



Financiële rechtvaardiging voor condition monitoring systemen

*Hoe kunt u de aanschaf van een condition monitoring systeem financieel
rechtvaardigen; een uiteenzetting van voor- en nadelen*

Inhoudsopgave

1. Problemen omtrent de financiële rechtvaardiging.....	3
2. Maintenance beleid zonder condition monitoring systeem.....	5
Kosten door productieverlies en overwerk.....	5
Kosten door leveringsplicht, productiecorrectie en kwaliteitsverlies	6
Frequentie en duur van storingen.....	7
Kosten door veroudering van de fabriek.....	7
Kosten huidige (preventieve) maintenance strategie	9
3. Maintenance beleid met condition monitoring systeem	10
Kosten van het systeem en de installatie	10
Operationele kosten	11
4. Financiële rechtvaardiging aan de hand van cases.....	13
Terugverdientijd (TVT)	13
Rendement (R)	13
Return on Investment (ROI).....	14
Netto Contante Waarde (NCW)	14
Cost-Benefit Ratio (CBR)	14

1. Problemen omtrent de financiële rechtvaardiging

Normaal gesproken is een financiële rechtvaardiging van een investering gemakkelijk te achterhalen door middel van een simpele berekening waarbij de initiële kosten en uitgaven vergeleken worden met de voordelen van de investering; kostenbesparingen en verhoogde winst. Hieruit wordt vervolgens bepaald of de investering binnen een redelijke tijd kan worden afbetaald door de voordelen die het biedt. Het aanschaffen en implementeren van een condition monitoring systeem is echter een stuk lastiger om financieel te rechtvaardigen.

Kort samengevat wordt een condition monitoring systeem gebruikt om machinegedrag te voorspellen, waarmee predictief onderhoud mogelijk wordt gemaakt. Door het machinegedrag nauwkeurig te monitoren kunnen simpele onderhoudsbenodigheden worden uitgevoerd om groot onderhoud te voorkomen. Zo hoeven kostbare machineonderdelen of complete machines een stuk minder snel te worden vervangen. De levensduur van de machine wordt gemaximaliseerd en dus wordt er veel op maintenance kosten bespaard.

Verschillende factoren vormen samen de onderbouwing om een condition monitoring systeem aan te schaffen:

- Frequentie van storingen
- Willekeurigheid van storingen
- Gevaren die gerelateerd zijn aan slechte machineprestatie
- Terugkerende reparaties
- Aantal foutief geproduceerde producten
- Verminderde doorvoer tijdens bedrijf
- Overmatig brandstof gebruik tijdens bedrijf

Het kostenvoordeel dat een condition monitoring systeem oplevert is lastig vast te stellen, omdat de variabelen die hier invloed op hebben moeilijk te meten zijn. Zo is het onmogelijk om precies vast te stellen hoeveel schade, onderhoud of vervanging er is voorkomen door middel van condition monitoring. Vanuit de engineer gezien is het een logische keuze om een condition monitoring systeem te implementeren. Inzicht in de data van de machines helpt hen bij het doen van hun werk. Bovendien

kan het zo zijn dat het plotseling falen van een lager of gearbox zo catastrofaal is voor de machine dat een onverwachte stop zich voordoet, met enorme financiële gevolgen. De vraag blijft hoe je de relatief grote investering die nodig is voor het condition monitoring systeem financieel kunt rechtvaardigen. Dit wordt verder uitgelegd in de volgende hoofdstukken.

2. Maintenance beleid zonder condition monitoring systeem

In voorgaand hoofdstuk werd besproken waarom het lastig is om de investering in een condition monitoring systeem financieel te rechtvaardigen. Om hierop verder te gaan wordt in dit artikel beschreven wat er nodig is om een zo goed mogelijk een compleet financieel plaatje te creëren, waarmee de aanschaf van het condition monitoring systeem financieel kan worden gerechtvaardigd.

Ten eerste is er inzicht nodig in betrouwbare prestatiegegevens uit het verleden van de plant. Als aanvulling is informatie gerelateerd aan andere equipment, waarvan de werking zou kunnen worden verbeterd en storingen kunnen worden voorkomen, cruciaal.

