, wat de leesbaarheid van de verschillende rapporten ten goede komt.

Belangrijk is dat bepaalde toestandsaspecten die zichtbaar zijn in inlaten, niet als dusdanig met de coderingen van de put kunnen worden geregistreerd. Zo kan bijvoorbeeld een barst of een breuk in een inlaat niet met een code DAB of DAC worden geregistreerd, maar enkel met de code DAH (defecte aansluiting).

Alle toestandsaspecten en metingen bij het registreren van een inlaat dienen als volgt te worden geregistreerd:

- Er wordt gestopt ter hoogte van het middelpunt van de inlaat.
- De omtrek rond de inlaat (bv. rubber tussen geboord gat en het hulpstuk) wordt voldoende in beeld gebracht.
- Er wordt vastgesteld of de inlaat open of dicht is.
- Rekening houdend met het systeem waarmee het onderzoek wordt uitgevoerd, wordt voldoende aandacht geschonken aan de correcte registratie van de afstand in verticale richting en de klokstand waar de inlaat zich bevindt. De aslijn door het middelpunt van de lens dient zich haaks ten opzichte van de buiswand te bevinden.

Om te voorkomen dat de afstand wijzigt wanneer een foto vanuit een hoger of lager gelegen punt wordt genomen om de inlaat in zijn volledigheid in beeld te brengen, wordt afhankelijk van de toegepaste onderzoekstechniek:

- het automatisch oprolmechanisme uitgeschakeld.
- de beeldhoek aangepast terwijl de afstand onaangeroerd blijft (b.v. bij een 3-D onderzoek tijdens het coderen).

Bij gebruik van 3D technieken en /of andere technieken zoals bv. laserscan, ed. kan de werkwijze verschillen.

10.3.8.2. Inventarisatie

Inlaten worden eerst geïnventariseerd aan de hand van code DCA (type aansluiting) en DCG (aansluitende leiding):

- Code DCA: de naam van de aansluitende leiding + de naam van de knoop waar deze leiding op aangesloten is bv. straatkolk. Als deze referenties op het plan beschikbaar zijn, dan dienen

deze te worden overgenomen. Als ze niet beschikbaar zijn, dient er een logische naam te worden bedacht die achteraf gemakkelijk terug te vinden is. Enkele voorbeelden zijn: SKL1, SKL2, ... (straatkolleiding); SK1, SK2, ... (straatkolk); L1, L2, ... (leiding); P1, P2, ... (put).

- Code DCG (aansluitende leiding) bevat de vorm en de diameter én of de aansluiting loost in- of afvoert uit de put of afgesloten is (=“wachtaansluiting”).

Wanneer een inlaat een gebrek vertoont, dient eerst de inlaat te worden geregistreerd en pas daarna het gebrek beschreven.

Het is aangewezen om vanaf het referentiepunt (klokstand 12h) spiraalvormig in wijzerzin naar beneden de inlaten te registreren. Zo kan de registratie van alle inlaten netjes worden verzekerd.

Als tijdens de inspectie via de inlaat water in de put wordt geloosd, dan dient ook code DDE (vloeistofstroom in de aangesloten buis) te worden geregistreerd.

Wanneer een inlaat als “afgesloten” wordt geregistreerd wordt hiermee een “wachtinlaat” bedoeld (dus geen deels of volledig verstopte inlaat).

10.3.8.3. Andere toestandsaspecten voor inlaten

- Obstakels zoals stenen of wortels etc. in inlaten kunnen enkel worden geregistreerd door gebruik te maken van de code DAH (defecte inlaat) met als keuze “E” de aansluitende buis is geblokkeerd.
- DAG (instekende inlaat), de lengte van de insteek in mm.
- Als er zich meerdere gebreken voordoen aan één en dezelfde inlaat, dan dient de DAH-code steeds te worden herhaald om deze defecten te beschrijven.

10.3.9. Code DAN “Poreuze put of wand”

De code DAN betekent volgens de norm “De putbuis of putwand wordt als poreus beschouwd”. Dit betekent in de praktijk dat de deskundige op het ogenblik van het visueel onderzoek zichtbare infiltratie kan vaststellen door een oppervlakteschade. Het gebruik van deze code is vaak op veronderstellingen gebaseerd. De gouden regel voor een deskundige is enkel te registreren wat op het ogenblik van het visueel onderzoek zichtbaar is.

Vaak gaat een infiltratie door de putwand gepaard met kalkafzetting, en is het lek niet meer of nog amper aanwezig. Dat maakt de registratie moeilijker. Ook het correct vastleggen van de ernst van het gebrek is moeilijk samen te vatten in de code DAN gezien het feit dat enkel klokstand en afstand worden geregistreerd.

Om een correcte en duidelijke registratie mogelijk te maken, wordt het gebruik van de code DAN sterk afgeraden. Een correcte registratie die in alle gevallen kan worden toegepast is mogelijk door een opsplitsing te maken van hetgeen werkelijk zichtbaar is. Deze coderingen kunnen zowel afzonderlijk als gecombineerd voorkomen:

- Zichtbare infiltratie (DBF).
- Kalk- of ijzeroxideafzetting: DBB (aangehechte afzetting) – bv. korstvorming.
- DAF (oppervlakteschade) – bv. ontbrekende toeslagstoffen.

Meer info: *Gedetailleerde toelichting over kalkafzetting in betonbuizen zie document “STC1CTS1/42/03” (Probeton, 2023). Het document is informatief beschikbaar gesteld als bijlage VI.*

10.3.10. Binnendiameter van de put of het putdeel

Standaard wordt de putdiameter in de kamer gemeten in een zone van de eerste 10cm onder de verkleinende afdekplaat. Vergeet niet dat bij elke ingave een putdeel dient te worden aangegeven. Op deze manier weet men exact in welk deel en op welke afstand werd gemeten. Als kamer en de schacht identiek zijn opgebouwd, wordt net onder de voeg, tussen putbuis (kamer) en volgende buis (schacht) gemeten (ondiepe betonnen putten zijn vaak zo samengesteld). De registratie gebeurt aan de hand van code DCO (Vorm; Dwarsdoorsnede). Indien gewenst kunnen andere putdelen ook worden gemeten voor zover deze niet al zijn opgenomen in de inventarisatiecoderingen. Dit is o.a. zo voor de afdekkingsinrichting. Afhankelijk van het materiaal, de diepte en het beoogde doel kunnen putten erg verschillen in opbouw en samenstelling. Het meetsysteem waarmee de put of het putdeel kan worden gemeten is afhankelijk van het toestel waarmee de put in zijn geheel wordt onderzocht. De binnendiameter van het putdeel is een cruciaal gegeven voor de berekening van een aantal belangrijke gegevens zoals: déformaties, hoekverdraaiingen, axiale verplaatsingen, meten van toestandsaspecten op de wand (bv. scheuren en inlaten). Het is belangrijk dat de correcte binnendiameter wordt geregistreerd vóór aanvang van een visueel putonderzoek. Er dient te worden nagegaan of de diameter van het putdeel indien deze wijzigt, moet worden aangepast (in de coderingssoftware) opdat de meetwaarden die hierop gebaseerd zijn correct zijn. Indien dat niet het geval is, zou na een opleveringsonderzoek, wanneer de gemeten waarden worden vergeleken met de toleranties volgens de refererende productnormen, in sommige gevallen leiden tot het onterecht niet aanvaarden van de put.

10.3.11. Wijzigen van de put- of putdeeldiameter tijdens het verloop van het visueel onderzoek

- *Opgelet:* voor het gedeelte putonderzoek laat de norm niet toe om wijzigingen van diameter en vorm te registreren tijdens de voortgang van het visueel onderzoek.
 - Systeemafhankelijk zijn metingen mogelijk in verschillende diameters.
 - Er dient te worden nagegaan hoe het systeem hiermee omgaat alvorens de (berekende) gemeten waarde te gebruiken.
- *Opgelet:* wanneer omwille van een foute initiële binnendiameter, de diameter van de put wordt aangepast, dient men er zich van te vergewissen dat de metingen die werden uitgevoerd gebaseerd zijn op deze foute diameter en bijgevolg ook fout zijn. Het gevolg hiervan is dat het onderzoek van de desbetreffende put dient te worden overgedaan.

10.3.12. Referentiedocumenten m.b.t. geometrie

- Sommige putbuismaterialen zoals gres en beton geven de binnendiameter in hun technische fiches en worden ook zo op de plannen weergegeven, zo heeft een putbuis van diameter 1000 mm ook een binnendiameter van 1000 mm.
- Thermoplastische materialen daarentegen kunnen per materiaalsoort, of de binnen- of de buitendiameter aangeven. Door deze verschillen is het aangewezen om bij een visueel onderzoek van de put de binnendiameter op te meten alvorens het onderzoek aan te vangen.
- Specifieke informatie over putten zijn in de desbetreffende normen en technische fiches terug te vinden.

10.3.13. Code DBF (Infiltratie) en DBG (Exfiltratie)

Omschrijving: zie 10.1.8.

- Code DBF (infiltraties); hierbij wordt enerzijds gevraagd om de ernst van de infiltratie te registreren en anderzijds de plaats.
- Code DBG (exfiltratie) in tegenstelling tot infiltratie wordt geen mate van ernst aangeduid.
- *Opgelet*: indien de infiltratie zich ter hoogte van een voeg tussen twee putdelen boven de aansluitende “hoofdleidingen” bevindt dan dient de code “A” van verbinding gebruikt te worden, terwijl in karakteriseringsveld 2 gekozen wordt voor “door de wand van de rioolput of inspectieput”; door een onvolkomenheid in de (norm) is een registratie op een andere, eenvoudigere manier niet mogelijk.

10.4. Infiltratievoorzieningen

Infiltratievoorziening is een verzamelnaam voor zeer uiteenlopende constructies die allen tot doel hebben om afgestroomd hemelwater te infiltreren en in sommige gevallen eveneens te transporteren. Deze constructies kunnen zeer variëren in vorm, diepte, toegankelijkheid, met en zonder voorfiltering, horizontale en verticale inbouw, een enkele laag of meerdere lagen, inspecteerbaar of niet, reinigbaar of niet. De materialen zijn verschillend en kunnen niet altijd worden gelinkt aan een bepaald type constructie. Gezien niet alle infiltratievoorzieningen reinigbaar zijn, heeft dit een invloed op het visueel onderzoek. In sommige gevallen zijn infiltratievoorzieningen niet rechtstreeks toegankelijk via een schouw die er bovenop is geplaatst. Soms zit er tussen de infiltratievoorziening en de toegangspot een leiding die in bepaalde gevallen niet groter is dan 160 mm buitendiameter en dus ± 150 mm binnendiameter. Het kan voorkomen dat er een hoogteverschil is tussen het stroomprofiel op het einde van de toegangsleding en de bodem van de infiltratievoorziening.

10.4.1. Welke set coderingen voor welke infiltratietoepassing?

Een vuistregel die kan worden toegepast voor visuele onderzoeken van infiltratietoepassingen:

- In horizontale richting wordt de set coderingen voor de leiding gebruikt: AXX en BXX bijvoorbeeld infiltratie-transportleidingen, infiltratiebekken, infiltratiekelder,...
- In verticale richting wordt de set coderingen voor de put gebruikt: CXX en DXX bijvoorbeeld infiltratieputten, infiltratiepalen, ...

INFILTRATIEVOORZIENING	CODERINGSSYSTEEM	TECHNIEK
IT-LEIDINGEN	AXX-BXX	RIJDENDE CAMERA / 3D BEELDSCANNER
INFILTRATIEBEKKEN	AXX-BXX	BIJ VOORKEUR 3D BEELDSCANNER
BETONNEN INFILTRATIEVELD	AXX-BXX	BIJ VOORKEUR 3D BEELDSCANNER
BETONNEN INFILTRATIEKELDER	AXX-BXX	VISUEEL ONDERZOEK DOOR FYSISCHE BETREDING VAN EEN DESKUNDIGE MET RECHTSTREEKSE CONNECTIE MET VISUEEL ONDERZOEKSVUIG
INFILTRATIEBAK	CXX-DXX	BIJ VOORKEUR 3D BEELDSCANNER
INFILTRATIEPUT	CXX-DXX	BIJ VOORKEUR 3D BEELDSCANNER
INFILTRATIEPAAL	CXX-DXX	INDIEN TOEGANGSMOGELIJKHEID 3D-BEELDSCANNER / CAMERA OP TRACTOR VERTICAAL

Tabel 6: Infiltratievoorziening / Coderingssysteem / Techniek

10.4.2. Wat registreren?

Voor de werking van een infiltratievoorziening en om de verwachte levensduur te kunnen ramen is het in eerste instantie belangrijk dat:

- Structurele problemen worden geregistreerd.
- Afstromingsproblemen in kaart worden gebracht.

Een aantal specifieke punten zijn:

- Registratie van grond/zandinloop langs de wand of langs voegverbindingen met de riool-, inspectieput of inspectieconstructie of langs aansluitende leidingen. Zandinloop kan snel leiden tot verzakkingen en dient in een vroeg stadium opgemerkt te worden. Omhullingsmateriaal mag nooit inspoelen, ook niet bij infiltratievoorzieningen, er zouden holten kunnen ontstaan waardoor de stabiliteit in het gedrang komt. Het indringen van omhullingsmateriaal is meestal het gevolg van een schade. Het is belangrijk om niet enkel het ingedrongen omhullingsmateriaal in beeld te brengen, maar ook de oorzaak.
- Elke aansluiting moet zanddicht worden gerealiseerd. Bij het uitvoeren van een visueel onderzoek dient dit nauwgezet te worden gecontroleerd.
- Foute aansluitingen (DWA) zijn nefast voor de werking van een infiltratievoorziening. Het is van groot belang om foute aansluitingen zeer goed te documenteren. Code BDE of DDE is hier van toepassing.
- Code BAN en DAN is niet van toepassing en wordt dus niet gebruikt.

- Sterk kalk- of ijzerhoudend water kan verstoppingen veroorzaken, het is belangrijk om afzettingen te registreren, ook wanneer deze zich in geringe mate voordoen.
- Om na te gaan of alle onderdelen en leidingen aanwezig zijn, is het belangrijk dat alles wordt geïnventariseerd:
 - Alle zichtbare in- en uitgaande leidingen; hierbij dient het onderscheid gemaakt te worden tussen aanvoer-, overloop- en ontluchtungsleidingen.
 - Eventuele herstellingen.
- Een deskundige mag geen structurele schade registreren op basis van een vermoeden. Hij dient evenwel de nodige stappen te ondernemen om indien mogelijk door de openingen in de inwendige structuur de schade in beeld te brengen. Als dat niet lukt, dan kan enkel het desbetreffende toestandsaspect worden geregistreerd, bv. zandophoping. Een commentaarcode kan verduidelijken dat de camera de vermoedelijke plaats langs waar het zand naar binnen treedt niet in beeld kan brengen door de inwendige structuur van de constructie. Het is belangrijk dat eventueel een extra gang visueel wordt onderzocht als het vanuit deze positie wel zou kunnen.
- Commentaarcoderingen geven de deskundige de mogelijkheid om bijkomende informatie te geven:
 - ADE op leidingniveau (= infiltratiegang) OF CDE op infiltratieputniveau (bv. infiltratiepaal): bijkomende info vóór aanvang van het onderzoek of nà afloop.
 - BDB of DBD: bijkomende info tijdens het onderzoek, die onder geen enkele andere codering kan worden ondergebracht.

Alle toestandsaspecten uit de norm dienen te worden geregistreerd, met uitzondering van infiltraties en exfiltraties, wanneer deze “normale proporties” aannemen. Zo dient er geregistreerd te worden wanneer er plaatselijk aanzienlijk meer in- of exfiltratie plaatsvindt dan in een aangrenzende zone die op hetzelfde niveau gelegen is.

Menstoegankelijke infiltratievoorzieningen kunnen visueel onderzocht worden door een persoon met een “hand-held camera”. De deskundige visueel rioolonderzoek die zich in de infiltratievoorziening bevindt is via het hand-held camerasysteem met intercom rechtstreeks verbonden met de bovengrondse mobiele studio. Daar codeert een operator (deskundige) in samenspraak de toestandsaspecten en legt bijkomende gegevens vast zoals bij een traditioneel visueel onderzoek met rijdende camera het geval is. Een aandachtspunt is de afstand in de lengterichting, deze zal vaak aan de hand van andere hulpmiddelen bepaald worden. Opgelet: bij natte wanden kan bij gebruik van een afstandslaser de meting beïnvloed worden door reflecties. Het gebruik van een meetwiel is door de omgevingsomstandigheden geen optie. Toestandsaspecten kunnen bij deze techniek fysisch door de deskundige worden gemeten, zulke meting is precies. Indien mogelijk wordt een foto genomen van de het meettoestel (meestal een rol- of plooiometer) samen met het te meten object. Hierbij is het belangrijk dat het te meten object en het meettoestel zich op gelijke afstand van de camera bevinden waardoor naderhand een evaluatie mogelijk is.

- Het meten van toestandsaspecten in een infiltratievoorziening is met traditionele technieken technisch zeer moeilijk, o.a. omdat de afstand tot de cameralens telkens verschillend is. De aangegeven waarden berusten op een schatting die gebaseerd is op referentiewaarden eigen aan bepaalde structuren.

- Het inzetten van de juiste techniek zal ervoor zorgen dat de wanden zo veel mogelijk in beeld worden gebracht. Het verkeerd inzetten van bepaalde technieken zullen het visueel onderzoek duurder en tevens minder efficiënt maken. Het hoofddoel van het visueel onderzoek is om eventuele structurele gebreken in een vroeg stadium op te sporen, dit zal veel erger voorkomen.
- Door de verschillende inwendige structuren is het van groot belang om de camerawagen of het toestel voldoende langzaam voort te bewegen. Om de beste beeldkwaliteit te bekomen op een ongelijke vloer (bv. honinggraatprofiel) dient men de trillingen te beperken, deze zijn immers zichtbaar tijdens het filmen of scannen. De snelheden die door de fabrikanten worden aangegeven zijn gebaseerd op een relatief vlak stroomprofiel of bodem en niet op een geribbeld of honinggraat vloer- of stroomprofiel. De snelheid dient te worden aangepast aan de situatie. Als de grootte van de toegang het toelaat kunnen grote wielen worden gemonteerd, deze geven een beter resultaat qua trillingen.

Opgelet: Specifieke toestandsaspecten voor bepaalde typen van infiltratievoorziening zijn onder dat type terug te vinden.

10.4.3.IT-leidingen (infiltratie transportleidingen)

De functie van IT-leidingen kan transport én infiltratie van afgestroomd hemelwater zijn, enkel infiltratie is ook mogelijk. De leidingen worden aangelegd met een zeer kleine helling.

IT-leidingen kunnen vervaardigd zijn uit:

- Thermoplastische materialen (PVC; PP of HDPE) voorzien van gaten of sleuven. De uit kunststof vervaardigde wandversterkte wikkelbuizen zijn samengesteld uit een geëxtrudeerde gladde kernbuis in HDPE of PP, met een gladde binnenwand en een geprofileerde buitenwand. De verbindingen van twee buizen kan, afhankelijk van het buistype, met een mof- spieverbinding of met een overzetmof zijn gerealiseerd. Het kan ook voorkomen dat de buizen door middel van een las werden verbonden.
- Poreuze betonbuizen zijn voorzien van een geïntegreerde rubberdichting. Voor de aansluiting op de toegangs- en verbindingsputten zijn - identiek als bij een riolering - de betonnen poreuze buizen steeds met korte buizen en pendelbuizen in beton uit te voeren. De korte buizen en pendelbuizen worden niet in poreus beton gefabriceerd.

De thermoplastische buizen zijn meestal individueel omhuld door een geotextiel die afhankelijk van het soort en de grote van de openingen in de wand, langs binnen zichtbaar kan zijn. Poreuze betonnen buizen zijn meestal niet omwikkeld met een geotextiel. Als dat wel het geval is, dan is het geotextiel nooit langs binnen zichtbaar.

Specifieke punten voor het visueel onderzoek:

- Het inspecteren van een IT-leiding stemt op veel vlakken overeen met het inspecteren van een traditionele afvoerleiding. Het onderzoeksmaterieel is hetzelfde, zo ook de eisen die eraan gesteld worden voor wat betreft verlichting, positie van de lens, voortbewegings- en rotatiesnelheid.
- Als er geen stromingsrichting aanwezig is omdat de leiding bv. vlak is aangelegd, wordt in codering AAK ("niet gekend" ingevuld) tenzij het plan aangeeft welke de afwateringsrichting

is. Opgelet er dient in elk geval een hellinggrafiek te worden geregistreerd tijdens het terugtrekken van de robotcamera. Hierbij is het belangrijk dat voor de start van het visueel onderzoek de camerawagen/toestel wordt gecontroleerd op het 0-level.

