

Conditiebewaking bij Waterschap Zuiderzeeland

CONDITIEBEWAKING IN HET KADER VAN TOESTANDSAFHANKELIJK ONDERHOUD

Conditiebewaking is een verzamelnaam voor technieken die erop gericht zijn schades aan machines of installaties in een vroeg stadium te ontdekken, zodat tijdig en gericht actie ondernomen kan worden. Onderzoek heeft aangetoond dat ruim 80% van de machinestoringen aan bewegende delen is te wijten aan lager- of hieraan gerelateerde defecten. Door deze storingen in een vroeg stadium te onderkennen kunnen tijdig maatregelen genomen worden met als doel de totale beschikbaarheid zo hoog mogelijk te houden, kosten door gevolgschade en ongeplande stilstand te voorkomen en uiteindelijk de onderhouds- en stilstandskosten te reduceren. Doordat de te verwachten exploitatiekosten gefundeerd zichtbaar gemaakt worden, kunnen investeringsplannen beter onderbouwd opgesteld worden. Hiervoor is het wel noodzakelijk om het eigen begrotings- en investeringsproces af te stemmen op de toestandafhankelijke onderhoudsfilosofie, aangezien de benodigde financiële middelen niet meer (volledig) kalendertijd gerelateerd zijn.

Het doel van conditiebewaking is dus driedelig:

1. Het tijdig ontdekken van beginnende defecten, voordat zij ernstige vormen hebben aangenomen;
2. Optimaliseren van het onderhoud, procesvoering en het functioneren van de technische installaties;
3. Kwaliteitsmeting bij de oplevering of na onderhoud van systemen of installaties.

CONDITIEBEWAKING BIJ WATERSCHAP ZUIDERZEELAND

Inleiding

Waterschap Zuiderzeeland is verantwoordelijk voor de operationele inzet en instandhouding van de technische installaties voor het water kwantiteit- en kwaliteitbeheer in de provincie Flevoland en een klein deel van Friesland en Overijssel. Dit omvat een areaal van in totaal:

kwantiteit	7 hoofdgemalen, 8 ondergemalen, 117 elektrisch bediende hevels, stuwen, inlaten, pompen en keersluizen;
kwaliteit	5 zuiveringsinstallaties, 60 rioolgemalen, 225 km persleiding en 500 IBA-systemen (Individuele Behandeling Afvalwater).

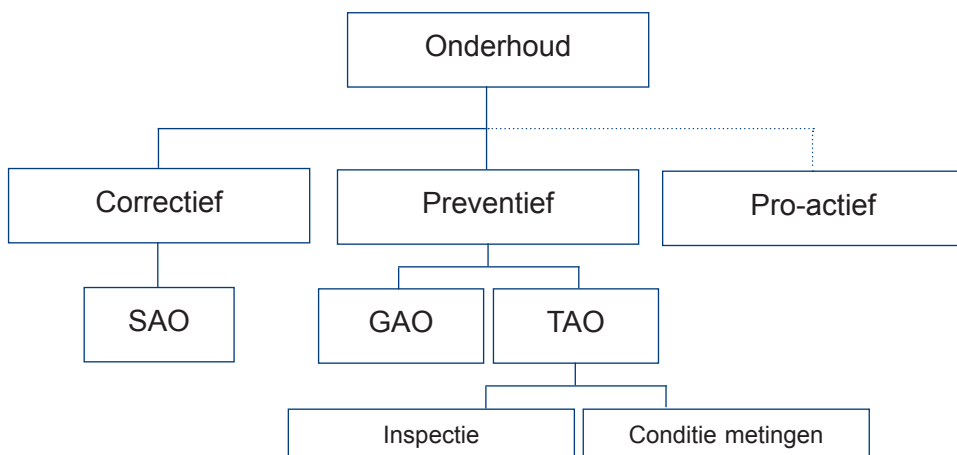


Figuur 1: grote diversiteit aan technische installaties

Onderhoudsvormen

Waterschap Zuiderzeeland kende als onderhoudsvorm al jaren het storingsafhankelijk en het gebruiksduurafhankelijk onderhoud. Bij storingsafhankelijk onderhoud wordt gewacht met reparatie totdat een onderdeel niet meer functioneert. Gebruiksduurafhankelijk onderhoud is gebaseerd op preventieve acties op basis van kalendertijd of draaiuren.