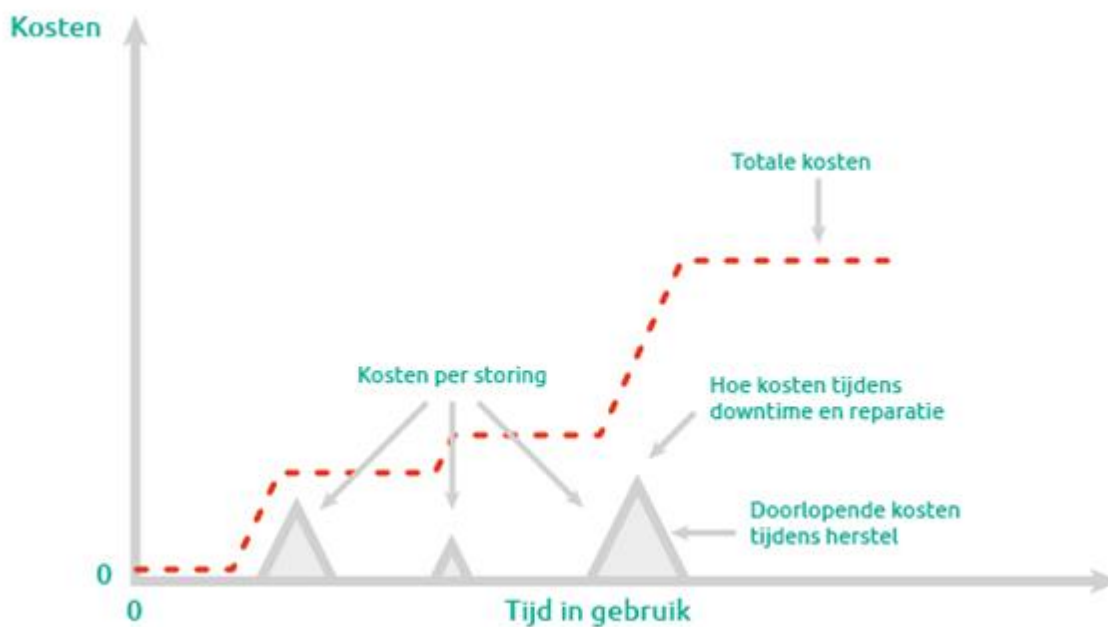
Ten tweede is een effectief financieel beeld nodig van de bestaande prestaties van condition monitoring maatregelen, zonder dat er daadwerkelijk een condition monitoring systeem aanwezig is. Hiervoor moeten de managers van alle betrokken afdelingen een beeld van de kosten geven die binnen hun verantwoordelijkheid vallen. Dit deel zou relatief makkelijk financieel kwantificeerbaar moeten zijn. Meerdere factoren zijn relevant voor maintenance engineering.

De grafieken en cijfers in dit artikel zijn een gesimplificeerde weergave van de werkelijkheid. In realiteit kan hier een verschil in zitten. Hier kunnen geen rechten aan worden ontleend.

Kosten door productieverlies en overwerk

Zowel productieverlies als overwerk ten gevolge van ongeplande stilstand zijn relatief gemakkelijk financieel te kwantificeren. Bijvoorbeeld: tien uur downtime zorgt ervoor dat 7000 componenten (product) niet kunnen worden gemaakt en 1000 zijn beschadigd door ongeplande stilstand en het herstarten van de machine. Wanneer één component 10 euro kost, komt dit neer op 80.000 euro aan kosten door ongeplande stilstand. Hierbij moeten de kosten worden opgeteld van de extra uren werk die nodig zijn voor maintenance aan de machine (zie figuur 1).

Figuur 1. *Typisch model voor kosten door productie verliezen*



Kosten door leveringsplicht, productiecorrectie en kwaliteitsverlies

Sommige factoren zijn moeilijker financieel te kwantificeren dan de bovengenoemde factoren. Zo kan het zijn dat een ongeplande stilstand ervoor zorgt dat de levering van de producten aan de klanten vertraagd is, of dat door slijtage aan de machine de producten aan kwaliteitsverlies leiden. Beide resulteert in klantontevredenheid wat financieel lastig te kwantificeren is. Bovendien kunnen afspraken over leveringsplicht zorgen voor hoge kosten ten gevolge van boetes of het moeten inkopen van producten bij de concurrentie.

Daarbij kan het zijn dat er, indien mogelijk, veranderingen in het 'normale' productieschema nodig zijn om te corrigeren voor het productieverlies. Het kan namelijk zijn dat het productie een hoge prioriteit heeft doordat een bedrijf leveringsplicht heeft aan haar klanten.

