



wolter & dros
TBI techniek

Niet-Destructieve Onderzoekstechnieken

Haalbaarheidsonderzoek

Wolter & Dros
TBI techniek

Hogeschool Utrecht

Erik Bakker
Hans van Bergen
Utrecht, mei 2006

Afstudeerrapport

Niet-Destructieve Onderzoekstechnieken

Haalbaarheidsonderzoek

Opdrachtgever:

Wolter & Dros TBI techniek
Amsterdamseweg 51c, Amersfoort

Bedrijfsbegeleiders:

Dhr. Ing. J.C.M. Peek MSc (Jan)
Projectleider Technisch Beheer
Dhr. Ing. P.N. Wijntjes MSc (Peter)
Hoofd Technisch Beheer

Docentbegeleider:

Dhr. Ir. Hugo van Tienhoven
Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur en techniek
Oudenoord 700, Utrecht

Examinandi:

Erik Bakker	ID code: 1172257
Hans van Bergen	ID code: 1182318

Hogeschool Utrecht
Faculteit Natuur en techniek
Oudenoord 700, Utrecht
Studierichting Algemene Operationele Technologie



Utrecht, mei 2006

Samenvatting

Wolter & Dros houdt zich bezig op het gebied van het ontwerpen, installeren, onderhouden en beheren van een breed scala aan technische installaties.

Het hoofdkantoor van **Wolter & Dros** is gevestigd te Amersfoort. In dit kantoor is de afdeling Technisch Beheer gevestigd. Deze afdeling verzorgt het regulier onderhoud en beheer van de installaties.

Het onderhouden van de installaties kan op verschillende manieren worden gerealiseerd. Door het uitvoeren van onderhoud worden de installaties weer naar de gewenste staat terug gebracht. Het onderhouden van de installaties gaat gemoeid met veel tijd en kosten. Door het beter plannen van de onderhoudswerkzaamheden kunnen de kosten aanzienlijk worden verlaagd.

Door het onderhoud met de **onderhoudsvorm** Toestands Afhankelijk Onderhoud uit te laten voeren is het onderhoud beter te plannen en kunnen de kosten dus aanzienlijk worden verlaagd. Bij Toestands Afhankelijk Onderhoud wordt de toestand van de componenten en installaties bepaald door middel van niet-destructief onderzoek. Niet destructief **onderzoek** wordt verricht met behulp van **NDO** technieken. Door deze technieken samen te bundelen in een meetafdeling bouwt **Wolter & Dros** een uitgebreide meettechnische kennis en expertise op. Met deze kennis en expertise is het mogelijk metingen uit te voeren bij bestaande projecten maar ook is het mogelijk extra projecten/opdrachten uit te voeren.

In dit haalbaarheidsonderzoek is te lezen over de mogelijkheid van het toepassen van Niet Destructieve **Onderzoeken** (**NDO**) bij **Wolter & Dros**. Onder Niet Destructief **Onderzoek** wordt verstaan dat men een indruk krijgt over de staat van een te meten onderdeel, installatie of systeem zonder deze uit elkaar te hoeven halen. Door middel van de meetresultaten die door de **NDO** technieken worden verkregen, kan men beoordelen of er actie moet worden ondernomen. Hierdoor wordt de maximale levensduur van gemeten onderdelen benut en wordt er alleen onderhoud gepleegd wanneer dit werkelijk noodzakelijk is. Hierdoor worden de onderhoudsfrequenties gerek, waardoor de onderhoudskosten zullen dalen.

In het eerste deelonderzoek worden verschillende **NDO** technieken behandeld. Hieruit komt naar voren dat thermografie, rookgasanalyse, trillingsanalyse, olieanalyse, endoscopie, cosinus phi-, isolatieweerstand metingen en comfort en klimaat metingen interessant zijn voor **Wolter & Dros**. Verder wordt de wet- en regelgeving behandeld die voor **Wolter & Dros** van belang zijn. Hieruit komt als aandachtspunt, een nieuwe wet voor de energieprestaties voor woningen en utiliteit, de EPBD naar voren.

Het tweede deelonderzoek richt zich op de toepasbaarheid van de **NDO** technieken. Hieruit komt naar voren dat endoscopie en cosinus phi meting niet goed toe te passen zijn voor de meetafdeling van **Wolter & Dros**. Dit komt doordat endoscopie meer een inspectietechniek is dan een onderzoekstechniek. En cosinus phi meting een indicatie geeft over het energieverbruik. Dit is een eenmalige meting bij bijvoorbeeld de aflevering van een bedrijfspand waarbij men ziet of de energie effectief wordt gebruikt. Bij het onderzoeken van toepasbaarheid van olie analyse en de stof analyse is gebleken dat deze technieken wel interessant zijn om aan te bieden maar niet om deze zelf te analyseren. Dat is vanwege de zeer specialistisch expertise en omdat de kosten van de apparatuur zeer hoog zijn. Daarom wordt er aanbevolen om het nemen van monsters zelf uit te voeren en de analyse uit te besteden aan de bedrijven die hierin gespecialiseerd zijn.

In het derde deelonderzoek **vindt** het financiële onderzoek plaats. Hieruit komt naar voren dat er een terugverdientijd van ongeveer 2 jaar is en dat er een rendement 6,53% per jaar wordt behaald. Aan de hand van die gegevens kan er een positieve aanbeveling gedaan worden voor de **NDO** afdeling. Een aandachtspunt is **wél** dat rookgasanalyse een in verhouding lage omzet oplevert. Een reden om de techniek ondanks de lagere omzet toch in het aanbiedingspakket van de **NDO** afdeling te houden, zou kunnen zijn om een breder aanbiedingspakket te hebben.

