

Code van goede praktijk voor het onderhoud van rioleringssystemen



Inhoud

9 Onderhoud	2
9.1 Inleiding	2
9.2 Aanpak van het onderhoudsgebeuren	2
9.2.1 Opmaak van een inspectieplan	3
9.2.2 Opmaak van een actieplan	10
9.2.3 Onderhoud van hydraulische structuren	13
9.3 Onderhoud infiltratievoorzieningen	13
Bijlage 9.1: Code van goede praktijk voor visueel rioolonderzoek volgens SB 250 en NBN EN 13508-2	15
Bijlage 9.2: Slibtabellen	22

Het uitvoeren van onderhoud heeft als doelstelling om zo lang mogelijk de performantie van de infrastructuur te behouden. De performantie is gerelateerd aan 3 parameters:

- ✓ de hydraulische performantie nl. het zorgen voor een steeds voldoende afvoercapaciteit om wateroverlast te vermijden of minstens tot een aanvaardbaar niveau te beperken;
- ✓ de structurele integriteit nl. het behalen van de voorziene levensduur met een steeds voldoende structurele toestand;
- ✓ de ecologische performantie. Deze is gelinkt aan:
 - het beperken van de overstortfrequentie of – in noodsituaties – permanente lozing van afvalwater;
 - het vermijden van verkeerde aansluitingen op RWA en DWA-leidingen, enz.

Elk van deze parameters heeft, afhankelijk van het beschouwde infrastructuurdeel, een impact op het globaal functioneren van het stelsel. Het is dus belangrijk om aan deze 3 parameters de nodige aandacht te geven om de vooropgestelde doelstellingen te bereiken.

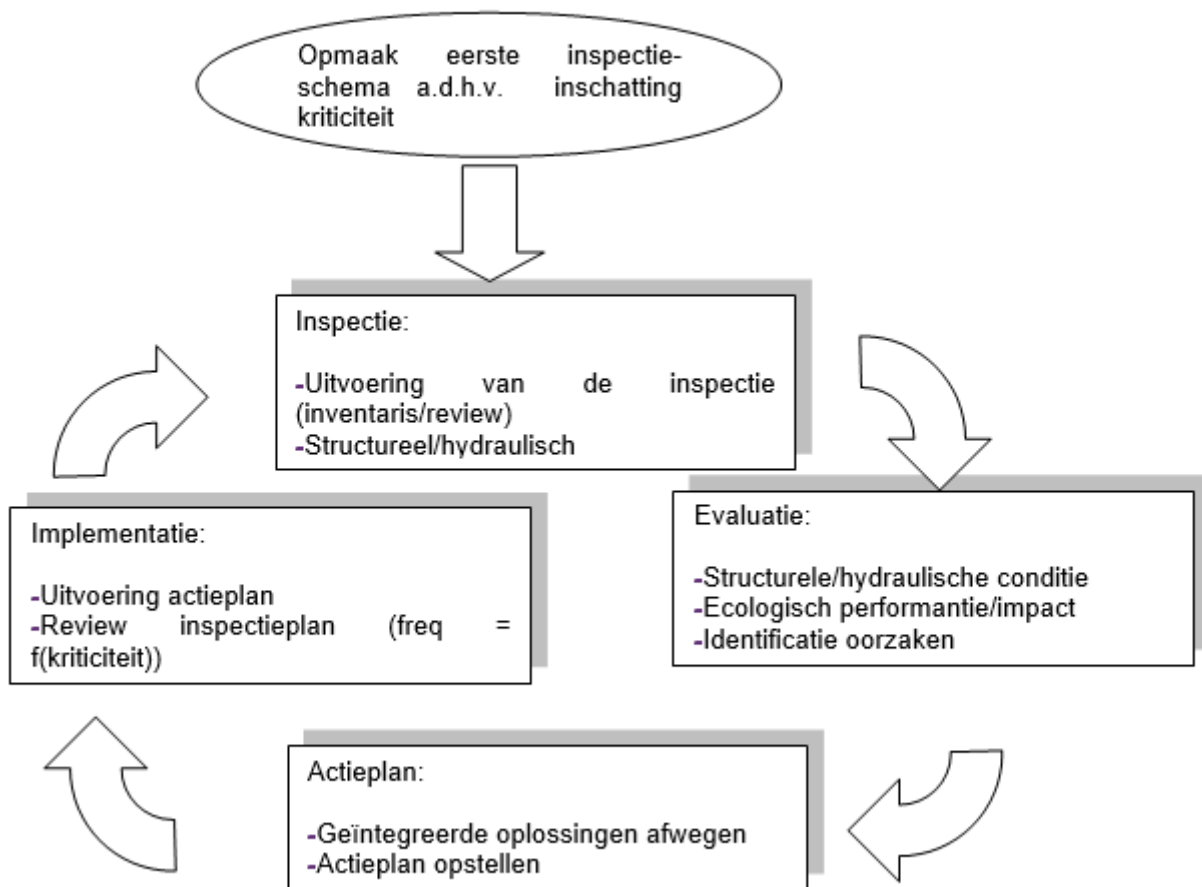
De omzendbrief LNE/2009/02 (BS 8/01/2010) stipuleert uitdrukkelijk dat “een onderhoudsplan integraal deel moet uitmaken van het ontwerp van een rioleringssysteem. Dat plan omvat een inschatting van kritieke punten, van de aard en frequentie van kritieke situaties, een planning voor het toezicht op de goede werking en een actieplan voor probleemsituaties”.

Het uitvoeren van planmatig onderhoud zal op termijn een financiële optimalisatie van vervangingen mogelijk maken. Herstelling van noodsituaties is immers vele malen duurder dan geplande of voorziene ingrepen.

Naast het onderhoud van leidingen wordt in dit deel ook aandacht besteed aan onderhoud van hydraulische structuren.

De onderhoudsstrategie is een cyclisch gebeuren, waarin een continue wisselwerking vervat zit tussen inspectie, evaluatie, planning en uitvoering. De cyclus kan starten na een inschatting van criticiteit.

Schematisch is deze cyclus als volgt voor te stellen:



9.2 Aanpak van het onderhoudsgebeuren

9.2.1 Opmaak van een inspectieplan

9.2.1.1 Algemeenheden

Om de nodige informatie te verkrijgen over de toestand van het stelsel, zijn periodieke inspecties nodig. (Er wordt vanuit gegaan dat een basisinventaris ter beschikking is). Gezien de omvang van het patrimonium, de kostprijs van visuele inspecties en de nodige tijd om de inspecties onder goede omstandigheden uit te voeren, is het van essentieel belang dat deze gebeuren op basis van een doordacht en gedragen inspectieplan.

De uit te voeren inspecties dienen te gebeuren conform het standaardbestek 250. De gekozen inspectietechniek moet worden bepaald in functie van de doelstelling. De Code van goede praktijk voor visueel onderzoek is opgenomen als bijlage 9.1.

9.2.1.2 Inspectieplan

De opstelling van een doordacht inspectieplan is de eerste en belangrijkste stap om op een adequate manier zicht te krijgen op de structurele en hydraulische toestand van het stelsel.

Gezien de omvang van de infrastructuur, zullen bij de opmaak van een werkbaar plan, keuzes moeten gemaakt worden over het al dan niet inspecteren van bepaalde strengen. Hiervoor is een objectieve methodiek (model) opgesteld die moet toelaten deze keuzes op een verantwoorde

manier te maken. De rioolbeheerder kan echter in functie van zijn eigen beleid de in deze methodiek vooropgestelde keuzes en parameters bijsturen en /of aanvullen.

Bij de uitwerking van de methodiek werd rekening gehouden met een aantal randvoorwaarden, die moeten toelaten de methode vrij snel ingang te laten vinden in het onderhoudsgebeuren van de rioolbeheerder.

Zo werd in de eerste plaats uitgegaan van een lage instapdrempel. Het opstarten van een gestructureerd onderhoud is immers voor alle beheerders een dringende noodzaak. Het is dus noodzakelijk dat op een snelle manier de nodige prioriteiten kunnen vastgelegd worden en de meest kritische delen in kaart gebracht worden. In de lijn hiervan werd er ook naar gestreefd een methodiek op te stellen die toepasbaar is zonder verregaande inspecties of opmetingen. Daarnaast werd ernaar gestreefd een transparant en flexibel systeem op te zetten, dat dus door alle gebruikers, volgens eigen mogelijkheden en behoeften, kan worden aangewend.

Het model dat finaal tot een inspectieplan zal leiden, is geënt op het toekennen van een criticiteit aan elk onderdeel van het netwerk. De criticiteit is het product van de faalkans van het onderdeel en de mogelijke gevolgschade die uit een dergelijk falen kan voortvloeien of:

$$\text{Criticiteit} = \text{Faalkans} \times \text{Gevolgschade}$$

Als onderdeel aanzien we opeenvolgende leidingvakken, waarin de bepalende parameters (diameter, materiaal, ligging, mogelijke gevolgschade bij falen, enz.) gelijk zijn. Zo kunnen dus meerdere leidingvakken (dus over meerdere inspectieputten) samen één onderdeel vormen.

Een leidingvak moet hierbij aanzien worden als een groepering van aaneensluitende leidingen, waar aan de vermelde parameters niets verschilt. Het is dus ruimer te interpreteren dan een onderscheiden leiding tussen twee inspectieputten.

Hieronder wordt dieper ingegaan op de samenstellende parameters die de faalkans en gevolgschade rechtstreeks of onrechtstreeks kunnen beïnvloeden.

Door aan de beschreven parameters scores toe te kennen, wordt per leidingvak een globale score berekend. Wanneer - zoals vermoedelijk voor het grootste deel van de infrastructuur - geen gegevens beschikbaar zijn, wordt dit op een eerder negatieve manier beoordeeld. Bij het ontbreken van informatie is het immers verantwoord een negatieve toestandsscore te geven, in afwachting van verdere of latere informatie.

Voor de modelmatrix (sjabloon) evenals een gedetailleerde handleiding, wordt verwezen naar de website van het CIW.

9.2.1.3 De faalkans

De faalkans is afhankelijk van een aantal interne en externe factoren.

De verschillende factoren voor het inschatten van de kans op falen worden hierna besproken.