- IT-leidingen kunnen ook onderhevig zijn aan infiltratie van grondwater van zodra het grondwaterpeil stijgt tot een niveau hoger dan het BOK³⁵. Het is belangrijk dat er wordt gecontroleerd of er infiltratie plaatsvindt en of deze gelijkmatig is, dus niet is geconcentreerd op één plaats in de leiding. Dit laatste toestandsaspect kan duiden op een beschadiging van het geotextiel of een oppervlakteschade van de buiswand. In- en exfiltraties door voegverbindingen dient men te registreren met de code “A” (verbinding). Ook bij IT-buizen zijn voegverbindingen zo gerealiseerd dat ze waterdicht zijn.
- In- en exfiltraties door de wand van de buis (door het poreuze beton of door de voorziene openingen (bv. sleuven in de buiswand) zijn in tegenstelling tot een gewone afvoerleiding toegestaan. Let wel: indien er op een bepaalde plaats zich een infiltratie of exfiltratie voordoet die sterk verschilt van de rest van de buiswand, dan wordt deze apart geregistreerd (bv. op één plaats een inspuitende infiltratie, of dat op één plaats de vloeistofstroom verdwijnt door de wand). Hierbij dient voldoende aandacht uit te gaan naar de oorzaak. Indien deze zichtbaar is, wordt dit met de beschikbare coderingen geregistreerd.
- Een bezonken afzetting wordt vaak veroorzaakt doordat er onvoldoende maatregelen worden genomen tijdens de aanleg om de leidingen te vrijwaren van modderwater afkomstig van de werf. Een andere oorzaak kan zijn dat er geen voorbehandeling aanwezig is of dat deze niet goed werkt. Langs foutief aangesloten inlaten kan vervuild water naar binnen treden om vervolgens in de hoofdleiding te bezinken. Het is uiterst belangrijk dat door een correcte registratie de oorzaak kan worden achterhaald.
- Buisverbindingen en aansluitende leidingen zijn identiek aan deze bij gewone afvoerleidingen. Zo zijn alle verbindingen ook hier uitgevoerd met rubber dichtingen. Openstaande verbindingen worden op eenzelfde manier geregistreerd. Inlaten dienen met hulpstukken verbonden te zijn met de hoofdleiding. Er mag nergens zand of ander omhullingsmateriaal naar binnen treden. De individuele buizen zijn omhuld door een geotextiel, die moet voorkomen dat zand langs de sleuven of door het poreus beton naar binnen dringt. Als dit wel het geval is wordt dit geregistreerd door gebruik te maken van de code BBD (grond/zandinloop).

10.4.4. Infiltratiebekken opgebouwd uit elementen

Een infiltratiebekken kan zeer verschillend zijn in vorm en afmetingen, ook de toegankelijkheid kan sterk verschillen. Al deze punten hebben een rechtstreekse invloed op de onderzoeksmogelijkheden van een infiltratiebekken. Om uit te maken of een infiltratiebekken “inspecteerbaar” is, zie verderop in dit punt.

Algemeen:

- Afhankelijk van de fabrikant worden inlaten, overlopen en ontluichtingsbuizen aan de hand van prefab stukken aangesloten. Het is evenwel zo dat elke aansluiting zanddicht moet gerealiseerd worden. Bij het uitvoeren van een visueel onderzoek moet dit nauwgezet worden

35 Binnen onderkant buis

gecontroleerd. Tijdens het verdichten kan bv. het geotextiel naar beneden afzakken waardoor de opening van de inlaat deels dicht komt te zitten en er zandinloop kan ontstaan. Bij sommige infiltratiekratten dient bij de aanleg manueel voorgevormde ringen te worden uitgeknipt om een doorgang met een camerawagen/toestel door het infiltratiebekken mogelijk te maken. De fabrikant geeft aanwijzingen hiervoor, doch in de praktijk komt het voor dat de uitgeknipte ringen achterblijven in het infiltratiebekken, deze worden geregistreerd als obstakels. Als de doorgang wordt belemmerd door een ring die niet, of onvolledig is uitgeknipt dan wordt dit geregistreerd met code “BBE” obstakel. De verderzetting van het visueel onderzoek kan hierdoor in het gedrang komen.

- De infiltratievoorziening zou zo moeten zijn opgebouwd dat elke gang toegankelijk is en kan worden geïnspecteerd.
- Elke gang wordt aanzien als een streng met een begin en een eindknooppunt. Zo kunnen de toestandsaspecten gestructureerd worden geregistreerd. Via een vooraf gemaakt schema, dat bij het onderzoek wordt gevoegd, kan op eenvoudige wijze de positie van het toestandsaspect worden bepaald.

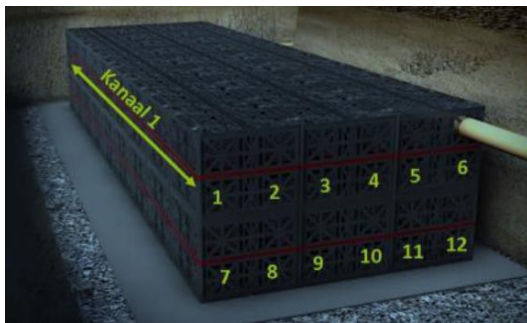


Foto 73 (Bron BRRC) Infiltratiekratten nummering

Infiltratiebekkens kunnen qua inspecteerbaarheid worden ingedeeld in twee categorieën:

1. **Open structuur:** Door de open structuur van de kratten waaruit de infiltratievoorziening is samengesteld, is de binnenzijde van de buitenwand zichtbaar voor de camera. Kratten met een open structuur hebben meestal twee langs elkaar liggende doorgangen en vaak ook een geperforeerd stroomprofiel. Kratten zonder stroomprofiel kunnen moeilijker onderworpen worden aan een visueel onderzoek. De camera kan immers een eigen koers varen die niet overeenstemt met een rechte lijn, bij het terugkeren zou de camera kunnen komen vast te zitten. Zoals eerder vermeld is bij dit soort infiltratiebekken de binnenzijde van het geotextiel voor een groot deel zichtbaar voor de camera. De cameralens heeft een beeldhoek van om en bij de 150°, dat betekent dat de zijwand slechts deels of helemaal niet³⁶ in het gezichtsveld van de camera valt als deze recht vooruitkijkt. Het zicht wordt belemmerd door de verticale versteviging in de kratten. Om de wand over de ganse omtrek in beeld te brengen zou de camera telkens tussen twee verstevigingsrijen moeten stoppen om de camerakop langzaam een volledige radiale omwenteling te laten maken. Zulke werkwijze is in de praktijk niet uitvoerbaar en ook niet rendabel. Het is echter belangrijk om de volledige wand in beeld te brengen, of tenminste te kunnen vaststellen of het geotextiel waarmee het infiltratiebekken omhuld is, vrij van beschadigingen is. Om het onderzoek vlot te laten verlopen kan hiervoor

³⁶ afhankelijk van de afstand tussen wand en camerawagen/toestel

een camera worden ingezet die het mogelijk maakt om 3D beelden te genereren, zo wordt de volledige omtrek in beeld gebracht. Deze techniek biedt de mogelijkheid om de beelden in de langsrichting als het ware door te knippen en uit te rollen tot één vlak. De camera rijdt van het beginpunt naar het eindpunt. Als het infiltratiebekken breed is en meerdere krattenrijen bevat worden meerdere “gangen” onderworpen aan een visueel onderzoek. Het is belangrijk om de uiterst linkse en rechtse gang altijd te inspecteren zodat de zijkanten kunnen worden gecontroleerd op eventuele beschadigingen die kunnen veroorzaakt zijn door het mechanisch verdichten.

2. Gesloten structuur: Door de gesloten structuur is enkel de binnenzijde van de geperforeerde tunnel goed zichtbaar voor de camera, de buitenwand van het krat is niet zichtbaar. Het is dan ook zeer moeilijk om beschadigingen van het geotextiel aan de buitenwanden vast te stellen. De buisvormige structuur waarin openingen zijn aangebracht is vlot inspecteerbaar zonder enig risico voor het materieel. Er dient voldoende aandacht te gaan naar zandophoppingen binnen de inwendige structuur tijdens het visueel onderzoek. Plaatselijke zandophoppingen wijzen op zandinloop, dit kan verschillende oorzaken hebben: o.a. het niet grond dicht verbinden van aansluitende leidingen of beschadiging van het geotextiel. Een deskundige visueel onderzoek mag evenwel geen structurele schade registreren op basis van een vermoeden. Hij dient evenwel de nodige stappen te ondernemen om indien mogelijk door de openingen de schade in beeld te brengen. Als dat niet lukt, dan kan enkel de zandophopping worden geregistreerd. Een commentaarcode kan verduidelijken dat de camera de vermoedelijke plaats langs waar het zand naar binnen treedt niet kan in beeld brengen. Het is belangrijk dat eventueel een extra gang wordt geïnspecteerd om vanuit deze positie het toestandsaspect in beeld te brengen.

10.4.5. Betonnen infiltratieveld

Een betonnen infiltratieveld bestaat uit een vlakke waterdoorlatende ondergrond waarop een geotextiel wordt geplaatst. Vervolgens worden er tegels geplaatst in rijen met een tussenafstand van ± 200 mm waarop koepelvormige kunststof cassettes geplaatst worden. Hierop wordt beton gestort waarop de bovenbouw (ontworpen in functie van de belasting) wordt geplaatst. De toegang naar het infiltratieveld wordt verzekerd door een inspectieput die boven op een cassette wordt geplaatst. De zijkant van het infiltratieveld wordt voorzien van een XPE-plaat waar aan de buitenzijde een drainerend zand wordt aangebracht en aan de infiltratieveldzijde een geotextiel. Het infiltratieveld is volledig omwikkeld met geotextiel. De hoogte van de doorgangen variëren tussen 200 en 500 mm. De toevoer kan horizontaal of verticaal zijn.

Specifieke punten voor het visueel onderzoek:

- De zijwanden van het infiltratieveld zijn de belangrijkste onderdelen voor de infiltratie, ze zijn samen met het geotextiel op de bodem het meest kwetsbaar.
- De rijen tegels kunnen een obstakel vormen bij het voor- en achteruitbewegen van de camerawagen/toestel. Het is meer dan aangewezen dat de camerawagen/toestel is uitgerust met een achteruitrijcamera zodat een veilige terugkeer kan worden verzekerd.
- Langs de zij- en kopse kanalen kan het geotextiel worden gecontroleerd op plaatsing en eventuele beschadigingen.

- Om het onderzoek vlot en rendabel te laten verlopen kan hiervoor een camera worden ingezet die het mogelijk maakt om 3D beelden te genereren. Een traditionele camera dient tussen elke kolom te stoppen om dan de lens op 90° te positioneren en vervolgens 360° rond te draaien.
- Het aantal te inspecteren gangen is afhankelijk van de toegankelijkheid.
- Tijdens het visueel onderzoek dient er voldoende aandacht te gaan naar zandophopingen binnen de inwendige structuur; plaatselijke zandophopingen wijzen op zandinloop, dit kan verschillende oorzaken hebben: o.a. het niet gronddicht verbinden van aansluitende leidingen, of beschadiging van het geotextiel.
- Gezien er beton wordt gestort op de kunststof cassettes dient er aandacht te zijn op structurele gebreken en eventueel beton dat tijdens de aanleg via deze gebreken naar binnen is gedrongen.

10.4.6. Betonnen infiltratiekelder

Een betonnen infiltratiekelder wordt ter plaatse geconstrueerd. Door zijn afmetingen is deze in de meeste gevallen mantoegankelijk. Met als belangrijkste kenmerken de vloer, deze kan afhankelijk van de toepassing volledig of deels bedekt zijn met prefabplaten. Het dak is meestal samengesteld uit en prefabdakplaten, in sommige gevallen wordt de dakplaat ter plaatse gestort, de dakplaten worden gedragen door prefab betonnen kolommen of ter plaatse gestort met verloren bekisting (met thermoplastische buizen) die met tussenafstanden in rastervorm zijn opgesteld. De keerwanden zijn prefab-elementen, aan de binnenzijde van deze wanden bevinden zich filterstrips die vervangbaar zijn. De vloerplaat kan onder een lichte helling worden aangelegd om het reinigen te vereenvoudigen. De toegang naar de infiltratiekelder wordt verzekerd door één of meerdere mangaten in de vorm van een schouw met afdekkingsinrichting. De toegang maakt periodiek onderhoud en visueel onderzoek mogelijk.

Specifieke punten voor het visueel onderzoek:

- Omwille van de grootte van de kelder zal “een fysieke betreding door een deskundige” de beste resultaten geven. Hierbij dient te worden opgemerkt dat een visueel onderzoek steeds vergezeld is van videobeelden en foto’s en gegevensuitwisseling.
- Bij een onderzoek door fysieke betreding door een deskundige zal de meting manueel (ter plaatse) en zo precies mogelijk worden uitgevoerd.
- Visueel onderzoek fysieke betreding door een deskundige (uitvoering idem 7.4).
- Omwille van de complexiteit is een onderzoeksplan vóór aanvang van het visueel onderzoek een noodzaak. Het plan bevat referenties over het startpunt, meestal een schouw, de richting van het onderzoek en de referentie van het eindpunt.

10.4.7. Infiltratieputten en infiltratiebakken in beton

Infiltratieputten en infiltratiebakken kunnen verschillende opzetstukken hebben, die afhankelijk van het ontwerp uit poreus of niet poreus beton kunnen bestaan. Verder kunnen ze voorzien zijn van een dekplaat, een stelinrichting en een kader met deksel.

Specifieke punten voor het visueel onderzoek:

- Infiltratieputten en infiltratiebakken worden in principe op dezelfde manier geïnspecteerd als een rioolput.
- Afhankelijk van de vorm en de afmetingen zijn er verschillende onderzoekstechnieken mogelijk.
- Bij 3D-techniek is het wenselijk dat de toegang van waar de camera loodrecht naar beneden wordt gelaten, zich ongeveer in het midden van de put bevindt. Zo is de lichtverdeling gelijk en kunnen donkere of overbelichte zones vermeden worden.
- Om een onderzoek vlot te laten verlopen dient de toegangsopening ≥ 400 mm te zijn.
- De onderkant van de dekplaat dient ook geïnspecteerd te worden.

10.4.8. Infiltratiepalen

Infiltratiepalen zijn in de meeste gevallen vervaardigd uit dezelfde materialen als thermoplastische IT-leidingen. De infiltratiepalen worden verticaal geplaatst en zijn aan de onderkant voorzien van een afdekkap. De infiltratiepalen zijn zoals IT-leidingen voorzien van gaten of sleuven en zijn omhuld met een geotextiel. De lengte van de palen is afhankelijk van de K-waarde van de ondergrond waarin men wenst te infiltreren, ook de plaatselijke grondwaterstand speelt hierin een rol. Er wordt een gat geboord waarin de paal verticaal wordt geplaatst, de ruimte rond de paal van ongeveer 10 cm wordt opgevuld met infiltratiezand. Aan de bovenzijde wordt een zandvang (bezinkbak) geplaatst met een filter, die ervoor moet zorgen dat er geen vuil in de infiltratiepaal kan terecht komen. Op voornoemd gedeelte worden meestal straatkolken aangesloten, sommige infiltratiepalen zijn voorzien van een noodoverloop naar het RWA-stelsel. Maar dat is niet altijd zo, infiltratiepalen kunnen afhankelijk van de grondsoort en de grondwatertafel onafhankelijk geplaatst worden. De infiltratiepalen zijn toegankelijk voor onderzoek langs een afsluitdop die op een verticale buis in de zandvang is geplaatst. Specifieke punten voor het visueel onderzoek van een infiltratiepaal:

- Het visueel onderzoeken van een infiltratiepaal wordt volgens hetzelfde principe uitgevoerd als een putonderzoek. Wanneer de infiltratiepaal geen uitgaande leiding heeft, wordt klokstand¹² bepaalt aan de hand van het noordpunt. De camera wordt waar mogelijk in deze richting naar beneden gelaten, dit zal het onderzoek vergemakkelijken. Bij het nemen van foto's buiten de toegangsput wordt deze richting³⁷ aangehouden. Op deze manier kan de deskundige visueel onderzoek, en diegene die de beelden later zal beoordelen, zich eenvoudig en correct kunnen oriënteren.
- Wanneer een cameratractor of ander toestel met camerakop wordt gebruikt voor het uitvoeren van het visueel onderzoek, mag deze niet rond zijn verticale as draaien wanneer deze naar beneden gelaten wordt.
- Het onderzoek begint met het nemen van één of meerdere overzichtsfoto's waarop te zien is waar en hoe het toegangsdeksel is ingeplant. Zowel de inplanting in de omgeving als het gesloten deksel wordt geregistreerd waarbij de camerakop zich op minstens 0,5 m boven het dekselniveau bevindt, terwijl de afstandsteller op 0,00 m staat. Vervolgens wordt het deksel opengemaakt waarna de camera naar beneden wordt gelaten, het afsluitkapje dat toegang verschaft naar de infiltratiebuis onder de bezinkbak is nog steeds geplaatst. De zandvang met

³⁷ 12 h referentiepunt: noorden wanneer geen uitgaande leiding aanwezig is, of het middelpunt van de uitgaande leiding

afsluitkapje wordt geïnspecteerd, de aandacht gaat hierbij o.a. naar structurele gebreken en naar afstromingsproblemen. Vrijwel alle coderingen die gebruikt worden voor putonderzoek kunnen mogelijks gebruikt worden. Er dienen voldoende overzichtsfoto's te worden genomen. Vervolgens wordt het afdekkapje verwijderd, de teller wordt op 0 gezet op dekselniveau, de camera wordt nu langzaam ingebracht in de toegangsschacht naar de infiltratiebuis. Wanneer de camerakop zicht net in de infiltratiebuis bevindt wordt de onderzijde van de bezinkbak gecontroleerd en meteen ook de wand van de infiltratiebuis. De verlichting dient zo te worden ingesteld dat de wand van de infiltratiebuis goed zichtbaar is. De camerakop bevindt zich idealiter in het middelpunt van de verticale as van de infiltratiebuis. Dit is nodig om een evenwichtige verlichting te verkrijgen, maar ook om optisch bedrog te vermijden. De camera wordt langzaam naar beneden gelaten terwijl hij recht naar beneden kijkt. De snelheid³⁸ dient zo te zijn aangepast dat achteraf zonder de videoclip te stoppen het mogelijk moet zijn om de volledige wand te controleren op alle toestandsaspecten die de norm ter beschikking stelt. Afhankelijk van de beeldhoek van de camera is de buiswand in de praktijk pas zichtbaar op een bepaalde afstand vóór de lens.



Foto 74 (Bron: Dyka) Infiltratiepaal

Foto 75 (Bron BRRC) Infiltratiepaal bezinkbak met toegangsoening

³⁸ De maximale snelheid van het visueel onderzoek is dezelfde als voor een traditioneel onderzoek van de put 0,1m/s

11. Beeldkwaliteit, metingen en validatie van apparatuur



11.1. Inleiding

De opleveringsproeven waar het visueel onderzoek volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) er één van is, hebben tot doel het nieuw aangelegde riool te toetsen aan de gestelde criteria. Het riool dient waterdicht te zijn, vreemde materialen mogen niet ongewenst naar binnen dringen, en het afschot dient te voldoen aan de besteisen. Eventuele structurele gebreken en toestandsaspecten die een invloed hebben op de afstromingstoestand worden geregistreerd, het is immers belangrijk dat het riool vlekkeloos afwatert. Het riool wordt tevens geïnventariseerd om na te gaan of de gebruikte onderdelen die samen het riool vormen overeenstemmen volgens het bestek. Het is belangrijk dat de aanleg vakkundig gebeurt om mogelijke gebreken te voorkomen. Om vakkundig het riool aan te leggen is het noodzakelijk dat de onderdelen die hiervoor worden gebruikt niet enkel onderling voldoen aan de gestelde eisen, maar ook wanneer ze geassembleerd zijn tot een leiding. Uit bovenstaande blijkt dat er correct dient te worden gemeten om de controle te kunnen toetsen aan de productnormen. Deze toetsing gebeurt door de opdrachtgever zelf of door een derde partij door hun aangesteld, bv. een studie bureau.

De technologie staat niet stil, langzamerhand zullen nieuwe, innovatieve technieken hun intrede doen, in de software zal AI worden geïntegreerd. Door beeldherkenningssoftware met AI-ondersteuning in combinatie met “deeplearning”³⁹ zullen het resultaat, de doeltreffendheid en de beoordelingsmogelijkheden op termijn alleen maar toenemen.

11.2. Eisen van NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) en typebestekken

De norm vraagt om bepaalde toestandsaspecten te meten, deze waarde worden ondergebracht in één of maximaal twee kwantificeringsvelden. Dit kan als doel hebben om te inventariseren, maar ook om het mogelijk te maken om diegene die de gegevens van het visueel onderzoek zal ontvangen de mogelijkheid te bieden om een correcte inschatting te maken van de omvang of de ernst van het desbetreffende toestandsaspect. Het doel van het onderzoek kan sterk verschillen. Bij een routine-, een opleverings- of een einde garantieperiode-onderzoek, dient er gemeten te worden. De metingen dienen met de nodige zorg en deskundigheid te worden uitgevoerd. Afhankelijk van de regio wordt in het typebestek geëist dat het labo of bedrijf dat het onderzoek uitvoert BELAC geaccrediteerd is volgens ISO/IEC 17025 (ISO, 2017). De metingen zijn van allerlei aard, de toestellen en of de software waarmee gemeten wordt dienen volgens deze ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) norm gevalideerd te zijn. Zowel het labo als de opdrachtgever dienen zich rekenschap te geven dat een kwalitatief onderzoek waarin precies gemeten wordt meer tijd in beslag neemt. Het is belangrijk dat de uitgevoerde metingen correct zijn en voldoen aan de gestelde eisen.

De software, in combinatie met de hardware die worden gebruikt om visueel rioolonderzoek uit te voeren vormen een meetsysteem.

³⁹ Deep learning is een subset van machine learning, waarbij kunstmatige neurale netwerken (algoritmen die zijn gemodelleerd om te werken zoals het menselijk brein) leren van grote hoeveelheden data (bron Oracle).