Het is belangrijk snel te beginnen met het werven van klanten voor het uitvoeren van de metingen. Voor het verwerven van klanten is het echter wel van belang om aandacht te schenken aan de PR, om zowel potentiële als de huidige klanten te bereiken.

Inhoud

VOORWOORD	2
1 INLEIDING	3
1.1 PROBLEEMSITUATIE	3
1.3 PROBLEEMSTELLING	3
1.4 OPDRACHT	4
1.5 OPBOUW VAN HET ONDERZOEK	4
1.6 PLANNING	4
2 DEELONDERZOEK 1: NDO TECHNIEKEN EN REGELGEVING	5
2.1 INLEIDING	5
2.2 NIET-DESTRUCTIEVE ONDERZOEKSTECHNIEKEN	5
2.2.1 Thermografie	6
2.2.2 Rookgasanalyse	7
2.2.3 Trillingsanalyse	9
2.2.4 Olie analyse	11
2.2.5 Endoscopie	11
2.2.6 Cosinus phi en isolatieweerstand meting	12
2.2.7 Comfort en klimaat metingen	14
2.3 MET WELKE WET- EN REGELGEVING HEEFT WOLTER & DROS TE MAKEN	17
2.3.1 NEN 3140	17
2.3.2 SCIOS	18
2.3.3 STEK	19
2.3.4 BEES A en B	19
2.3.5 EPBD	20
2.4 CONCLUSIE NDO TECHNIEKEN EN REGELGEVING	21
3 DEELONDERZOEK 2: INVENTARISATIE TOEPASBAARHEID NDO TECHNIEKEN	22
3.1 INLEIDING	22
3.2 INVENTARISATIE PROJECTEN	22
3.2.1 Frequentie van de soorten projecten	22
3.2.2 Welke NDO technieken zijn toepasbaar bij de projecten	22
3.2.3 Mogelijkheden tot extra projecten	25
3.3 CONTRACT VORMEN	25
3.4 SWOT-ANALYSE	26
3.4.1 SWOT- analyse op thermografie	26
3.4.2 SWOT- analyse op rookgasanalyse	26
3.4.3 SWOT- analyse op trillingsanalyse	27
3.4.4 SWOT- analyse op olie analyse	27
3.4.5 SWOT- analyse op endoscopie	28
3.4.6 SWOT- analyse op cosinus phi en isolatieweerstand metingen	28
3.4.7 SWOT- analyse op comfort en klimaat metingen	29
3.5 CONCLUSIE INVENTARISATIE TOEPASBAARHEID NDO TECHNIEKEN	30
4 DEELONDERZOEK 3: FINANCIËLE ONDERZOEK	31
4.1 INLEIDING	31
4.2 KOSTEN VAN DE GESPECIALISEERDE BEDRIJVEN	31
4.3 TE VERWACHTEN UITGAVEN VOOR DE NDO AFDELING	31
4.3.1 Faciliteiten en instrumenten	32
4.3.2 Opleidingen en certificaten	33
4.3.3 Personeel	34
4.3.4 PR	34
4.4 TE VERWACHTEN INKOMSTEN VOOR DE NDO AFDELING	34
4.4.1 Te verwachten inkomsten intern	35
4.4.2 Totaal te verwachten inkomsten	35
4.5 KOSTEN EN BATEN OVERZICHT EN DE RENTABILITEIT VAN DE NDO AFDELING	36
4.6 CONCLUSIE FINANCIËLE ONDERZOEK	37
5 EINDCONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	38
5.1 EINDCONCLUSIE	38
5.2 AANBEVELINGEN	39
NAWOORD	40
BRONVERMELDING	41
LIJST VAN AFKORTINGEN	42
LIJST VAN SYMBOLEN	43
BIJLAGEN	44

Voorwoord

Op de Hogeschool Utrecht, Faculteit Natuur en Techniek wordt de opleiding Algemene Operationele Technologie gegeven. Het laatste semester van deze opleiding wordt gebruikt voor het afstuderen. Tijdens het afstuderen houden de studenten zich bezig met het schrijven van een afstudeerscriptie.

Voor deze afstudeeropdrachthebben wij, **Erik Bakker** en Hans van Bergen, besloten samen te werken. We denken dat dit een extra waarde toevoegt aan het leerproces omdat we elkaar kunnen aanvullen en controleren. Hierdoor kunnen we als koppel zelfstandiger werken met bijkomend voordeel dat de bedrijfsbegeleider minder tijd aan ons hoeft te besteden.

Voor de afstudeeropdrachthebben we gezocht naar een opdracht die in onze richting en interesse ligt namelijk het onderhoud aan installaties. Deze opdracht hebben we gevonden bij **Wolter & Dros TBI** techniek.

Wij willen graag Peter Wijntjes en **Wolter & Dros** bedanken voor het beschikbaar stellen van een leuke opdracht waardoor wij de mogelijkheid hebben tot afstuderen.

Erik Bakker
Hans van Bergen
Utrecht, mei 2006

I Inleiding

Op de Hogeschool Utrecht Faculteit Natuur en Techniek wordt de opleiding Algemene Operationele Technologie gegeven. Het laatste semester van deze opleiding bestaat uit een afstudeeropdracht met betrekking tot fysische processen.

Tijdens het afstuderen krijgt de student de gelegenheid de eerder opgedane kennis en ervaringen toe te passen in een afstudeeropdracht en te verwerken in een scriptie. Hiermee geeft de student aan dat hij zelfstandig het door de Hogeschool Utrecht **gestelde** eindniveau **zowel** inhoudelijk als procesmatig heeft bereikt.