9.2.1.3.1 Het materiaal van de leiding

Mede afhankelijk van de gebruikstoestand, zal het materiaal een eerste factor zijn die bepalend is voor de levensduur. Uitgaande van het materiaal (aangenomen leeftijd van dit specifieke materiaal) en de geschatte aanlegperiode (dus benaderende leeftijd van de leiding), kan bepaald worden in welke fase van de levenscyclus het materiaal zich ongeveer bevindt. Voor het model wordt een onderscheid gemaakt in een aantal klassen, te weten:

Leeftijd < 70 % van de aangenomen leeftijd

Leeftijd tussen 70 en 90 % van de aangenomen

leeftijd Leeftijd tussen 90 en 110 % van aangenomen
leeftijd Leeftijd tussen 110 en 130 % van aangenomen
leeftijd Leeftijd > 130 % van aangenomen leeftijd

Dit is een benaderende inschatting en is onafhankelijk van de gebruiksparameters zoals concentraties, debieten, enz. Deze invloeden worden in de volgende parameters in rekening gebracht.

De maximale leeftijd die is opgenomen in het sjabloon is niet de gewenste/vereiste levensduur van de riolering maar verwijst naar een kritische levensduur waarboven regelmatige inspectie van de leiding is aangewezen. (zonder hier een discussie over duurzaamheid van de diverse buismaterialen te starten).

9.2.1.3.2 De infrastructurale toestand

Afhankelijk van gekende historische van verzakkingen, verstoppingen of mogelijke vroegere visuele inspecties zal de beheerder eventueel van bepaalde leidingen zich al een beeld kunnen vormen van de infrastructurale toestand. In dit geval kan in de criticiteitsbepaling de gekende toestand worden ingebracht met een nominatieve aanduiding.

9.2.1.3.3 De verkeersbelasting

De verkeersbelasting is een dynamische belasting die afhankelijk van de diepteligging, ondergrond enz. een extra belasting van de buis en de voegverbinding betekent. Afhankelijk van de intensiteit (hoge, middelmatige of lage (geen) verkeersbelasting) wordt een score toegekend aan deze externe factor. Spoorverkeer (trein en tram) werden als extra parameter toegevoegd met de hoogste gewichtsfactor.

9.2.1.3.4 De zettingsgevoeligheid

Naar analogie met de verkeersbelasting, kan de eventuele aanwezigheid van weinig draagkrachtige grond, een extra belasting van de rioolinfrastructuur betekenen. Differentiële of plaatselijke zettingen zullen er immers voor zorgen dat er extra spanningen op de voegen worden overgebracht, waardoor kans op waterdichtheid en in extenso een volledig verlies van structurele sterkte, vergroot. Deze zettingsgevoeligheid krijgt een beoordeling die varieert van stabiel tot zeer gevoelig.

9.2.1.3.5 De aanwezigheid van bomen

Bomen in de onmiddellijke omgeving van de leiding, kunnen een wortelingroei veroorzaken die op termijn aanleiding kan geven tot een verstopping of volledige blokkering. Het is dan ook aan te bevelen om waar mogelijk de bomen boven het tracé van de leiding te verwijderen of minstens te vervangen door soorten met minder diepgaande wortels. Indien dit niet mogelijk is, dient de aanwezigheid van bomen beschouwd te worden als een verzwarende factor, die de faalkans vergroot.

9.2.1.3.6 Het type afvalwater

Afhankelijk van het type afvalwater dat de leiding doorstroomt, verwachten we meer of minder chemische aantasting van de buiswand. Directe industriële lozingen evenals de aanwezigheid van zuiver afvalwater (DWA-riolen) scheppen veel sneller een anaeroob klimaat, wat de vorming van zwavelzuur in de hand werkt.

Afhankelijk van een industriële/HoReCa/gemengde/DWA of RWA-lozing (regenwater) wordt de

factor ingevuld en neemt de faalkans van de leiding toe.

9.2.1.3.7 Het type onderdeel

Indien een persleiding uitmondt in een gravitaire leiding treedt een anaerobe conditie op, wat aanleiding kan geven tot zwavelzuurvorming in het afwaartse gravitaire deel. Het is dus belangrijk deze afwaartse leidingdelen als eerder kritisch te beschouwen. Bij een eerste inspectieronde kan aan ca 400m. riolering na einde van de persleiding een hoge kans op BZA worden toegekend.

Lange persleidingen, en zeker met aanwezigheid van hoge punten (aanwezigheid van beluchters/ontluchters) zijn steeds als kritisch te beschouwen. De zwavelzuurvorming kan immers al, ter hoogte van deze hydraulische toppen, in de persleiding zelf optreden.

Een sifon is een lokaal dieper liggende leiding, die hierdoor permanent volledig met water is gevuld. Door de vaak kritische dimensionering, evenals mogelijke externe schadefactoren, is het aangewezen deze een kriticiet te geven die hoger is dan de standaardwaarde. Ook aan andere hydraulische structuren (knijpleidingen, wervelventielen) wordt omwille van hun functie in het stelsel een zekere kriticiet toegekend.

9.2.1.4 De gevolgschade

Voor de gevolgschade werden de volgende drie hoofdparameters in rekening gebracht:

- Direct economisch gevolg van een eventueel falen: i.e. de heraanleg/renovatie van de leiding, met inbegrip van eventueel aanwezige (belangrijke) nutsleidingen of zelfs constructies;

- De ecologische gevolgen van een eventueel falen: dit wil zeggen de invloed van een tijdelijke maar volledige lozing van het afvalwater in de waterloop. Dit effect wordt nog verhoogd indien wordt geloosd in een kwetsbare waterloop;

- De maatschappelijke gevolgen van een eventueel falen: deze omvatten:

 - Een mogelijk nefaste invloed op de drinkwatervoorziening: omwille van een ligging in drinkwaterwingebied (zowel grondwaterwinningen als oppervlaktewaterwinningen);

 - De wateroverlast bij woningen en bedrijven veroorzaakt door een eventueel incident;

 - De openbare orde:

 - toegankelijkheid voor industrie, handel of maatschappelijke activiteiten (bvb. recreatieve, culturele activiteiten);
 - risico voor de openbare veiligheid.

De economische gevolgschade wordt vastgesteld aan de hand van:

- de herinvesteringswaarde en;

- de aanwezigheid van nutsleidingen of constructies.

De ecologische gevolgschade wordt vastgesteld aan de hand van:

- de kwetsbaarheid van de waterloop en;

- de aangesloten vuilvracht.

De maatschappelijke gevolgschade wordt vastgesteld aan de hand van:

- de ligging in een drinkwaterwingebied;

- het ontstaan van mogelijke wateroverlast;

- de toegankelijkheid van handel en/of industrie en;

- de openbare veiligheid.

9.2.1 .4.1 De herinvesteringswaarde

Afhankelijk van de diepteligging en de diameter, varieert de kostprijs voor een gedwongen heraanleg van de leiding. De beheerder kan, mits een aantal aangenomen standaardprijzen als functie van diameter en een gemiddelde diepte (desgewenst uit te breiden naar verschillende dieptes bij betere gegevens), voor elke leiding een herinvesteringswaarde voorstellen, die rechtstreekse invloed heeft op de bepaling van de mogelijke gevolgschade, en bij uitbreiding op de criticiteit.

In het model worden prijzen gehanteerd die gebaseerd zijn op de vervanging van een lengte op een diepte van 3 m.

Er wordt mee rekening gehouden dat kruisingen van zeer belangrijke aders (belangrijke gewestwegen, spoorwegen, waterwegen, ...) veelal de aanleg van een nieuwe leiding via de boortechniek zullen vergen. Hierdoor wordt een veel hogere kostprijs (vuistregel gehanteerd van 10 keer de kostprijs van een klassieke aanleg in open sleuf) ingerekend dan een klassieke aanleg in open sleuf. Het model laat toe eigen ramingsprijzen te hanteren voor eventuele speciale beschoeiingen die bij bepaalde leidingvakken kunnen noodzakelijk zijn. Gezien de herinvesteringswaarde sterk afhankelijk is van de lokale situatie (gemiddelde diepte, grondwaterstand, zettingsgevoeligheid, ...) laat het model toe om eigen ramingsprijzen te hanteren.

9.2.1.4.2 De aanwezigheid van nutsleidingen of constructies

De aanwezigheid van nutsleidingen kan de gevolgschade op verschillende manieren beïnvloeden. Enerzijds zal een eventuele heraanleg van de ondergelegen riolering, moeilijker en bijgevolg duurder worden, wanneer de nutsleidingen hiervoor dienen verplaatst of omgeleid. Anderzijds kan een eventuele schade aan de riolering, een beschadiging van eventueel belangrijke nutsleidingen (bijvoorbeeld aanwezigheid van hoofdleidingen water of gas) tot gevolg hebben, met mogelijke verdere schade ten gevolge van ontploffing of beschadiging van goederen van derden.

Eenzelfde redenering dient gevolgd bij de aanwezigheid van constructies (gebouwen, loodsen, ...) boven de leiding.

De aanwezigheid van nutsleidingen en/of constructies in het gabariet van de leiding, wordt om deze redenen als een verhoging van de mogelijke gevolgschade ingeschaald.

9.2.1.4.3 De kwetsbaarheid van de waterloop

Bij een eventueel falen van de riolering, ten gevolge van instorting of volledig blokkeren, zullen overstorten in werking treden. Hierbij wordt voor de duur van het incident, onverdund en ongezuiverd afvalwater in de waterloop geloosd. Wanneer dit gebeurt in een waterloop met een verhoogde kwetsbaarheid, dient dit als een verzwaring te worden aanzien. Afhankelijk van de inkleuring van de waterloop op de kwetsbaarheidskaarten (raadpleegbaar via de milieu-impacttoetskaarten die zijn vastgesteld in deel 7), wijzigt de gevolgschade voor het betrokken onderdeel.

9.2.1.4.4 De aangesloten vuilvracht

De aangesloten vuilvracht wordt per set van strengen uitgedrukt in IE (inwoner-equivalenten). Voor de beoordeling van deze parameter van de gevolgschade, wordt van elke streng bepaald in welke klasse (0-20; 20-40; 40-60; 60-80 of 80-100% van de totale vuilvracht van het studiegebied) de te transporteren vuilvracht door deze streng zich bevindt. Bij een stijgende klasse wordt de parameter hoger.

9.2.1.4.5 De aanwezigheid van een drinkwaterwingebied

De ligging van een riolering in een drinkwaterwingebied, veronderstelt een extra aandacht voor de waterdichtheid van de leiding, en wordt daarom als kritischer aanzien met betrekking tot de gevolgschade. De score wordt toegekend volgens de ligging in beschermingszone type I, II of III, dan wel ligging buiten beschermingszones. In Beschermingszones type I en II moet een 5-jaarlijkse waterdichtheidsproef gebeuren op de riolering. In Beschermingszones type III is dit enkel verplicht voor industrieel afvalwater.