11.3. Beeldkwaliteit

De beeldkwaliteit van de toestellen die vandaag op de markt voldoen ruimschoots aan de eisen die in het verleden gesteld werden en vandaag nog gelden als minimumeis. Voor de beeldresolutie is een eis van 400 horizontale lijnen van toepassing. Dit wordt gecontroleerd met onderstaande gestandaardiseerde beeldkaart T05 voor de aflezing van de resolutie, geometrie en grijstinten. Voor de controle van kleurweergave wordt beeldkaart gestandaardiseerde TE 106 gebruikt.

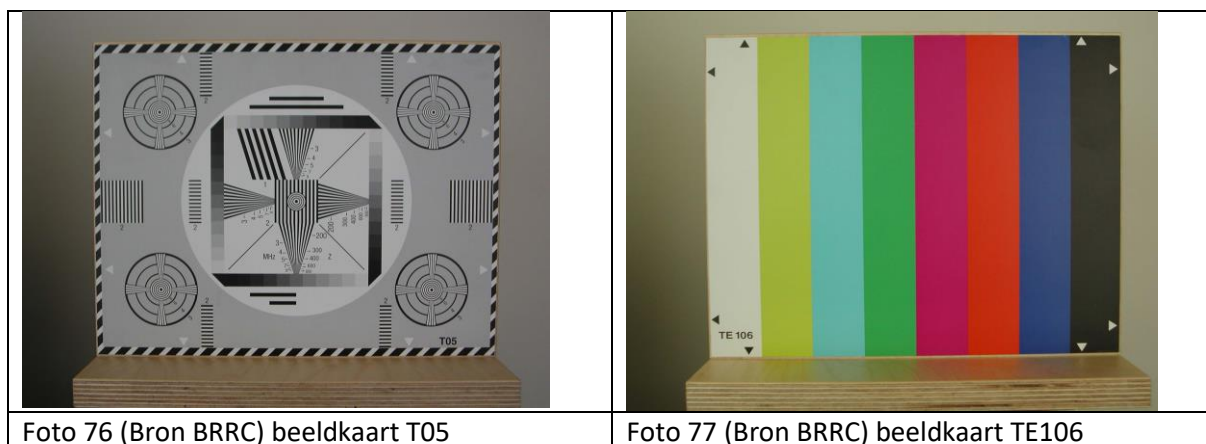


Foto 76 (Bron BRRC) beeldkaart T05

Foto 77 (Bron BRRC) beeldkaart TE106

Tijdens een validatie van het

11.4. Toegestane afwijkingen

Tijdens het visueel onderzoek worden een aantal waarden geregistreerd. Bij elke waarde hoort een eenheid, een precisie en een toegestane afwijking (zie onderstaande tabel).

Gemeten parameter	Meeteenheid	Precisie	Toegestane afwijking
Afstand l (leiding)	m	1 dm	Dl , min = 0,1 m: 0,4 % $l = Dl$
Afstand l_1 (rioolput, inspectieput of inspectieconstructie)	m	1 cm	D^l_1 , min = 0,05 m: 0,2 % $l_1 = D^l_1$
Helling (tijdens het visueel onderzoek)	%	1 %	Niet van toepassing – Richtwaarde
Helling (tijdens hellingmeting)	%	0,1 %	± 15 %
Axiale verplaatsingen	mm	1 mm	± 5 %
Radiale verplaatsingen	mm	1 mm	± 10 %
Hoekverdraaiingen	(°)	0,1°	± 15 %
Binnendiameter leiding	mm	1 mm	± 5 %

Tabel 7: Toegestane afwijkingen

11.5. Validatie van de apparatuur

Zoals eerder werd aangegeven is het belangrijk dat de gemeten waarden tijdens een visueel onderzoek zich binnen de toleranties bevinden die zijn aangegeven onder vorig punt 11.3. Het is van groot belang dat een validatie uitgevoerd wordt over het volledige meetbereik. De gevalideerde metingen dienen binnen het normale bereik te liggen waarvoor de apparatuur bedoeld is, zie verder in de kenmerken die gevalideerd worden. Voor het uitvoeren van validaties heeft het OCW een proefriool ter beschikking in zijn proevenhal waar ook de afstandsmetingen en hellingsmetingen in situ plaatsvinden. Bovengrondse afstandsmetingen over een afstand van 50m kunnen worden gevalideerd. Verder heeft het OCW een validatietafel ontwikkeld waarop validaties van statische hellingsmetingen, metingen op de buiswand, controle van laserreferentiepunten plaatsvinden.

De beeldkwaliteit wordt gecontroleerd volgens 11.3 waarbij per beeldkaart een beeldvullende videoclip van 30sec en een foto genomen wordt. Voornoemde wordt uitgevoerd met volledig uitgezoomde lens. De opnames zijn ook nuttig om de evolutie van de beeldkwaliteit op te volgen in de tijd, de initiële opnamen kunnen vergeleken worden met de periodieke opnamen om bv. de staat van het lensglas te evalueren (krassen, aantasting ed.).

11.6. Fysieke toestand van de apparatuur

De fysieke toestand van de apparatuur is belangrijk om het systeem in zijn geheel betrouwbare en correcte gegevens en metingen te laten afleveren. Hierna een opsomming van een aantal belangrijke punten:

- De theoretische axiale aslijn die door het middelpunt van de lens loopt dient in neutrale toestand evenwijdig te zijn met de vlakke ondergrond waarop de controle plaatsvindt (dit geldt ook voor toestellen die deformatie meten met laser of sonar). Uit controles blijkt dit niet altijd het geval te zijn. Als er een afwijking wordt vastgesteld is de invloed op de metingen in de leiding afhankelijk van het systeem. Zo zal de afwijking groter zijn voor puur optische metingen dan de afwijking bij optische metingen met ondersteuning van referentielaserpunten.
- Verder is de uitlijning van de liftconstructie belangrijk, de camerakop of andere meetkop is immers hierop gemonteerd.
- De staat van de composietwielen en wielen met banden is belangrijk, deze moeten allen dezelfde diameter hebben. Eén band of wiel vervangen heeft een negatieve invloed op de metingen.
- De speling op de wielas of tussen wielas en wiel van de robot. Bij overmatige speling tussen voornoemde componenten zal de robot "slingeren", dat heeft zeker een invloed op de dynamische metingen.
- De omtreksnelheid van de aangedreven wielen dient gelijk te zijn tijdens het recht vooruitrijden. Indien de robot recht vooruitrijdt op een platte vloer dient de afwijking in horizontale richting miniem te zijn. Is dat niet het geval dienen de motoren die de robot aandrijven onderling opnieuw gesynchroniseerd te worden. De meeste fabrikanten hebben hier een procedure voor, is dat niet het geval dan zal de fabrikant de synchronisatie uitvoeren.

11.7. Theoretisch en praktisch meetbereik van de apparatuur:

11.7.1. Theoretisch meetbereik per robot:

- Lenshoogte in de kleinste configuratie
- Lenshoogte in de grootste configuratie

Hierbij dient men rekening te houden met de wioldiameter en de totale spoorbreedte. Ook de diameteroverlapping van twee of drie robots met verschillende afmetingen is belangrijk. Het labo dient immers te weten welke combinatie te gebruiken is binnen een welbepaalde leidingdiameter.

11.7.2. Praktisch meetbereik per robot:

- Het meetbereik waarin fysisch kan gemeten worden wordt o.a. bepaald door de zichtbaarheid van beide laserpunten bij het meten in kleine diameters.
- Ook het resultaat van voegwijdtemetingen in grote diameters kan hierbij een rol spelen. Er Bij het gebruik van apparatuur waarbij enkel optisch kan gemeten worden zonder ondersteuning van laserpunten en bijgevolg niet worden ingezoomd, kan moeilijk of niet gemeten worden in grote diameters.

Het praktisch meetbereik wordt vastgelegd tijdens de verdere validatie van de apparatuur. Het meetbereik staat omschreven in de technische bijlage die bij het ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) BELAC-accreditatie certificaat hoort.

11.8. Afstandsmeting:

- De afstandsmeting wordt gevalideerd in het meetbereik dat overeenkomt met een gemiddelde strenglengte (ongeveer 50m):
 - De afwijking is $\leq 0,1\text{m}$ voor een bereik $< 25\text{m}$
 - De afwijking is oplopend in het bereik $\geq 25\text{m}$ met een maximale waarde van $0,4\%$
 - De meetresolutie is $\leq 0,1\text{m}$

Bij het uitvoeren van een validatie van de afstandsmeting dient de opstelling in overeenstemming te zijn met de dagelijkse uitvoering (dus met geleidingsrol). Het opwekken van een puls is bij sommige installaties noodzakelijk waar een meetresolutie $> 0,1\text{m}$ van toepassing is.

11.9. Statische hellingsmeting:

- Hierbij wordt de camerawagen/toestel zonder wielen op een vlakke plaat geplaatst, de tafel wordt zowel in de langs als dwarsrichting met een precisewaterpas op nul gesteld:
 - Met een geprojecteerde lijnlaser wordt over een afstand $\geq 5\text{m}$ vanaf het nulpunt het hoogteverschil opgenomen, dit gebeurt in 8 stappen van ongeveer $+1\%$ (tot ongeveer 8%)
 - De camerawagen/toestel wordt 180° gedraaid, het nulpunt wordt gecontroleerd en dezelfde stappen van ongeveer -1% (tot ongeveer -8%) worden herhaald, nu in negatieve zin
- De individuele geregistreerde waarden mogen maximaal $\pm 5\%$ afwijken van de berekende waarden gemeten met de statische proefopstelling.

Terwijl de camera aan de lifthaak hangt wordt deze met de camerakop naar boven en vervolgens naar onder gericht. Zo wordt het maximale bereik geregistreerd zowel in positieve als in negatieve zin. Dit bereik dient ten minste overeen te stemmen met het door de fabrikant aangegeven bereik.

11.10. Dynamische hellingsmeting:

- Hierbij wordt de camerawagen/toestel met aangepaste wielen in een proef riool gebracht. Het lengteprofiel van de leiding werd met een totaalstation in stappen van 0,05m opgemeten.
 - De camerawagen/toestel registreert de helling zoals bij een visueel onderzoek tussen begin- en eindput.
 - Tijdens het terugtrekken van de camerawagen/toestel (met uitgeschakelde tractie) wordt een hellinggrafiek geregistreerd door de coderingssoftware. Beide grafieken worden met elkaar vergeleken. De afwijking van de individuele waarden geregistreerd door het meetsysteem (ingebouwd in de robot) ten opzichte van de werkelijke waarde van de proefleiding mag maximaal $\pm 15\%$ bedragen.

11.11. Referentie laserpunten

Bij sommige systemen zijn in de camerakop twee lasers op een bepaalde afstand in de camerakop geïntegreerd. De laserpunten maken deel uit van een meetsysteem om preciezer te kunnen meten. De laserpunten worden aangezet wanneer er in radiale richting metingen op de buiswand worden uitgevoerd. Om de laserpunten scherp te kunnen zien dient het afdekglas van beide laserpunten vrij te zijn van krassen, vuil en waterdruppels. Om de projectie van de laserpunten optimaal te houden worden de afdekglaasjes best meermaals per dag met een wattenstaafje gereinigd. Het te meten toestandsaspect dient zich haaks ten opzichte van de camerakop te bevinden, enerzijds om de correcte afstand aan te geven en anderzijds om correct te kunnen meten. Het toestandsaspect wordt zo in beeld gebracht (indien gewenst kan hiervoor worden ingezoomd) dat beide laserpunten zichtbaar in beeld zijn, nu wordt een foto genomen. Op deze foto vindt de meting plaats. De software maakt gebruik van de theoretische afstand tussen beide laserpunten als referentiewaarde. Door proefondervindelijke metingen uit te voeren in een palet van mogelijke leidingdiameters heeft het OCW de metingen kunnen optimaliseren. Omdat het niet mogelijk is om de laserpunten zo in te bouwen dat beide laserstralen evenwijdig lopen, werd er in samenwerking met de softwareleveranciers een lineaire correctiefactor geïntegreerd zodat deze afwijking in eender welke leidingdiameter opgeheven wordt. Bij het aanmaken van de inventarisatiegegevens van de te onderzoeken streng wordt de referentieafstand door de software gecorrigeerd volgens voornoemde correctiefactor. Het is van zeer groot belang dat de correcte binnendiameter gekend is (zie punt 10.1.9). Uitvoeren van een meting:

- De cursor wordt exact in het midden van het eerste laserpunt gebracht, na het aanklikken van dat punt wordt de cursor naar het tweede laserpunt gebracht waarna dit wordt aangeklikt. De software heeft nu het aantal pixels bepaald tussen beide punten.
- Vervolgens worden op dezelfde foto de te meten afstand van het toestandsaspect gemeten, de gemeten waarde wordt meegegeven en kan desgewenst op de foto worden weergegeven.

De denkbeeldige as van de camerakop stelt op de validatietafel de aslijn van de leiding voor. Bij het valideren worden de laserpunten evenwijdig met voornoemde aslijn op een wit vlak (verticaal

opgesteld) (") geprojecteerd. De grootste precisie kan worden bekomen door het wit vlak zo ver mogelijk van de "camerakop op te stellen. Voorwaarde is dat de laserpunten nog steeds rond afgelijnd en goed zichtbaar zijn. De zichtbaarheid van de punten kan verhoogd worden door de omgeving deels te verduisteren. De minimumafstand van het wit vlak ten opzichte van de leidingaslijn kan als volgt worden berekend: meetbereik (volgens technische bijlage) x 0,75. Op deze afstand wordt de afstand tussen beide punten drie keer gemeten, de gemiddelde waarde wordt samen met de overeenstemmende leidingdiameter vergeleken met de correctiefactor in de software. Als deze overeenstemt kan er precies gemeten worden, zo niet dient deze parameter in de software te worden aangepast. Vervolgens worden een aantal controlemetingen in de grootste en kleinste leidingdiameter uitgevoerd.

11.12. Optische metingen

Sommige meetsystemen gebruiken geen hulpmiddelen bij het uitvoeren van metingen op de buiswand. Dergelijke meetsystemen bieden daarom een lagere precisie dan bij het gebruik van laserreferentiepunten. Een kalibratie van de meting per leidingdiameter is nodig om binnen de toleranties te meten zoals aangegeven in de bestekvoorschriften (Zie 11.3 toegestane afwijkingen tabel 7). De vereiste precisie is moeilijker haalbaar wanneer er in grote leidingdiameters gemeten wordt. De oorzaak hiervan is dat het voor het ogenblik met de meeste optische meetsystemen niet mogelijk is om een zoomfactor in te stellen bij de kalibratie die opnieuw kan gebruikt worden tijdens de meting. Wanneer dit wel mogelijk zou zijn, impliceert dit een hogere graad van precisie. Om een optimale precisie te kunnen behalen in de gegeven omstandigheden zou een maximale grootte van de foto waarop gemeten wordt een grote hulp zijn bij grote leidingdiameters.

De kalibratie gebeurt als volgt:

- De denkbeeldige as van de camerakop stelt op de validatietafel de aslijn van de leiding voor. Bij het valideren wordt een referentieafstand in de vorm van een referentieblad met blokjes van 5x5 mm in een horizontaal vlak 90° ten opzichte van vornoemde aslijn geplaatst (evenwijdig met de "leidingaslijn" en verticaal opgesteld).
- De camerakop wordt horizontaal en haaks ten opzichte van het referentievlak gericht
- Vervolgens wordt er een foto gemaakt, waarop een horizontale en verticale meting wordt uitgevoerd waarbij het middelpunt van de twee gemeten punten overeenkomt met het middelpunt van de foto.
- De kalibratie van de optische meting is systeemafhankelijk. In tegenstelling van wat sommige fabrikanten voorschrijven zijn aanvaardbare resultaten enkel haalbaar als per leidingdiameter een kalibratie wordt uitgevoerd.

Hiermee is de afwijking gekend, deze dient zich binnen de toleranties te bevinden zoals aangegeven in punt 11.3 Tabel toegestane afwijkingen.

11.13. Axiale metingen

Om na te gaan of metingen van axiale verplaatsingen voldoen aan de vereiste toleranties (volgens 11.4) worden ook deze metingen gevalideerd. De validatie gebeurt op een validatietafel waarbij de

camera correct is uitgelijnd, dit kan eenvoudig worden gerealiseerd met een kruislijnlaser. Het is belangrijk om voldoende aandacht te schenken aan de uitlijning van de camera. Daar de uitlijning van de camera een grote invloed heeft op metingen in kleinere buisdiameters. De controle bestaat eruit om de afstand van het referentievlak tot de lens in het horizontale vlak te meten waarbij de camerakop 90° gericht is ten opzichte van de "leidingaslijn". De controle dient plaats te vinden 180° ten opzichte van elkaar. Beide gemeten waarden dienen gelijk te zijn, zo niet dient de oorzaak te worden onderzocht of dient de camerawagen/toestel beter te worden uitgelijnd met de nullijn van de validatietafel.

De metingen:

- De horizontale vlakken waarop een referentiekaart is bevestigd, zijn verticaal opgesteld en bevinden zich 180° tegenover elkaar op gelijke afstand van de lens als deze 90° naar de referentiekaart is gericht. De referentievlakken zijn zoals eerder vermeld evenwijdig uitgelijnd met enerzijds de leidingaslijn en ook met de nullijn van de validatietafel.
- Per buisdiameter worden er op beide referentiekaarten telkens vijf afstanden gemeten die zich allen in het horizontale vlak bevinden:
 - Referentiekaart 1: 5mm; 15mm; 25mm; 35mm en 45mm
 - Referentiekaart 2: 10mm; 20mm; 30mm; 40mm en 50mm
- De meetwaarden worden met twee cijfers na de komma geregistreerd via het coderingsprogramma. Daarnaast worden deze waarden in het validatiedossier getoetst aan de toegestane toleranties.

11.14. Berekening van een hoekverdraaiing

Om na te gaan of de hoeken die het programma berekent met de gemeten waarde uit vorig punt correct zijn, wordt een bepaalde reeks van metingen gebruikt waarbij de voegopeningen 180° ten opzichte van elkaar worden gemeten in het horizontale vlak (waarden uit vorig punt):

- Theoretische verschillen tussen beide axiale waarden zijn 15; 25; 30; 35 en 40mm
- De waarden worden voor elke diameter volgens het meetbereik in de coderingssoftware geregistreerd.
- De berekende hoeken worden vergeleken met de theoretische hoek, de afwijking tussen beide waarden mag niet meer bedragen dan 15% van de theoretische waarde.

11.15. Validatie van software

De software moet het mogelijk maken om het systeem correct te valideren, hiervoor zijn meetwaarden nodig met twee decimalen zoals in punt 11.12 werd aangegeven.

Verder dient de software te voldoen aan de verschillende uitwisselingsformaten volgens het geselecteerde visueel onderzoek volgens Zie - bijlage I "Welke techniek voor welk toepassingsgebied". Dat lijkt op het eerste gezicht geen probleem, doch in het verleden is gebleken dat het voor de softwarefabrikanten geen sinecure is om hieraan te voldoen. De eisen wijken nochtans maar weinig af van de NBN EN 13508-2 (NBN, 2011).

Het doel van het BEFDSS XML-uitwisselingsformaat is om de klant, in de meeste gevallen de rioolbeheerder, ervan te verzekeren dat de uitgewisselde gegevens in overeenstemming zijn met de norm. De opdrachtgever, in de meeste gevallen de rioolbeheerder kan de gegevens zonder bijkomende validatie importeren in zijn databank. Een deel van de inventarisatiegegevens heeft hij immers al aangeleverd aan het bedrijf dat het onderzoek uitvoert via een IDP.xml of een IDM.xml bestand. Het zou een grote hulp zijn voor de deskundige, maar ook voor het labo dat het onderzoek uitvoert als er een soort van “validator” beschikbaar zou zijn. De deskundige zou zo voor het exporteren van de gegevens kunnen nagaan welke gegevens ontbreken of onvolledig zijn.

De validatie dient te worden uitgevoerd over het volledige diameterbereik waarvoor het toestel zal worden ingezet. Dit bereik is beschreven in de technische bijlage van de ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) BELAC-accreditatie.

11.16. Meettechnieken bij leidingonderzoek

11.16.1. Mogelijk te meten geometrische kenmerken

- Een punt: wordt gevormd door de combinatie van de afstand met één klokstand
- Een lijn wordt gevormd:
 - In radiale richting: één afstand in combinatie met twee klokstanden.
 - In axiale richting: een combinatie van één beginafstand en één eindafstand in combinatie met één en dezelfde klokstand.
 - Schuin op de buiswand: de beginafstand (doorloopcode bv. A01) en de eindafstand (doorloopcode bv. B01) telkens met één verschillende klokstand.
- Een vlak wordt beschreven door gebruik te maken van een begin- (doorloopcode bv. A02) en een eindafstand (doorloopcode bv. B02), in combinatie met twee klokstanden.
- Eén of meerdere punten of vlakken ter hoogte van buisverbindingen, dit wordt beschreven door gebruik te maken van een begin- (doorloopcode bv. A02) en een eindafstand (doorloopcode bv. B02), in combinatie met de letter (A = verbinding) en twee klokstanden.