Het doel hiervan is dat de studenten komen tot het niveau van een technisch ingenieur in een bepaald vakgebied en in staat zijn in fysische processen probleemanalyse en probleemoplossingen uit te voeren.

Wolter & Dros is een van de grootste installatiebedrijven op haar vakgebied in Nederland. Er zijn ongeveer 1500 mensen werkzaam, verspreid over veertien vestigingen door het hele land. Het dienstenpakket van Wolter & Dros omvat het gehele gebied van het ontwerpen, installeren, onderhouden en beheren van een breed scala aan technische installaties.

Het hoofdkantoor van Wolter & Dros is gevestigd te Amersfoort. In dit kantoor is de afdeling Technisch Beheer gevestigd. Deze verzorgt het regulier onderhoud en beheer van installaties en werkt op basis van prestatiecontracten met de bijbehorende 'service-level agreements'. Dit zijn afspraken over de technische kwaliteit en de gebruikersperceptie. Technisch Beheer verzorgt centraal de coördinatie voor landelijk werkende opdrachtgevers en realiseert dit samen met de veertien andere vestigingen. Technisch Beheer verzorgt onder andere onderhoudsmethodieken en de bijbehorende automatisering.

Onderhoud aan installaties gaat gemoeid met veel tijd en kosten, wanneer er storingen optreden of de installatie kapot gaat. Bij toestand afhankelijk onderhoud wordt bepaald, naar aanleiding van inspecties en meetresultaten, wat de technische staat van de installatie is. Deze inspecties en meetresultaten worden verkregen door middel van Niet-Destructief Onderzoek. Hierdoor worden storingen en defecten eerder opgespoord nog voor dat deze ontstaan. Daardoor is het onderhoud beter te plannen en kunnen de kosten aanzienlijk verlaagd worden.

1.1 Probleemsituatie

In het kader van marktontwikkelingen en ontwikkelingen in de organisatie van Wolter & Dros is de behoefte ontstaan om een aantal meettechnieken samen te bundelen in een meetafdeling. Deze afdeling dient de organisatie van Wolter & Dros te ondersteunen met meettechnische kennis en expertise. Het doel is daarbij om onderhoudsactiviteiten, zoals vastgelegd in diverse contracten, te stroomlijnen en te voorzien van specialistische kennis. Ook dienen de meettechnieken als zelfstandig opererende afdeling een bijdrage te leveren aan de rentabiliteit van Wolter & Dros. De zo **verworven** expertise dient te worden aangewend via de centrale afdeling Technisch Beheer.

Door metingen te laten verrichten door de nieuwe NDO-afdeling kunnen storingen en defecten eerder worden opgespoord. Hierbij wordt de maximale levensduur van de gemeten onderdelen benut omdat het onderhoud pas wordt gepleegd wanneer dit werkelijk noodzakelijk is. De gegevens worden geanalyseerd, gerapporteerd en opgeslagen. Op deze manier wordt er een historie opgebouwd van de gemeten onderdelen / componenten. Deze historie kan gebruikt worden in de toekomst om metingen te vergelijken met voorgaande jaren. Op die manier ontstaat er een beeld over de toestand van de onderdelen¹ componenten. Het wordt op die manier ook duidelijk of een onderdeel vaak problemen geeft. Vervolgens kan dan een modificatie advies gegeven worden aan de klant. Doordat er een analyse heeft plaatsgevonden kunnen de monteurs ook gericht aangestuurd worden en alleen de onderdelen vervangen¹ repareren die kapot zijn. Hetgeen minder tijd in beslag zal nemen waardoor de monteurs in staat zijn meer reparaties per dag te verrichten dan voorheen. Daardoor is het onderhoud beter te plannen en kunnen de kosten aanzienlijk verlaagd worden. Een bijkomend voordeel is dat na de reparatie een controle meting kan plaatsvinden om de controleren of de reparatie goed uitgevoerd is.

1.3 Probleemstelling

Hoe zouden NDO onderzoekstechnieken bij Wolter & Dros gebruikt kunnen worden? Zodat het mogelijk is bestaande onderhoudscontracten uit te breiden, nieuwe contracten te verwerven en uitbestede metingen zelf uit te voeren.

1.4 Opdracht

Voor de afdeling Technisch Beheer, die het regulier onderhoud en beheer van de installaties verzorgt onderzoek doen naar het toepassen van Niet-Destructieve Onderzoekstechnieken.

Bij het onderzoeken van verschillende NDO technieken zal er gekeken worden naar:

- Inventarisatie van de verschillende NDO technieken
- Wet- en regelgeving met betrekking tot wettelijke **meetverplichtingen**, milieu eisen, EPBD
- Welke NDO technieken zijn voor Wolter & Dros interessant om uit te voeren
- Inventarisatie van de projecten
- Hoe rijnt de verschillende onderhoudscontracten opgebouwd
- Is het mogelijk bestaande onderhoudscontracten aan te passen en te optimaliseren, nieuwe contracten te verwerven en uitbestede metingen zelf uit te voeren
- Keuze apparatuur, opleidingen en certificaten
- Wat zijn de uitgaven en investeringen, kosten en baten en de bijdrage aan de rentabiliteit

1.5 Opbouw van het onderzoek

Het haalbaarheidsonderzoek is in drie deelonderzoeken verdeeld. Dit is gedaan om een duidelijk en overzichtelijk verslag te verkrijgen. Er is na elk deelonderzoek een 'tussen' conclusie getrokken van waaruit verder gewerkt is aan het volgende deelonderzoek. Op deze manier wordt het haalbaarheidsonderzoek stapsgewijs afgebakend en kan er uiteindelijk een eindconclusie getrokken worden.