9.2.1.4.6 De veroorzaakte wateroverlast

Bij een volledig falen van de riolering (instorting, aanslibbing of volledige blokkering) zullen sommige leidingen aanleiding geven tot wateroverlast. Het zijn vooral deze leidingen die niet beschermd zijn door de aanwezigheid van een overstort. Voorbeelden hiervan zijn bijvoorbeeld overstortleidingen van de overstort zelf, meest opwaartse strengen van het stelsel (gelegen stroomopwaarts van de bovenste overstorten, ...

Wanneer een leiding voldoende is verzekerd door de aanwezigheid van één of meerdere overstorten, wordt geen verhoging van de criticiteit ingerekend. In het andere geval wordt een ruwe inschatting gemaakt van het aantal getroffen woningen, waarbij hogere aantallen aanleiding zullen geven tot extra verzwarende van deze parameter.

Het is evident dat de eventuele beschikbaarheid van hydraulische modellen, een nauwkeuriger uitsluitsel kan geven over de eventuele mogelijkheid en de omvang van wateroverlast. Wanneer dit echter niet beschikbaar is, worden de bovenstaande vuistregels gehanteerd.

9.2.1.4.7 De toegankelijkheid voor handel en/of industrie

Een instorting van de riolering of wateroverlast ten gevolge van falen kunnen naast de directe materiële schade, ook economische schade veroorzaken door de eventuele onbereikbaarheid van de getroffen handelszaken. De afweging wordt hier gemaakt of er – in voorkomend geval – een alternatieve route voor het verkeer kan voorzien worden.

9.2.1.4.8 De openbare veiligheid

De openbare veiligheid dient ten allen tijde gewaarborgd. Deze kan in het gedrang komen wanneer door incidenten met de riolering, gevaarlijke situaties ontstaan die aanleiding kunnen geven tot ongevallen (bijvoorbeeld het ontstaan van een krater in een wegdek met een intense verkeersbelasting, instorting van een gebouw boven een bestaande overstortleiding, enz.). Wanneer de leiding een aanzienlijk risico voor de openbare veiligheid zou kunnen betekenen, krijgt deze parameter een hogere score.

9.2.1.5 Toepassing van het model

Door aan de hoger beschreven parameters scores toe te kennen, wordt per leidingvak een globale score berekend.

De score wordt berekend als:

$$\text{Kriticiteit} = (\text{FK1} + \text{FK2} + \text{FK3} + \dots) \times (\text{GS1} + \text{GS2} + \text{GS3} + \dots)$$

waarbij FK de respectievelijke faalkansen en GS de gevolgschades zijn.

Vervolgens worden de globale scores van de verschillende leidingvakken onderling vergeleken en opgelijst volgens dalende criticiteit. De meest kritische leiding komt dus bovenaan te staan en

Na het uitvoeren van de visuele inspecties van de meest kritische vakken, zal niet alleen een actieplan worden opgesteld voor te voorziene acties, maar kan de bekomen informatie over structurele toestand, bij de volgende opstelling van een inspectieplan (bijvoorbeeld het tweede werkjaar) in het model worden ingevuld. In functie van de vastgestelde toestand en de eventuele ondernomen actie, kan de de criticiteit en bijgevolg de prioriteit stijgen of dalen.

[illegible]

Op deze manier wordt dus cyclisch het proces herhaald, waarbij telkens de focus wordt gehouden op de bovenste band van de criticiteitslijst.

9.2.1.6 Opmaak van een inspectieplan

Er wordt voorgesteld om in functie van de criticiteit van de leiding, deze periodiek aan een camera-inspectie te onderwerpen. Voor de meest kritische leidingen is enkel een volledig CCTV-onderzoek (met rijdende camera) aangewezen – immers enkel op die manier kan de volledige toestand in beeld gebracht worden. Gezien het onderhoudsbudget beperkt is zal op een zekere criticiteitswaarde een streep getrokken moeten worden. Wat boven die waarde valt wordt periodiek aan een volledig onderzoek onderworpen, wat eronder valt niet. Het is dan aan het bestuur om minstens het budget te voorzien voor periodieke inspectie van de groep hoog-kritische leidingen.

Gezien het niet te verantwoorden is om de rest van het patrimonium onbeheerd te laten, is het aangewezen om met een lagere periodiciteit de minder kritische leidingen te monitoren met snelle onderzoeken vanuit de rioolput (Quick scan). Indien aan de hand van deze inspectie een slechte structurele toestand wordt vastgesteld (hoge faalkans) is een visuele inspectie van de leiding via rijdende camera aangewezen.

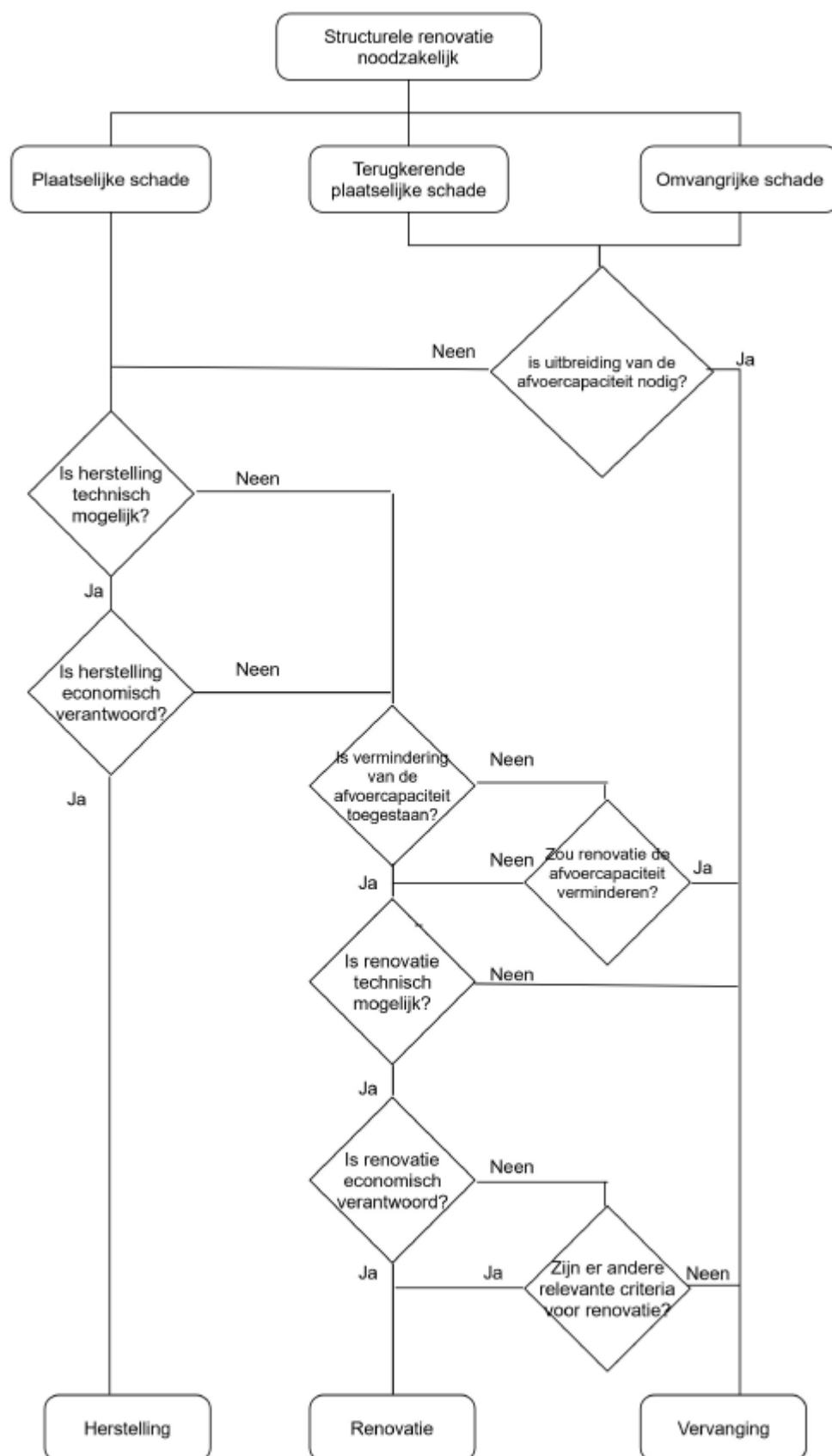
De vakken met een lagere criticiteit zullen in principe niet snel kritisch worden (indien de randvoorwaarden niet wijzigen). Voor deze vakken zal dus nooit een visuele inspectie gebeuren: de kost voor het onderzoek en eventuele preventieve herstelling is hoger dan de ingeschatte gevolgschade. Er dient altijd een budget te worden voorzien omdat er bij iedere serieuze ingreep aan de bovenbouw de onderliggende riolering moet bekeken worden.

9.2.2 Opmaak van een actieplan

In een volgende stap zullen de inspectieresultaten moeten beoordeeld worden. De theoretische faalkans (uit het rekenmodel criticiteit rioolstrengen) wordt aangevuld of gecorrigeerd op basis van de schadebeelden en andere vaststellingen. Elke schadebeeld is te bekijken als een faalkans, met achterliggende vraag: in welke mate kan/zal dit schadebeeld leiden tot verdere degeneratie van de riool(streng) en het optreden van gevolgschade. Wanneer deze faalkans zo groot is dat het risico (faalkans x gevolgschade) onaanvaardbaar wordt, dan is het tijd voor ingrijpen. De beoordelingstabel voor bestaande rioleringen (tabel 7-25-3, SB250) kan hierbij als leidraad dienen. Het kan ook zijn dat leidingen met bijvoorbeeld een hoge leeftijd (hoge theoretische faalkans) na cameraonderzoek in prima conditie blijken. Deze informatie wordt dan meegenomen bij het plan voor een tweede inspectieronde.

Wanneer duidelijk is dat ingrijpen nodig is, moeten nog de gepaste actie en gewenste termijn bepaald worden. Dit is echter geen eenvoudige opgave. Door het groot aantal mogelijke combinaties van schadebeelden, is het bijzonder moeilijk een eenduidig verband te leggen tussen combinaties van schadebeelden en voorgestelde geïntegreerde acties voor herstelling of renovatie. Er zal evenwel gewerkt worden aan een zo goed mogelijke standaardisering, met het oog op het optimaliseren van de technische aanpak in functie van de economische impact van de herstellingen en/of renovatie. In afwachting daarvan zal de expertise van rioolbeheerder, adviesbureau en contractor tot een gedegen oplossing moeten leiden.

In het actieplan (voor een voorziene tijdshorizon) zullen verschillende luiken behandeld moeten worden.