Los van elkaar gezien zijn deze kosten te overzien, maar bij elkaar opgeteld wordt al snel duidelijk dat het een groot probleem vormt.

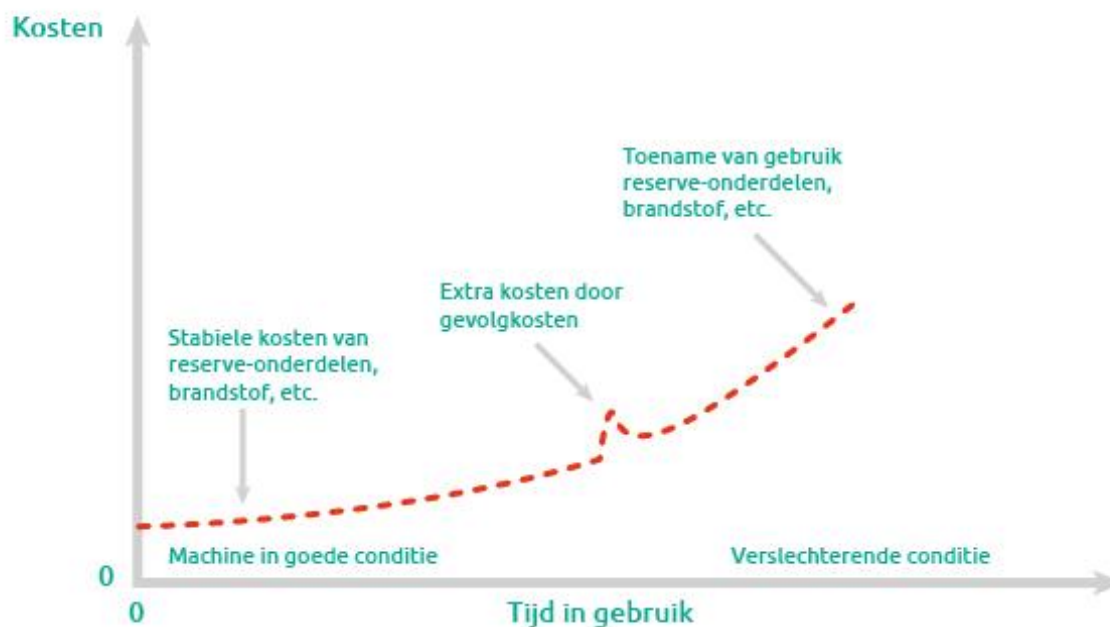
Frequentie en duur van storingen

Het moeilijkst om vast te stellen, en wat zeker nooit met zekerheid kan worden vastgesteld, is de frequentie waarin storingen voorkomen en de duur van deze storingen. Prestatieverslagen uit het verleden van de plant kunnen helpen een accurate schatting te maken van zowel de frequentie als de duur van storingen en de kosten ten gevolge hiervan. Dit biedt echter geen zekerheid voor de toekomst. Er kan mogelijk een trend kunnen worden achterhaald waarin de storingen zich voordoen. Indien dit niet aanwezig is, en de storingen zich volledig willekeurig voordoen, kunnen deze presentatieverslagen inzicht bieden in de kosten (per uur) die een gemiddelde stilstand teweeg brengt.

Kosten door veroudering van de fabriek

Dat een fabriek, en de machines binnen in de fabriek, verouderen lijkt een gegeven. Je kunt niet tegenhouden dat machines slijtage ondergaan. Zo kunnen trillende lagers of gearboxen leiden tot slijtage aan verschillende machineonderdelen, welke vervolgens vervangen worden zonder dit direct te relateren aan deze trillingen. Hierdoor stijgen de kosten voor het vervangen van machine onderdelen (zie figuur 2).