De indeling van het verslag is als volgt: In het eerste deelonderzoek worden verschillende NDO technieken en wet- en regelgeving, waar de NDO afdeling rekening mee moet houden, beschreven. Het tweede deelonderzoek richt zich op de toepasbaarheid van de uitgezochte NDO technieken. In het derde en laatste deelonderzoek wordt het financiële deel van het haalbaarheidsonderzoek behandeld.

Deelonderzoek I

Hoofdstuk 2

NDO technieken en regelgeving

Deelonderzoek 2

Hoofdstuk 3

Inventarisatie toepasbaarheid NDO technieken

- Inventarisatie projecten
- Contractvormen
- SWOT-analyse

Deelonderzoek 3

Hoofdstuk 4

Het financiële onderzoek

- Kosten
- Baten
- Rentabiliteit

Hoofdstuk 5

Eindconclusie en aanbevelingen

1.6 Planning

Om ervoor te zorgen dat het haalbaarheidsonderzoek binnen de beschikbare tijd voor de afstudeeropdracht afgerond wordt, is er aan het begin van de afstudeerperiode een planning gemaakt. Deze planning is in bijlage I (Planning) in te zien. Het haalbaarheidsonderzoek is volgens de planning verlopen. Alleen aan de inventarisatie van de projecten en de frequentie hiervan is extra tijd besteed. Dit nam door de late reactie van de vestigingen meer tijd in beslag dan gepland was.

2 Deelonderzoek I: NDO technieken en regelgeving

2.1 Inleiding

Onderhoud kan in drie vormen worden onderscheiden. Deze drie vormen zijn: SAO, GAO en TAO.

SAO is Storings Afhankelijk Onderhoud dit wil zeggen dat het onderhoud pas gepleegd wordt, nadat er een storing is opgetreden. Voor deze vorm van onderhoud zal men pas kiezen indien de consequentie van een storing gering is, of indien een storing plotseling optreedt. **GAO** is Gebruiks Afhankelijk Onderhoud. Hierbij wordt uitgegaan van een kleine spreiding in levensduur van technisch identieke, gelijk belaste onderdelen. In de praktijk blijkt echter dat in de meeste gevallen deze spreiding groter is dan verwacht. Daarom is het tijdstip van vervanging slecht te bepalen en worden de onderdelen, uit veiligheidsoverwegingen vaak vroegtijdig vervangen. **TAO** is Toestands Afhankelijk Onderhoud en is erop gericht zowel storingen, als vroegtijdig en onnodig ingrijpen in goed draaiende systemen te voorkomen.

Wat de onderhoudsvormen **SAO** en **GAO** minder interessant maakt is dat bij **SAO** hoge gevolgschade en machinestilstand kan ontstaan, en bij **GAO** niet de volledige levensduur van de componenten en installaties benut wordt.

Bij de onderhoudsvorm **TAO** ontstaan deze problemen echter niet. Dit is dus een groot voordeel ten opzichte van de andere twee onderhoudsvormen. Bij Toestands Afhankelijk Onderhoud wordt de toestand van de componenten en installaties bepaald door middel van niet-destructief onderzoek.

Onder niet-destructief onderzoek (afgekort **NDO**) worden onderzoekstechnieken verstaan waarmee men een goed inzicht kan krijgen over de **kwaliteit**/ toestand van een te **onderzoeken** object zonder dit object te beschadigen of demonteren.

In dit deelonderzoek worden verschillende **NDO** technieken onderzocht en wordt bekeken of deze geschikt zijn voor **Wolter & Dros**. Hierbij zal ook gelet worden op de **wet-** en regelgeving waar ze mee te maken hebben of zullen krijgen.

2.2 Niet-Destructieve onderzoekstechnieken

Voor het haalbaarheidsonderzoek naar **NDO** technieken die toepasbaar kunnen zijn voor **Wolter & Dros** is het belangrijk de juiste technieken te selecteren. Daarom is er een overzicht gemaakt (zie bijlage II (Lijst **NDO** technieken)) van alle bekende en onbekende **NDO** technieken die er bestaan. Hiervan vielen er al een aantal af. Deze waren simpelweg niet interessant voor **Wolter & Dros** omdat ze niet toepasbaar zijn bij hun werkzaamheden of doordat ze niet nauwkeurig, verouderd of gevaarlijk zijn. Na het uitzoeken van de overgebleven technieken is er een gesprek met het hoofd Technische beheer geweest. Aan de hand van het vooronderzoek naar de verschillende technieken en het gesprek is er besloten om ons toe te splitsen op de onderstaande technieken:

- Thermografie
- Rookgasanalyse
- Trillingsanalyse
- Olie analyse
- Endoscopie
- Cosinus phi en isolatieweerstandmeting
- Comfort en klimaat metingen
 - temperatuur meting
 - CO₂ meting
 - relatieve vochtigheid meting
 - druk meting
 - luchtsnelheid meting
 - geluid meting
 - stof meting
 - lichtsterkte meting

De uiteindelijk overgebleven onderzoekstechniek die voor **Wolter & Dros** interessant kunnen zijn zullen in deze paragraaf tot in detail uitgewerkt worden.

2.2.1 Thermografie

Wat is Thermografie

Thermografie of warmtebeeldtechniek heeft zich ontwikkeld tot een waardevolle diagnosetechniek op het gebied van preventief onderhoud en gebouwenonderzoeken. Thermografie is een techniek waarbij een camera wordt gebruikt die infraroodbeelden en -metingen maakt om de thermische energie die een voorwerp uitstraalt te zien en te meten.