Beslissingsproces voor selectie van structurele oplossingen (cfr NBN EN 752)

9.2.2.1 Lokale herstellingen/continue renovatie

Uit de uitgevoerde inspecties zullen ongetwijfeld een aantal locaties naar voor komen waar een ingreep op de structurele toestand noodzakelijk is. In veel gevallen zal een lokale herstelling kunnen volstaan. In een beperkt aantal andere situaties zal echter de afweging moeten gemaakt worden om een continue renovatie of een volledige vervanging te voorzien. Zoals reeds hoger aangehaald zal dit gebeuren bij het vaststellen van zeer veel gebreken of bezwarende combinaties van schade-aspecten.

Een gedetailleerd overzicht van de actueel beschikbare technieken, is terug te vinden in het Standaardbestek 250 (hoofdstuk VII B) en de Vlaamse Rioolrenovatie Catalogus (Vlario vzw).

Wanneer een afweging voor continue renovatie dan wel vervanging aan de orde is, moeten een aantal parameters beschouwd worden.

Wanneer een volledige vervanging als optie naar voor geschoven wordt, zal dit allicht op toekomstige werkjaren dienen te worden gebudgetteerd.

Zonder hier al te diep op in te gaan, worden ze hierbij kort aangehaald:

Fasering

Bij het evalueren van verschillende scenario's met betrekking tot herstelling, continue renovatie of een volledige vervanging, is de fasering bijna de eerste afweging die te maken is.

Nieuwbouwwerkzaamheden aan de riolering zijn uiteraard niet los te zien van de bovenliggende wegenis. De staat/leeftijd van deze wegenis zal als eerste bepalen of een vernieuwing a priori kan/mag overwogen worden.

Daarnaast zal ook het eventueel dringende karakter van de uit te voeren werken mee bepalen of nieuwbouw kan overwogen worden t.o.v. herstelling of renovatie. Doorgaans is immers de uitvoeringstermijn van renovatiewerken veel kleiner en kan deze sneller worden ingepland dan een volledige vernieuwing van de riolering en wegenis.

Sociale verstoring

Vertrekkend van het standpunt dat een werfsituatie bijna altijd een sociale (en eventueel economische) verstoring inhoudt, dient ernaar gestreefd deze zo kort mogelijk te houden. Dit zal inhouden dat de sociale impact in een aantal gevallen (bijvoorbeeld bij te verwachten zeer zware verkeersproblemen, passerende trajecten van openbaar vervoer, ...) de keuze mee zal bepalen ten voordele van een uitvoeringsmethode met de kortst mogelijke doorlooptijd.

Toekomstig onderhoud

Afhankelijk van het te behandelen schadebeeld (bijvoorbeeld corrosie van de leiding tengevolge van biogene zwavelzuuraantasting, wortelingroei door aanwezige hoogstammen, ...) dient gekozen te worden voor een uitvoering die finaal een verbeterde resistentie biedt tegen de aanvankelijke oorzaak van de aangetroffen schade. Zo lijkt het evident dat bij zware chemische aantasting van de buiswand, een loutere vervanging door een nieuwe cementgebonden buis, geen afdoende oplossing is. De gekozen oplossing zal in dit geval moeten bestaan uit de heraanleg met een chemisch resistent buismateriaal, dan wel in een continue renovatie met een chemisch bestendige relining.

Beoordeling functie of capaciteit

Vooraleer technische, economische of sociale parameters te evalueren, dient nagegaan wat de toekomstige functie en capaciteit van de beschouwde leiding is. In deze afweging moet meegenomen worden of er toekomstig nog bijkomende aansluitingen te realiseren zijn en of er hiervoor nog voldoende afvoercapaciteit beschikbaar is in de bestaande leiding. In eenzelfde afweging moet mee geëvalueerd worden of eventuele afkoppelingen de nodige extra hydraulische capaciteit kunnen compenseren.

Beleidsopties

Analoog aan de hydraulische evaluatie dient ook de toekomstvisie inzake de bovenbouw geverifieerd. Zo moet gedacht worden aan de geplande toestand m.b.t. ruimtelijke ordening of eventueel geplande/voorzienbare herinrichting van de straat of (lokale) stadskern.

Technische overwegingen en risico-inschatting

Los van het voorgaande, zullen uiteraard de technische details en risico-inschatting een belangrijk aandeel hebben in de keuze van vernieuwing of renovatie.

Uit de onderzoeken zal immers moeten blijken of een renovatie nog een voldoende oplossing kan bieden aan de vastgestelde gebreken van de riolering. We denken hierbij aan parameters als reststerkte, waterdichtheid, vervorming tgv gedeeltelijke instorting, enz.

Ook de grondmechanische eigenschappen van de omgevende ondergrond zullen de keuze mee beïnvloeden. Dit kan zowel pleiten voor een vernieuwing (bijvoorbeeld bij vaststelling van steeds verdergaande axiale verzakking) als voor een renovatie (mogelijke risico's naar aangelanden bij bemalingen en beschoeiingen). Deze keuze zal mede bepaald worden door aanwezige (eventueel onvoldoend diep aangezette) funderingen van naastliggende gebouwen.

In de risico-inschatting wordt vaak het belang van het tijdens de werken te verpompen debiet verwaarloosd. Het is echter zeer belangrijk dit nauwkeurig te begroten en de pompcapaciteit tijdens de uitvoering van de werken ook effectief te controleren en handhaven.

Economische overwegingen en totale levenscyclus kost

Ter afronding van de genomen overwegingen in de keuze nieuwbouw/renovatie, moeten finaal de investeringskosten en afschrijvingskosten van de voorziene werken worden geëvalueerd. Hierbij is het belangrijk om voor de beide opties de latere herstel- en of onderhoudskosten mee in te rekenen. Zo kan een lokale herstelling aanvankelijk de beste koop lijken, maar door noodzakelijke latere hernemingswerken, op een langere duur minder gunstig worden. In eenzelfde redenering kan een relining van een bestaande leiding de hydraulische eigenschappen sterk verbeteren, waardoor de lokale ruimfrequentie kan verminderen.

Het is dus belangrijk de voorzienbare huidige en latere kosten van de verschillende opties naast elkaar te zetten (in essentie alle terug te rekenen naar de netto huidige waarde) en de beslissing hier mee op te baseren.

9.2.2.2 Toestandsonafhankelijke controles van hydraulische structuren

Een tweede luik is de planning van de periodieke controles van structuren. Hieronder wordt verstaan een controle op het correct functioneren van overstorten, knijpleidingen, pompstations, kleppen, afsluiters, Elk van deze structuren dient als kritisch te worden beschouwd, aangezien ze alle een grote faalkans (bijvoorbeeld knijpleiding: verstopping; kleppen: tussenstekend afval of aanzanding) en een aanzienlijke gevolgschade (knijpleiding: werking overstort; falende klep: wateroverlast, ...) vertegenwoordigen. Daarom wordt voorgesteld om elk van deze structuren periodiek te controleren met het oog op het nazien van de goede werking en om eventueel onmiddellijk een corrigerende ingreep te kunnen doen. Dit effectief ter plaatse gaan om de werking te controleren, kan eventueel ondervangen worden door het installeren van een telemetrisch systeem, dat falingen onmiddellijk naar een centraal nummer kan doormelden.

Als algemene richtlijn kan aangehouden worden om 4 keer per jaar deze structuren te bezoeken. Wanneer voor bepaalde een historiek van slechte werking gekend is, dient deze frequentie uiteraard in functie daarvan te worden verhoogd.

9.2.2.3 Reiniging van riolering

Voor het uitvoeren van de visuele inspectie met een rijdende camera, dient bij voorkeur voorafgaand een reiniging te gebeuren.

Waar uit putcamera-onderzoek een substantiële afzetting is vastgesteld, zal eveneens een reiniging

gebeuren. Het ruimen van aangeslibde riolering heeft immers volgende voordelen:

Het vermijden van wateroverlast. Door de verminderde sectie van een aangeslibde riolering, wordt in een aantal gevallen de afvoercapaciteit onvoldoende voor de theoretisch berekende afvoer. Dit is nog meer het geval voor recent ontworpen riolen waar de veiligheidsmarges (omwille van verfijnde berekeningsmethodes) beperkter zijn;

Het vermijden van zwavelzuurvorming in gemengde of droogweer leidingen. Dit verhoogt de levensduur van de leiding. In dezelfde lijn wordt hiermee het ontstaan van voor de omgeving hinderlijke geuren, beperkt;

Door de aanslibbing vermindert de bergingscapaciteit van het stelsel, waardoor de overstortfrequentie verhoogt. Vanuit ecologisch standpunt is dit uiteraard te vermijden.

In bijlage 9.2 worden een aantal overzichtstabellen meegegeven die moeten toelaten om de voorziene en afgevoerde hoeveelheden aan ruimingsslib op te volgen.

9.2.3 Onderhoud van hydraulische structuren

9.2.3.1 Reiniging van pompstations

In heel wat pompgemalen ontstaat afzetting die, naast geuroverlast en op termijn een slechtere werking van de niveau-meting, kan leiden tot een plotse blokkage van één of meerdere pompen, met hogere kosten en een ecologische impact tot gevolg. Daarom is een periodieke reiniging (minimaal jaarlijkse) van alle pompenkelders in alle omstandigheden aan te houden.

Voor de volledigheid vermelden we tevens de in te plannen periodieke onderhoudsbeurten van deze installaties.

9.2.3.2 Reiniging van kolken

De periodieke reiniging van straatkolken is niet alleen noodzakelijk om de afwatering van het openbaar domein te verzekeren maar eveneens om de kolk toe te laten op elk ogenblik zo veel mogelijk zand uit het inspoelende water te kunnen verwijderen. Zand dat door de zandvanger gaat (ten gevolge van onvoldoende ruiming) zal zich afzetten in de riolering, in pompstations of finaal in het zuiveringsstation, met grotere kosten voor verwijdering en extra slijtage tot gevolg.

Het is daarom aan te bevelen deze met een vaste frequentie te ruimen. Een aanbevolen frequentie bedraagt gemiddeld 2 keer per jaar. Dit kan eventueel worden aangepast in functie van de ligging en de lokale situatie.

9.3 Onderhoud infiltratievoorzieningen

Om tot een goed functionerend infiltratiesysteem te komen moet men niet alleen aandacht hebben voor het concept en de aanleg maar is, zeker in geval van ondergrondse infiltratievoorzieningen, een onderhoudsprogramma noodzakelijk voor het volledige infiltratiesysteem en de aangesloten (verharde) oppervlaktes en waterslokkers.