11.16.2. Afstandsmeting

De resolutie bij een afstandsmeting is systeemafhankelijk. Deze kan verschillen van 0,01 m tot 0,1 m. Op zich vormt dit geen probleem, op voorwaarde dat er voldoende aandacht wordt geschonken aan de nulstelling bij systemen waar de resolutie 0,1 m bedraagt. Dit betekent in de praktijk dat op het punt waar de referentieafstand* wordt ingesteld de puls handmatig dient opgewekt te worden door het geleidingswiel in de juiste richting te draaien zodat er een puls wordt opgewekt in de richting van het onderzoek. Vervolgens kan de nulstelling in de software plaatsvinden (gedetailleerde werkwijze zie ptn. 7.2.1)

**De referentieafstand is de afstand ten opzichte van het referentiepunt ABC uit de norm NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) (rekening houdend met de Norm B 34-001 [NBN, 2015a]), en het punt waar de camerawagen/toestel klaar is om met onder spanning zijnde kabel te vertrekken (in de*

beginpunt waar de camera werd ingebracht). De referentieafstand is eigen aan het systeem en kan verschillen per camerawagen/toestel.

11.16.3. Metingen in de dwarsdoorsnede

11.16.3.1. In welke buisvormen kan gemeten worden?

Omwille van verschillende factoren kunnen metingen in niet ronde vormen bijkomende afwijkingen en/of rekenfouten met zich meebrengen, zodat de zekerheid of de metingen correct zijn, niet gegarandeerd is. In de berekening is vaak de diameter een parameter die op elk tegenover liggend punt in de omtrek anders is (de lengte van de lijn die door het middelpunt loopt van de helft van de hoogte van de dwarsdoorsnede). Hierdoor zijn de resultaten van de meting niet correct.

11.16.3.2. Meting van de binnen-buisdiameter:

Het is noodzakelijk om voor aanvang van een visueel onderzoek op de hoogte te zijn van de binnendiameter van de buis waaruit de leiding is samengesteld. Bij ontstentenis van de binnendiameter kan deze al dan niet afhankelijk van het systeem dat wordt gebruikt, worden gemeten. De meting heeft een bepaalde afwijking, toch kan uit deze waarde de binnendiameter worden afgeleid. Voor thermoplastische materialen is dat iets moeilijker omdat de gemeten waarde, afhankelijk van de afwijking, in de buurt kan liggen van twee verschillende binnendiameters, bv. PVC-U en PP-HM; hier is het vooral belangrijk dat het materiaal gekend is om de juiste diameter te meten of af te leiden. Bij sommige thermoplastische leidingen staat zowel de buisdiameter, het materiaal alsook de stijfheidsklasse aan de binnenzijde aangegeven, soms ook op de stootrand van de dubbele mof.



Foto 78 (Bron Dyka) Markering buitendiameter PVC-U

Opgelet:

Begin nooit een visueel onderzoek zonder zeker te zijn van de binnendiameter van de leiding.

11.16.3.3. Metingen van waterhoogte, bezonken afzetting:

Waterhoogte en bezonken afzetting kunnen op verschillende manieren worden gemeten, tegenwoordig zijn de softwarepakketten voorzien van tools om de waterhoogte snel en eenvoudig te bepalen. Indien geen tool in de coderingssoftware aanwezig is kan de verhouding gemakkelijk worden bepaald ter hoogte van een voegverbinding. Er kan evenwel gebruik worden gemaakt van onafhankelijke softwaretools die beschikbaar zijn op de markt. Een andere optie is de OCW-transparant die gebruikt wordt om deformatie te meten; zie voorbeeld hierna.

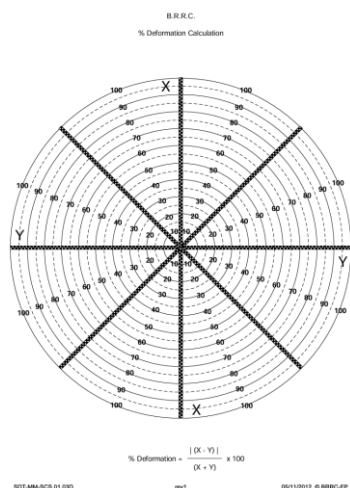


Foto 79 (Bron_BRRC)_Sjabloon-Deformatiemeting

11.16.3.4. Meten van obstakels:

Het meten van obstakels verloopt volgens hetzelfde principe, hier dient eveneens het % belemmering van de dwarsdoorsnede te worden bepaald. De meest recente softwarepakketten zijn uitgerust met een programma waarbij over het object na het aanklikken van de contouren een vlak gevormd wordt. Dat oppervlak wordt door de software in verhouding gebracht met het oppervlak van de dwarsdoorsnede.

11.16.3.5. Metingen op de buiswand

A. Algemeen:

Om een correcte meting en een correcte inschatting te kunnen maken van het toestandsaspect dat een meting vereist, is het noodzakelijk dat het middelpunt van de cameralens zich in het middelpunt van de hoogte van de dwarsdoorsnede van de leiding bevindt.

(Zie punt positie van de cameralens)

Opgelet: de meeste meetsystemen die vandaag zijn geïntegreerd in systemen voor visueel rioolonderzoek kunnen, met een aanvaardbare precisie, enkel loodrecht op de buiswand meten. De

praktijk heeft uitgewezen dat het grondig valideren van meetsystemen noodzakelijk is om tot goede resultaten te komen.

Noot: Wanneer een systeem voor visueel rioolonderzoek niet over een meetstelsel beschikt, dan kan een afzonderlijke software worden geïnstalleerd die pixelmeting mogelijk maakt, hiermee kunnen de meeste metingen (mits de nodige expertise) worden uitgevoerd volgens de gestelde eisen.

B. De meettechnieken kunnen sterk verschillen:

- Zwenkhoek: oudere systemen werkten vaak met het uitlezen van de zwenkhoek van de camerakop. Deze manier van meten is weinig precies. Hierbij speelt de speling van de mechanische onderdelen een belangrijke rol. Deze meettechniek levert meestal niet de gewenste precisie volgens de gestelde criteria. Er kunnen grote verschillen optreden bij een vergelijk van verschillende camerakoppen van hetzelfde type.
- Pixelmeting: hierbij wordt het aantal pixels tussen twee punten op het beeldscherm gemeten en vergeleken met een referentiewaarde. Het is noodzakelijk dat de afstand tussen lens en buiswand gekend is. Om een correcte meting te krijgen is het belangrijk dat per buisdiameter een kalibratiebestand wordt aangemaakt. Alleen dan kan met deze techniek precies worden gemeten.
Belangrijk:
 - Meten in grote diameters is niet mogelijk van zodra er wordt ingezoomd. Bij de meeste meetstelsels zijn bepaalde parameters niet gekend zoals o.a. het aantal keer dat er optisch of digitaal is ingezoomd; bijgevolg kunnen deze parameters niet worden ingebracht voor correctie. Met zulke systemen is het moeilijker meten in grote diameters; het meten vraagt dan een grotere concentratie van de deskundige.
 - Middelpunt lens dient zich 90° t.o.v. de buiswand te bevinden, is dit niet het geval dan zal de afstand lens buiswand niet meer overeenstemmen met het kalibratiebestand, met als gevolg foute meetwaarden.
- Lasers in combinatie met pixelmeting: de camerakop is uitgerust met twee lasers. Deze twee laserpunten worden haaks op de buiswand geprojecteerd. De lasers zijn op een bepaalde afstand ten opzichte van elkaar ingebouwd in de camerakop. Deze afstand dient als referentieafstand bij het meten, dit gaat als volgt te werk:
 - De lasers worden aangezet en vervolgens wordt er een foto genomen waarbij de camerakop haaks op de buiswand is gericht.
 - Deze foto waarop de laserpunten duidelijk zichtbaar zijn wordt geopend in het meetprogramma. Er wordt met een kruisvormige muiscursor in het midden van elk laserpunt geklikt waarna er een lijn tussen die twee punten wordt gevormd, de afstand [mm] tussen beide ingebouwde lasers in de camerakop, stemt op de foto overeen met het aantal pixels van voornoemde lijn, dit is de referentiewaarde.
 - Elke afstand tussen twee punten op de foto kan nu worden berekend aan de hand van voornoemde referentiewaarde. Op de foto kan nu vlot gemeten worden tussen twee punten.
 - Deze techniek maakt het mogelijk om, wanneer nodig in te zoomen en vervolgens een foto te nemen. Zolang de laserpunten zichtbaar zijn op de foto is er geen probleem. Deze meettechniek geeft de beste resultaten.

Belangrijk:

- Het is quasi onmogelijk om de lasers evenwijdig in de camerakop te plaatsen tijdens de productie of bij het vervangen van de lasers. Als er een afwijking is van de paralleliteit tussen de beide laserstralen, dan neemt de afwijking op voornoemde referentiewaarde toe naarmate de buisdiameter vergroot. De meetafwijking wordt dan groter in functie van de buisdiameter. Hiervoor werd door het OCW in samenspraak met de fabrikanten een oplossing uitgewerkt waarbij de afwijking van de referentiewaarde wordt herrekend in functie van de gekozen buisbinnendiameter. De afwijking wordt dan verwaarloosbaar (zie punt 11.10).
- Middelpunt lens dient zich 90° t.o.v. de buiswand te bevinden, is dit niet het geval dan zal de referentieafstand tussen beide geprojecteerde laserpunten niet meer overeenstemmen met de werkelijke waarde, met als gevolg foute meetwaarden.

11.16.3.6. Meten van verplaatste verbindingen

Verplaatste verbindingen worden op radiale verplaatsingen na, in de voeg gemeten. Het meten op de breking van de waterlijn geeft enkel een indicatie naar de hoekverdraaiing tussen beide buisassen die tijdens de plaatsing is ontstaan. De meting die optisch kan uitgevoerd worden op een foto geeft enkel een indicatie van de afwijking tussen de buisassen van twee aaneensluitend buisdelen en is bijgevolg niet geschikt voor opleveringsonderzoek.

Thermoplastische buismaterialen zoals PVC-U en PP hebben vaak een naadloze vorm van mof-spie verbinding. Dit maakt het soms zeer moeilijk of onmogelijk om de muiscursor correct te plaatsen tijdens het meten van een verplaatste verbinding, met name een axiale verplaatsing en een hoekverdraaiing. Bij het meten van een verplaatste verbinding ter hoogte van een overschuifmof met stootrand dient men vanaf de stootrand tot aan de het buiseinde te meten om de verplaatste verbinding te registreren. Er kunnen zich gevallen voordoen waarbij zich aan weerszijden van de stootrand een verplaatste verbinding voordoet. Deze dienen apart te worden geregistreerd, de afstand van beide registraties is verschillend (de software laat in de meeste gevallen niet toe om op dezelfde afstand 2x een verplaatste verbinding te registreren).

Opleveringsonderzoek wordt uitgevoerd in een gereinigde leiding. Er wordt verwacht dat de leiding “droog” staat en proper is, of in het slechtste geval maximaal 5% water bevat. Hogere waterstanden belemmeren het zicht en hebben bijgevolg een invloed op de geregistreeerde waarnemingen en de metingen van o.a. verplaatste verbindingen. Bijkomende informatie is te vinden bij het desbetreffende type verplaatste verbinding (zie verder onder deze rubriek).

De norm heeft drie verschillende mogelijkheden m.b.t. verplaatste verbindingen voorzien: axiale- en radiale verplaatsingen en tenslotte hoekverdraaiingen.

Verplaatste verbindingen worden gemeten om na te gaan of de voegopening die ontstaan is door de verplaatsing in overeenstemming is met de gestelde eisen volgens de overeenkomstige productnormen. De deskundige dient niet op de hoogte te zijn van de gestelde eisen, in principe

worden alle verplaatste verbindingen groter dan 10 mm geregistreerd. De deskundige dient het toestandsaspect te herkennen, te meten en tenslotte vast te leggen volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011). Software kan een goede ondersteuning bieden om bij twijfel snel te kunnen beslissen of er gemeten dient te worden of niet. Zo kan een digitaal pasblokje worden gebruikt als “overlay” om uit te maken of de minimumwaarde werd overschreden.

BELANGRIJK:

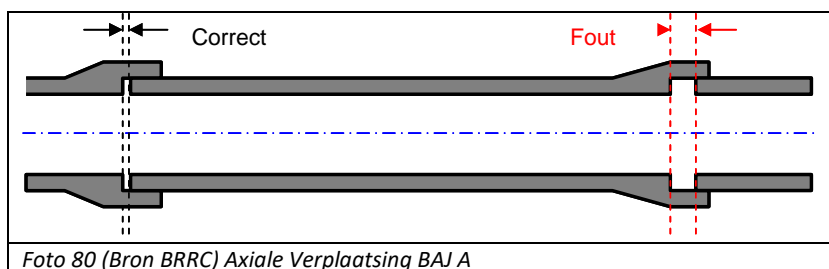
In niet ronde buisvormen kunnen standaardmetingen niet altijd worden toegepast. In de huidige software zijn de berekeningen die correcte meetresultaten geven, niet opgenomen. Bij niet ronde buisvormen kan:

- BAJ A (Axiale verplaatsing) enkel gemeten worden met laser-referentiepunten.
- BAJ B (Radiale verplaatsing) enkel met behulp van pixelmeting en niet met referentielaserpunten (ratio tussen gekende afmeting en trap)
- BAJ C (Hoekverdraaiing) zou enkel gemeten kunnen worden met laser-referentiepunten; waarbij een berekening aan de hand van de gemeten waarden en precieze klokstanden in principe mogelijk is. Doch met de huidige beschikbare coderingssoftwarepakketten voor visueel rioolonderzoek kan die berekening momenteel niet worden uitgevoerd.

A. Axiale verplaatsingen:

Omstandigheden: Aangezien er voor het meten van axiale verplaatsingen eender waar op de omtrek kan worden gemeten vormt de waterstand in de leiding geen probleem voor de meting.

Omschrijving: Bij een axiale verplaatsing staat de voeg gelijkmatig open over de ganse omtrek. De buizen zijn t.o.v. elkaar evenwijdig aan het tracé van het riool verplaatst (in horizontale richting).



Hoe registreren?

Indien de openstaande voeg (die over de ganse omtrek even breed is) breder of gelijk is aan 10 mm dient deze te worden gemeten en geregistreerd: **BAJ A** [mm].

Aangezien de voegopening over de ganse omtrek even breed is, wordt geen klokstand geregistreerd, de breedte van de voeg wordt geregistreerd in mm.

B. Radiale verplaatsingen:

Omstandigheden: Bij het meten van radiale verplaatsingen is meten bij een beperkte waterstand mogelijk. Als de radiale verplaatsing zich in het water bevindt kan 180° daartegenover op de omtrek worden gemeten.

Omschrijving: Bij een radiale verplaatsing zijn de buizen onderling, loodrecht op het tracé van het riool verplaatst.

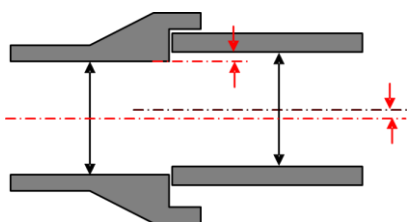


Foto 81 (Bron BRRC) Radiale Verplaatsing-BAJ-B



Foto 82 (Bron BRRC) Radiale Verplaatsing

Hoe registreren?

Het verschil tussen beide assen wordt gemeten, de as-verschuiving vertaalt zich in een trap tussen de desbetreffende buiselementen. Daar waar de “trap” het grootst is wordt gemeten: **BAJ B** [mm] + 1 klokstand.

Bijvoorbeeld een radiale verplaatsing die zichtbaar is als een verhoging van de bodem (stroomprofiel) in de richting van het onderzoek wordt geregistreerd zijnde klokstand 12, een verlaging van de bodem (Stroomprofiel) in de richting van het onderzoek wordt geregistreerd zijnde klokstand 6. Het verschil in hoogte die ontstaan is tussen het stroomprofiel van beide buizen wordt geregistreerd in mm.

C. Hoekverdraaiingen:

De assen van de twee aansluitende buizen lopen niet evenwijdig.

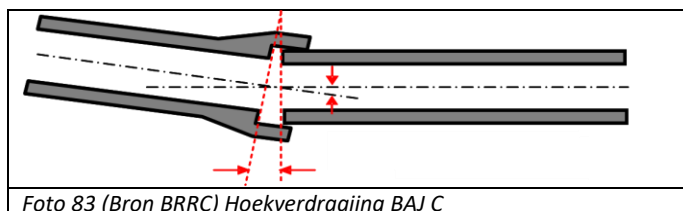


Foto 83 (Bron BRRC) Hoekverdraaiing BAJ C

Hoe registreren?

Indien de hoek duidelijk zichtbaar is (verschil in breedte tussen kleinste en grootste voegopening ≥ 10 mm) dient deze te worden gemeten en geregistreerd:

BAJ C [°] + 1 klokstand.

Bijvoorbeeld een hoekverdraaiing die zichtbaar is als een verhoogde helling in de richting van het onderzoek wordt geregistreerd zijnde klokstand 12, een verlaging van de helling in de richting van het onderzoek wordt geregistreerd zijnde klokstand 6. Het aantal graden hoekverdraaiing wordt geregistreerd in ° met één cijfer na de komma. De hoek wordt berekend aan de hand van het verschil tussen de kleinste en de grootste voegopening ter hoogte van het spie-eind. Ter hoogte van de kleinste voegopening wordt de klokstand afgelezen.

Herkennen van een hoekverdraaiing:

Als de leiding niet volledig droog staat is een hoekverdraaiing (die gevormd wordt tussen beide buisassen) in de meeste gevallen vanop een paar meter goed zichtbaar. Een hoekverdraaiing kan zich (afhankelijk van zijn klokstand) als volgt manifesteren:

- In verticale richting:
 - een plaatselijke verhoging van de waterstand (verkleind afschot)
 - een plaatselijke verlaging van de waterstand (vergroot afschot)
- In horizontale richting:
 - in een zichtbare hoek in de waterlijn naar links ter hoogte van de voegverbinding
 - in een zichtbare hoek in de waterlijn naar rechts ter hoogte van de voegverbinding
- Een combinatie van verticaal en horizontaal:
 - Bovenstaande fenomenen van verticale en horizontale richting zijn hierdoor overduidelijk zichtbaar

Opgelet:

1. Belangrijk is dat in de voegverbinding correct wordt gemeten. Schaduwvorming in de voeg en/of een onjuiste positie van de cameraleens bemoeilijken het meten. Volgende punten dienen in acht genomen te worden:
 - a. De 4 punten die aangeklikt worden dienen zich te situeren op hetzelfde onderdeel, de buisrand. Aangezien de berekening van de hoekverdraaiing gebaseerd is op de binnendiameter van de buis, dient ter hoogte van de buisrand gemeten te worden en niet in de voeg.
 - b. De positie van het middelpunt van de lens dient uitgelijnd te zijn met het midden van de voegopening alvorens te meten. Mogelijks dient de camerawagen/toestel zich hiervoor te herpositioneren in axiale richting wanneer 180° tegenover het kleinste spie-eind wordt gemeten.
 - c. De verlichting dient zo te zijn dat buisranden waar de muiscursor op gepositioneerd wordt goed te onderscheiden zijn, zowel links als rechts aan de voegopening.
2. Hoekverdraaiingen kunnen complex zijn en vragen een zekere alertheid van de deskundige visueel onderzoek. Omwille van afwijkingen in de productie van buizen kunnen er in de praktijk ook hoekverdraaiingen voorkomen enkel tussen mof- en spie-eind. Deze hoek stemt dan niet overeen met de hoek die gevormd wordt tussen beide buisassen. Er kan zelfs géén hoek gevormd zijn tussen beide buisassen, terwijl in het mof-spiegedeelte wél een hoek zichtbaar is. De oorzaak hiervan is dat de mof en/of de spie zich niet haaks ten opzichte van de buis-as bevindt.
In principe kan het ook mogelijk zijn dat in axiale richting wél een hoekverdraaiing zichtbaar is tussen beide buisassen waarbij in de voegverbinding géén hoekverdraaiing zichtbaar is tussen

mof-en spie. De verwachte voegopening (in de vorm van een spie) kan worden opgeheven doordat de mof en/of de spie zich niet haaks ten opzichte van de buis-as bevindt. Voorgaand fenomeen kan ook omgekeerd werken waardoor de hoek in het mof/spie gedeelte groter is dan de hoek die gevormd werd tussen beide buisassen.

