

NOTITIE

Onderwerp	Set prestatie-indicatoren transportsysteem
Project	Onderzoek slimme besturing transportsysteem
Opdrachtgever	Waterschapsbedrijf Limburg
Projectcode	RM217-1
Status	Concept 03
Datum	11 juli 2016
Referentie	RM217-1/16-012.247
Auteur(s)	ir. A. Peeters ir. C. Liem
Gecontroleerd door	ir. E.M.M. Castelijm
Goedgekeurd door	ir. E.M.M. Castelijm
Paraaf	



Bijlage(n)

-

Aan	Waterschapsbedrijf Limburg (WBL)	Leon Verhaegen, Jos Voermans, Frien van de Winkel, Raymond de Wit
Kopie	Witteveen+Bos (W+B)	Erwin Castelijm, Teun Keurhorst, Hans Korving, Christiaan Liem, Anjo Peeters, Marcel Wauben

1 INLEIDING

Het in 2015 herijkte PA-beleid zet in op het verzilveren van winst met het gerealiseerde PA-concept. Een van de potentiële winstpunten zit in slimme besturing en hiervoor is een afzonderlijk onderzoek gestart gericht op een pilot van een zevental gemalen in de omgeving van Venray. In de projectgroep is vastgesteld dat het formuleren en beschikbaar krijgen van de juiste prestatie-indicatoren voor het transportsysteem een goede eerste stap is. Dit zorgt voor verder inzicht in en overzicht over het functioneren van dit transportsysteem. Dat vormt een goede basis voor de verdere ontwikkeling van slimme besturing daarvan.

In deze notitie wordt in hoofdstuk 2 de redenering uitgelegd hoe tot aantoonbaarheid van de afnameverlichting van het transportsysteem te komen. Op basis daarvan zijn in hoofdstuk 3 de prestatie-indicatoren voor het transportsysteem uitgewerkt. Deze notitie zal in eerste instantie in concept opgesteld worden waarbij de redeneerlijn wordt beschreven. In de volgende fase worden deze punten getoetst en wordt de notitie verder aangescherpt op basis van deze toetsing.

2 AANTOONBAARHEID AFNAMEVERPLICHTING

2.1 Definitie

De belangrijkste taak van Waterschapsbedrijf Limburg (WBL) voor het transportsysteem is het voldoen aan de afnameverplichting. Dit omvat een afspraak met de gemeente waarin is vastgelegd hoeveel (afval)water WBL vanaf een bepaald gemaal binnen een bepaalde periode moet kunnen afvoeren naar de rioolwaterzuiveringsinstallatie. Momenteel is niet goed inzichtelijk in hoeverre WBL, in verschillende situaties, aan deze afnameverplichting kan voldoen. Door meer inzicht hierin te krijgen, wordt het mogelijk om meer grip te krijgen op het transportsysteem.

Alhoewel formeel op ieder moment aan de afnameverplichting voldaan moet worden, is het in de praktijk enkel relevant om hieraan te voldoen op het moment dat deze afnameverplichting ook daadwerkelijk gevraagd wordt (in RWA-conditie). In andere situaties is het voor een goede werking afdoende als aan de DWA-conditie wordt voldaan. We hanteren als uitgangspunt dat de afnameverplichting geldt op het moment dat deze daadwerkelijk benodigd is.

2.2 Kernvragen afnameverplichting

De redenering is dat om aantoonbaar te maken dat voldaan wordt aan de afnameverplichting, de volgende drie kernvragen beantwoord moeten kunnen worden:

- werkt het transportsysteem op dit moment goed genoeg (huidige effectiviteit)?
- werkt het transportsysteem in de nabije toekomst goed genoeg (toekomstige effectiviteit)?
- kan de prestatie van het transportsysteem nog verbeterd/geoptimaliseerd worden (efficiëntie)?

Om na te gaan of het transportsysteem als geheel goed werkt, wordt gekeken naar de twee belangrijkste onderdelen hiervan: de pomp en de leiding. Door bovenstaande vragen voor beide onderdelen te beantwoorden, ontstaat een goed beeld over het voldoen aan de afnameverplichting.

2.3 Werkt het transportsysteem op dit moment goed genoeg?

Om te bepalen of het transportsysteem op dit moment goed genoeg werkt moet gebruik worden gemaakt van twee variabelen. Deze twee variabelen zijn het niveau in de ontvangstkelder en het debiet.