1. Voorwoord

Er zijn verscheidene methoden om een visueel rioolonderzoek uit te voeren maar elk van deze methoden heeft zijn toepassingsgebied. De bedoeling van deze code is, om duidelijkheid te scheppen over wat er kan en mag verwacht worden van elke betrokken partij; zowel opdrachtgever als opdrachtnemer.

Een visueel onderzoek dient gegevens op te leveren die optimaal en universeel uitwisselbaar zijn. Om tot het gewenste resultaat te komen zijn er een aantal stappen nodig die dienen gevolgd te worden. Deze stappen zijn deels voor het inspectiebedrijf en deels voor de rioolbeheerder. Een goede, duidelijke en gestructureerde samenwerking zal tot betere eindresultaten leiden. De visuele rioolonderzoeksgegevens zijn immers de input om verdere stappen te ondernemen in het onderhouden, renoveren of vervangen van rioolstelsels of delen hiervan. Een evenwichtig kwaliteitsborgingsysteem zal ervoor zorgen dat beide partijen, elk een deel van de kwaliteitsborging voor zich nemen. Het resultaat van het toepassen van deze code van goede praktijk voor visueel rioolonderzoek is een gezonde en eerlijke concurrentie tussen inspectiebedrijven te bewerkstelligen.

2. Rechten en plichten • Controle bij nieuwe aanleg / einde

garantieperiode:

o De rioolbeheerder:

Het is de plicht van de rioolbeheerder/opdrachtgever om bij nieuwe aanleg alle rioleringsonderdelen minimum te onderwerpen aan een visueel rioolonderzoek zoals beschreven in het SB250 (registreren van waarnemingen en controle van alle voegomtrekken).

Voorgaande plicht geldt zowel voor leidingen als voor putten en hun onderdelen.

De rioolbeheerder doet hiervoor beroep op ISO 17025 geaccrediteerde bedrijven voor het uitvoeren van visueel rioolonderzoek volgens SB250, rekening houdend met de scope van het ISO geaccrediteerd bedrijf.

o Het bedrijf dat het visueel rioolonderzoek uitvoert:

Respecteert de technische beperkingen opgenomen in zijn scope.

Werkt volgens de gevraagde methoden, voorkomend in zijn scope.

Registreert de samenstelling van de gebruikte apparatuur.

Respecteert de veiligheidsvoorschriften.

Levert alle data, op digitale drager zoals voorgeschreven in het bestek/aanvraag.

• bestaande riolen:

o De rioolbeheerder:

Het is de plicht van de rioolbeheerder/opdrachtgever om bij een visueel rioolonderzoek duidelijk te specificeren welke rioleringsonderdelen onderworpen worden aan een visueel rioolonderzoek zoals beschreven in het SB250.

Hij zal duidelijk specificeren welke methode hij hiervoor wil gebruiken.

Voorgaande plicht geldt zowel voor leidingonderdelen als voor putonderdelen.

De rioolbeheerder doet hiervoor beroep op ISO 17025 geaccrediteerde bedrijven voor het uitvoeren van visueel rioolonderzoek volgens SB250; rekening houdend met de scope van het ISO geaccrediteerd bedrijf. Wanneer er bijkomende registraties van gegevens gevraagd worden, mogen deze geen invloed hebben op de uitwisseling van gegevens. M.a.w. de registratie van bijkomende gegevens dienen

duidelijk in het bestek omschreven te zijn en mogen geen invloed hebben op de conformiteit van het desbetreffende uitwisselingsformaat (BEFDSS).

o Het bedrijf dat het visueel rioolonderzoek uitvoert:

Respecteert de technische beperkingen opgenomen in zijn scope.

Werkt volgens de gevraagde methoden, voorkomend in zijn scope.

Registreert de samenstelling van de apparatuur.

Respecteert de veiligheidsvoorschriften.

3. Vereisten kwaliteitsborging

Om systematisch te kunnen voldoen aan de gestelde eisen binnen de norm NBN EN 13508-2 en de beschreven uitvoeringsmethoden van het SB250 is het noodzakelijk om aan kwaliteitsborging te doen. De kwaliteitsborging is verdeeld over twee partijen, de opdrachtgever en het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert. Opgelegde eisen volgens de geldende besteksvoorschriften:

- Voor het bedrijf dat het visueel onderzoek uitvoert:

- o ISO 17025 accreditatie volgens bijgevoegde scope onpartijdigheid

- o Veiligheidsvoorschriften

- Voor de rioolbeheerder / opdrachtgever:

Het bestek / prijsaanvraag dient rekening te houden met de vastgelegde methoden en resultaten. Bijkomende eisen binnen de mogelijkheden van het bestek en binnen de mogelijkheden van de gevraagde methoden.

Uitwisseling van gegevens dient steeds te gebeuren volgens de geldende normen, niet op basis van programmatuur.

Controle van hoeveelheden.

Controle van termijnen.

Controle op het respecteren van de veiligheidsvoorschriften.

Controle op de inhoud van de gegevens, commentaarvelden,

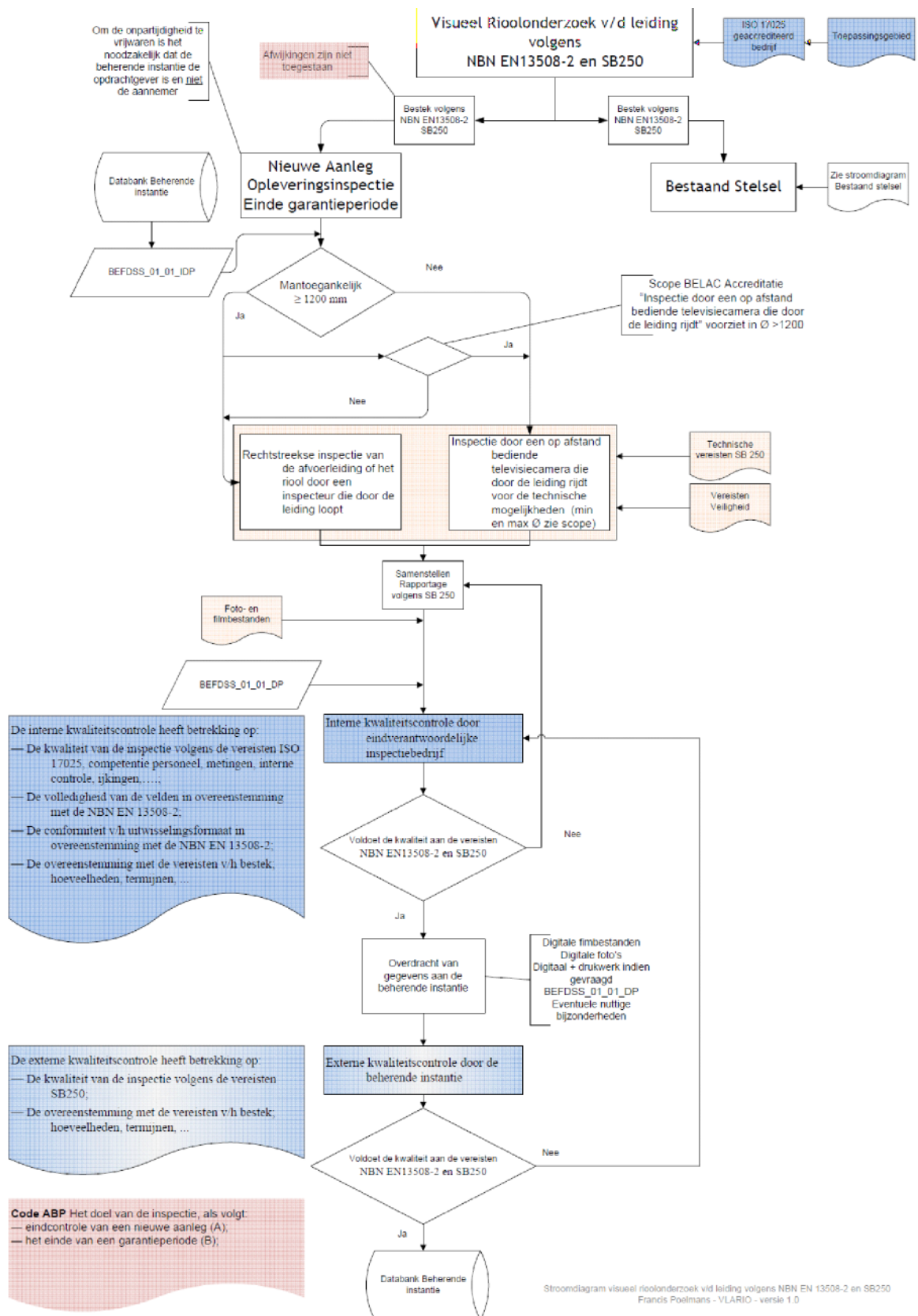
Controle op afwijkingen tussen eigen databank en aangeleverde gegevens.