Figuur 2. *Typisch kostenmodel voor een levensloop zonder condition monitoring*

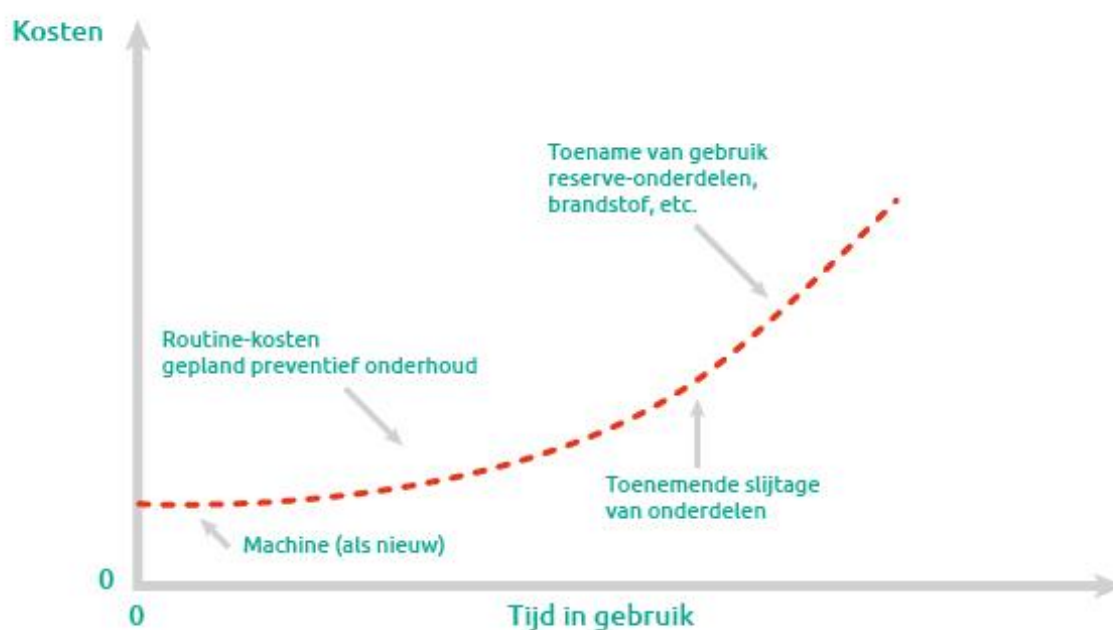


Predictief onderhoud biedt een manier om sneller inzicht te krijgen en voorspellingen te kunnen doen over de mogelijk slijtage die in de toekomst gaat optreden en hoe dit komt. Op basis van meerdere analyses zoals trendanalyses en spectrumanalyses, welke mogelijk gemaakt worden door middel van data vanuit het condition monitoring systeem, kunnen nauwkeurig uitspraken gedaan worden over de conditie van de machine/fabriek en mogelijk nodige onderhoudsmaatregelen. Uit deze analyses wordt duidelijk waar, waarom en wanneer maintenance nodig is.

Kosten huidige (preventieve) maintenance strategie

De kosten van de huidige maintenance strategie moeten uiteraard meegenomen worden omdat deze (gedeeltelijk) vervangen worden door het condition monitoring systeem. Dit zal over het algemeen relatief makkelijk te achterhalen zijn. Dit bevat de huidige kosten van: loon, reserveonderdelen, overheadkosten, etc. Deze kosten zullen toenemen naarmate de fabriek veroudert (zie figuur 3).

Figuur 3. *Typisch kostenmodel voor een preventieve maintenance strategie*



In het derde hoofdstuk van dit artikel worden de kosten van het aanschaffen, implementeren en opereren van een condition monitoring systeem uitvoerig besproken.

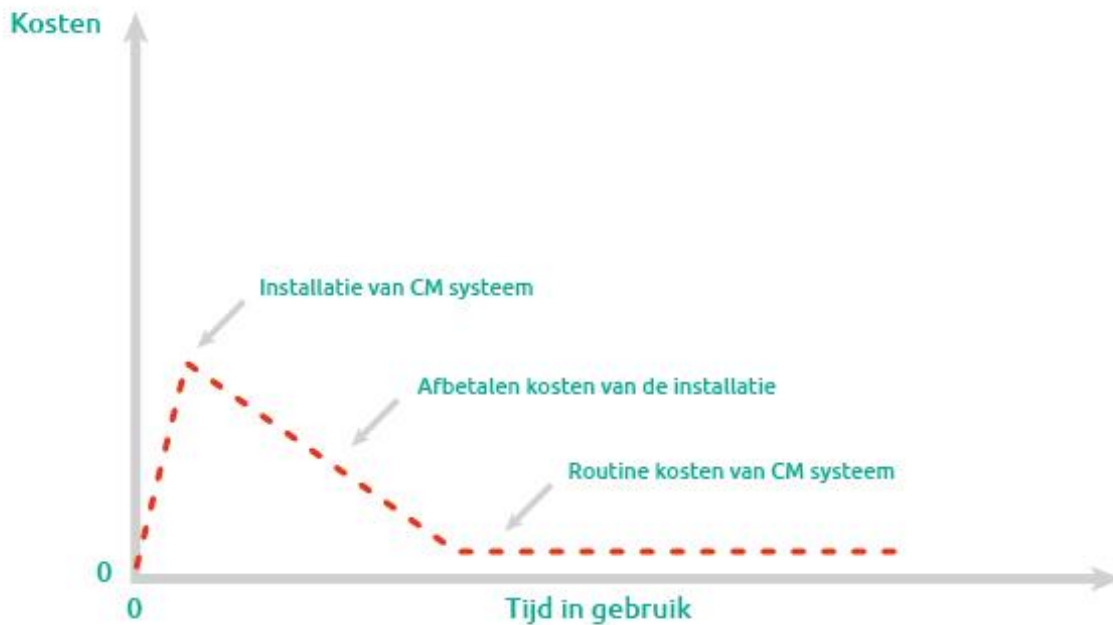
3. Maintenance beleid met condition monitoring systeem