3. Wat te doen wanneer het kleinste of grootste spie-eind onder water zit? Hoe kan dan de hoek correct gemeten worden?
 - a. Vaststellen waar het kleinste of grootste spie-eind zich bevindt in het bovenste deel van de buisverbinding: klokstand 10, 11, 12, 01 of 02?
 - b. De kleinste of grootste voegopening die volgens punt a werd bepaald, dient als referentiepunt om de 180° tegenoverliggende openstaande voegverbinding te bepalen (die zich onder de waterspiegel bevindt).
 - c. De hoogte van de waterstand dient te worden bepaald. De kans is groot dat deze reeds werd geregistreerd en dat deze doorloopt door middel van een doorlopende code.
 - d. Nu kan er bepaald worden op welke klokstand de grootste of kleinste (bepaald in punt a) voegopening kan worden gemeten. Als er zich bijvoorbeeld 15% water in de leiding bevindt (ter hoogte van de te meten hoekverbinding) dan staat het waterpeil hoger tussen klokstand 7 → 8 en zal er ter hoogte van klokstand 8 worden gemeten. *(Indien bij voornoemde waterstand van 15% het kleinste of grootste spie-eind volgens punt a op klokstand 10 of 2 werd vastgesteld zou deze zonder bijkomende stappen gewoon kunnen worden gemeten. De te meten voegopeningen zitten dan immers niet onder de waterlijn.)*
 - e. Klokstand 8 uit vorig punt stemt overeen met “k” = 60° (Zie figuur x), “k” dient als element te worden ingebracht om hoogte h’ (Zie schema 2) te berekenen.
 - f. De berekeningsparameters:

Klokstand (k)[°]	Klokstand	Opmerking
0	6	
30	7	
60	8	
90	9	
120	10	
150	11	
180	12	
(binnen)buis Ø (d)[mm]		
gemeten voegopening (x)[mm]		Gemeten op klokstand t.h.v. kleinste voegopening
gemeten voegopening (y’)[mm]		Gemeten op klokstand t.h.v. eerstvolgende klokstand boven waterstand
berekende voegopening (bv)[mm]		
hoekverdraaiing (α) [°]		

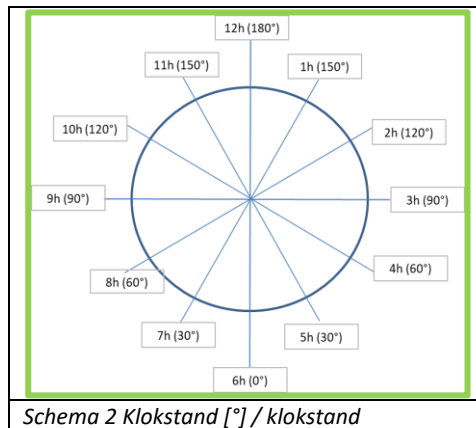
Tabel 8: Klokstand [°] / klokstand

- g. De berekening:

$$bv = \text{ABS}(x - y')$$

$$h' = (d / 2) \times (1 + \cos(k))$$

$$\alpha^\circ = (\text{ACOS}(((h'^2 + h'^2) - bv^2) / (2h'^2))) * 180 / \pi()$$



D. Combinatie van axiale verplaatsing en hoekverdraaiing:

De buizen vertonen aan het kleinste spie-eind een opening groter dan 10 mm waardoor ook de maximale voegopening (180° daartegenover) groter is, tegelijkertijd lopen de assen van de buizen niet evenwijdig.

In deze situatie dient de deskundige visueel onderzoek:

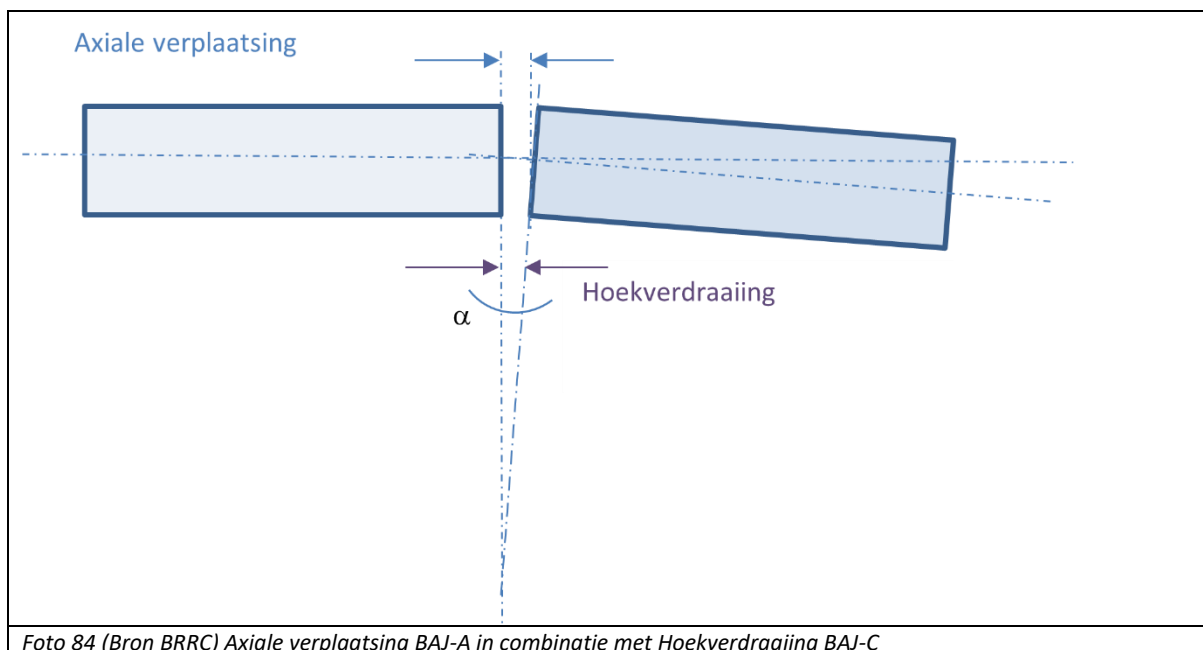
1. De grootte van de openstaande voeg ter hoogte van het kleinste spie-eind te meten en te registreren als axiale verplaatsing **BAJ A** [mm].
2. De hoek te meten zoals gebruikelijk en te registreren als hoekverdraaiing **BAJ C** [°].

Het is zeer belangrijk om als deskundig visueel onderzoek oog te hebben voor deze combinatie en deze te registreren op dezelfde afstand.

De kans is groot, dat, wanneer enkel de hoekverdraaiing zou worden geregistreerd, de gemeten hoek voldoet volgens de productnorm. Door de combinatie van een hoekverdraaiing met een axiale verplaatsing kan de werkelijk aanwezige voegopening groter zijn dan de productnorm toelaat. In zulk geval is de kans reëel dat de verbinding on dicht is; de deskundige visueel onderzoek kan en zal hierover geen uitspraak doen, tenzij er een zichtbare infiltratie is ter hoogte van de voegverbinding die hij dan registreert. Alle desbetreffende toestandsaspecten met bijhorende metingen dienen te worden geregistreerd.

De dichtheid zal beproefd worden aan de hand van een dichtheidstest volgens NBN EN 1610 (NBN, 2015b) (standaardproef bij nieuwe aanleg).

Een correcte beoordeling door de rioolbeheerder of studie bureau is enkel mogelijk indien beide metingen beschikbaar zijn. Het belang van de metingen wordt hiermee nog eens benadrukt.



11.16.3.7. Meten van inlaten

Metten van inlaten kan enkel als deze zich volledig in beeld bevinden. Voor inlaten die in kleinere leidingdiameters gerealiseerd zijn, of voor prefab aansluitingen waarvan de diameter bijna of even groot is als de leiding die wordt geïnspecteerd, is het niet mogelijk om deze volledig in beeld te krijgen. Hierdoor kunnen deze niet op de gebruikelijke manier worden gemeten.

Het is echter wel mogelijk om van op afstand (waar de opening van de aansluiting nog zichtbaar is, best zo ver mogelijk) de verhouding te meten tussen de diameter van de hoofdleiding en de opening van de inlaat. Indien ook het materiaal van de inlaat gekend is kan op deze manier een correcte inschatting van de diameter worden gemaakt. Bij oude riolen is het vaak moeilijk om de juiste diameter aan te geven, omdat de “artisaan vervaardigde” inlaten vaak moeilijk zichtbaar zijn. Deze zijn soms in een vierkante of rechthoekige nis ingebouwd. Het komt voor dat in een nis meerdere inlaten zijn aangesloten. Wanneer het niet mogelijk is om de diameter van de inlaat te meten of correct in te schatten, dan is het wenselijk dat in zulke gevallen te melden (via een commentaarveld of een afzonderlijke commentaarcode).

Opgelet: Enkel de opening in de buiswand van de hoofdleiding kan worden gemeten. Metingen zijn meestal gebaseerd op de binnendiameter van de leiding, wanneer er gemeten wordt met een systeem dat de binnendiameter gebruikt in de berekening (bv. optische meting zonder laserpunten) dan is de meting niet correct. Als de afstand tussen lens en meetobject groter is dan de afstand tussen lens en buiswand dan is de meting eveneens fout. Ook bij het gebruik van laserpunten kan enkel een referentieafstand worden gebruikt indien deze in één en hetzelfde vlak (90° t.o.v. de horizontale aslijn van de cameralens) ligt dan het object dat gemeten wordt. Een voorbeeld van dergelijke meting is een meting in hogervermelde nis, of bij het gebruik van reductiestukken waar de opening in de buiswand groter is dan de aansluitende buis. Het is in principe enkel de opening in de hoofdbuis die dient

geregistreerd te worden, indien de inlaat verderop verkleint of vergroot kan dit eventueel als commentaar worden meegegeven.

11.16.3.8. Meten van objecten

Metten van objecten is systeemafhankelijk en kan enkel als deze zich in hetzelfde vlak bevinden (90° t.o.v. de horizontale aslijn van de cameralens). Metten met twee geprojecteerde laserpunten biedt in de meeste gevallen een hogere precisie. Voorwaarde is wel dat de laserpunten voldoende zichtbaar zijn, en dat het te meten object geen grillige vorm heeft waardoor de geprojecteerde punten zich op verschillende afstand bevinden ten opzichte van de cameralens.

Indien het systeem niet is uitgerust met twee laserpunten kan de verhouding worden gemeten tussen het te meten object en de buisdiameter of de buishoogte bij een ovoïde-vormige dwarsdoorsnede. Dit dient te gebeuren op voldoende afstand van het object zodat zowel de buisdiameter als het object volledig zichtbaar zijn. Het is zeer belangrijk dat hierbij de buisdiameter wordt genomen ter hoogte van het object, zo niet zal de verhouding onjuist zijn en bijgevolg ook de gemeten waarde van het object.

11.16.3.9. Hellingsmeting

De hellingsmeting kan worden opgedeeld in twee delen: statische en dynamische meting.

Bij traditionele toestellen is de camera op een vanop afstand bestuurbare robotwagen gemonteerd. De helling wordt gemeten door een inclinometer die meestal is ingebouwd in de tractor (of het toestel) waarop de camera is gemonteerd.

Invloedsfactoren op de meting met betrekking tot de camerawagen/toestel:

- Ongelijk afgesleten banden;
- Ongelijke spanning op luchtbanden;
- Banden niet correct gemonteerd op de velg,
- Beschadigde band/velg;
- Speling op een wielas;
- Asverbreeders/adapters zitten los;
- Kromme wielas;
- Wijzigen van wielset zonder controle van de nulstelling;

Opgelet: indien een band of een velg én een band vervangen worden, dienen alle banden te worden vervangen, tenzij er onderling geen diameterverschil is. Banden vervangen per as is geen goed idee, deze zullen zeker onbewust worden verwisseld.

Bij het uitvoeren van een validatie van het systeem voor visueel rioolonderzoek dienen bovenstaande risicopunten worden nagekeken.

De camerawagen/toestel dat de hellingsmeting uitvoert dient voor aanvang van het visueel onderzoek te worden gecontroleerd. Correcte hellingsmetingen zijn enkel gegarandeerd indien de helling op 0 werd geplaatst voor aanvang van het visueel onderzoek. De camerawagen/toestel wordt hiervoor op

een vlakke plaat die waterpas werd geplaatst zowel in de langs- als dwarsrichting. Een waterpas met een resolutie van minstens $\pm 0,1$ mm/m is geschikt voor het vlakstellen van de vlakplaat⁴⁰.

Hierna volgt de werkwijze voor het uitvoeren van een nulstelling van de helling van de camerawagen/toestel met een vlakke plaat en precisiewaterpas:

1. De vlakke plaat wordt met drie stelschroeven in beide richtingen waterpas geplaatst met behulp van vernoemde precisiewaterpas.
2. Vervolgens wordt de camerawagen/toestel met aangepaste wielen voorzichtig op de plaat geplaatst om te voorkomen dat de plaat verschuift.
3. De precisiewaterpas wordt op de plaat geplaatst ter controle in beide richtingen, indien nodig wordt de plaat bijgesteld (door middel van de stelschroeven).
4. Indien de helling aangeduid op het scherm (in %) niet op 0 % staat dan dient deze op nul gesteld te worden, dit kan meestal door middel van een instelling; hoe dat moet is systeemafhankelijk, volg hiervoor de instructies van de fabrikant.
5. Ter controle kan de camerawagen/toestel 180° worden gedraaid (in het horizontale vlak), hierbij zal de operator de wielen een halve omwenteling laten maken alvorens de camerawagen/toestel terug op de vlakke plaat te plaatsen, de afgelezen waarde dient zonder bij te stellen ook 0% te zijn. Is dat niet zo dan dient de procedure opnieuw te worden doorlopen.

Belangrijk: indien het *systeem voor visueel rioolonderzoek* niet toelaat om de helling te corrigeren (op nul te stellen) dan dient de operator punt 1, 2, 3 en 4 van voorgaande werkwijze uit te voeren. In plaats van punt 5, noteert hij de helling als offset, deze waarde kan zowel positief als negatief zijn. Bij elke streng die hij aanvangt zal deze offset in de ADE code worden geregistreerd ("bv. offset helling + 0,25 %"). Zo kan de opdrachtgever en de bouwheer/studiebureau de helling correct interpreteren.

Controle van de helling van de camerawagen/toestel op de werf:

Wanneer er geen vlakplaat voorhanden is kan de operator de camera op een relatief vlakke ondergrond plaatsen. Vervolgens wordt onderaan op de zijwand van elke band een markering gemaakt met bv. krijt die doorloopt op de ondergrond. Nu kan de camerawagen/toestel 180° om zijn horizontale as gedraaid worden waarbij de positie van de 4 wielen dient overeen te komen met de aangebrachte markeringen. Werkwijze: camerawagen/toestel plaatsen helling aflezen, camerawagen/toestel optillen, camerawagen/toestel 180° draaien (in het horizontale vlak) en positioneren, helling aflezen en vergelijken. Indien de helling dezelfde waarde aangeeft in positieve en in negatieve zin dan kan ervan uitgegaan worden dat de helling correct is. Is dat niet het geval, dan zal een vlakke plaat nodig zijn om de afwijking te bepalen (net zoals bij tussentijdse controles).

Verder wordt in deze paragraaf toegelicht op welke manier en wanneer een hellingmeting wordt uitgevoerd.

⁴⁰ Een vlakplaat is een stijve lichtmetalen plaat met drie voeten bolvormig of beweegbare steunplaten met kogelgewricht, waarvan 2 met fijnregeling, de plaat is groot genoeg om de camerawagen/toestel op te plaatsen. De plaat op zich dient vlak te zijn, ze dient ook voldoende dik te zijn zodat ze niet doorbuigt door het gewicht van de camerawagen/toestel.

Belangrijk: Wanneer de leiding niet vrij is van vuil/zand/grint/obstakels heeft het geen zin om een hellingmeting uit te voeren. De camerawagen/toestel zal zich over het vuil/zand/grint/obstakels verplaatsen waardoor de aangegeven helling niet overeenstemt met het werkelijke hellingprofiel. In quasi alle gevallen dient de leiding voorafgaand gereinigd te worden.

De statische meting van de helling vindt plaats tijdens het visueel onderzoek. Enkele aandachtspunten hierbij zijn:

1. Bij stilstaande camerawagen/toestel wordt de helling niet beïnvloed door tractiebewegingen⁴¹.
2. Wanneer de camerawagen/toestel niet met de wielen in een voeg staat of daar “balanceert”, wat bij de meeste configuraties niet het geval is dan kan de statische meting daar plaatsvinden. De statische meting kan enkel plaatsvinden wanneer de camerawagen/toestel zich met de 4 wielen in één en dezelfde buis bevindt.
3. De operator laat de camerawagen/toestel niet “trekken”⁴² bij de controle van een voegverbinding⁴³.
4. De meting wordt uitgevoerd terwijl de operator de voeg controleert, hij hoeft deze niet te vermelden in het rapport, tenzij er een tegenhelling werd geconstateerd (zie punt 5).
5. Indien de operator vaststelt dat er waterstagnatie (tegenhelling) is in een bepaald leidingdeel zal hij dit registreren volgens punt 7.2.5.

Belangrijk: Deze meting dient enkel te worden uitgevoerd wanneer de waterstagnatie zich uitstrekt over meerdere buisdelen. Als de waterstagnatie veroorzaakt wordt door een vuilophoping (in een put of volgende streng) of een afsluiter of zandzakje of dergelijke, is dit punt niet van toepassing.

De dynamische meting van de helling vindt plaats na afloop van het visueel onderzoek.

Wanneer de strengen visueel zijn onderzocht en de camerawagen of het toestel wordt teruggetrokken (dat kan over één of meerdere strengen handelen) dan wordt per streng een hellinggrafiek als volgt geregistreerd:

1. De tractie van de camerawagen/toestel wordt in vrijloop geplaatst zodat de camerawagen/toestel in een quasi eenparige beweging kan worden teruggetrokken.
2. De camerawagen/toestel wordt gepositioneerd ter hoogte van het eindpunt van de desbetreffend streng.
3. De inventarisatie gegevens van de desbetreffende streng worden gekoppeld⁴⁴ aan de dynamische hellingmeting, tegelijk wordt de opname gestart voor de opname van een videoclip.

41 De camerawagen/toestel is, doordat het de kabel (waarvan de lengte kan variëren van <6 tot wel 400m) dient te trekken, onderhevig aan tractie krachten. Hierdoor heeft de camera de neiging om de voorste as te lichten. De achteras fungeert als draaipunt voor deze kracht. De kracht die uitgeoefend wordt is groter naarmate de camera meer kabel moet trekken en zal dan ook een invloed hebben op de hellingmeting tijdens het vooruitrijden.

42 Trekkraft laten uitvoeren op de kabel terwijl de camera stilstaat

43 Zoals eerder in dit dossier vermeld werd is het aangewezen om het visueel onderzoek van een leiding uit te voeren in stroomafwaartse richting. Hierdoor kan enerzijds voorkomen worden dat de camerawagen/toestel bij het terugtrekken over de kabel heen rijdt.

44 De koppeling is per inspectiesoftware/systeem anders.

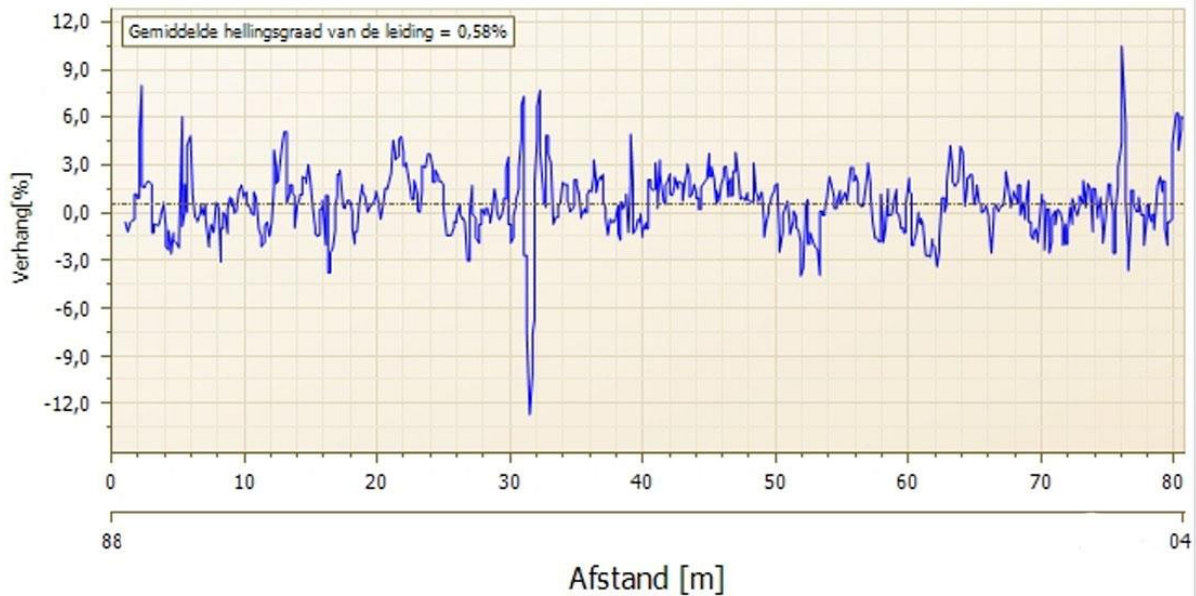
4. De camerawagen/toestel wordt teruggetrokken in een vrijwel éénparige beweging met een snelheid van max. 0,2m/s⁴⁵.
5. De camerawagen/toestel wordt in de meeste gevallen 1 m vanaf het begin van de streng gestopt⁴⁶.
6. De hellinggrafiek bevat minstens volgende gegevens:
 - a. Begin- en eindknoop.
 - b. Richting van de vloeistofstroom.
 - c. Richting van de hellingsmeting.
 - d. Lengte [m] van het onderzoek verschaald over de x-as.
 - e. Hellingsgraad [%] verschaald over de Y-as.
 - i. Gemeten hellingsgraad [%].
 - ii. Gemiddelde hellingsgraad [%].
 - f. Lengteprofiel over de Y-as [m].
 - i. Lengteprofiel [m].
 - ii. Verhang [m].

Belangrijk: strengen korter dan 5 m hoeven niet onderworpen te worden aan een dynamische hellingsmeting. De resultaten zijn niet bruikbaar voor zulke korte afstanden.

⁴⁵ De maximale snelheid kan ook kleiner of groter zijn, raadpleeg hiervoor de technische richtlijnen van de fabrikant.

⁴⁶ In de eerste streng waar ook de geleiding van de kabel is geplaatst kan het stoppunt ook hoger zijn om schade aan de apparatuur te vermijden; in de andere gevallen is de afstand afhankelijk van de putconfiguratie en is in te schatten door de deskundige. Doch in alle gevallen zal 2 à 3 m haalbaar zijn.