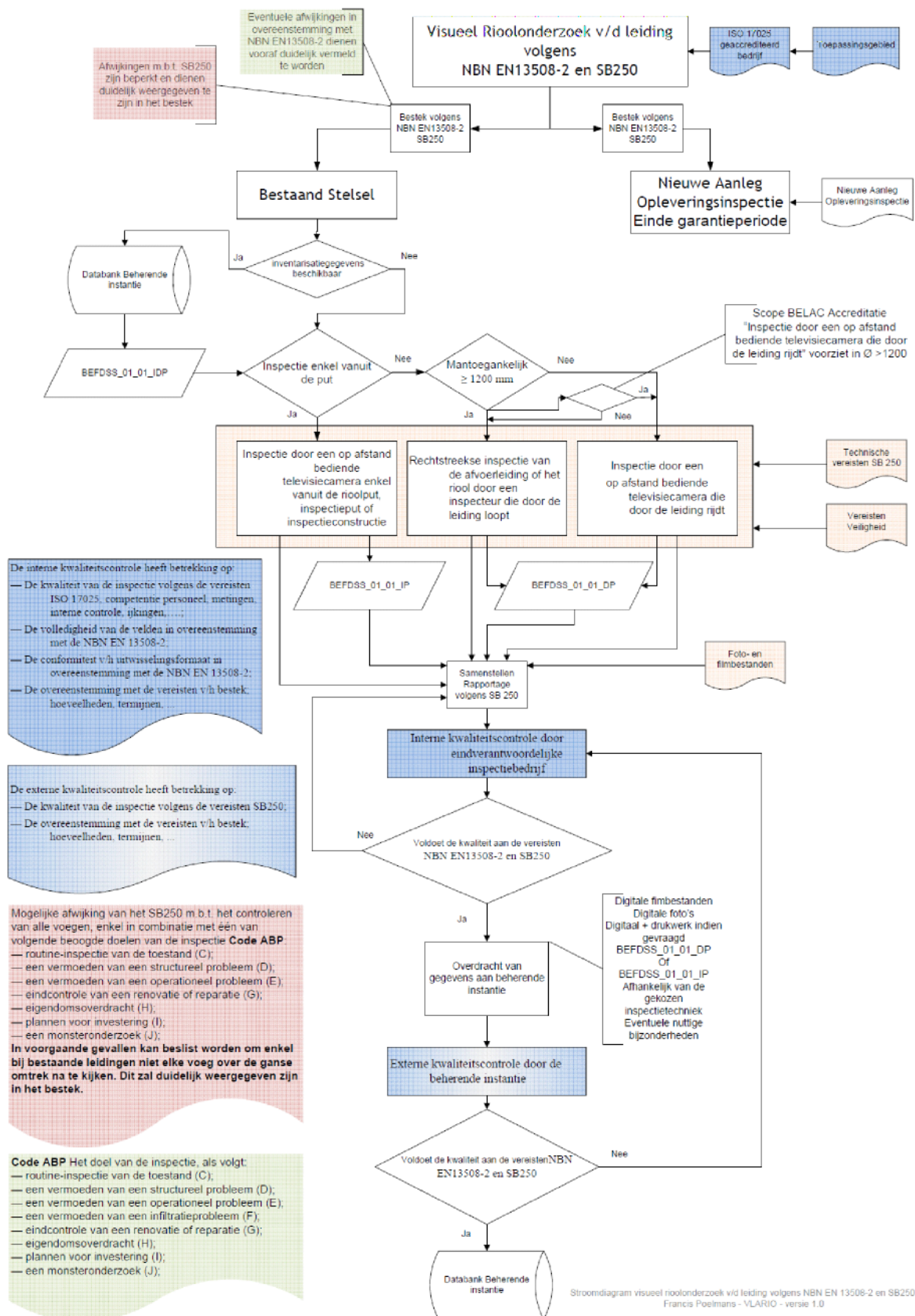
Controle op de fysische uitvoering van het visueel onderzoek, snelheid, nauwkeurigheid.

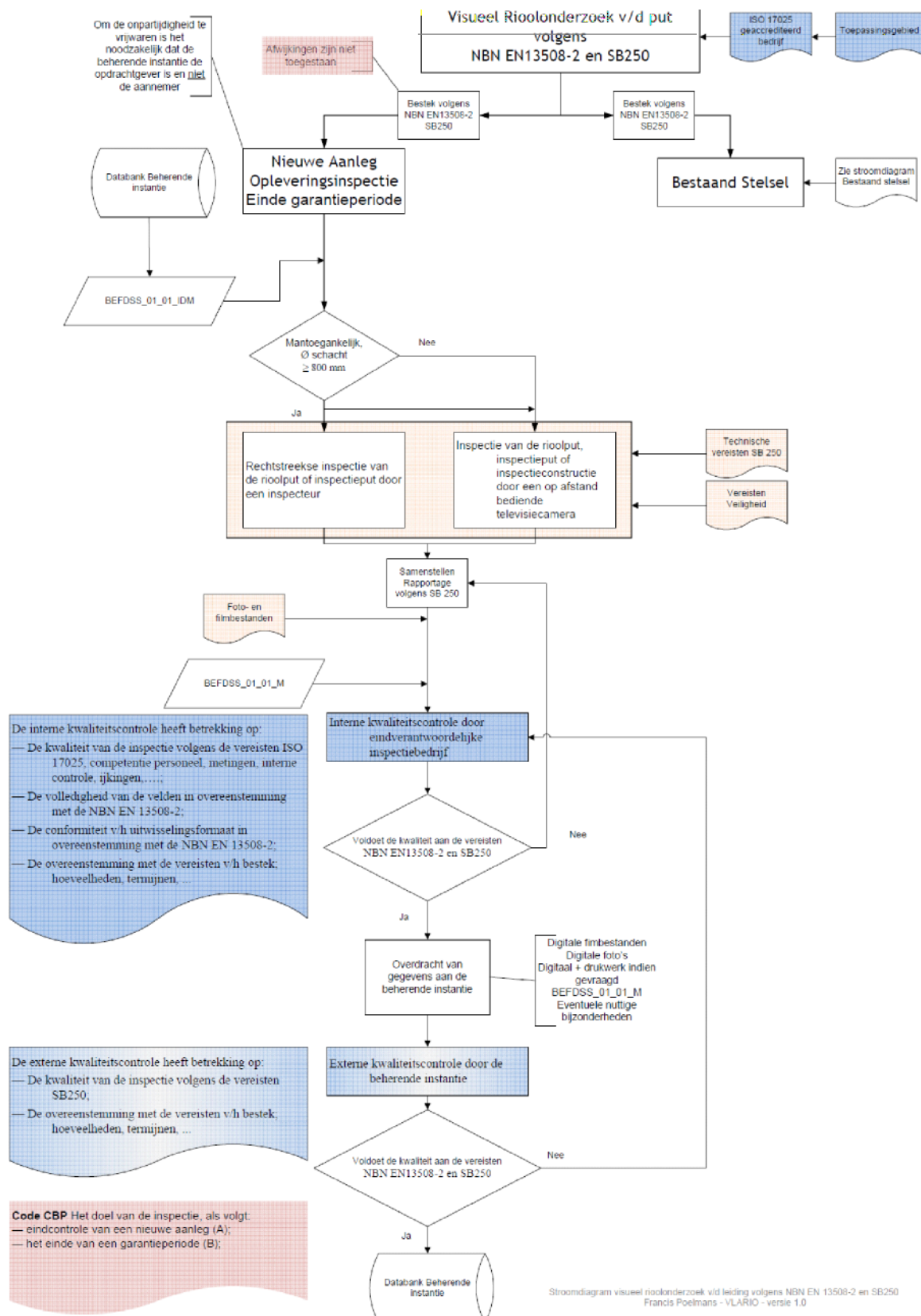
Controle op het volume en de vorm van de aangeleverde gegevens zoals voorzien in het bestek / prijsaanvraag.

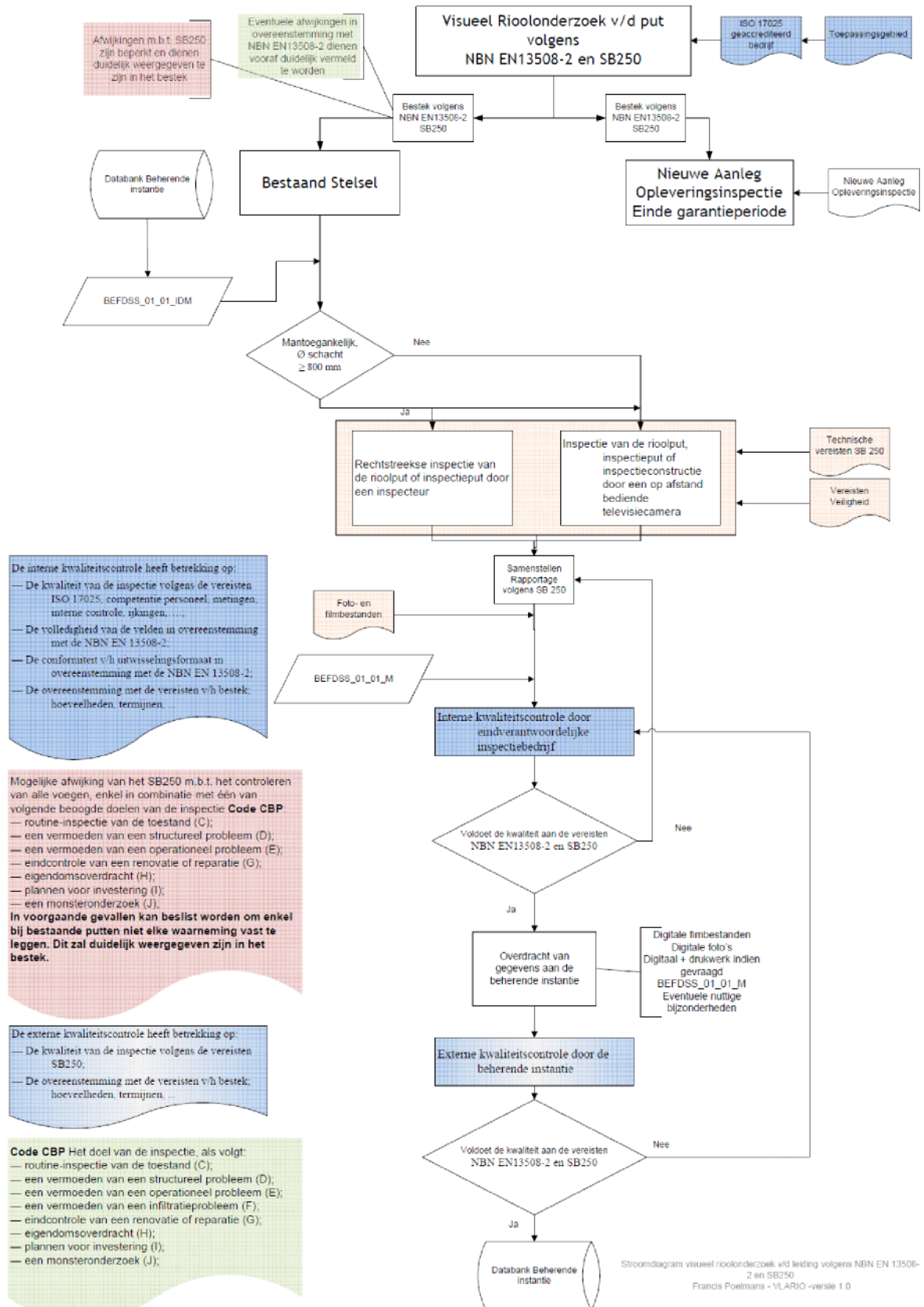
4. Beschikbare technieken

Techniek	Toepassingsgebied		BEFDSS Uitwisselingsformaat
	Nieuwe aanleg	Bestaande toestand	
Rechtstreekse inspectie van de afvoerleiding of het riool door een inspecteur die door de leiding loopt Ø > 1200mm	o eindcontrole van een nieuwe aanleg o het einde van een garantieperiode	Mogelijke afwijking van het SB250 m.b.t. het controleren van alle voegen, enkel in combinatie met één van volgende beoogde doelen van de inspectie: o routine-inspectie van de toestand o een vermoeden van een structureel probleem o een vermoeden van een operationeel probleem o eindcontrole van een renovatie of reparatie o eigendomsoverdracht o plannen voor investering o een monsteronderzoek (anders formuleren) In voorgaande gevallen kan beslist worden om enkel bij bestaande leidingen niet elke voeg over de ganse omtrek na te kijken. Dit zal duidelijk omschreven zijn in het bestek. Is dit niet het geval dan geldt de uitvoeringsmethode van het SB250.	BEFDSS-DP
Inspectie door een op afstand bediende televisiecamera die door de leiding rijdt voor de technische mogelijkheden (min en max Ø zie scope)			BEFDSS-M
Rechtstreekse inspectie van de rioolput of inspectieput door een inspecteur			
Inspectie van de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie door een op afstand bediende			
Inspectie van de leiding door een op afstand bediende televisiecamera enkel vanuit de rioolput, inspectieput of inspectieconstructie	Niet toegelaten voor: o eindcontrole van een nieuwe aanleg o het einde van een garantieperiode	o een vermoeden van een structureel probleem o een vermoeden van een operationeel probleem o plannen voor investering o een monsteronderzoek	BEFDSS-IP