Thermische energie of infraroodenergie is licht dat niet zichtbaar is omdat de golflengte ervan te lang is om door het menselijk oog te worden gezien. Het is dat deel van het elektromagnetische spectrum dat we waarnemen als warmte. Anders dan zichtbaar licht, straalt in de infraroodwereld alles dat warmer is dan het absolute nulpunt warmte uit. Het absolute nulpunt is de temperatuur van 0 Kelvin of van $-273,15\text{ }^{\circ}\text{C}$, op dit punt staan de atomen volledig stil.

Zelfs erg koude voorwerpen zoals ijsblokjes hebben infraroodstralen. Hoe hoger de temperatuur van een voorwerp, hoe groter de uitgezonden infraroodstraling. Door infrarood kunnen we zien wat onze ogen niet kunnen zien.

Infraroodthermogrfiecamera

Infraroodstraling is met een Infraroodthermogrfiecamerate meten. Infraroodthermogrfiecamera's geven beelden van de onzichtbare infraroodstraling of "warmtestraling" en maken het mogelijk nauwkeurig en contactloos temperaturen te meten. Bijna alles wordt warmer voor het defect gaat. Infraroodcamera's zijn dan ook waardevolle diagnostische hulpmiddelen voor vele uiteenlopende toepassingen. Het is een investering die snel rendeert omdat men onderdelen kan vervangen voordat ze kapot gaan. Hierdoor ontstaat er geen machinestilstand en is het onderhoud ook beter te plannen. Omdat de industrie streeft naar productiviteitsverhoging, energiebeheersing, kwaliteitsverbetering en grotere veiligheid voor de werknemers, komen er voortdurend nieuwe toepassingen voor infraroodcamera's bij.

Enkele toepassingsmogelijkheden	voorbeelden
Hoogspanning	defecte hoogspanningsverbinding, isolator
Laagspanning	inwendige beschadiging van een zekering
Mechanische systemen	oververhitte pompen, lagers
Leidingen en isolatie	lekkende afsluiters, defecte isolatie
Gebouwen	lekken in platte daken, schimmel in wanden
Bekledingen	breuk in vuurvaste bekleding van een draaioven in de cementindustrie
Brandpreventie	spontane zelfontbranding in een afvalbunkeropslagplaats
Andere toepassingen	niveaudetectie in reservoirs, optimalisering van gietvormen

Door Wolter & Dros is recent een Infraroodthermogrfiecameraaangeschaft namelijk de ThermaCAM™ P65:

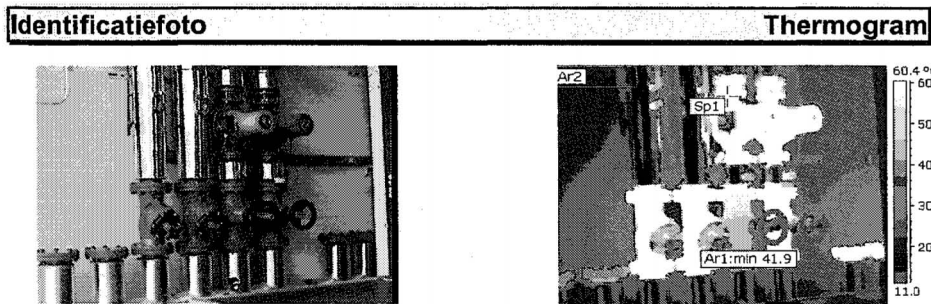


(Figuur: 1 ThermaCAM™ P65)

Met deze infraroodthermogrfiecamera worden infrarode warmtebeelden gemaakt en tegelijkertijd worden er door de ingebouwde digitale camera daglichtbeelden van dezelfde locatie gemaakt. Zodat later op kantoor de werkelijke situatie met het warmtebeeld te vergelijken is en het mogelijk is de situatie te identificeren. Via Bluetooth is het ook nog mogelijk om 30 seconden spraakcommentaar bij elk beeld op te slaan. De aanschafprijs van E 38.000 is inclusief software en een cursus. Op de camera zijn extra's mogelijk zoals bijvoorbeeld een groothoeklens om een heel gebouw te kunnen meten en een statief om de camera op te plaatsen zodat je een hand vrij hebt om de camera in te kunnen stellen en zonder trillingen een meting uit te voeren.

Analyse van een thermografische meting

Hieronder is de identificatiefoto en het thermogram van een meting in het ketelhuis van Wolter & Dros afgebeeld. Op de thermogram is te zien dat de tweede klep van rechts een lagere temperatuur heeft. Dit komt omdat de volume stroom door deze klep lager is b.v. doordat de retour pomp die erboven gemonteerd is niet goed functioneert. Dit zal door een onderhoudsmonteur nader onderzocht moeten worden. In bijlage III (Thermografisch meting) staat de meting uitgebreider vermeld met de omschrijvingen van de gemeten waarden.



(Figuur: 2 Thermografische meting)

2.2.2 Rookgasanalyse

Wat is rookgasanalyse

Door een toenemend aantal verbrandingssystemen krijgt het milieu last van concentraties aan schadelijke stoffen. Met behulp van een verbrandingsanalyse worden de concentraties aan schadelijke stoffen bepaald en is het mogelijk de installaties optimaal af te stellen.

De aanwezige elementen in rookgas zijn in concentraties onderverdeeld, deze zijn te vinden in de bijlage IV (Rookbestanddelen).