In voorgaand hoofdstuk werden financiële argumenten en gevolgen van een maintenance beleid zonder condition monitoring systeem besproken. Dit hoofdstuk zal zich richten op de financiële argumenten en gevolgen van een maintenance beleid waarbij een condition monitoring systeem aanwezig is. Ook hier spelen, net als besproken in voorgaand hoofdstuk, een groot aantal factoren een rol in het totale financiële plaatje.

Kosten van het systeem en de installatie

Het spreekt voor zich dat het condition monitoring systeem aanzienlijke kosten met zich meebrengt. De kosten van het aanschaffen zelf, de installatiekosten en de operationele kosten moeten allemaal meegenomen in het kostenplaatje. Daarnaast dient er rekening gehouden te worden met het toegankelijk maken, installeren van funderingen, bescherming, stroomvoorziening en service toegang. Daarbij komen nog mogelijke consultancy kosten tijdens het installatieproces. Het condition monitoring systeem wordt idealiter geïmplementeerd tijdens een stopperiode. Hiermee kan productieverlies worden voorkomen. Verder is het mogelijk dat werknemers een training krijgen zodat zij het systeem kunnen hanteren. Ook hier zitten kosten aan verbonden (zie figuur 4).

Figuur 4. *Typisch kostenmodel installatie condition monitoring systeem*



Operationele kosten

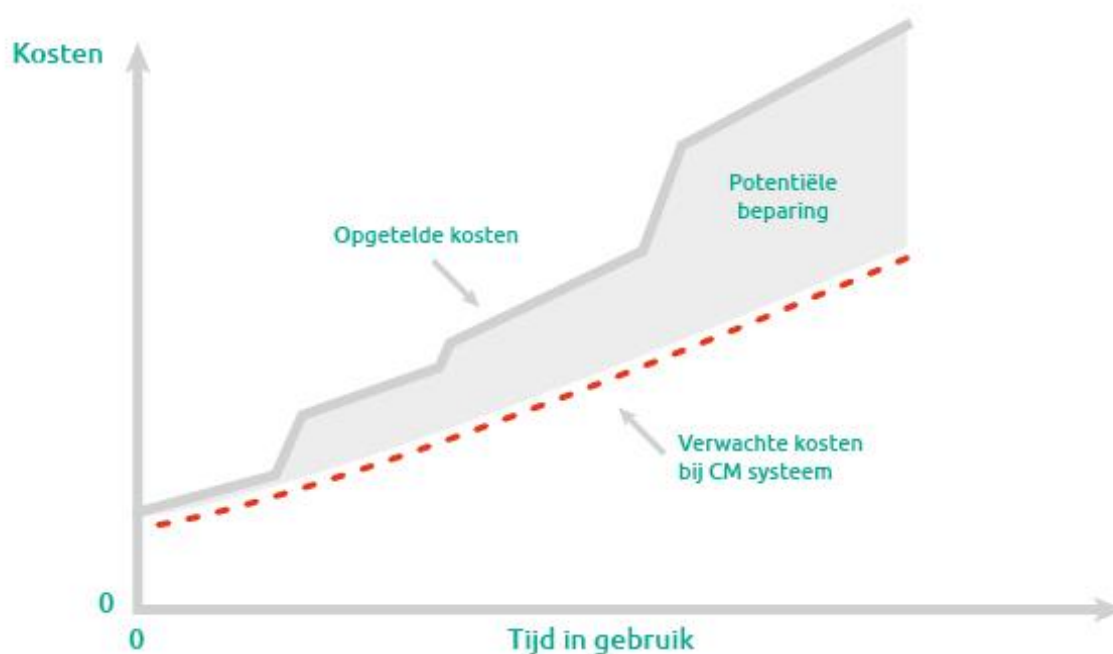
Na het aanschaffen en implementeren van het condition monitoring systeem gaan de kosten voornamelijk zitten in het benodigde personeel. Hoewel, ervan uitgaande dat het personeel voorzien is van (de juiste) trainingen, kunnen er juist kosten bespaard worden. Het scheelt namelijk een hoop tijd, en tijd is geld. Waar zonder condition monitoring systeem engineers nodig zijn om metingen te doen op allerlei locaties op de machine, kan het condition monitoring systeem deze data op één centraal punt verzamelen, waarna de data alleen nog geïnterpreteerd moet worden met analysesoftware (zoals VibroSight). Hierdoor kunnen sneller en meer accurate conclusies getrokken worden. Bovendien is het zonder systeem erg lastig te voorspellen of slijtage gaat optreden. Grote onderhoudsingenrepen maken zo plaats voor kleine ingrepen.