Bijlage 9.2: Slibtabellen

		slibhoogte / leidingdiameter [-]									
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
Leidingdiameter [mm]	150	0,09	0,25	0,45	0,66	0,88	1,11	1,32	1,52	1,68	1,77
	200	0,16	0,45	0,79	1,17	1,57	1,97	2,35	2,69	2,98	3,14
	250	0,26	0,70	1,24	1,83	2,45	3,08	3,67	4,21	4,65	4,91
	300	0,37	1,01	1,78	2,64	3,53	4,43	5,29	6,06	6,70	7,07
	350	0,50	1,37	2,43	3,59	4,81	6,03	7,19	8,25	9,12	9,62
	400	0,65	1,79	3,17	4,69	6,28	7,87	9,40	10,78	11,91	12,57
	500	1,02	2,80	4,95	7,33	9,82	12,30	14,68	16,84	18,61	19,63
	600	1,47	4,03	7,13	10,56	14,14	17,71	21,14	24,25	26,80	28,27
	700	2,00	5,48	9,71	14,38	19,24	24,11	28,77	33,01	36,48	38,48
	800	2,62	7,16	12,68	18,78	25,13	31,49	37,58	43,11	47,65	50,27
	900	3,31	9,06	16,05	23,76	31,81	39,85	47,57	54,56	60,31	63,62
	1000	4,09	11,18	19,82	29,34	39,27	49,20	58,72	67,36	74,45	78,54
	1100	4,95	13,53	23,98	35,50	47,52	59,54	71,05	81,50	90,09	95,03
	1200	5,89	16,10	28,54	42,25	56,55	70,85	84,56	96,99	107,21	113,10
	1300	6,91	18,90	33,49	49,58	66,37	83,15	99,24	113,83	125,82	132,73
	1400	8,01	21,92	38,84	57,50	76,97	96,44	115,10	132,02	145,93	153,94
	1500	9,20	25,16	44,59	66,01	88,36	110,71	132,13	151,55	167,52	176,71
	1600	10,46	28,63	50,73	75,10	100,53	125,96	150,33	172,44	190,60	201,06
	1700	11,81	32,32	57,27	84,78	113,49	142,20	169,71	194,66	215,17	226,98
	1800	13,24	36,23	64,21	95,05	127,23	159,42	190,26	218,24	241,23	254,47
	2000	16,35	44,73	79,27	117,35	157,08	196,81	234,89	269,43	297,81	314,16
	2200	19,78	54,12	95,91	141,99	190,07	238,14	284,22	326,01	360,35	380,13
	2400	23,54	64,41	114,14	168,98	226,19	283,41	338,24	387,98	428,85	452,39
	2600	27,63	75,59	133,96	198,32	265,46	332,61	396,97	455,34	503,30	530,93
	2700	29,80	81,52	144,46	213,87	286,28	358,69	428,09	491,04	542,76	572,56
	2800	32,05	87,67	155,36	230,00	307,88	385,75	460,39	528,08	583,71	615,75
	3000	36,79	100,64	178,35	264,03	353,43	442,83	528,51	606,22	670,07	706,86
slibvolume [m³/1 00m]											

Tabel 1: Slibvolume per 100 meter leiding, in functie van de leidingdiameter en de verhouding tussen opgemeten slibhoogte en leidingdiameter (voor cirkelvormige leidingen)

			slibhoogte / leidinghoogte [-]									
			0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	300	450	0,45	1,21	2,19	3,33	4,58	5,90	7,25	8,55	9,67	10,34
	400	600	0,80	2,16	3,90	5,92	8,15	10,50	12,89	15,21	17,19	18,38
	500	750	1,24	3,37	6,09	9,26	12,73	16,40	20,14	23,76	26,87	28,71
	600	900	1,79	4,85	8,77	13,33	18,34	23,62	29,01	34,21	38,69	41,35
	700	1050	2,44	6,60	11,94	18,14	24,96	32,15	39,48	46,57	52,66	56,28
	800	1200	3,19	8,62	15,59	23,69	32,60	41,99	51,57	60,82	68,78	73,51
	900	1350	4,03	10,92	19,73	29,99	41,25	53,14	65,27	76,98	87,05	93,03
	1000	1500	4,98	13,48	24,36	37,02	50,93	65,61	80,57	95,04	107,5	114,9
	1200	1800	7,17	19,41	35,08	53,31	73,34	94,47	116,0	136,9	154,8	165,4
	1500	2250	11,20	30,32	54,81	83,30	114,6	147,6	181,3	213,8	241,8	258,4
	1800	2700	16,13	43,66	78,92	120,0	165,0	212,6	261,1	307,9	348,2	372,1
	2000	3000	19,91	53,91	97,44	148,1	203,7	262,4	322,3	380,2	429,9	459,4
			slibvolume [m ³ /1 00m]									

Tabel 2: Slibvolume per 100 meter leiding, in functie van de afmetingen van de leiding en de verhouding tussen opgemeten slibhoogte en leidinghoogte (voor eivormige leidingen)

		leidingdiameter [mm]							leidingdiameter [mm]		
		150	200	250	300	350			400	500	600
slibhoogte [mm]	10	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08	slibhoogte [mm]	20	0,23	0,26	0,29
	20	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22		40	0,65	0,74	0,81
	30	<u>0,25</u>	<u>0,30</u>	<u>0,33</u>	<u>0,37</u>	<u>0,40</u>		60	<u>1,18</u>	<u>1,33</u>	<u>1,47</u>
	40	0,38	0,45	0,51	0,56	0,61		80	1,79	2,03	2,24
	50	0,52	0,61	0,70	0,77	0,84		100	2,46	2,80	3,10
	60	<u>0,66</u>	<u>0,79</u>	<u>0,91</u>	<u>1,01</u>	<u>1,10</u>		120	<u>3,17</u>	<u>3,62</u>	<u>4,03</u>
	70	0,81	0,98	1,13	1,25	1,37		140	3,92	4,50	5,01
	80	0,96	1,17	1,35	1,51	1,66		160	4,69	5,42	6,05
	90	<u>1,11</u>	<u>1,37</u>	<u>1,59</u>	<u>1,78</u>	<u>1,96</u>		180	<u>5,48</u>	<u>6,36</u>	<u>7,13</u>
	100	1,25	1,57	1,83	2,06	2,27		200	6,28	7,33	8,25
	110	1,39	1,77	2,08	2,35	2,59		220	7,08	8,32	9,39
	120	<u>1,52</u>	<u>1,97</u>	<u>2,33</u>	<u>2,64</u>	<u>2,92</u>		240	<u>7,87</u>	<u>9,32</u>	<u>10,56</u>
	130	1,63	2,16	2,58	2,94	3,25		260	8,65	10,32	11,74
	140	1,72	2,35	2,83	3,23	3,59		280	9,40	11,31	12,94
	150	<u>1,77</u>	<u>2,53</u>	<u>3,08</u>	<u>3,53</u>	<u>3,94</u>		300	<u>10,11</u>	<u>12,30</u>	<u>14,14</u>
	160		2,69	3,32	3,83	4,29		320	10,78	13,27	15,34
	170		2,85	3,55	4,13	4,64		340	11,38	14,22	16,53
	180		<u>2,98</u>	<u>3,78</u>	<u>4,43</u>	<u>4,99</u>		360	<u>11,91</u>	<u>15,13</u>	<u>17,71</u>
	190		3,08	4,00	4,72	5,33		380	12,33	16,01	18,88
	200		3,14	4,21	5,01	5,68		400	12,57	16,84	20,02
	210			<u>4,40</u>	<u>5,29</u>	<u>6,03</u>		420		<u>17,61</u>	<u>21,14</u>
	220			4,58	5,56	6,37		440		18,30	22,22
	230			4,72	5,82	6,70		460		18,90	23,26
	240			<u>4,84</u>	<u>6,06</u>	<u>7,03</u>		480		<u>19,37</u>	<u>24,25</u>
	250			4,91	6,29	7,35		500		19,63	25,18
	260				6,51	7,66		520		25,18	26,03
	270				<u>6,70</u>	<u>7,96</u>		540			<u>26,80</u>
	280				6,87	8,25		560			27,46
	290				7,00	8,52		580			27,99
	300				<u>7,07</u>	<u>8,78</u>		600			<u>28,27</u>
	310					9,01	slibhoogte [mm]	620			
	320					9,22		640			
	330					<u>9,40</u>		660			
	340					9,54		680			
	350					<u>9,62</u>		700			
slibvolume [m ³ /1 00m]									slibvolume [m ³ /1 00m]		