De meetwaarden

De aanwezigheid van schadelijke stoffen in het verbrandingsgas kan worden aangegeven via de concentratie van de gasbestanddelen. Deze worden in het algemeen aangegeven door:

ppm (parts per million)

De eenheid ppm geeft, evenals de aanduiding procent (%), een verhouding weer. Procent betekent een enkel deel van honderd delen en ppm betekent een enkel deel van een miljoen delen, $1 \text{ ppm} = 0.0001 \%$.

mg/Nm³ (milligrams per normaal kubieke meter)

Bij de eenheid mg/Nm³ wordt gebruik gemaakt van het normale volume (normaal kubieke meter, Nm³) als referentiegrootheid en de massa van de schadelijke gassen wordt in milligram (mg) weergegeven. Deze eenheid is afhankelijk van de druk en temperatuur. Daarom wordt er rekening gehouden met het volume in normale omstandigheden. Deze zijn:

Temperatuur: 0 °C

Druk: 1013 mbar

mg/kWh (milligrams per kilowatt-uur energie)

Voor het bepalen van de concentratie aan schadelijke stoffen in mg/kWh (eenheid met betrekking tot de energie) worden berekeningen met brandstofspectifieke gegevens gemaakt. Voor iedere brandstof wordt dan ook een andere omrekeningsfactor gebruikt.

Te meten grootheden

Roetgetal

Het roetgetal wordt bepaald met behulp van een roetpomp. Een afgemeten hoeveelheid rookgas wordt door een filter in een pompbeweging aangezogen. Het percentage zwart van de ontstane vlek wordt vergeleken met een schaal van grijstonen, die zijn voorzien van verschillende nummers. Het op deze manier bepaalde roetgetal ligt tussen 0 en 9. Bij gasbranders wordt de bepaling van het roetgetal niet gemeten.

Oliederivaten (olieresten)

Bij onvolledige verbranding door een gebrekkige verstuviging nestelen zich onverbrande koolwaterstoffen op het filter, dat voor de roetmeting wordt gebruikt. Deze kunnen door observatie worden opgemerkt en door een vloeistof (Aceton) worden aangetoond.

Rookgastemperatuur (T_r)

De rookgastemperatuur wordt in de kern van de rookgas-stroom gemeten. Hier is de temperatuur en het kooldioxide (CO_2)-concentratie het hoogst en het zuurstofgehalte (O_2) het laagst.

Verbrandingsluchttemperatuur (T_v)

De verbrandingsluchttemperatuur wordt bij de luchtregelklep van de brander gemeten. Bij verbrandingsinstallaties met voorverwarmede omgevingslucht, moet de temperatuur op een specifiek punt in de aanvoerpijp worden gemeten om een juiste rendementsberekening te verkrijgen.

Onderdruk/schoorsteentrek

De onderdruk of schoorsteentrek is bij stookketels met een natuurlijke trek een vereiste voor de goede afvoer van rookgassen door de schoorsteen. Vanwege de lagere dichtheid van de warme rookgassen t.o.v. de koude buitenlucht ontstaat in de schoorsteen een onderdruk, wat dus ook wel schoorsteentrek wordt genoemd. Door deze onderdruk wordt de verbrandingslucht aangezogen. Bij ketels met overdruk hoeft men niet op de drukverhouding in de schoorsteen te letten, hier zorgt de ventilatorbrandervoor de benodigde overdruk. De functie van deze ventilator wordt door een verschildrukschakelaar bewaakt.

Stikstofoxide (NO_x)

Stikstofoxide wordt beschouwd als de som van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO_2). De verhouding van NO en NO_2 is in kleine verbrandingsbereiken vaak gelijk aan (97% NO , 3% NO_2). Daarom wordt doorgaans de stikstofoxide (NO_x) na meting van stikstofmonoxide berekend. Bij de zogenaamde low NO_x -branders is vooral het aandeel NO verlaagd waardoor de verhouding 50/50 kan bedragen. Voor nauwkeurige NO_x -metingen moeten dan stikstofmonoxide en stikstofdioxide afzonderlijk gemeten en opgeteld worden.

Berekende grootheden**Rookgasverlies (q_R)**

Na bepaling van het rookgasgehalte en het verschil tussen rookgas- en verbrandingsluchttemperatuur T_v kan afhankelijk van de calorische waarde van de brandstof het rookgasverlies worden berekend. In plaats van het zuurstofgehalte kan ook de kooldioxide (CO_2)-concentratie voor de berekening worden gebruikt. De rookgastemperatuur (T_r) en het zuurstof- of het kooldioxidegehalte (CO) moeten tijdens de meting op één punt worden gemeten.

Kooldioxide (CO_2)

Uit het kooldioxide-gehalte in de verbrandingsgassen kan de efficiëntie van de installatie (rendement) worden bepaald. Indien een kleine luchtvermaat (volledige verbranding) een zo hoog mogelijk CO_2 -concentratie oplevert, dan is het rendementsverlies het laagst. Voor iedere brandstof geldt er een maximaal haalbaar CO_2 ($\text{CO}_2 \text{ max.}$), welk wordt bepaald door de chemische samenstelling van de brandstof. Dit gehalte blijkt in de praktijk echter niet te realiseren en wordt er gekozen voor een CO_2 percentage tussen 8,6% en 9,2%. Met behulp van de $\text{CO}_2 \text{ max.}$ -waarde en het zuurstofgehalte in het rookgas wordt de CO_2 -waarde in rookgas berekend.