In paragraaf 2.1 is uitgelegd dat de afnameverplichting gebaseerd is op de RWA-conditie. Om deze conditie te kunnen detecteren wordt gebruik gemaakt van het tweede inschakelniveau van de niveaumeting. Als dit niveau bereikt wordt moet aan de afnameverplichting worden voldaan. Door te kijken naar de debietmeting op dat moment en deze te vergelijken met de afnameverplichting kan eenvoudig bepaald worden of aan de afnameverplichting voldaan wordt.

2.4 Werkt het transportsysteem in de nabije toekomst goed genoeg?

Om erachter te komen of het systeem in de nabije toekomst aan de afnameverplichting kan voldoen en om erachter te komen waarom er mogelijk niet aan voldaan kan worden, moet gekeken worden naar de vraag van deze paragraaf.

Initieel is het van belang om te bepalen of het systeem goed is ontworpen en in goede conditie is om aan de afnameverplichting te kunnen voldoen. In overleg met de projectgroep is als uitgangspunt genomen dat het transportsysteem goed is ontworpen.

Om een beeld te krijgen over de prestaties van het transportsysteem in de nabije toekomst (dit kan van minuten tot maanden zijn) kan gekeken worden naar de volgende punten.

Om een goed werkend transportsysteem te hebben, is het noodzakelijk dat de pompen in het gemaal daadwerkelijk beschikbaar zijn. Als er onderhoud aan wordt gepleegd of als deze in storing zijn, wordt niet aan de afnameverplichting voldaan in RWA-condities; de DWA-voorwaarden worden mogelijk wel gehaald.

Dit betekent echter nog niet dat als de pompen beschikbaar zijn, er altijd aan de afnameverplichting voldaan kan worden. Om hier inzicht in te krijgen, moet gekeken worden naar het maximaal haalbare debiet. Vanwege bijvoorbeeld slijtage en vervuiling van de leiding en pomp kan de prestatie verminderd zijn, waardoor niet voldoende water verpompt kan worden. Indien deze waarde lager is dan de afnameverplichting zal niet aan de afnameverplichting voldaan kunnen worden.

Als het maximaal haalbare debiet wel afdoende is, bestaat er nog de mogelijkheid dat sinds de laatste bepaling hiervan een storing is opgetreden waardoor deze waarde toch niet waargemaakt kan worden (dit is een issue, omdat de waarde van de maximaal haalbare debiet een waarde uit het verleden is en niet een actuele waarde). Om dit op te lossen dient gekeken te worden naar veranderingen in de verschillende prestatie-indicatoren sinds de laatste bepaling van het maximaal haalbare debiet. Als hier geen noemenswaardige verslechtering is opgetreden, kan verwacht worden dat inderdaad aan de afnameverplichting wordt voldaan. Welke prestatie-indicatoren dit zijn, zal volgen naar aanleiding van de toetsing.

Voor de langere termijn kan onder meer gekeken worden naar trends van de meetgegevens, die op basis van referentiewaardes een indicatie kunnen geven over verslechtering van de prestaties van het systeem. In dit geval wordt de prestatie omgerekend naar het maximaal haalbare debiet. Met deze informatie kan dan vervolgens bijvoorbeeld preventief onderhoud worden ingepland om downtime en andere mogelijke gevolgen zoveel mogelijk te beperken, waardoor minder ingrijpende maatregelen nodig zijn.

Door de historie van het al dan niet voldoen aan de afnameverplichting vast te leggen, kan op jaarbasis worden bepaald welk percentage van het jaar voldaan is.