Tabel 3: Slibvolume in functie van de leidingdiameter en de opgemeten slibhoogte (voor cirkelvormige leidingen Ø 150 mm -Ø 600 mm)

	leidingdiameter [mm]										
	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800
50	1,31	1,39	1,47	1,54	1,61	1,68	1,74	1,81	1,87	1,93	1,98
100	3,63	3,86	4,09	4,30	4,50	4,69	4,88	5,06	5,23	5,40	5,56
150	<u>6,52</u>	<u>6,97</u>	<u>7,39</u>	<u>7,78</u>	<u>8,16</u>	<u>8,52</u>	<u>8,86</u>	<u>9,20</u>	<u>9,52</u>	<u>9,83</u>	<u>10,13</u>
200	9,83	10,53	11,18	11,80	12,39	12,95	13,49	14,01	14,51	14,99	15,46
250	13,42	14,42	15,35	16,24	17,07	17,87	18,63	19,36	20,06	20,75	21,40
300	<u>17,22</u>	<u>18,56</u>	<u>19,82</u>	<u>21,00</u>	<u>22,11</u>	<u>23,17</u>	<u>24,19</u>	<u>25,16</u>	<u>26,10</u>	<u>27,00</u>	<u>27,88</u>
350	21,14	22,88	24,50	26,01	27,44	28,80	30,10	31,34	32,53	33,68	34,80
400	25,13	27,32	29,34	31,22	33,00	34,69	36,29	37,83	39,31	40,73	42,11
450	<u>29,12</u>	<u>31,81</u>	<u>34,28</u>	<u>36,58</u>	<u>38,74</u>	<u>40,78</u>	<u>42,73</u>	<u>44,59</u>	<u>46,37</u>	<u>48,09</u>	<u>49,75</u>
500	33,05	36,30	39,27	42,02	44,60	47,04	49,35	51,56	53,68	55,72	57,68
550	36,85	40,73	44,26	47,52	50,56	53,42	56,13	58,72	61,19	63,57	65,86
600	<u>40,44</u>	<u>45,05</u>	<u>49,20</u>	<u>53,01</u>	<u>56,55</u>	<u>59,87</u>	<u>63,02</u>	<u>66,01</u>	<u>68,87</u>	<u>71,61</u>	<u>74,25</u>
650	43,74	49,20	54,04	58,46	62,54	66,37	69,97	73,40	76,67	79,81	82,82
700	46,64	53,09	58,72	63,81	68,49	72,86	76,97	80,86	84,57	88,12	91,53
750	<u>48,96</u>	<u>56,65</u>	<u>63,19</u>	<u>69,02</u>	<u>74,36</u>	<u>79,31</u>	<u>83,96</u>	<u>88,36</u>	<u>92,54</u>	<u>96,53</u>	<u>100,36</u>
800	50,27	59,75	67,36	74,04	80,10	85,69	90,92	95,85	100,53	104,99	109,27
850		62,23	71,15	78,80	85,66	91,95	97,81	103,31	108,53	113,49	118,24
900		<u>63,62</u>	<u>74,45</u>	<u>83,23</u>	<u>90,99</u>	<u>98,05</u>	<u>104,58</u>	<u>110,71</u>	<u>116,49</u>	<u>121,99</u>	<u>127,23</u>
950			77,07	87,25	96,03	103,93	111,21	118,00	124,39	130,45	136,23
1000			78,54	90,73	100,71	109,56	117,65	125,15	132,19	138,86	145,20
1050				<u>93,49</u>	<u>104,94</u>	<u>114,87</u>	<u>123,84</u>	<u>132,13</u>	<u>139,87</u>	<u>147,17</u>	<u>154,11</u>
1100				95,03	108,60	119,78	129,75	138,88	147,38	155,37	162,94
1150					111,48	124,21	135,31	145,38	154,69	163,41	171,65
1200					<u>113,10</u>	<u>128,04</u>	<u>140,45</u>	<u>151,55</u>	<u>161,75</u>	<u>171,26</u>	<u>180,22</u>
1250						131,05	145,07	157,36	168,53	178,89	188,61
1300						132,73	149,06	162,71	174,96	186,25	196,79
1350							<u>152,19</u>	<u>167,52</u>	<u>181,00</u>	<u>193,30</u>	<u>204,72</u>
1400							153,94	171,66	186,56	199,98	212,36
1450								174,91	191,54	206,23	219,67
1500								<u>176,71</u>	<u>195,83</u>	<u>211,99</u>	<u>226,59</u>
1550									199,19	217,15	233,06
1600									201,06	221,58	239,01
1650										<u>225,05</u>	<u>244,34</u>
1700										226,98	248,91
1750										252,49	
1800											<u>254,47</u>
	slibvolume [m³/1 00m]										

Tabel 4: Slibvolume in functie van de leidingdiameter en de opgemeten slibhoogte (voor cirkelvormige leidingen Ø 800 mm - Ø 1800 mm)

			leidingdiameter [mm]						
			2000	2200	2400	2600	2700	2800	3000
slibhoogte [mm]		100	5,87	6,17	6,45	6,72	6,85	6,98	7,23
		200	16,35	17,20	18,01	18,78	19,15	19,52	20,24
		300	29,55	31,13	32,64	34,08	34,78	35,46	36,79
		400	44,73	47,21	49,56	51,81	52,89	53,96	56,03
		500	61,42	64,94	68,28	71,46	73,00	74,51	77,44
		600	79,27	83,98	88,44	92,69	94,74	96,75	100,64
		700	97,99	104,05	109,76	115,20	117,82	120,38	125,35
		800	117,35	124,89	132,00	138,74	141,99	145,17	151,32
		900	137,11	146,31	154,95	163,13	167,07	170,91	178,35
		1000	157,08	168,10	178,42	188,16	192,85	197,42	206,26
		1100	177,05	190,07	202,22	213,67	219,17	224,52	234,87
		1200	196,81	212,04	226,19	239,49	245,86	252,07	264,03
		1300	216,17	233,82	250,17	265,46	272,78	279,90	293,61
		1400	234,89	255,24	273,97	291,44	299,77	307,88	323,45
		1500	252,74	276,09	297,44	317,26	326,69	335,85	353,43
		1600	269,43	296,15	320,39	342,77	353,39	363,69	383,41
		1700	284,61	315,19	342,63	367,80	379,71	391,23	413,25
		1800	297,81	332,93	363,95	392,18	405,49	418,33	442,83
		1900	308,29	349,00	384,11	415,73	430,56	444,84	471,99
		2000	314,16	362,93	402,83	438,24	454,74	470,58	500,60
		2100		373,96	419,75	459,47	477,82	495,37	528,51
		2200		380,13	434,38	479,12	499,55	519,01	555,54
		2300			445,94	496,85	519,66	541,24	581,51
		2400			452,39	512,15	537,78	561,79	606,22
		2500				524,21	553,40	580,29	629,42
		2600				530,93	565,70	596,23	650,83
		2700					572,56	608,77	670,07
		2800						615,75	686,62
		2900							699,63
		3000							706,86
			slibvolume [m³/100m]						

Tabel 5: Slibvolume in functie van de leidingdiameter en de opgemeten slibhoogte (voor cirkelvormige leidingen Ø 2000 mm - Ø 3000 mm)

		leidingafmetingen			
breedte [mm]		300	400	500	600
hoogte [mm]		450	600	750	900
slibhoogte [mm]	30	0,25	0,30	0,33	0,37
	60	0,68	0,80	0,91	1,01
	90	1,21	1,42	1,61	1,79
	120	1,85	2,16	2,44	2,70
	150	2,56	2,99	3,37	3,72
	180	3,33	3,90	4,39	4,85
	210	4,16	4,88	5,51	6,07
	240	5,02	5,92	6,69	7,38
	270	5,90	7,02	7,94	8,77
	300	6,80	8,15	9,26	10,23
	330	7,70	9,31	10,62	11,75
	360	8,55	10,50	12,02	13,33
	390	9,33	11,69	13,46	14,96
	420	9,97	12,89	14,92	16,63
	450	10,34	14,07	16,40	18,34
	480		15,21	17,90	20,07
	510		16,26	19,40	21,84
	540		17,19	20,89	23,62
	570		17,95	22,35	25,41
	600		18,38	23,76	27,21
	630			25,09	29,01
	660			26,31	30,79
	690			27,38	32,53
	720			28,23	34,21
	750			28,71	35,82
	780				37,32
	810				38,69
	840				39,88
	870				40,82
	900				41,35
slibvolume [m³/100m]					

		leidingafmetingen			
breedte [mm]		700	800	900	1000
hoogte [mm]		1050	1200	1350	1500
slibhoogte [mm]	50	0,84	0,91	0,97	1,02
	100	2,28	2,46	2,63	2,80
	150	4,06	4,38	4,68	4,98
	200	6,15	6,62	7,07	7,50
	250	8,51	9,15	9,76	10,35
	300	11,11	11,94	12,73	13,48
	350	13,92	14,96	15,94	16,87
	400	16,90	18,18	19,38	20,51
	450	20,04	21,58	23,01	24,36
	500	23,29	25,13	26,82	28,41
	550	26,64	28,81	30,79	32,64
	600	30,07	32,60	34,89	37,02
	650	33,54	36,47	39,11	41,54
	700	37,04	40,40	43,42	46,19
	750	40,52	44,38	47,81	50,93
	800	43,94	48,37	52,25	55,76
	850	47,20	52,36	56,73	60,66
	900	50,23	56,29	61,22	65,61
	950	52,91	60,09	65,71	70,59
	1000	55,06	63,68	70,15	75,58
	1050	56,28	66,98	74,47	80,57
	1100		69,88	78,61	85,52
	1150		72,20	82,50	90,36
	1200		73,51	86,06	95,04
	1250			89,17	99,50
	1300			91,64	103,7
	1350			93,03	107,5
	1400				110,8
	1450				113,4
	1500				114,9
slibvolume [m³/100m]					

Tabel 6: Slibvolume in functie van de afmetingen van de leiding en de opgemeten slibhoogte (voor eivormige leidingen 300x450 mm – 1000x1500 mm)

		leidingafmetingen			
breedte [mm]		1200	1500	1800	2000
hoogte [mm]		1800	2250	2700	3000
slibhoogte [mm]	100	3,10	3,50	3,86	4,09
	200	8,33	9,47	10,53	11,18
	300	14,90	16,88	18,74	19,91
	400	22,62	25,56	28,28	30,02
	500	31,34	35,35	39,04	41,38
	600	40,91	46,14	50,90	53,91
	700	51,18	57,80	63,76	67,48
	800	62,03	70,22	77,50	82,02
	900	73,34	83,30	92,05	97,44
	1000	84,99	96,93	107,30	113,64
	1100	96,86	111,02	123,17	130,55
	1200	108,84	125,46	139,58	148,08
	1300	120,78	140,18	156,44	166,18
	1400	132,39	155,08	173,68	184,75
	1500	143,28	170,06	191,22	203,73
	1600	153,00	185,02	208,99	223,05
	1700	160,89	199,70	226,90	242,63
	1800	165,39	213,83	244,89	262,42
	1900		227,08	262,85	282,34
	2000		239,06	280,59	302,33
	2100		249,22	297,87	322,30
	2200		256,61	314,44	342,07
	2300			330,02	361,42
	2400			344,25	380,15
	2500			356,67	397,99
	2600			366,56	414,68
	2700			372,12	429,86
	2800				443,06
	2900				453,54
	3000				459,41
		slibvolume [m ³ /100m]			

Tabel 7: Slibvolume in functie van de afmetingen van de leiding en de opgemeten slibhoogte (voor eivormige leidingen 1200x1800 mm – 2000x3000 mm)