Luchtverhoudingsgetal λ

De benodigde zuurstof voor verbranding wordt via de verbrandingslucht toegevoerd. Om een volledige verbranding te bereiken, is het noodzakelijk om meer dan de theoretische benodigde luchthoeveelheid (stoichiometrisch) voor de verbranding aan te voeren. De verhouding tussen de praktische hoeveelheid verbrandingslucht en de theoretische hoeveelheid lucht noemt men **luchtverhoudingsgetal** of **luchtfactor h**

Rendement

Het verbrandingsrendement heeft betrekking op de aangevoerde energie op de laagste verbrandingswaarde H . Men bepaalt hierdoor het rendement, waarbij de laagste verbrandingswaarde op 100% wordt gesteld en het rookverlies in procenten hiervan wordt afgetrokken. Een verbetering van het rendement en daarmee een verlaging van het rookgasverlies kan door het voorverwarmen van de verbrandingslucht en de brandstoffen worden bereikt.

NO₂- / SO₂-metingen

Stikstofoxides (NO_x) is de som van stikstofmonoxide (NO) en stikstofdioxide (NO₂). In principe staat de NO-concentratie en de NO₂-concentratie in vaste verhouding. Bij gebruik van gemengde brandstoffen verandert deze verhouding. In dat geval moeten beide componenten (NO en NO₂) afzonderlijk gemeten en worden opgeteld om NO_x te berekenen: $NO_x = NO + NO_2$.

Zwavel dioxide (SO₂) in rookgas ontstaat uit de verbranding van zwavelhoudende brandstoffen, stookolie, steenkool of gemengde brandstoffen. Zwavel dioxide is gemakkelijk oplosbaar in water. Daarom bestaat het gevaar, bij overschrijding van de condensatietemperatuur, dat er zwavelzuur gevormd wordt uit het condens. Dit leidt tot corrosie in de schoorsteen en vervuiling van het afvalwater.

Toepassingsgebied

Bij de warmtekrachtkoppelingen wordt veelal een aardgasmotor toegepast. De aardgasmotor zet de in de brandstof aanwezige energie om in mechanische energie en warmte. De mechanische energie wordt veelal gebruikt voor het aandrijven van een generator die elektrische energie opwekt.

Voor Wolter & Dros zijn metingen aan stookketels, warmtekrachtkoppelingen en dergelijke van belang. Momenteel wordt dit grotendeels uitbesteed, meestal aan de leverancier van de installatie. De verwachting is dat op termijn dit soort metingen ook door Wolter & Dros kan worden uitgevoerd, mede gelet op het grote aantal WKC en NSA installaties (Nood Stroom Aggregaat).

2.2.3 Trillingsanalyse

Wat zijn trillingen

Trillingen komen vaak voort uit onbalans van de installatie. Dit kan ontstaan door een slechte balancering en onregelmatige slijtage. Een aantal algemeen bekende feiten zijn:

- alle (roterende) machines trillen
- een hoog trillingsniveau op problemen kan duiden
- elk probleem zijn specifieke trillingspatroon heeft

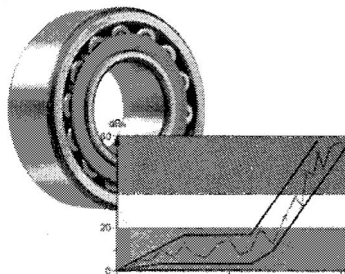
Waarom trillingsanalyse

Het analyseren van trillingen wordt steeds vaker toegepast. Er wordt bijvoorbeeld gevraagd naar een trillingsopname na het herstellen en/of installeren van een installatie. Het analyseren van trillingen is ook zeer geschikt om vroegtijdig schade op te sporen en er de oorzaak van te bepalen. Het meten van trillingen vertelt iets over de toestand van de installatie en onderdelen. Overmatige trillingen zijn een aanwijzing dat er met de installatie iets niet in orde is.

Door gebrek aan kennis wordt in veel gevallen een trillingsprobleem lang niet altijd geanalyseerd.

Het vervangen van lagers is duur en ze worden meestal vervangen terwijl ze nog lang niet zijn versleten. Om de maximale levensduur van een lager te benutten is het noodzakelijk om de lagerconditie te kunnen bepalen. In figuur 2 is de ontwikkeling van lagerschade te zien. De ontwikkeling geeft drie zones aan, het groene gedeelte laat zien dat de trilling die aanwezig is toelaatbaar is. Wanneer de trillingen toenemen en de waarde in het gele gedeelte plaats neemt is dit nog steeds aanvaardbaar. Maar wordt er wel aanbevolen actie te ondernemen, en het onderhoud alvast te gaan plannen. De ontwikkeling van de trillingen wanneer deze zich in het gele gebied bevinden zullen explosief toenemen waardoor deze snel in het rode (onaanvaardbare) gebied zullen plaats nemen.

Trillingsmetingen geven informatie over onder andere overmatige slijtage, lagerschade, onbalans, uitlijningsfouten en dynamisch gedrag. Op deze informatie kan het onderhoud worden afgestemd en op die manier kunnen onnodige schade, storingen en kosten worden voorkomen.



Figuur: 3 Ontwikkeling van lagerschade op tijdbasis

Door deze metingen uit te voeren en te analyseren wordt er informatie verkregen over de noodzaak om al dan niet onderhoudsrevisies uit te voeren. Dit mondt uit in toestand gestuurd onderhoud waarbij de onderdelen alleen worden gereviseerd wanneer er zich werkelijk een probleem voor doet. Hierdoor is het mogelijk om een voorspelling te doen over slijtage zonder demontage van de machine.