Verhanggegevens



Hoogteprofiel

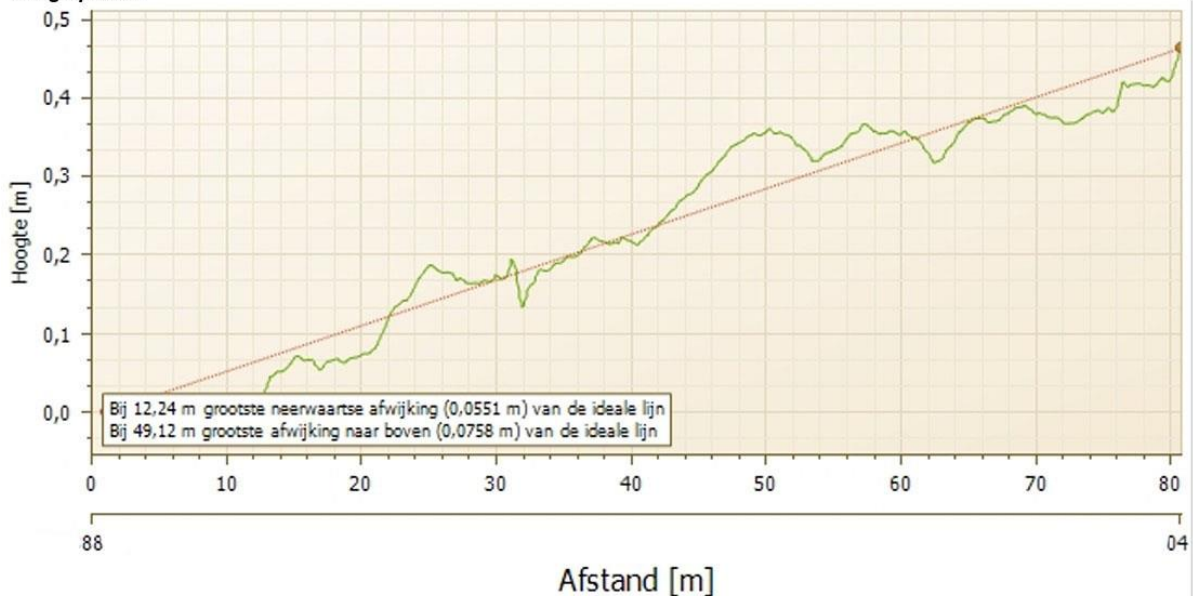


Foto 85 (Bron BRRC) Hellingsgrafieken

In de toekomst zullen andere technieken worden toegepast, innovatieve onderzoeksmethoden zullen op andere manieren zowel statische als dynamische hellingmetingen kunnen uitvoeren. In principe kunnen vandaag al technieken zoals bv. laserscanners ingezet worden. Deze technieken moeten hun weg nog vinden naar de markt. Het is vanzelfsprekend dat ook deze technieken aan een validatie of kalibratie dienen onderworpen te worden om de afwijking van de meting te kennen.

11.16.4. Meettechnieken putonderzoek

11.16.4.1. Afstandsmeting

Een afstandsmeting bij putonderzoek start op 0,00m ter hoogte van het deksel (de putrand). De

resolutie is vastgelegd op 0,01 m. Het einde van een visueel putonderzoek kan om fysische redenen niet plaatsvinden ter hoogte van het eindpunt waar de lens (of het beeld) zich op 90° ten opzichte van de wand bevindt. Daar is een belangrijke reden voor, de lens zou namelijk beschadigd worden door in aanraking te komen met het stroomprofiel of met de bodem van de put. Daarnaast kan het voorkomen dat de toegangsopening niet in de aslijn van de put zit, of dat de leidingen niet toekomen en vertrekken in de aslijn. De totale diepte kan in die gevallen worden aangegeven als eindpunt daar waar het stroomprofiel of de bodem van de put zichtbaar is en visueel kan onderzocht worden. In alle andere gevallen dient het visueel onderzoek te worden afgebroken aangezien niet alles werd onderzocht.

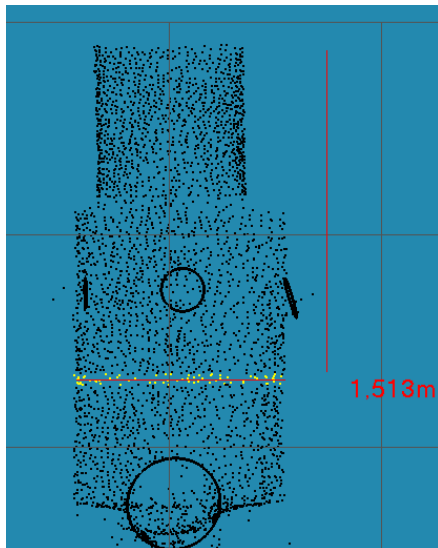


Foto-86 (Bron BRRC) Afstandsmeting vanaf putrand
(puntenwolk IBAK Panorama-SI)

11.16.4.2. Metingen in de dwarsdoorsnede

De resultaten van metingen in de dwarsdoorsnede kunnen verschillen in functie van het meetsysteem dat wordt gehanteerd. Volgende methoden zijn mogelijk:

1. Het gebruik van een traditionele optische camera waarbij gebruik wordt gemaakt van pixelmeting zonder enige hulpmiddelen heeft de minste mogelijkheden om correct te meten. Het is noodzakelijk om voor iedere putdiameter een kalibratiebestand aan te maken. De voorwaarde om zo precies mogelijk te kunnen meten is dat de aslijn van de cameralens, als deze recht vooruitkijkt (naar beneden in dit geval), samenvalt met de aslijn van de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie. Is dat niet het geval dan zal de afwijking groter worden naarmate de afstand tussen beide aslijnen groter wordt. Metingen in andere vormen dan cirkelvormig zijn met de huidige meettechniek die enkel gebaseerd is op pixelmeting zonder referentie, te onbetrouwbaar om te gebruiken als basis voor een beoordeling. In een behoorlijk aantal gevallen is de toegangsopening gedecentraliseerd ten opzichte van de aslijn van de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie. Hier kan met deze techniek niet gemeten worden.
2. Pixel meting met laserreferentiepunten geeft een hogere precisie, voorwaarde is dat de lasers in hetzelfde vlak (90° t.o.v. de horizontale aslijn van de cameralens) worden geprojecteerd en niet op een grillige vorm. Wanneer men wenst te meten op een andere afstand dan deze die

overeenstemt met de helft van de diameter van de put, dient men zich rekenschap te geven dat het niet evenwijdig lopen van beide laserstralen een invloed heeft op de juistheid van de meting. De afwijking van de afstand van beide laserpunten is immers anders dan deze die gekoppeld is aan de putdiameter. Om de aangegeven precisie te kunnen garanderen dient altijd op dezelfde manier te worden gemeten dan dit het geval was bij de validatie van de apparatuur.

3. De precisie van metingen in 3-D kunnen afhankelijk van de techniek die werd toegepast sterk verschillen. Het scannen met een 3-D laserscanner geeft betere resultaten, deze techniek wordt vandaag nog niet courant toegepast in dit domein, op relatief korte termijn zal dat wel mogelijk zijn. De precisie van zulke metingen gaat gestaag naar omhoog en de kostprijs voor metingen op geringe afstand (zoals in deze toepassing) gaat naar omlaag. De omgevingsomstandigheden spelen ook een rol, de toestellen dienen hieraan te worden aangepast.

11.16.4.3. Metingen op de putbuiswand / Meten van inlaten

Metten van inlaten kan enkel indien deze zich volledig in beeld bevinden. Rioloputten (menstoegankelijk $\varnothing > 800$ mm) en grotere inspectieputten ($\varnothing > 600$ mm en < 800 mm) komen het meest voor in de straatriolering. Hierbij is het mogelijk om alle inlaten volledig in beeld te krijgen en dus ook te meten. Voor inlaten die in kleinere putdiameters gerealiseerd zijn is het niet mogelijk om deze volledig in beeld te krijgen. Hierdoor kunnen deze niet op de gebruikelijke manier worden gemeten.

Het is echter wel mogelijk om van op afstand (waar de opening van de aansluiting nog zichtbaar is, best zo ver mogelijk) de verhouding te meten tussen de putdiameter, of putbuislengte en de opening van de inlaat. Als ook het materiaal van de inlaat gekend is kan op deze manier een correcte inschatting van de diameter worden gemaakt. Voor grote inlaten kan gebruik gemaakt worden van de afstandsmeting om te bepalen hoe groot de inlaat is. Afhankelijk van het systeem dat gebruikt wordt dient de deskundige visueel onderzoek de meest precieze (gevalideerde) techniek die eigen is aan het systeem te gebruiken.

11.16.5. Meettechnieken infiltratievoorziening

11.16.5.1. Afstandsmeting

Door de verschillende typen van infiltratievoorzieningen zijn er de aandachtspunten bij het meten van de afstand per type anders.

Belangrijk is dat er duidelijke afspraken gemaakt worden over de aansluitende leidingen van of naar de infiltratievoorziening. Indien gewenst wordt dat deze visueel worden onderzocht dan zijn dat aparte leidingen met hun eigen referentiegegevens en inventarisatie set (deze leidingen zijn vergelijkbaar met laterale leidingen en dienen in elk geval apart visueel te worden onderzocht).

1. IT-Leidingen: zelfde referentie-afstand zoals bij alle leidingen (ABC A of B)
2. Infiltratiebekken opgebouwd uit elementen:
 - a. Bij een rechtstreekse toegang door een geïntegreerde schacht boven op de infiltratievoorziening wordt de referentieafstand loodrecht ten opzichte van de

schachtwand gemeten. Dit kan bepaald worden door de camera zo te plaatsen dat wanneer de lens haaks naar boven wordt gericht de schachtwand in verticale richting één lijn vormt met het middelpunt van de lens. Wanneer de toegangspuit niet aan het begin (of einde) van de infiltratievoorziening geplaatst is, dan wordt de infiltratievoorziening in beide richtingen geïnspecteerd. Het is zeer belangrijk om in zulke gevallen het begin- en het eindpunt éénduidig te identificeren. Een plan of schets is in dit geval een must.

- b. Bij een gedecentraliseerde toegangspuit is de infiltratievoorziening toegankelijk door middel van een aansluitende buis; zelfde referentie-afstand zoals bij alle leidingen (ABC A of B). Het is belangrijk om ter hoogte van het aansluitpunt met de infiltratievoorziening de kabel opnieuw op spanning te brengen zodat deze afstand als offset kan worden gebruikt bij de beoordeling van de toestandsaspecten.
3. Betonnen infiltratieveld: zelfde systematiek als punt 2.
 4. Infiltratiebakken in beton: zelfde systematiek als punt 2.
 5. Infiltratieputten: het nulpunt bevindt zich zoals bij elke putonderzoek ter hoogte van de putrand (bovenkant kader van de afdekkingsinrichting).
 6. Infiltratiepalen: zelfde systematiek als punt 5.
 7. Andere infiltratievoorzieningen:
 - a. Visueel onderzoek waarbij de camerarobot/toestel zich in horizontale richting verplaatst wordt dezelfde systematiek gebruikt als punt 2.
 - b. Visueel onderzoek waarbij de camerarobot/toestel zich in verticale richting verplaatst wordt dezelfde systematiek gebruikt als punt 5.

11.16.5.2. Metingen op de wand

Metingen op de wand zijn enkel mogelijk als lasers haaks ten opzichte van de buiswand zijn gericht.

11.16.5.3. Metingen in de dwarsdoorsnede

Metingen in de dwarsdoorsnede zijn in de meeste gevallen niet mogelijk. De metingen van toestandsaspecten die zich vóór of schuin voor de cameralens bevinden kunnen niet als dusdanig gemeten worden. Het is evenwel mogelijk om een goede inschatting van de omvang van een toestandsaspect te verkrijgen door de afmeting van een gekend object (bv. hoogte of breedte van een doorgang) te vergelijken met het te meten object; hierbij is het belangrijk dat het referentieobject zich in hetzelfde vlak (90° t.o.v. de horizontale aslijn van de cameralens) bevindt als het te meten object.

11.16.5.4. Klokstanden

Bij een infiltratievoorziening die in verticale richting wordt onderworpen aan een visueel onderzoek is er vaak geen “grootste laagstgelegen leiding” om de klokstand (12) naar te oriënteren, in zulke gevallen wordt het magnetische noorden als klokstand 12 referentiepunt gebruikt.

12. Rapportage van de resultaten

De rapportage dient als bewijs voor de aannemer dat hij de riolering heeft aangelegd volgens het ontwerpplan en de bestekvoorschriften. Dat de aanleg vrij is van ernstige gebreken. Indien deze toch werden vastgesteld zal hij deze in samenspraak met de bouwheer herstellen, waarna voor het niet

aanvaarde deel een nieuw visueel onderzoek zal plaatsvinden. Rapporten worden digitaal ter beschikking gesteld aan de bouwheer en de aannemer. Belangrijk is dat het visueel onderzoek zich beperkt tot toestandsaspecten die visueel kunnen worden vastgesteld op het ogenblik dat het onderzoek werd uitgevoerd. Veronderstellingen zijn niet aan de orde, veronderstellingen leiden tot discussies tussen verschillende partijen en zijn niet hard te maken als ze niet visueel aantoonbaar zijn.

12.1. Indeling van het rapport

Het rapport is voor alle onderzoeken op dezelfde manier samengesteld zodat de gegevens steeds gestructureerd zijn.

12.1.1. Projectgegevens

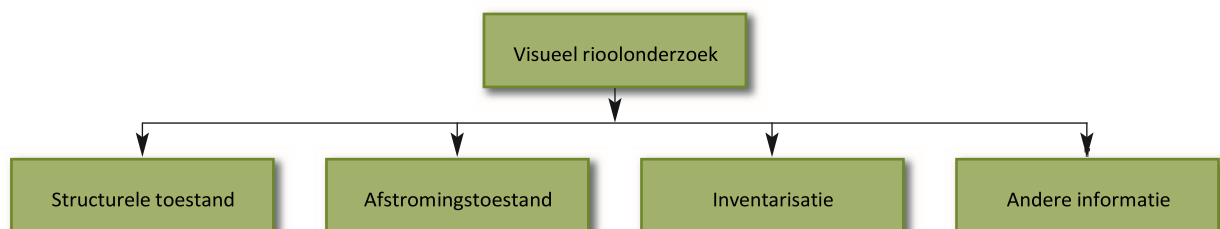
Deze gegevens zijn geldig voor het hele project en bevatten alle unieke referenties ter zake.

12.1.2. Inventarisatiegegevens

Deze gegevens zijn geldig voor één streng of één rioolput, inspectieput of inspectieconstructie. Zij omvatten alle gegevens over de locatie, details over het onderzoek, details over het te inspecteren object en andere informatie.

12.1.3. Detailgegevens uit het visuele onderzoek

Dit zijn de waarnemingen die tijdens het visuele onderzoek zijn verricht en geregistreerd. De mate van detail is voor elke onderzoekstechniek gelijk – behalve voor stationair onderzoek (zie 7.2.6.1).



Schema 3 Indeling Codering (B & D)

De detailgegevens worden vergezeld van bijkomende informatie zoals een unieke referentie, afstand, fotonummer, videotellerstand, enz. De bijkomende informatie verschilt voor een stationair onderzoek, maar ook voor putonderzoek.

12.2. Inhoud van het rapport

12.2.1. Leidingonderzoek

12.2.1.1. Projectgegevens

De volgende coderingen dienen te worden geregistreerd:

- AAM (bevoegde instantie);
- ABA (norm);
- ABB (oorspronkelijk coderingssysteem);
- ABE (onderzoeksmethode);
- ABI (opdrachtreferentienummer binnen het bedrijf dat het onderzoek uitvoert);
- ABJ (opdrachtreferentienummer van de opdrachtgever).

12.2.1.2. Inventarisatiegegevens

Van de coderingen AAA tot AEG (behalve dewelke bij de projectgegevens zijn ingedeeld) dient een aantal verplicht te worden geregistreerd; andere zijn facultatief.

Zie hiervoor de BEFDSS-uitwisselingsopmaak.

Code ACD “Materiaal”: het materiaal waaruit de leiding is opgebouwd volgens tabel C.4. uit de norm.

Opgelet: als de leiding voorzien is van een lining wordt in deze code het originele materiaal vastgelegd.

Code ACF “Liningmateriaal”: Het materiaal van de lining zelf volgens tabel C.4 uit de norm.

Er wordt geregistreerd welk labo en welke deskundige visueel onderzoek samen met zijn assistent het visueel onderzoek uitvoerde. Een visueel onderzoek wordt afhankelijk van het type uitgevoerd door ten minste twee personen. Het certificaatnummer van de deskundige visueel rioolonderzoek én de naam van de assistent (die in veel gevallen (nog) niet in het bezit is van een certificaatnummer) wordt geregistreerd onder code “ABH” of “CBH”.

De serienummers van de apparatuur waarmee het visueel onderzoek werd uitgevoerd worden geregistreerd onder code “ABI” of “CBI”.

Opgelet: o.a. betonbuizen die geproduceerd zijn met poreus beton en geperforeerde kunststofbuizen komen niet voor in de tabel C.4 uit de norm. Het is evenwel de bedoeling dat deze via de code “Z” “Anders” uit deze tabel worden geregistreerd, in het opmerkingsveld wordt dan bv. “poreus beton” geregistreerd.

12.2.1.3. Detailgegevens

De volgende coderingen kunnen worden gebruikt voor de registratie van waarnemingen:

- BAA tot en met BDG (inventarisatie tijdens het visueel rioolonderzoek);
- AEA tot en met AEG (registratie van wijzigingen met betrekking tot inventarisatiegegevens van de leiding).

12.2.1.4. Bijkomende informatie per registratieregel

(indien van toepassing, afhankelijk van de hoofdcode)

- Afstand.
- Doorlopende defectcode.
- Hoofdcode.
- Karakteriseringsvelden (max. 2).
- Kwantificeringsvelden (max. 2).
- Klokstanden (max. 2).
- Code bij verbinding.
- Fotoreferentie.
- Videoreferentie.
- Opmerking.

Opgelet: bij een stationair onderzoek worden afstand en doorlopende defectcodes niet geregistreerd.

12.2.2. Putonderzoek

12.2.2.1. Projectgegevens

De volgende coderingen dienen te worden geregistreerd:

- CAM (bevoegde instantie);
- CBA (norm);
- CBB (oorspronkelijk coderingssysteem);
- CBE (onderzoeksmethode);
- CBI (opdrachtreferentienummer binnen het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert);
- CBJ (opdrachtreferentienummer van de opdrachtgever).

12.2.2.2. Inventarisatiegegevens

Van de coderingen CAA tot CEH (behalve dewelke bij de projectgegevens zijn ingedeeld) dient een aantal verplicht te worden geregistreerd; andere zijn facultatief. Zie hiervoor de BEFDSS-uitwisselingsopmaak.

Code CCD "Materiaal": het materiaal waaruit de leiding is opgebouwd volgens tabel C.4 uit de norm.

Opgelet: als de rioolput, inspectieput of inspectievoorziening voorzien is van een lining wordt in deze code het originele materiaal van de put vastgelegd.

Code CCF "Liningmateriaal": Het materiaal van de lining zelf volgens tabel C.4 uit de norm.

Opgelet:

o.a. betonnen putbuizen die geproduceerd zijn met poreus beton komen niet voor in de tabel C.4 uit de norm. Het is evenwel de bedoeling dat deze via de code "Z"

“Anders” uit deze tabel worden geregistreerd, in het opmerkingsveld wordt dan bv. “poreus beton” geregistreerd.

Als slechts een deel van de put samengesteld is met poreuze betonnen putbuizen wordt het materiaal geregistreerd van de bovenste buis, die in veel gevallen niet waterdoorlatend is. Tijdens de voortgang van het visueel onderzoek wordt de materiaalwijziging aangeduid bij het begin van de eerste infiltratieputbuis. Deze registratie gebeurt aan de hand van code CED “Materiaal”.

12.2.2.3. Detailgegevens

De volgende coderingen kunnen worden gebruikt voor de registratie van waarnemingen:

- DAA tot en met DDG (inventarisatie tijdens het visueel rioolonderzoek);
- CEA tot en met CEH (registratie van wijzigingen met betrekking tot inventarisatiegegevens van de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie).

12.2.2.4. Bijkomende informatie per registratieregel

(indien van toepassing, afhankelijk van de hoofdcode)

- Afstand in verticale richting.
- Doorlopende defectcode.
- Hoofdcode.
- Karakteriseringsvelden (max. 2).
- Kwantificeringsvelden (max. 2).
- Klokstanden (max. 2).
- Code bij verbinding.
- Putdeel.
- Fotoreferentie.
- Videoreferentie.
- Opmerking.

Het rapport wordt in de meeste gevallen samengesteld door de software die instaat voor de registratie van het visueel onderzoek. Het rapport is samengesteld uit projectgegevens, inventarisatiegegevens en detailgegevens die in overeenstemming zijn met de norm en de besteisen. Op deze manier kan het labo/bedrijf dat het onderzoek uitvoert alle toestandsaspecten die de deskundige visueel onderzoek heeft vastgelegd, in de vorm van een rapport samen met het BEFDSS-uitwisselingsformaat correct afleveren. Verder dient de rapportage van de toestandsaspecten zo eenvoudig en zo leesbaar mogelijk te worden geregistreerd. De toestandsaspecten kunnen, als de norm correct wordt gehanteerd, sterk gereduceerd worden, en dit zonder afbreuk te doen aan de details. Zie voorbeelden eerder in dit document.