2.5 Kan de prestatie van het transportsysteem nog verbeterd/geoptimaliseerd worden?

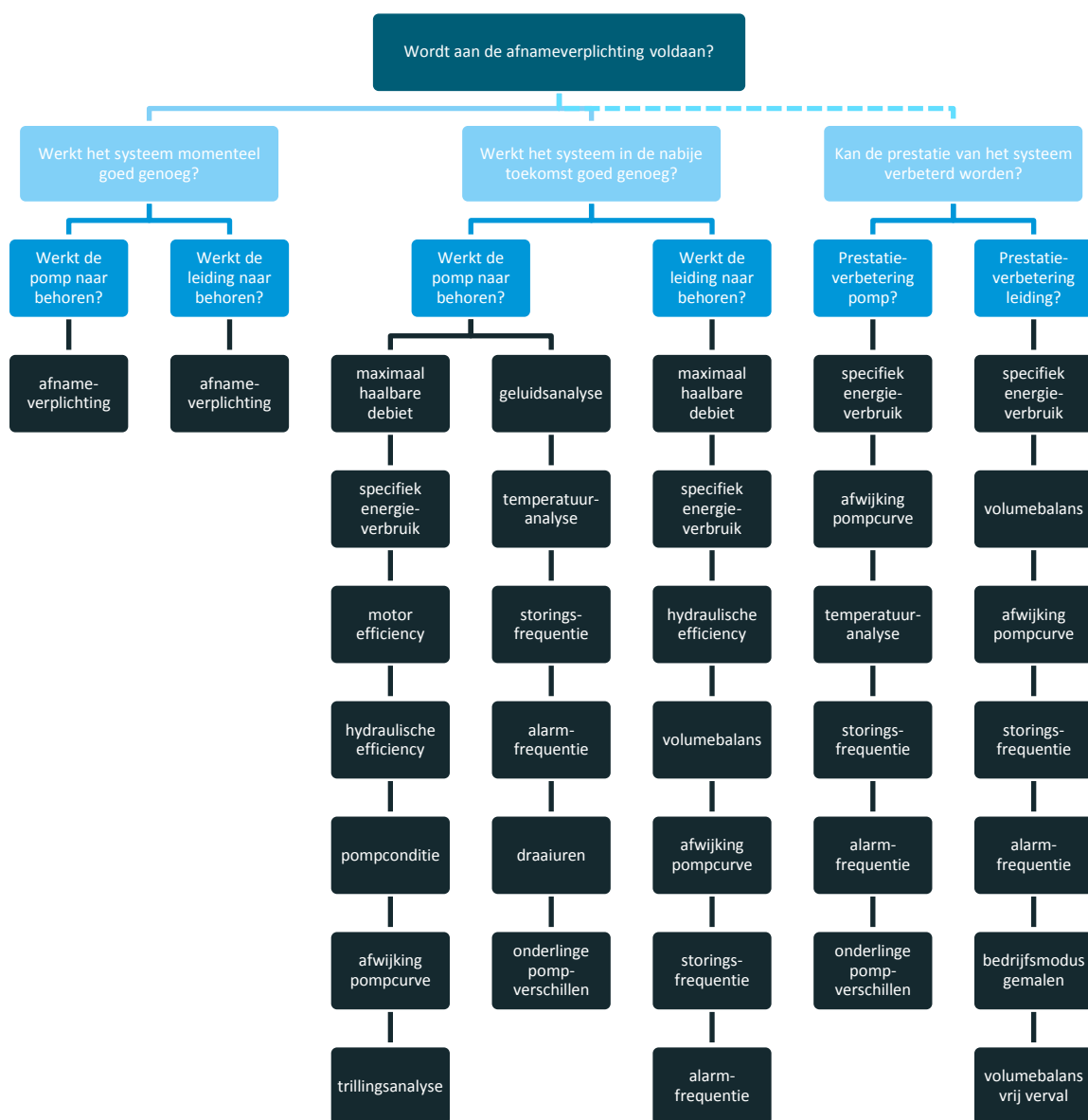
Bij deze vraag gaat het erom in de toekomst op een efficiëntere manier aan de afnameverplichting te kunnen voldoen. Het betreft mogelijkheden en situaties om het functioneren van het transportsysteem te optimaliseren.

3 PRESTATIE-INDICATOREN AFNAMEVERPLICHTING TRANSPORTSISTEEM

3.1 Overzicht prestatie-indicatoren

Op basis van de drie kernvragen is in afbeelding 3.1 een overzicht weergegeven van de prestatie-indicatoren voor de afnameverplichting van het transportsysteem. Er zijn verschillende prestatie-indicatoren geformuleerd die betrekking hebben op één of meerdere aspecten van het transportsysteem, zowel voor pomp als leiding.