De laatste jaren is echter ook steeds meer op toestandsafhankelijk onderhoud overgegaan, dat wil zeggen: er wordt slechts onderhoud gepleegd, indien de technische conditie dit noodzakelijk maakt. Het onderhoud wordt hierdoor efficiënter en doelmatiger. Toestandsafhankelijk onderhoud is steeds beter mogelijk door de verdere ontwikkeling van diverse analyse- en communicatietechnieken. Deze laatste technieken zorgen ervoor dat monitoring op afstand eenvoudiger wordt. Uiteraard dient wel de afweging plaats te vinden voor welke installaties het uitvoeren van conditiebewaking zinvol is.



Figuur 2: onderhoudsvormen.

SAO = storingsafhankelijk onderhoud, GAO = gebruiksduurafhankelijk onderhoud, TAO = toestandsafhankelijk onderhoud.

Onderhoudsstrategie

De toe te passen onderhoudsvorm wordt op basis van risicodenken gekozen. Dit betekent dat de risico's van alle primaire installaties (of delen daarvan) inzichtelijk zijn gemaakt en op basis van deze risico-analyses de meest optimale

onderhoudsvorm is vastgesteld. Bij de risico-analyse worden o.a. aspecten als beschikbaarheid, veiligheid, kosten, kwaliteit en milieu meegenomen. De onderhoudsvormen welke gebruikt worden zijn: SAO, GAO en TAO of een combinatie hiervan. Aangezien al een groot aantal parameters van veel installaties wordt bijgehouden in de technische automatiseringssystemen (b.v. PLC/SCADA), behoort aanvullende conditiebewaking in veel gevallen tot de mogelijkheden. Binnen het onderhoudsbeleid is mede hierdoor de voorkeur uitgesproken om daar waar het mogelijk en zinvol is, TAO als onderhoudsvorm te kiezen.

Implementatie conditiebewaking

In 2006 is daadwerkelijk gestart met de implementatie van conditiebewaking als onderdeel van de onderhoudsfilosofie. In eerste instantie zijn vier onderhoudsmedewerkers opgeleid, die conditiemetingen als onderdeel van hun werkpakket uitvoerden. In de praktijk werkte dit niet optimaal, aangezien onvoldoende specifieke kennis door de medewerkers kon worden opgebouwd. Sinds 2008 is één (ISO-gecertificeerde) medewerker fulltime met conditiebewaking en -metingen bezig. Belangrijk is om de invoering van conditiebewaking tijd te geven: tijd om ervaring op te doen met de interpretatie van meetresultaten van de eigen installaties en tijd om conditiebewaking een plek te geven in de organisatie (cultuur-aspect).

Bij de start in 2006 werd ongeveer 75% van de metingen uitgevoerd als periodieke meting. De overige metingen betroffen 0-metingen (na revisie of nieuwbouw) en incidenteel een storings- of defectonderzoek. Ondertussen (2010) zien de onderhoudsmedewerkers het uitvoeren van conditiemetingen als vast onderdeel van het reguliere onderhoud en worden er meer metingen (incidenteel) aangevraagd. Op dit moment bestaat ruim 50% van de uitgevoerde metingen uit periodieke metingen.

Toegepaste meettechnieken

Conditiebewaking kent een breed scala aan uitvoeringsmogelijkheden. De keuze van inspectie- of meetmethode is afhankelijk van het type installatie, maar ook van welke faalsituatie specifiek bewaakt moet worden. Binnen Waterschap Zuiderzeeland worden de volgende vier conditiebewakingsmethoden toegepast:

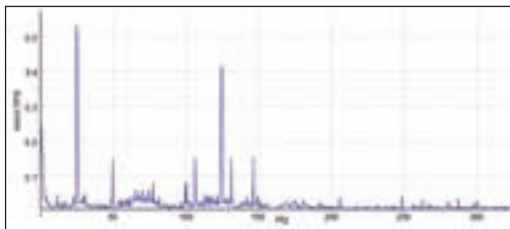
Ultrasoon- (1) en trillingsanalyse (2)

Bewegende (roterende) objecten hebben diverse mechanische componenten die kunnen falen. Het faalgedrag van deze componenten uit zich over het algemeen in bepaalde trillingsvormen. De inspectiemethoden om op deze basis mogelijke slijtage van componenten te detecteren zijn ultrasoon- en trillingsmetingen. Gemeten wordt volgens de normering ISO-10816.