De personeelskosten kunnen per fabriek enorm verschillen. Het is echter relatief makkelijk in te schatten wat erop te winnen valt. De kosten voor personeel voor het installeren, trainen, hanteren en nodige maintenance ten opzichte van de kosten

voor personeel voor de huidige maintenance strategie, waar duidelijke cijfers voor beschikbaar moeten zijn.

Naast personeelskosten en trainingskosten behoren tot de operationele kosten ook de kosten die zorgen dat het systeem werkt. Denk hierbij aan de constante stroomvoorziening. Hoewel de kosten die hieraan verbonden zijn relatief laag zijn, dienen deze toch mee te worden genomen in het financiële plaatje.

Figuur 5. Potentiële besparing condition monitoring systeem



4. Financiële rechtvaardiging aan de hand van cases

In voorgaande hoofdstukken werd achtereenvolgens besproken wat redenen zijn om te overwegen om een condition monitoring systeem aan te schaffen, de financiële gevolgen van een maintenance beleid zonder condition monitoring systeem en de financiële gevolgen van een maintenance beleid met condition monitoring systeem. Dit artikel gaat verder in op het uiteindelijke doel van elke investering; het moet uiteindelijk geld opleveren/ besparen. Dit kan met meerdere methoden worden berekend, welke gecombineerd een duidelijk inzicht geven in de investering. Enkele belangrijke besluitvormingsmethoden worden verder besproken.

Terugverdiëntijd (TVT)

Een zeer belangrijke factor; binnen welke tijdsspanne wordt de investering terugverdiend. Een bedrijf kan hierbij een ultimatum stellen waarbinnen de investering moet worden terugverdiend. De terugverdiëntijd relatief makkelijk vast te stellen. Het nadeel van deze methode is dat het geen rekening houdt met inflatie en dat het uitgaat van een gelijkmatige terugbetaling. Het kan als volgt worden berekend (zie tabel 1):

- $\text{kosten (k) / besparing (b) = terugverdiëntijd (TVT)}$.

Rendement (R)

Sterk gerelateerd aan de terugverdiëntijd. Ook hier geldt dat inflatie niet wordt meegenomen. Het kan als volgt worden berekend (zie tabel 1):

- $\text{besparing (b) / kosten (k) = rendement (R)}$.

Return on Investment (ROI)

Deze methode is nauwkeuriger dan bovenstaande methoden omdat het rekening houdt met de waardvermindering en kosten van berging (na einde levensduur) van de equipment. Ook wordt het totale voordeel (benefit) tijdens een bepaalde periode meegenomen. De ROI bestaat uit drie berekeningen (zie tabel 1):

- $(\text{kosten } (k) - \text{overige waarde } (ow)) / \text{aantal jaar } (j) = \text{jaarlijkse kosten } (K_y)$
- $(\text{opbrengst} - \text{totale kosten}^* (tk)) / \text{aantal jaar } (j) = \text{kostenvoordeel } (KV_y)$
- $(\text{jaarlijks kostenvoordeel } (KV_y) / \text{Jaarlijkse kosten } (K_y) * 100\%) - 100\% = \text{jaarlijkse Return on Investment } (ROI_y)$