Afbeelding 3.1 Overzicht van prestatie-indicatoren voor het transportsysteem en hun relatie tot het voldoen aan de afnameverplichting. De prestatie-indicatoren zijn in het zwart weergegeven



3.2 Uitwerking prestatie-indicatoren

In tabel 3.1 is elke prestatie-indicator specifieke nader uitgewerkt. Daarbij is weergegeven wat de betekenis van deze indicator is en hoe dit relateert aan mogelijke faalwijzen van het transportsysteem. Tevens is aangegeven welke actie ondernomen kan worden om het falen mogelijk te verhelpen. De informatie als weergegeven in de tabel kan nog wijzigen n.a.v. de toetsing die nog moet plaatsvinden.

Tabel 3.1 Overzicht van prestatie-indicatoren voor het transportsysteem

Prestatie-indicator	Omschrijving	Indicatie verminderde prestatie	Mogelijke faalwijze	Te ondernemen actie
afnameverplichting	het momenteel kunnen voldoen aan de gestelde afnameverplichting	lagere waarde	verschillende mogelijkheden ondervangen in de verschillende prestatie-indicatoren als hieronder beschreven	
maximaal haalbare debiet	het maximale debiet dat wordt behaald bij een maximale aansturing van de motor	lagere waarde	- slijtage pomp - vervuiling pomp - lucht in leiding - vuil/sedimentatie in leiding	- vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp - ontluchten - schoonmaken leiding
specifiek energieverbruik	de hoeveelheid energie die nodig is om 1 m ³ water te verplaatsen (ten opzichte van het ontwerp)	hogere waarde	- slijtage pomp - vervuiling pomp - lekkage terugslagklep - lucht in leiding - vuil/sedimentatie in leiding	- vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp - vervangen/vernieuwen terugslagklep - ontluchten - schoonmaken leiding
motor efficiency	de verhouding tussen de uitsturing van de frequentieomvormer en de benodigde hoeveelheid elektrische energie (vergelijking met beproevingsgrafiek (curve-vergelijk)	lagere waarde	- beschadiging pomp - slijtage pomp - vervuiling pomp	- inspectie (en reparatie) pomp - vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp
hydraulische efficiency	de verhouding tussen het hydraulisch en elektrisch vermogen	lagere waarde	- draaien buiten best efficiency point - slijtage pomp - vervuiling pomp - lucht in leiding - vuil/sedimentatie in leiding	- vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp - ontluchten - schoonmaken leiding
pompconditie	druk versus debiet	lagere waarde	- slijtage pomp - vervuiling pomp	- vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp
volumebalans	het verschil tussen debiet als verpompt vanuit de gemalen en het ingaande volume bij de rwzi	lagere of hogere waarde	- lekkage leiding - aanwezigheid rioolvreemd water	- visuele inspectie (en reparatie) leiding

Prestatie-indicator	Omschrijving	Indicatie verminderde prestatie	Mogelijke faalwijze	Te ondernemen actie
afwijking pompcurve	de grootte van de afwijking van de actuele pompcurve	hogere % verschilwaarde	- slijtage pomp - vervuiling pomp - lucht in leiding - vuil/sedimentatie in leiding - verschoven leiding - grote ruwheid leiding	- vervangen/vernieuwen pomp - schoonmaken pomp - ontluchten - schoonmaken leiding - visuele inspectie; inmeten ligging - weerstandmeting; analyse energieverbruik
trillingsanalyse	de grootte van het verschil van het gemeten trillingsspectrum ten opzichte van het originele spectrum.	afwijking ten opzichte van standaard trillingspatroon	- beschadiging pomp - slijtage pomp	- inspectie (en reparatie) pomp - vervangen/vernieuwen pomp
geluidsanalyse	het geluidsniveau wat de pomp produceert	hogere gemiddelde waarde	- beschadiging pomp - slijtage pomp	- inspectie (en reparatie) pomp - vervangen/vernieuwen pomp
temperatuuranalyse	de temperatuur van de pomp	hogere gemiddelde waarde	- slijtage pomp	- vervangen/vernieuwen pomp
storingfrequentie	het aantal storingen wat plaatsvindt binnen een bepaalde tijdseenheid	hogere gemiddelde waarde	- mogelijk structurele problemen	- onderhoud/vervanging pomp/leiding
alarmfrequentie	het aantal alarmen wat plaatsvindt binnen een bepaalde tijdseenheid	hogere gemiddelde waarde	- mogelijk structurele problemen	- onderhoud/vervanging pomp/leiding
draaiuren	het aantal aaneengesloten draaiuren sinds de laatste start	hogere gemiddelde waarde	- slijtage pomp	- vervangen/vernieuwen pomp
bedrijfsmodus gemalen	verschil in bedrijfsmodus (DWA of RWA) tussen gemalen	één gemaal RWA	- aanwezigheid rioolvreemd water	-
volumebalans vrij verval	verschil tussen debiet als gemeten bovenaan een vrij vervalleiding en bij aankomst in de kelder	lagere of hogere waarde	- aanwezigheid rioolvreemd water	-
waterniveau	het waterniveau in de kelder	plotselinge verandering waarde; veranderde max/min waarde	- foutief geplaatste niveaumeter	- correct plaatsen niveaumeter
onderlinge pompverschillen	verhouding tussen beide pompen in hetzelfde gemaal. De indicatie, mogelijke faalwijze en actie is gelijk aan die van de algemene prestatie-indicator - specifiek energieverbruik - motor efficiency - afwijking pompcurve - pompconditie - draaiuren			