Van elke waarneming wordt een foto genomen, uitgezonderd de waarnemingen waar een doorlopende codering wordt afgemeld (B01, B02, ...).

Het visueel onderzoek bevat enkel de toestandsaspecten die op het ogenblik van de uitvoering van het visueel onderzoek zichtbaar zijn. Zo kan het best mogelijk zijn dat in de winter, bij een hoge

grondwaterstand een infiltratie zichtbaar is waar dat in de zomer niet het geval is. De hoogste grondwaterstand wordt gewoonlijk eind maart genoteerd en de laagste eind september.

De norm biedt een aantal mogelijkheden om bijkomende informatie te geven indien gewenst, in de vorm van algemene opmerkingen en algemene foto's. Deze coderingen kunnen enkel worden gebruikt voor informatie die in geen van de hiervoor specifieke coderingen uit de norm beschikbaar zijn. Informatie die in algemene opmerkingen wordt meegegeven kan niet gestructureerd worden opgeslagen in een dataset, wat voor de keuze van de juiste renovatie- of herstellingstechnieken noodzakelijk is. Daarom mogen in een algemene opmerking enkel toestandsaspecten worden geregistreerd die onder geen enkele andere codering kunnen worden ondergebracht.

Een samenvattende tabel geeft aan hoe vaak een bepaalde code voorkomt. Je kan dan meteen zien of het gaat over de structuur van de leiding of put of over de afstromingstoestand. Let wel, op basis hiervan kan geen beoordeling worden gemaakt, het is wel een indicatie om de desbetreffende leiding of put meer in detail te gaan bekijken.

Rapporten worden bij voorkeur niet meer op papier afgedrukt, dit heeft geen meerwaarde en is tenslotte slecht voor het milieu. Digitaal is stilaan de standaard geworden. De overdracht kan hardware matig gebeuren door het versturen of overhandigen van een usb-stick, usb-kaart of portable harddisk, De trend is dat het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert de gegevens ter beschikking stelt via "the cloud" of de gegevens op een digitaal platform upload dat ter beschikking gesteld wordt door de beheerder van het rioolstelsel, al naar gelang.

12.3. Digitale rapportage

Digitale rapportage betekent in de praktijk meer dan een pdf-document. De samenstelling van de rapportage is vrijwel identiek aan de papieren of pdf-vorm van de rapportage. Ook hier dienen de drie verschillende delen hiërarchisch aanwezig te zijn. Bij digitale rapportage is het wenselijk dat de rapportage vanuit verschillende invalshoeken kan bekeken worden. In de tabelvorm zijn alle details uitgeschreven; in de schematische voorstelling wordt de concentratie van de vaststellingen zichtbaar gemaakt. Alles is gerangschikt volgens afstand, met uitzondering van de "Simplified inspections" deze zijn volgens videotijd of frame gerangschikt, bij gebrek aan afstand. Het rapport is interactief, hierdoor kunnen de overeenkomstige foto's of bewegende beelden vanuit het rapport worden opgeroepen.

12.4. Digitale rapportage met geïntegreerd gissysteem

Deze vorm van rapportage laat in de meest uitgebreide vorm toe om vanuit een interactieve gisomgeving de rapportage te raadplegen en omgekeerd. Verder zijn er verschillende mogelijkheden om strengen of putten te laten inkleuren volgens thema's die manueel kunnen worden samengesteld of die voor gedefinieerd zijn. Deze vorm van rapportage geeft de mogelijkheid aan de beheerder om de gegevens van uitgevoerde visuele onderzoeken vrijwel onmiddellijk na "upload vanop de werf" te raadplegen.

12.5. Digitale gegevensuitwisseling

12.5.1. Gegevensuitwisseling volgens BEFDSS

12.5.1.1. Beschrijving

BEFDSS staat voor Belgian Exchange Format for Drain and Sewer systems. Deze Engelse benaming wordt gebruikt om de nogal complexe documenten niet in de drie landstalen te moeten vertalen.

Om uitwisseling van gegevens uit visueel rioolonderzoek volgens de NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) mogelijk te maken, heeft België geopteerd voor een uitwisselingsopmaak in de vorm van een xml - bestand (eXtensible Markup Language). Xml is een standaard voor het definiëren van formele markuptalen voor de weergave van gestructureerde gegevens in de vorm van platte tekst.

In "XML Schema" kan men schema's maken voor bijvoorbeeld XML-documenten, waarmee deze documenten formeel worden gespecificeerd en op grond waarvan zij kunnen worden gevalideerd, bijvoorbeeld door XML-validators. Een XML Schema geeft hiervoor onder meer aan wat de elementen zijn van een XML-document, waar zij voorkomen, welke kenmerken ze moeten vertonen, enz. Zeer simplistisch uitgedrukt kan een XML Schema onder meer aangeven welke soorten van tags in een XML-document mogen voorkomen.

Een XML-document kan correct (welgevormd) zijn ten aanzien van de algemene XML-standaard, maar toch niet geldig ten aanzien van een gegeven XML-schema.

In XSD (XML Schema Definition Language) kunnen diverse tevoren vastgelegde datatypen worden gebruikt, zoals double, integer, string en boolean, en ook eigen datatypen worden gedeclareerd. Complexe typen worden samengesteld met eenvoudige typen.

XML-schema's worden standaard opgeslagen in bestandsnamen met de extensie .xsd.

De afspraken over de te gebruiken tags in de "uitwisselingsopmaak" worden formeel vastgelegd in XML Schema Definities (XSD). Naast de te gebruiken tags wordt hierin ook beschreven welke gegevens acceptabel zijn en hoe ze precies moeten worden opgegeven (bijvoorbeeld percentage bestaat uit min. 1 cijfer, max. 3 cijfers, de minimumwaarde = 1, de maximumwaarde = 100).

De BEFDSS- uitwisselingsopmaak stelt de opdrachtgever en de beheerders van rioolstelsels in staat om gegevens uit visueel rioolonderzoek volgens de NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) uit te wisselen en in beheersystemen op te nemen, ongeacht het systeem van de uitvoerder door wie deze gegevens gegenereerd zijn.

De BEFDSS-uitwisselingsopmaak is zo opgesteld, dat de elementen die in het afgeleverde bestand voorkomen een aantal tevoren vastgelegde kenmerken dienen te vertonen. Met andere woorden: het aantal, de inhoud en het verplicht of facultatief invullen van de beschikbare velden tijdens een visueel onderzoek is afhankelijk van de onderzoekstechniek, de nationale bijlage bij de norm en het riooldeel dat onderzocht wordt. Zo mag in sommige gevallen karakteriseringsveld 2 slechts worden ingevuld bij een bepaalde keuzemogelijkheid in karakteriseringsveld 1 en mogen de aangeleverde gegevens alleen de voorziene combinaties bevatten; andere combinaties worden niet toegestaan. Dat maakt dat de

kwaliteit van het onderzoek voor een aanzienlijk gedeelte gecontroleerd wordt door de uitwisselingsopmaak, aangezien de aangeleverde gegevens steeds aan deze criteria dienen te voldoen.

De norm is complex, waardoor menselijke fouten tijdens het vastleggen van waarnemingen tijdens een visueel rioolonderzoek niet ondenkbaar zijn. Daarom is het uitermate belangrijk dat de software om deze waarnemingen vast te leggen een logica bevat die nog verder gaat dan de logica in de uitwisselingsopmaak.

De meerdere bij elkaar horende elementen die soms verplicht moeten worden ingegeven, dienen tijdens het visueel onderzoek in volgorde aan de deskundige visueel onderzoek te worden aangeboden. Deze kan zich dan zoveel mogelijk met de kern van de zaak bezighouden, nl. het correct vastleggen van de toestandsaspecten.

12.5.1.2. Samenstelling

BEFDSS_02_01: de eerste "02" staat voor de versie, de tweede "01" staat voor het updatenummer.

Om de conformiteit van de aangeleverde gegevens voor een belangrijk deel te garanderen, is de BEFDSS-opmaak gesplitst in zeven verschillende delen (Zie bijlage I).

Bij elk uitgevoerd visueel rioolonderzoek hoort een bestand met de extensie ".xml". Dat xml-bestand dient conform te zijn met het desbetreffende xsd-schema (afhankelijk van 1 van de 7 mogelijkheden vermeldt in Bijlage I). Er is dus een xml-bestand voor het onderzoek van een leiding⁴⁷ en een xml-bestand voor het onderzoek van een rioolput⁴⁸. Deze twee onderzoeken zijn volledig gescheiden, evenals de rapportage.

De naamgeving van de bestanden bevat logischerwijze de opdrachtreferentie van de opdrachtgever, gevolgd door een "underscore" teken en één van de afkortingen DP, S of M. Met andere woorden: de inhoud van code ABJ voor de leiding of CBJ voor de put, bv. "Rioo_22042006_45678_DP.XML". Er dient voldoende aandacht te worden gegeven aan de toegestane tekens voor het opslaan van bestanden in het algemeen (bijvoorbeeld geen [\ / , . : | ? " > <] gebruiken).

12.5.1.3. BEFDSS-subsetprogrammatuur

Een deel van de invoergegevens (in het bijzonder de informatie over het riool, aangegeven met de hoofdcodes A** en C**) is statisch en enkel door de opdrachtgever gekend. Het deel van die gegevens met betrekking tot het onderzoek dient door het uitvoerende bedrijf te worden aangevuld. De BEFDSS-subsetprogrammatuur zorgt ervoor dat de opdrachtgever alle nodige gegevens in de juiste BEFDSS-opmaak aan het labo bedrijf levert. Het labo dient dan de gegevens die uit het onderzoek resulteren (in het bijzonder de informatie over de toestand van het riool, aangegeven met de hoofdcodes B** en D**) toe te voegen.

De subset omvat slechts twee delen (de invoergegevens voor het gedeelte van de leiding zijn immers identiek voor de twee soorten van rioolonderzoek – van een leiding en van een put):

⁴⁷ Kan ook een infiltratievoorziening of een overkluisde waterloop zijn

⁴⁸ Kan ook een inspectieput, een inspectieconstructie, een pompput of een verticale infiltratievoorziening zijn

1. BEFDSS_XX_XX_IDP (*Inventory Data Pipeline Inspection*) voor het uitwisselen van invoergegevens bij visueel onderzoek van een leiding⁴⁹;
2. BEFDSS_XX_XX_IDM (*Inventory Data Manhole Inspection*) voor het uitwisselen van invoergegevens bij visueel onderzoek van een rioolput⁵⁰.

12.5.2. Updates van het BEFDSS

De digitalisatie heeft niet stilgestaan en zal in de komende decennia een nog belangrijkere rol spelen. In 2005 heeft het OCW het “BEFDSS_01_01” aangeboden. Vanaf toen heeft België zijn eigen Standaard Uitwisselingsformaat voor het uitwisselen van gegevens tussen rioolbeheerder en labo/bedrijf⁵¹.

In 2013 werd samen met de publicatie van Dossier 16 (Poelmans, 2013) een update uitgebracht “BEFDSS_02_01”. Het verschil tussen versie 01_01 en versie 02_01 is in grote mate de structuur van de gegevensuitwisseling. Versie 01_01 was gebaseerd op een rioleringsobject⁵² (meestal streng of put) als unieke referentie terwijl versie 02_01 gebaseerd is op het visueel onderzoek als unieke referentie. De update zorgt ervoor dat er meerdere visuele onderzoeken van één en hetzelfde rioleringsobject kunnen uitgevoerd worden zonder conflicten. De niet consequente registratie van de omgevingsomstandigheden tussen de vroegere “inspecties en tegeninspecties” zijn hiermee voltooid verleden tijd. Ook de wijzigingen van de NBN EN13508-2+A1 (NBN, 2011) werden mee opgenomen in deze versie.

In 2024 zal er opnieuw een update worden uitgebracht versie “BEFDSS_02_02”. De verschillen zijn veel minder ingrijpend. Er is een versoepeling van een aantal coderingen en velden die in versie 02_01 verplicht waren. De grootste wijziging in de versie 02_02 is de uitbreiding van “nvm”⁵³ zodat ook innovatieve technieken met hun beperkingen gestructureerd en zonder conflict kunnen worden uitgewisseld. Dus nu is er naast BEFDSS_02_02_DP en BEFDSS_02_02_M ook een BEFDSS_02_02_DP (nvm) en BEFDSS_02_02_M (nvm) ter beschikking ten behoeve van de innovatieve technieken. De uitwisselingsformaten (nvm) laten de vrijheid⁵⁴ om af te wijken van bepaalde verplichte registraties en toleranties zoals die worden aangegeven in de niet nvm-uitwisselingsbestanden. Let op: de vrijheid waarover sprake heeft ook zijn beperkingen, de verplichte velden in de nvm bestanden dienen evenwel te worden ingevuld.

⁴⁹ Kan ook een infiltratievoorziening of een overkluisde waterloop zijn

⁵⁰ Kan ook een inspectieput, een inspectieconstructie, een pompput of een verticale infiltratievoorziening zijn

⁵¹ Visuele rioolonderzoeken kunnen worden uitgevoerd door labo's die ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) geaccrediteerd zijn

⁵² Een rioleringsobject kan een leiding, koker, put, pompput of een infiltratievoorziening in al zijn vormen zijn.

⁵³ Non Validated Measurement

⁵⁴ Indien de opdrachtgever zich kan vinden in de beperkingen van de innovatieve technieken die transparant dienen gecommuniceerd te worden alvorens er een overeenkomst tussen beide partijen wordt afgesloten

12.5.3. Gegevensuitwisseling – Schematische voorstelling

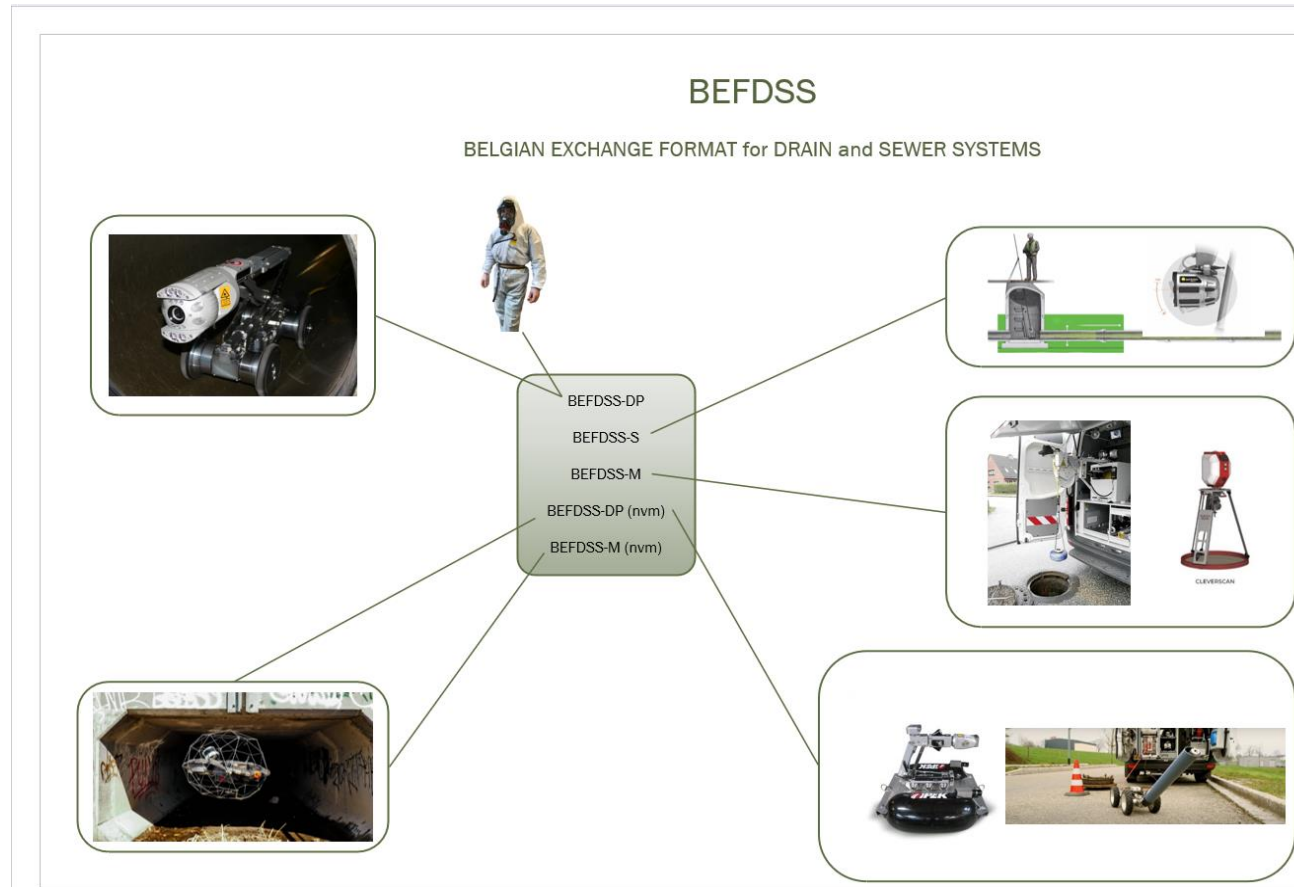


Foto 87 (Bron BRRC) Schema BEFDSS



Verloop en uitwisseling van data visueel rioolonderzoek

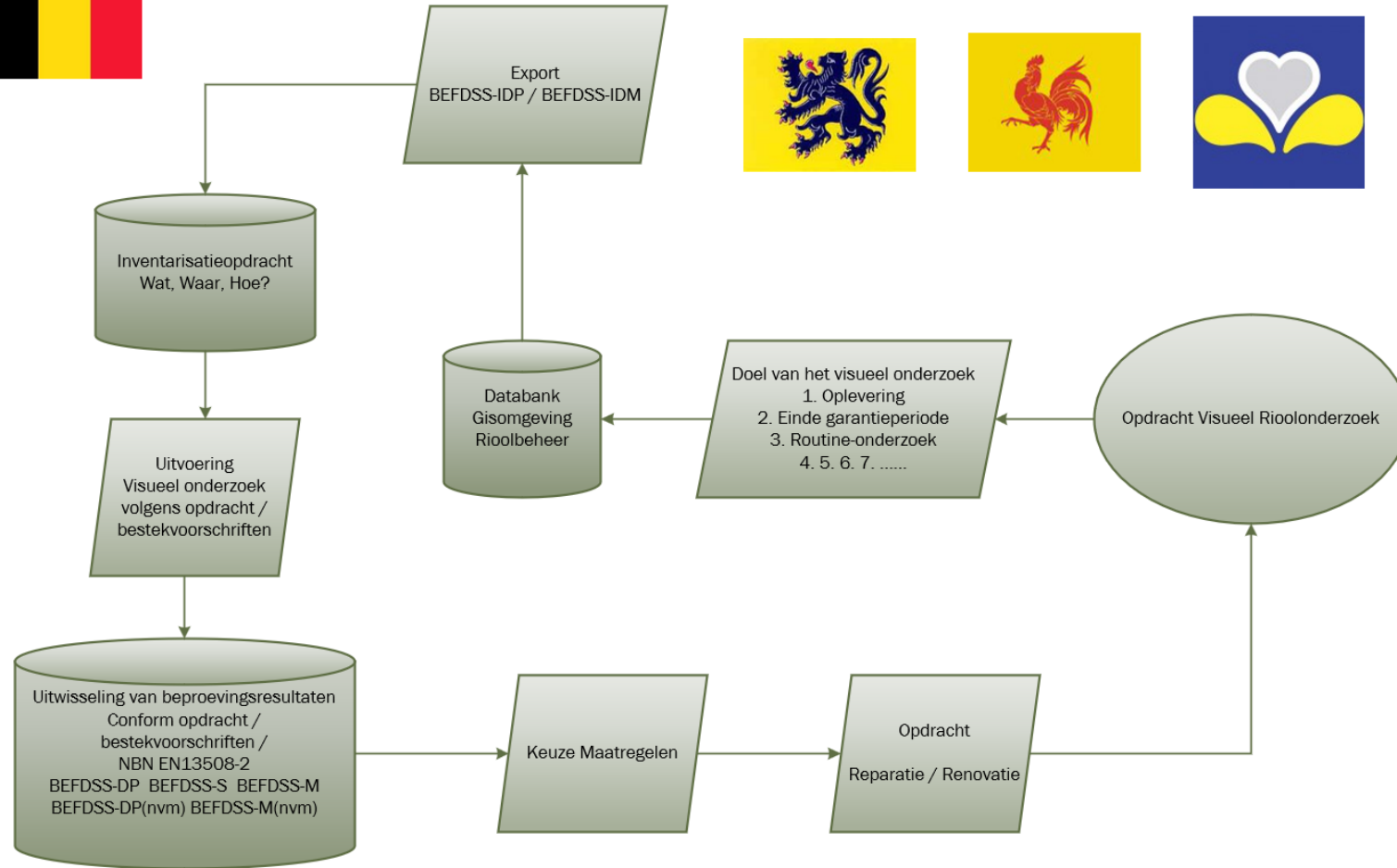


Foto 88 (Bron BRRC) Verloop en uitwisseling data visueel rioolonderzoek

De digitale gegevensuitwisseling dient volledig overeen te stemmen met de digitale rapportage. De gegevens die worden geïmporteerd in een databank kunnen gekoppeld worden aan een gissysteem om de gegevens te visualiseren. Een koppeling met een beheerprogramma geeft de mogelijkheid om selecties te koppelen aan voorgestelde herstel- of renovatietechnieken. Om bovenstaande mogelijk te maken en vlekkeloos te laten verlopen dienen de gegevens voor overdracht gevalideerd te worden op vorm en inhoud volgens het xsd-schema (dat in overeenstemming is met het overeenkomstig BEFDSS-bestand). Een onmiddellijke overdracht van de gegevens tijdens het visueel onderzoek geeft geen zekerheid op kwaliteit zoals deze voorzien is in een ISO/IEC 17025 (ISO, 2017) omgeving. Het labo of het bedrijf dat het visueel onderzoek volgens de bestekvoorschriften uitvoert is geaccrediteerd en controleert de gegevens volgens zijn eigen procedure. Als de klant een real-time toegang heeft tot de gegevens dient het duidelijk te zijn dat het om niet-gecontroleerde gegevens handelt. Na de voorziene interne kwaliteitsborging met succes gepasseerd te zijn kunnen de gegevens na eventuele correcties als opgeleverd worden beschouwd en definitief worden vrijgegeven aan de klant. De interne kwaliteitsborging gebeurt bij voorkeur binnen een afgesproken termijn die best zo kort mogelijk is. Het moet in alle gevallen duidelijk zijn welke gegevens definitief werden opgeleverd.