Mogelijke problemen die met ultrasoon- en trillingsanalyse kunnen worden gedetecteerd, zijn: lagerdefecten, uitlijnfouten, smeerproblemen, tandingrijpings- en fundatieproblemen.

Infrarood analyse, thermografisch onderzoek (3)

Met behulp van infrarood is het mogelijk om snel een volledig beeld van de toestand van een technische installatie te krijgen. Elk voorwerp dat energie



Figuur 3: voorbeeld spectrum trillingsanalyse.

Amplitude = mate van storing/defect.

Frequentie = oorzaak van storing/defect.



Figuur 4: Infrarood opname koppeling.

verbruikt en dus warmte uitstraalt, kan met infraroodcamera's in beeld worden gebracht. Zo zal een slecht uitgelijnde aandrijfas op de lagers externe wrijving veroorzaken, wrijving betekent per definitie warmte, die met een infraroodcamera gemakkelijk te detecteren is. Hetzelfde geldt voor onzorgvuldig gemonteerde connectoren in elektrische schakelkasten of plaatsen in leidingen waar de isolatie en/of een koppeling niet meer behoorlijk afdicht. Binnen de NEN-3140 inspecties wordt thermografie, als inspectietechniek, ook toegepast.

Olie-analyse (4)

(Smeer)olie wordt in veel mechanische installaties gebruikt om wrijving te verminderen en geproduceerde warmte af te voeren. Daarnaast is ook de inzet als hydraulisch medium en frequente toepassing. Bij de analyse van olie kan naar twee aspecten worden gekeken:

- conditie van de olie: voldoet deze nog aan de specifieke eigenschappen of moet er bijvoorbeeld verversing plaatsvinden;
- conditie van het werktuig: zijn er bestanddelen in de olie aanwezig die vroegtijdig informatie geven over mogelijke slijtageverschijnselen van de machine.

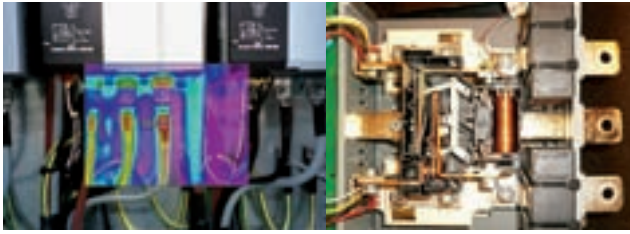
Resultaten van deze analyses worden in combinatie met de resultaten van trillings-/ultrasoonmetingen geïnterpreteerd. Het analyseren van de oliemonsters is uitbesteed aan gespecialiseerde firma's (laboratoria).

WAT LEVERT CONDITIEBEWAKING VOOR WATERSCHAP ZUIDERZEELAND OP?

Zoals aangegeven is de doelstelling van conditiebewaking driedelig. Onderstaand wordt voor ieder van deze doelstellingen een concreet voorbeeld aangegeven uit de praktijksituatie van Waterschap Zuiderzeeland.

Het tijdig ontdekken van beginnende defecten

Door het toepassen van periodieke inspecties met een thermografische camera zijn in een vroeg stadium slechte aansluitingen en/of ingebrande schakelcontacten in een softstarter van een blower ontdekt. Hiermee is voorkomen dat de softstarter in zijn geheel moest worden vervangen (kosten € 2.500) en dat dit beperkt is gebleven tot alleen het vervangen van de contactpunten (kosten € 250).



Figuur 5: grijze fase kabel L3 is duidelijk zwaarder belast, waardoor schakelcontacten inbranden.