In tabel 3.2 zijn dezelfde prestatie-indicatoren weergegeven tezamen met meer gedetailleerde informatie ervan. Er staat aangegeven waar een prestatie-indicator inzicht in geeft, in welke eenheid deze wordt uitgerekend en welke meetgegevens nodig zijn om deze berekening te kunnen uitvoeren. In enkele gevallen zijn hiervoor verschillende mogelijkheden welke zijn opgenomen in de tabel. Meetgegevens die momenteel in het pilot-gebied van Venray aanwezig zijn, zijn in de tabel aangegeven met een asterisk (*). Voor de overige meetgegevens zijn momenteel nog geen sensoren aanwezig.

Tabel 3.2 Korte beschrijving van de inhoud en eenheid van een prestatie-indicator

							Benodigde meetgegevens															
Prestatie-indicator	Van toepassing op pomp	Van toepassing op leiding	Werkt het systeem momenteel goed genoeg?	Werkt het systeem in de nabije toekomst goed genoeg?	Kan de prestatie van het systeem verbeterd worden?	Eenheid	Debiet*	Druk achter terugslagklep*	Niveau kelder*	Pompstatus*	Uitsturing fo*	Stroom*	Niveau ontvangwerk rwzi	Elektrisch vermogen	Hydraulisch vermogen	Debiet net voor rwzi ¹	Alarm- en storingsmeldingen*	Werkorders*	Trillingsfrequentie	Geluidsniveau	Temperatuur	Niveau bovenaan vrij verval
afnameverplichting	x	x	x			-	deze kritieke prestatie-indicator is afhankelijk van de prestatie-indicatoren zoals hieronder genoemd															
maximaal haalbare debiet	x	x		x		m³/h	x				x											
specifiek energieverbruik	x	x		x	x	kWh/m³	x							x								
							x					x	(in combinatie met de bekende spanning, kan middels de stroom ook het elektrisch vermogen bepaald worden)									
motor efficiency	x			x		%/kWh					x			x								
											x	x	(in combinatie met de bekende spanning, kan middels de stroom ook het elektrisch vermogen bepaald worden)									
hydraulische efficiency	x	x		x		%								x	x							
							x	x	x				x	x	(het hydraulisch vermogen kan bepaald worden middels het toerental, druk, debiet en opvoerhoogte)							

¹ Mogelijk op basis van waterniveau influent rwzi.

pompconditie	x			x		bar/m ³	x	x													
volumebalans		x		x	x	m ³	x								x						
afwijking pompcurve	x	x		x	x	m ³ /%	x	x	x		x		x								
trillingsanalyse	x			x		mm/s												x			
geluidsanalyse	x			x		dB													x		
temperatuuranalyse	x			x	x	°C														x	
storingsfrequentie	x	x		x	x	storinge n/uur										x					
alarmfrequentie	x	x		x	x	alarmen / uur										x					
draaiuren	x			x		uur				x											
bedrijfsmodus gemalen		x			x	-			x												
volumebalans vrij verval		x			x	m			x												x
waterniveau				x		m			x												
onderlinge pompverschillen	x	x		x	x	de benodigde sensoren zijn afhankelijk van de specifieke prestatie-indicator waar naar wordt gekeken: - specifiek energieverbruik - motor efficiency - afwijking pompcurve - pompconditie - draaiuren															