Bij het inlezen van gegevens is het raadzaam om de kwaliteit van de data aan te duiden, dit kan o.a. door te registreren:

- hoe (op basis van welke techniek) de data werden gegenereerd
- wanneer de data werden gegenereerd
- of de data afkomstig zijn door omzetting van oude gegevens
- of er manueel gegevens werden toegevoegd op basis van assumpties (dummies)
- of de data voldeden aan de BEFDSS-Standaard en aan welke versie?
- Welke ranking er wordt toegekend op basis van kwaliteit
- Welke ranking er wordt toegekend op basis van de ouderdom van de gegevens

13. Bijlage I

Tabel: Onderzoekstechniek/ Meetbereik/ Toepassingsgebied/ Uitwisselingsopmaak

14. Bijlage II

14.1. Bijlage II-A

Stroomdiagram voor het beoordelen van verplaatste verbindingen

14.2. Bijlage II-B

Toelichting bij het stroomdiagram voor het beoordelen van verplaatste verbindingen

15. Bijlage III

Stroomdiagrammen visueel onderzoek volgens NBN EN 13508-2 (NBN, 2011) en de bestekvoorschriften

16. Bijlage IV

Opleidingsprogramma deskundige visueel rioolonderzoek volgens NBN EN 13508-2+A1 van 2011 en NBN B 34-001 (NBN, 2015)

17. BIJLAGE V

PVC rioleringsbuizen volgens NBN EN 1401-1+A1 (NBN, 2019+2023) / Polypropyleen rioleringsbuizen volgens NBN EN 1852-1+A1 (2018+2022)

18. BIJLAGE VI

Gedetailleerde toelichting over kalkafzetting in betonbuizen zie document "STC1CTS1/42/03" (Probeton, 2023). Het document is informatief beschikbaar gesteld als bijlage VI.

19. Bijlage VII

Gedetailleerde toelichting van OCW-methode MEVOSGROW - Methodiek voor het economisch verantwoord opsporen van structurele gebreken van riolering onder wegenis

20. Fotoreferenties

Fotonummer	Omschrijving	Bron
1	<i>Ernstige schade door een ingestorte rioolleiding</i>	<i>BRRC</i>
2	<i>Inspectiesysteem IBAK</i>	<i>IBAK</i>
3	<i>Inspectiesysteem IBAK</i>	<i>IBAK</i>
4	<i>Inspectiesysteem IBAK</i>	<i>IBAK</i>
5	<i>IBAK Camerawagen met visooglens</i>	<i>IBAK</i>
6	<i>Pearpoint_Camerawagen met visooglens</i>	<i>BRRC</i>
7	<i>Evolutie beeldresolutie</i>	<i>BRRC</i>
8	<i>Evolutie beeldkwaliteit</i>	<i>BRRC</i>
9	<i>Evolutie beeldkwaliteit</i>	<i>BRRC</i>
10	<i>Evolutie beeldkwaliteit</i>	<i>BRRC</i>
11	<i>Belac-symbool</i>	<i>BELAC</i>
12	<i>Digitale scholing/bijtscholing -BRRC</i>	<i>BRRC</i>
13	<i>Beperkt zicht door waterdamp</i>	<i>BRRC</i>
14	<i>Geforceerde ventilatie</i>	<i>BRRC</i>
15	<i>Foto stationair genomen; bezonken afzetting >80%</i>	<i>BRRC</i>
16	<i>Foto stationair genomen; bezonken afzetting + korstvorming >25%</i>	<i>BRRC</i>
17	<i>IBAK mobiele studio</i>	<i>IBAK</i>
18	<i>RAUSCH mobiele studio</i>	<i>RAUSCH</i>
19	<i>IPEK mobiele studio</i>	<i>IPEK</i>
20	<i>Rovion-Float-Top-300x300</i>	<i>Rovion-Sewervision</i>
21	<i>Rovion-Float-Side-with-Camera-1-300x300</i>	<i>Rovion-Sewervision</i>
22	<i>Drone-Visueel onderzoek koker</i>	<i>Medexon bv</i>
23	<i>Drone-uitrusting met communicatie_Medexon</i>	<i>BRRC</i>
24	<i>Drone-uitrusting met communicatie_Medexon</i>	<i>BRRC</i>
25	<i>Deep Trekker Revolution</i>	<i>Deep Trekker</i>
26	<i>Deep Trekker Revolution monitor en bediening</i>	<i>Deep Trekker</i>
27	<i>Sonarboot met 3D-laserscan</i>	<i>Vandervalk-Degroot</i>
28	<i>Principe-Sonarboot met 3D-laserscan en sonar</i>	<i>Vandervalk-Degroot</i>
29	<i>China-Sewer-Waste-Water-Pipe-Catvs-Combined-Sonar-Lidar-Multi-Sensor-Steerable-Inspection-Video-Crawler-Camera</i>	<i>Easysight.en.made-in-china.com</i>

30	<i>Aandrijfsystemen voor uiteenlopende moeilijk toegankelijke terreinen</i>	<i>Copperstone-Technologies</i>
31	<i>Reinigingskop met ingebouwde camera</i>	<i>Sewer Robotics</i>
32	<i>Live-beeld - Reinigingskop met ingebouwde camera</i>	<i>Sewer Robotics</i>
33	<i>Pig voor reiniging</i>	<i>Vecom</i>
34	<i>Pig met staalhaar e.a.</i>	<i>T.D. Williamson</i>
35	<i>Intelligente pig met camera en voelers</i>	<i>Science Examiner</i>
36	<i>PANORAMO 4K System</i>	<i>IBAK</i>
37	<i>PANORAMO 4K System-live view</i>	<i>IBAK</i>
38	<i>PANORAMO 4K System-live view</i>	<i>IBAK</i>
39	<i>PANORAMO-SI System</i>	<i>IBAK</i>
40	<i>PANORAMO-SI Schematische voorstelling</i>	<i>IBAK</i>
41	<i>PANORAMO-SI 4K Mobiel Systeem</i>	<i>IBAK</i>
42	<i>PANORAMO-SI 4K System-live view</i>	<i>IBAK</i>
43	<i>3D-Cleverscan - Toestel</i>	<i>Bron Sewervision</i>
44	<i>"3D-Cleverscan" – Uitgeklapt beeld</i>	<i>Bron Sewervision</i>
45	<i>"3D-Cleverscan" Puntenwolk</i>	<i>Bron Sewervision</i>
46	<i>Sewer Mapper-Toestel</i>	<i>Bron SewerMapper</i>
47	<i>IKAS EVOLUTION_3D-Geosense</i>	<i>IBAK</i>
48	<i>Profiler</i>	<i>Envirosight</i>
49	<i>Profiler Videoregistratie en verwerking</i>	<i>BRRC</i>
50	<i>Laserscan</i>	<i>IBAK</i>
51	<i>Sonar Toestel</i>	<i>I.T.D.V.</i>
52	<i>Sewerbatt Principeschets</i>	<i>Bron C4Sewer</i>
53	<i>Sewerbatt Grafiek met corresponderende foto's</i>	<i>Bron C4Sewer</i>
54	<i>Schematische voorstelling van een DTS-meting</i>	<i>Bron AP Sensing</i>
55	<i>artificial intelligence</i>	<i>IBAK</i>
56	<i>artificial intelligence</i>	<i>IBAK</i>
57	<i>Fietspadprofilometer met uitrusting</i>	<i>BRRC</i>
58	<i>Imajbox</i>	<i>BRRC</i>
59	<i>Cartografie</i>	<i>BRRC</i>
60	<i>Schadebeeld rioolput</i>	<i>BRRC</i>
61	<i>ABC-A (begin visueel onderzoek)</i>	<i>BRRC</i>
62	<i>ABC-A (einde visueel onderzoek)</i>	<i>BRRC</i>
63	<i>cameralens correct gepositioneerd. In neutrale stand verschijnt de voeg onder en boven gecentreerd in beeld</i>	<i>BRRC</i>
64	<i>cameralens foutief gepositioneerd. In neutrale stand verschijnt de voeg onder en boven niet gecentreerd in beeld</i>	<i>BRRC</i>
65	<i>Schematische voorstelling - Envirosight</i>	<i>Envirosight</i>
66	<i>Quickview - Zoomcamera</i>	<i>Quickview</i>

67	<i>Zoomcamera ASPECTA</i>	<i>IBAK</i>
68	<i>Inlaat met zadelhulpstuk BCA-B</i>	<i>BRRC</i>
69	<i>Gebeitelde inlaat BCA-E</i>	<i>BRRC</i>
70	<i>ROVION-SAT-II</i>	<i>IPEK</i>
71	<i>RAUSCH-PKM 200</i>	<i>RAUSCH</i>
72	<i>Schematische voorstelling put met onderdelen</i>	<i>BRRC</i>
73	<i>Infiltratiekratten nummering</i>	<i>BRRC</i>
74	<i>Infiltratiepaal</i>	<i>Dyka</i>
75	<i>Infiltratiepaal bezinkbak met toegangsopening</i>	<i>BRRC</i>
76	<i>Beeldkaart T05</i>	<i>BRRC</i>
77	<i>Beeldkaart TE106</i>	<i>BRRC</i>
78	<i>Markering buitendiameter PVC-U</i>	<i>Dyka</i>
79	<i>Sjabloon-Deformatiemeting</i>	<i>BRRC</i>
80	<i>Axiale Verplaatsing BAJ A</i>	<i>BRRC</i>
81	<i>Radiale Verplaatsing-BAJ-B</i>	<i>BRRC</i>
82	<i>Radiale Verplaatsing</i>	<i>BRRC</i>
83	<i>Hoekverdraaiing BAJ C</i>	<i>BRRC</i>
84	<i>Axiale verplaatsing in combinatie met hoekverdraaiing BAJ-A + BAJ-C</i>	<i>BRRC</i>
85	<i>Hellingsgrafieken</i>	<i>BRRC</i>
86	<i>Afstandsmeting vanaf putrand</i>	<i>BRRC</i>
87	<i>Schema_BEFDSS</i>	<i>BRRC</i>
88	<i>Verloop en uitwisseling data visueel rioolonderzoek</i>	<i>BRRC</i>
89	<i>Foto 89 (Bron BRRC) Beeld 3-D</i>	<i>BRRC</i>
90	<i>Foto 90 (Bron BRRC) Beeld 3-D</i>	<i>BRRC</i>

21. Referenties

- Accreditatie*. (2019). Federale Overheidsdienst Economie (FOD Economie).
<https://economie.fgov.be/nl/themas/kwaliteit-veiligheid/accreditatie>
- ATEX 95 Richtlijn. (1999). Richtlijn 1999/92/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 1999 betreffende minimumvoorschriften voor de verbetering van de gezondheidsbescherming en van de veiligheid van werknemers die door explosieve atmosferen gevaar kunnen lopen (Vijftiende bijzondere Richtlijn in de zin van artikel 16, lid 1, van Richtlijn 89/391/EEG). *Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen*, L 23, 57-64. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31999L0092&qid=1707827379839>
- ATEX 114 Richtlijn. (2014). Richtlijn 2014/34/EU van het Europees Parlement en de Raad van 26 februari 2014 betreffende de harmonisatie van de wetgevingen van de lidstaten inzake apparaten en beveiligingssystemen bedoeld voor het gebruik op plaatsen waar ontploffingsgevaar kan heersen (Herschikking) (Voor de EER relevante tekst). *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 96, 309-356. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0034>
- Brems, R., Caverneels, V., Depue, C., Franceus, P., Goblet, G., Heyrman, C., le Paige, V., Maesfranckx, I., Moonens, A., Raes, H., Schmitz, C., Urbain, I., Van Leeuwen, N. & Verstraete, B. (2005). *Signalisatie van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg* (Constructiv Dossier No. 106). Constructiv. https://www.safetymypriority.be/wp-content/uploads/2021/03/Dossier106_Signalisatie-van-werken-en-verkeersbelemmeringen_for_web.pdf
- Brussel Mobiliteit. (2016). TB 2015: Typebestek betreffende wegeniswerken in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest. <https://mobilite-mobiliteit.brussels/sites/default/files/tb2015.pdf>
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2003). *Conditie van afvoer- en rioleringsystemen buiten gebouwen. Deel 2: Coderingssysteem visuele inspectie* (NBN 13508+ANB, teruggetrokken). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=268799&p40_language_code=nl&p40_detail_id=25055&session=17433220937059
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2011). *Investigation and assessment of drain and sewer systems outside buildings. Part 2: Visual inspection coding system* (NBN EN 13508-2+A1). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=217027&p40_language_code=en&p40_detail_id=63567&session=17433220937059
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2015a). *Onderzoek en beoordeling van de buitenriolering: Coderingssysteem bij visuele inspectie: Nationale aanvulling bij NBN EN 13508-2/A1: 2011* (NBN B 34-001). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=349799&p40_language_code=nl&p40_detail_id=112909&session=17433220937059
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2015b). *Aanleg en beproeving van afvoerleidingen en riolering* (NBN EN 1610). https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=219988&p40_language_code=nl&p40_detail_id=76653&session=12641483955386

- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2018+2022). *Kunststof leidingsystemen voor drukloze ondergrondse afwatering en riolering: Polypropyleen (PP). Deel 1: Specificaties voor buizen, hulpstukken en het systeem* (NBN EN 1852-1+A1).
https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=358423&p40_language_code=nl&p40_detail_id=121812&session=12641483955386
- Bureau voor Normalisatie (NBN). (2019+2023). *Kunststof leidingsystemen voor drukloze ondergrondse afwatering en riolering: Ongeplastificeerd poly(vinylchloride) (PVD-U). Deel 1: Specificaties voor buizen, hulpstukken en het systeem* (NBN EN 1401-1+A1).
https://app.nbn.be/data/r/platform/frontend/detail?p40_id=967169&p40_language_code=nl&p40_detail_id=431696&session=17433220937059
- International Organization for Standardization (ISO). (2017). *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories* (ISO/IEC 17025). <https://www.iso.org/standard/66912.html>
- International Organization for Standardization (ISO). (2018a). *Thermoplastic pipes: Universal wall thickness table* (ISO 4065). <https://www.iso.org/standard/65254.html>
- International Organization for Standardization (ISO). (2018b). *Thermoplastic pipes for the conveyance of fluids: Dimensions and tolerances. Part 1: Metric series* (ISO 11922-1).
<https://www.iso.org/standard/65255.html>
- Ministerie van Verkeer en Infrastructuur. (1999). Ministerieel besluit betreffende het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg. *Belgisch staatsblad*, 21.05.1999, 17808-17830.
<http://www.ejustice.just.fgov.be/eli/bsluit/1999/05/07/1999014134/staatsblad>
- Poelmans, F. (2013). *Kwaliteit van rioolnetten. Deel 1: Visuele rioolinspectie* (OCW Dossier No. 16, bijlage bij OCW Mededelingen No. 95). Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw (OCW).
<https://brrc.be/sites/default/files/2019-10/Dossier16NL.pdf>
- Probeton. (2023). *Kalkafzettingen in betonbuizen* (Probeton No. STC1CTS1/42/03).
- Richtlijn 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid. (2000). *Publicatieblad van de Europese Unie*, L 327, 1-72. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bdf8-756d3d694eeb.0005.02/DOC_1&format=PDF
- Vlaamse Overheid, Omgeving. (2022, maart 20). Ministerieel besluit over de keuring van de binneninstallatie, de niet-aangesloten, de installatie voor tweedecircuitwater en de privéwaterafvoer. *Belgisch staatsblad*, 29.03.2023, 34787-34808.
https://www.ejustice.just.fgov.be/doc/rech_n.htm
- Waalse Overheidsdienst (SPW). (2021). Besluit van de Waalse Regering betreffende het signaleren van werken en verkeersbelemmeringen op de openbare weg. *Belgisch staatsblad*, 11.02.2021, 13049-13108. <http://www.ejustice.just.fgov.be/eli/arrete/2020/12/16/2021040366/moniteur>
- Service Public de Wallonie (SPW), Qualité & Construction. (2021). *Cahier des charges type qualiroutes (Version 2021 consolidée [et ses adaptations ultérieurs])*.
http://qc.spw.wallonie.be/fr/qualiroutes/frame.jsp?index_cctquali.html

Vlaamse Overheid, Agentschap Wegen en Verkeer (AWV). (2019). *Standaardbestek 250 voor de wegenbouw* [Versie 4.1a].
https://wegenverkeer.be/zakelijk/documenten?search_api_fulltext_1=%22standaardbestek%20250%20versie%204.1a%22&documents%5B0%5D=type_document%3Astandaardbestek

Waterbeschikbaarheid in de OESO-landen. (s.d.). Vlaamse Milieumaatschappij.
<https://www.vmm.be/water/droogte/waterbeschikbaarheid/waterbeschikbaarheid>

Wat is artificiële intelligentie en hoe wordt het gebruikt? (2021, maart 29). Europees Parlement. <https://www.europarl.europa.eu/topics/nl/article/20200827STO85804/wat-is-artificiele-intelligentie-en-hoe-wordt-het-gebruikt#:~:text=AI%20is%20de%20mogelijkheid%20van,een%20specifiek%20doel%20te%20bereiken>



Foto 89 (Bron BRRC) Beeld 3-D



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen

Instelling erkend bij toepassing van de besluitwet van 30 jan 1947

Woluwedal 42
1200 Brussel
Tel.: 02 775 82 20
www.ocw.be

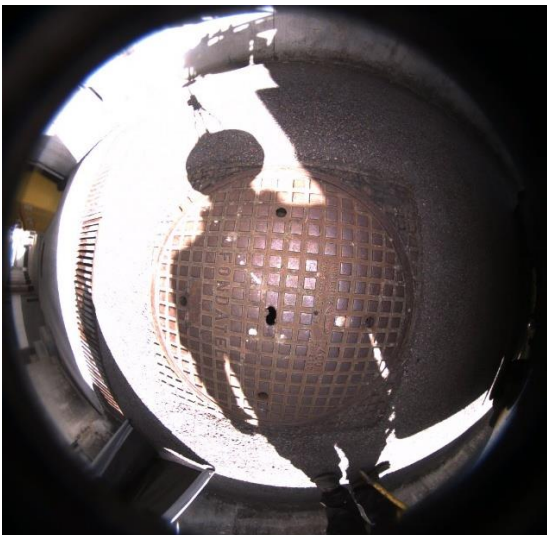


Foto 90 (Bron BRRC) Beeld 3-D

Dit dossier is een update van de OCW-publicatie Kwaliteit van rioolnetten - Dossier 16 Deel 1 Visuele rioolinspectie (Bijlage bij OCW Mededelingen 95 (april-mei-juni 2013)). De herziene versie Kwaliteit van rioolnetten - Dossier 16 Deel 1 Visuele rioolonderzoek van 2024 vervangt de editie van 2013.

Kwaliteit is de rode draad in het dossier. Ze moet dan ook voortdurend worden bewaakt, om tot een continue resultaatsverbetering te komen. Voor de kwaliteitsbewaking moeten proeven en metingen worden verricht. Dat dient eenvormig en afhankelijk van het beoogde doel te gebeuren. Beproevingen- en meetresultaten zijn immers de input voor eventuele verdere doordachte en gerichte acties. Zij maken duurzaam onderhoud en/of duurzame renovatie en een optimale benutting van de beschikbare financiële middelen mogelijk.

Het OCW beschikt over de nodige kennis, ervaring, uitrusting om de controles voor de kwaliteitsbewaking van rioolnetten te onderzoeken en te optimaliseren.

Daarop voortbouwend wil het Centrum bijdragen aan eenvormige en eenduidige beschrijving, toepassing en uitvoering van de meet- en beproevingsmethoden om de toestand, de werking en de waterdichtheid

van rioolnetten te inspecteren. Daar hebben alle partijen (beheerders, bestekschrijvers, uitvoerders, fabrikanten en gebruikers) baat bij.

Dit dossier houdt rekening met de recentste voorschriften in de regionale typebestekken; NBN EN13508-2 (Bureau voor normalisatie [NBN], 2011). Deze update werd gerealiseerd dankzij de samenwerking tussen OCW en de verschillende regionale belanghebbenden uit de sector.



Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw
Samen voor duurzame wegen

Auteur	OCW-CRR Francis Poelmans
Document	Kwaliteit van rioolnetten – Deel 1 Visueel Rioolonderzoek-Rev.1
Versie	20240701-v1