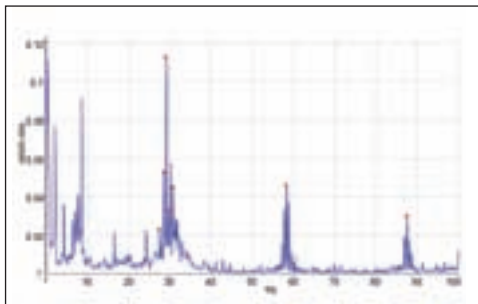
Op één van de awzi's (afvalwaterzuiveringsinstallatie) is op basis van trillingsmetingen aangegeven dat er een smeerprobleem aanwezig was in het lager van een elektromotor. Door een verkeerd gekozen meetinterval is hier niet voldoende snel op gereageerd, waardoor uiteindelijk de elektromotor total-loss is geraakt (lager, rotor en stator defect). Duidelijk is ook te zien dat het lager onvoldoende (na)smering heeft gehad, waardoor bij juiste smering dit defect voorkomen had kunnen worden (schade € 3.500). Inmiddels vormen trillingsmetingen een belangrijke basis voor het optimaliseren van de smerintervallen en daarmee het voorkomen van lagerdefecten.



Figuur 6: lagerdefect elektromotor door onvoldoende (na)smering.

Optimaliseren van het onderhoud en procesvoering

De tandwielkasten van de puntbeluchters van awzi's werden op basis van GAO onderhouden, waarbij na 50.000 draaiuren een complete revisie werd uitgevoerd door de leverancier (kosten € 12.000). In een aantal gevallen werd deze 50.000 draaiuren niet gehaald en was er sprake van SAO of totale verschroming en vervanging van een tandwielkast (kosten € 38.000). Door het toepassen van TAO (trillingsmeting en olie-analyse) hebben drie tandwielkasten doorgedraaid tot meer dan 90.000 uur, waarna tevens gericht aangegeven kon worden welke onderdelen gereviseerd moesten worden. Andere kasten (2) werden juist voortijdig stilgezet om een total-loss situatie te voorkomen. In totaal heeft dit een positief resultaat van rond de € 60.000 opgeleverd. Daarnaast kan de onderhoudscapaciteit beter en gericht ingezet worden op die installaties waar het ook echt nodig is: 'doing the right things' en 'doing the right things right'. Dit heeft tot gevolg dat er meer rust in de bedrijfsvoering komt en de personele bezetting beter verdeeld kan worden.

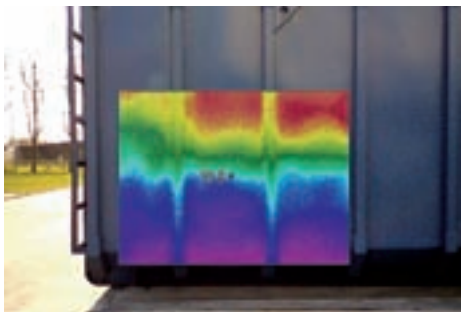


Figuur 7: trillingsmeting tandslijtage.

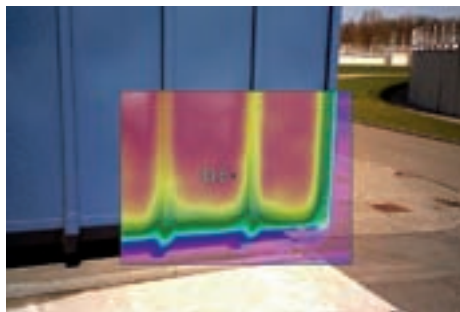


Figuur 8: afzetting passingsroest uit tandwielkast puntbeluchter.smeerolie a.g.v. speling spieverbinding.