*Na correctie voor overige schrootwaarde (in voorbeeld €10.000)

Netto Contante Waarde (NCW)

Nauwkeuriger dan bovenstaande methoden omdat het alle periode van de levensduur van de equipment meeneemt, inflatie overweegt en rekening houdt met verschillende stromen van kosten en opbrengsten gedurende de levensspanne van de equipment. Deze methode is echter een stuk complexer dan voorgaande methoden. Hierbij moet eerst de *Contante Waarde (CW)* worden berekend (zie tabel 1). Vervolgens wordt de *Netto Contante Waarde (NCW)* berekend (zie tabel 1).

- $\text{opbrengst } (o) / (1 + \text{rente } (r))^2 = \text{Contante Waarde } (CW)$
- $\text{Contante Waarde } (CW) - \text{totale kosten}^* (tk) = \text{Netto Contante Waarde } (NCW)$

*Na correctie voor overige schrootwaarde (in voorbeeld €10.000)

Cost-Benefit Ratio (CBR)

Het Cost-Benefit Ratio (CBR) overweegt de grootte van de benodigde financiële investering. Het kan namelijk zijn dat de NCW voor twee concurrerende projecten gelijk is, terwijl de project kosten per project aanzienlijk verschillen. Hoe hoger het CBR, hoe beter. Het CBR kan als volgt berekend worden:

- $\text{totale kosten}^* (tk) + \text{Netto Constante Waarde } (NCW) / \text{totale kosten}^* (tk) = \text{Cost-Benefit Ratio } (CBR)$

Tabel 1. Schematische weergave berekeningen

Methode	Formule	Berekening	Uitkomst
Terugverdiëntijd (TVT) in jaren	$k / b = TVT$	$€110.000 / €40.000 = 2,75$ jaar	2,75 jaar nodig om kosten terug te verdienen
Rendement (R)	$b / k = R (\%)$	$€40.000 / €110.000 = 0,36$	36% jaarlijks rendement
Jaarlijkse kosten (K_y)	$(k - ow) / j = K_y$	$(€110.000 - €10.000) / 10$ jaar = €10.000	Jaarlijkse kosten van €10.000 (totaal €100.000 in tien jaar)
Jaarlijks kostenvoordeel (KV_y)	$(o - tk^*) / j = KV_y$ *Na correctie overige schrootwaarde (€10.000)	$(€270.000 - €110.000) / 10$ jaar = €16.000	Een jaarlijks kostenvoordeel van €16.000
Jaarlijkse Return on Investment (ROI_y)	$(KV_y / K_y * 100\%) - 100\% = ROI_y$	$(€16.000 / €10.000 * 100\%) - 100\% = 60\%$	De jaarlijkse ROI is 60%
Contante Waarde (CW)	$o / (1 + r)^2 = CW$	$€270.000 / (1 + 0,04)^2 = €249.630$	Contante Waarde van €249.630
Netto Contante Waarde (NCW)	$CW - tk^* = NCW$ *Na correctie overige schrootwaarde (€10.000)	$€249.630 - 110.000 = €139.630$	Netto Contante Waarde van €139.630
Cost-benefit ratio (CBR)	$(tk^* + NCW) / tk^* = CBR$ *Na correctie overige schrootwaarde (€10.000)	$€110.000 + €99.630 / €110.000 = 1,91$	Een CBR van 1,91

Toelichting tabel 1: De bovenstaande tabel geeft de relevante berekeningen voor het financieel rechtvaardigen van de aanschaf van een Condition Monitoring systeem. Merk op dat alle cijfers fictief zijn en puur ter illustratie gebruikt worden. De afkortingen in de formules zijn eerder in de tekst beschreven, maar hieronder volgt een kort overzicht (tabel 2):

Tabel 2. Afkortingen in de formules

Afkorting	Betekenis	Afkorting	Betekenis
k	kosten	TVT	Terugverdiëntijd
tk	totale kosten	K_y	Jaarlijkse kosten
b	besparing	KV_y	Kostenvoordeel
ow	overige waarde	R	Rendement
j	aantal jaren	ROI	Return on investment
o	opbrengst	CW	Contante waarde
r	rente	NCW	Netto contante waarde
		CBR	Cost-benefit ratio