Ook ten aanzien van de procesvoering kan conditiebewaking soms verrassende positieve bijdragen leveren. Uit de onderstaande warmtebeeldopnamen valt bijvoorbeeld af te leiden dat op één van de awzi's de (van boven afgesloten) slibcontainers ongelijkmatig en niet geheel afgevuld worden. Door aanpassingen in de bedrijfsvoering zouden de containers anders afgevuld kunnen worden, wat uiteindelijk weer voordeel op zou kunnen leveren. In dit geval is het bijzondere dat thermografie dus inzicht kan geven in een probleem of vraagstelling, welke totaal niet gerelateerd is aan het vakgebied van onderhoud, maar juist aan dat van de procesvoering.



Figuur 9: gedeeltelijk gevulde slibcontainer.



Figuur 10: lege slibcontainer.

Kwaliteitsmeting bij oplevering of na onderhoud

Bij nieuwbouw of revisie door externe partijen doet Waterschap Zuiderzeeland zelf afname-metingen, waardoor er bij de aannemer meer nadruk gelegd wordt op een goed eindresultaat, aangezien deze metingen onderdeel vormen van de oplevering. Hierdoor wordt er bijvoorbeeld bij nieuwbouw van grote pompinstallaties meer aandacht besteed aan de fundatie en uitlijning van deze installaties, doordat het waterschap hier zelf controle op uitoefent.



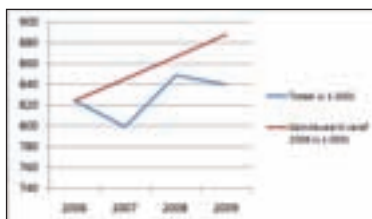
Figuur 11: plaatsing nieuwe elektromotor.



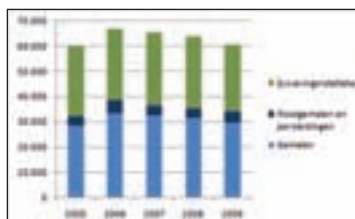
Figuur 12: na jaren trillingsproblemen gasmotor, alsnog fundatie aangepast.

Overall resultaten implementatie conditiebewaking

Op basis van de genoemde voorbeelden per aangegeven doelstelling is het interessant om vast te stellen wat het overall resultaat, van de invoering van conditiebewaking, voor Waterschap Zuiderzeeland is. Hiervoor is vanaf het jaar 2006 (aanvang gestructureerde uitvoering conditiebewaking in het kader van een proactieve benadering van het onderhoud) de ontwikkeling van de daadwerkelijk gerealiseerde onderhoudskosten en bestede onderhoudsuren weergegeven in onderstaande figuren.



Figuur 13: totale directe onderhoudskosten



Figuur 14: directe onderhoudsuren excl. eigen uren.

Ondanks een uitbreiding van taken gedurende deze periode (2006-2009), door o.a. de overname van installaties van de gemeenten en het toevoegen van de IBA-systemen aan de instandhoudingstaak, laten de onderhoudskosten en -uren, een dalende en/of stabiliserende trend zien, ten aanzien van een juist verwachte stijgende prognose (figuur 13 en 14).

Figuur 13: De daling heeft in het jaar 2009 voor de kostenontwikkeling een omvang van - 5,5% (- € 48.429) ten opzichte van de verwachte geïndiceerde onderhoudskosten (index 2,5% per jaar) op basis van de werkelijke kosten 2006.

Figuur 14: Voor de inzet van eigen uren voor de onderhoudstaak heeft de stabilisatie in 2009 een omvang van -3,6% (-1279 uur) ten opzichte van de werkelijke uren in het jaar 2006. Uitgaande van een intern uurtarief van € 32,- per uur kan dit omgezet worden in een bedrag van € 40.928,-.

Tegenover de daling van de directe onderhoudskosten en -uren staat wel een kostenstijging verbonden aan de uitvoering van conditiebewaking. In de bovenstaande figuren zijn deze kosten meegenomen zodat, samenvattend voor het jaar 2009, de integrale resultaten er als volgt uitzien:

Reductie directe onderhoudskosten ten opzicht van peiljaar 2006:	Procentuele reductie ten opzichte van de totale directe onderhoudskosten:
€ 89.357	4,6 %

Hierbij dient opgemerkt te worden dat dit resultaat maar gedeeltelijk is toe te schrijven aan de invoering van conditiebewaking, aangezien het een gevolg is van een integrale pro-actieve benadering van de instandhouding van de technische installaties. Deze pro-actieve benadering vindt onder andere zijn beslag in een evaluatie van de onderhoudsconcepten, waarbij naar de doelmatigheid van de verschillende onderhoudstaken wordt gekeken en ook een goede afweging tussen investeren in vervangen of blijven instandhouden een vraagstuk is. Daarnaast is het voor een waterschap ook essentieel om de winst in termen van beschikbaarheid en betrouwbaarheid uit te drukken in financiële grootheden, evenals voor een commerciële organisatie dit essentieel is in de vorm van produktiewinst. In dat geval zullen deze winstcijfers meegenomen moeten worden in het positieve resultaat, waarbij de bijdrage van deze cijfers vaak veel groter is dan de gerealiseerde directe besparingen op het onderhoud. In het kader van de bovenstaande evaluatie zijn deze cijfers voor Waterschap Zuiderzeeland niet meegenomen.

Ook de positieve effecten ten aanzien van de kosten in de ‘overhead’ sfeer (stabielere bedrijfsvoering, minder ad-hoc activiteiten en incidenten) komen in deze getallen niet terug. Ondanks deze constatering geeft de bovenstaande beschouwing voor Waterschap Zuiderzeeland voldoende motivatie en onderbouwing om de ingeslagen weg met betrekking tot conditiebewaking te vervolgen en de huidige onderhoudsstrategie te continuëren. Aangetoond is dat op deze wijze een besparing van ca. 4 tot 5 % te realiseren is op de directe onderhoudskosten (incl. eigen uren).

TOEKOMSTVISIE CONDITIEBEWAKING BINNEN WATERSCHAP ZUIDERZEELAND

Gezien de tot nu toe (december 2010) behaalde resultaten wil Waterschap Zuiderzeeland zich de komende jaren richten op een verdere doorontwikkeling en uitbreiding van conditiebewaking binnen het totale exploitatie- en instandhoudingsprogramma. Deze ontwikkeling zal vooral plaatsvinden op de navolgende aspecten:

- de verschillende conditiebewakingstechnieken zullen meer geïntegreerd worden met de vaak al aanwezige procesdata vanuit de technische automatiseringssystemen;
- de wens bestaat om een meer geautomatiseerde verwerking van conditiebewakingsdata, tot eenduidige onderhoudsadviezen, mogelijk te maken, waardoor de tussenkomst van de ‘menselijke factor’ kleiner wordt;

- efficiëncy maatregelen maken het noodzakelijk om ook conditiebewaking op afstand meer toepasbaar te maken en zodoende meer 'remote-control' te bewerkstelligen ('move data, not people').

Door verdergaande technologische ontwikkelingen behoren bovenstaande ontwikkelpunten zonder twijfel tot de mogelijkheden, echter de uitdaging zit erin om de juiste kennis en expertise op de juiste plaats bij elkaar te brengen. Daarnaast is het noodzakelijk om continu kritisch te blijven ten aanzien van de uitvoering van de instandhoudingstaken. Dit vraagt om een pro-actieve benadering, waarbij ook in het onderhoud de PDCA-cyclus frequent wordt toegepast.

Dit nu zijn, voor Waterschap Zuiderzeeland, de uitdagingen voor de komende jaren op het gebied van conditiebewaking en instandhouding van de technische installaties!

Harry Strikwerda
Waterschap Zuiderzeeland

IN MEMORIAM HAN KRAMER



Op 25 maart is op bijna 62-jarige leeftijd Han Kramer overleden.

Han was een zeer gewaardeerd sectielid. Vanaf 2002 zat hij in het bestuur van de sectie Zuid-Nederland en daar zorgde hij vaak voor de kritische noot.

Bij waterschap Rivierenland was Han werkzaam als handhaver en toezichthouder bij baggerwerkzaamheden. Hij begon in 2007 te sukkelen met zijn gezondheid en moest na een paar jaar stoppen met werken.

Wij wensen zijn vrouw, kinderen en kleinkinderen veel sterkte toe.

Sectie Zuid-Nederland