Grootheden en aspecten van de verschillende trillingsvormen

Voor het meten van trillingen zijn er drie grootheden te onderscheiden:

Grootheid	symbool	eenheid
Verplaatsing	S of D (displacement)	μm
Trilsnelheid	V (velocity)	mm/s, RMS
Versnelling	A (acceleration)	m/s^2

Deze drie parameters zijn wiskundig met elkaar verbonden en kunnen berekend worden met formules die te vinden zijn in bijlage V (Parameters trillingen)

Bij trillingen zijn verder twee aspecten van belang:

- trillingssnelheid
- de piek-piek amplitude

De maximale trillingssnelheid wordt de pieksnelheid of equivalente snelheid genoemd.

De gemiddelde snelheid van een **trillingspunt** noemen we **effectieve** snelheid. Deze wordt uitgedrukt in mm/s, RMS (Root-Mean-Square) De effectieve snelheid is afhankelijk van:

- frequentie
- amplitude

Trillingen kunnen globaal worden ingedeeld in diverse vormen. Voor de dynamica van roterende apparaten zijn de volgende vooral van belang:

- periodieke trillingen
- niet-periodieke trillingen
- harmonische trillingen

Deze vormen zijn in bijlage VI (Trillingsvormen) verder beschreven.

Voordelen en toepasbaarheid van trillingsanalyse

De voordelen van een trillingsanalyse zijn:

- Verlaging van de onderhoudskosten
- Verlaging van de indirecte kosten
- Minder productie stilstand
- Kennis en inzicht in dynamische gedrag
- Beheersbaar en veilig proces

De meest gangbare norm voor het evalueren van trillingsniveaus op elektromotoren, pompen, blowers enzovoort is de ISO 10816-3 norm. Deze norm evalueert in 4 niveaus de RMS trillingswaarde en wordt door de meeste fabrikanten aanvaard. Hierdoor kan de norm gebruikt worden voor de evaluatie van de conditie van het onderdeel bijvoorbeeld na een revisie. Voor verdere informatie ISO 10816-3 norm zie bijlage VII (Trillingsstandaarden)

Toepassingsgebied

Voor Volter & Dros is trillingsanalyse een goede manier om beter inzicht te verkrijgen in de conditie van de installaties. Trillingsmetingen kunnen op alle roterende delen in de installaties worden toegepast.

2.2.4 Olie analyse

Wat is een Olie analyse

Een olieanalyse is een diagnosetechniek die eind jaren '50 door het Amerikaanse leger en spoorwegen in gebruik is genomen. Sindsdien is het een veel gebruikte diagnosetechniek geworden. Op olie kan een deeltjes meting, viscositeit en zuurgraad meting worden verricht. Het doel van het analyseren is het meten van de vervuilingsgraad om aan de hand hiervan de verversingsintervallen van de olie te bepalen. Door de verversingsintervallen op de juiste momenten uit te voeren ontstaat er minder productieverlies door machinestilstand, kan men de levensduur van machines verlengen en de gebruikskosten van olie verlagen.

Olie verversen

Olie verversen is noodzakelijk het kost alleen tijd en geld en er ontstaat productieverlies door machinestilstand. Onnodig verversen belast bovendien het milieu. Er moet dus een goede reden zijn voordat de olie vervast wordt. Want er kan een hoop bespaard worden door de olie te laten onderzoeken in plaats van deze op voorhand te verversen.

Een machinefabrikant schrijft altijd verversingsintervallen voor de olie voor. Dit zijn echter gemiddelde waarden voor vervanging. Hierdoor is het mogelijk dat de olie nog in orde is terwijl er al een verversing voorgeschreven wordt. Maar door een analyse uit te voeren kan de olie voor de maximale gebruiksduur gebruikt worden.

Levensduur van de olie

De vraag hoe lang olie meegaat is in zijn algemeenheid niet te beantwoorden. Dit is van veel factoren afhankelijk, waarvan temperatuur een belangrijke is. Zo kan bijvoorbeeld de temperatuur van de olie in luchtcompressoren oplopen tot meer dan 100°C, terwijl in tandwielkasten de olietemperatuur gemiddeld 50°C is. Hierdoor kan de gebruiksduur van olie in tandwielkasten veel langer zijn. Ook vervuiling en metaaldeeltjes die ontstaan door slijtage hebben grote invloed op de gebruiksduur van de olie.

Analyse van de oliemeting

Bij olieanalyses wordt de toestand van de gebruikte smeerolie bepaald. Hierbij wordt gekeken of de olie nog voldoet aan de specificaties, bevat het monster vervuiling, water, slijtagedeeltjes of kenmerken van veroudering. Aan de hand van deze gegevens wordt bepaald of de olie nog bruikbaar is en voor hoelang. Dit wordt vastgesteld door middel van het vergelijken met gegevens, beschikbaar van olie van soortgelijke machines en informatie verkregen uit voorgaande analyses van dezelfde machine.

Olieanalyse geeft ook belangrijke informatie over de toestand van de machines. Worden er bijvoorbeeld ijzer deeltjes aangetroffen in de olie dan kan er sprake zijn van overmatige slijtage of schade aan een onderdeel.

Door middel van ferrografisch onderzoek is dan te bepalen of de slijtage normaal is (van corrosie afkomstig) of door metaalmoeheid wordt veroorzaakt. Deze informatie is belangrijk wanneer bijvoorbeeld overwogen wordt een machine te reviseren of onderhoud te plegen.

Ferrografisch **onderzoek** is een techniek die gebruikt wordt voor het onderzoek van slijtage. Hiermee worden de van bewegende delen afkomstige deeltjes, die zich in de smeerolie bevinden, onderzocht. In een zogenaamde Ferrograaf worden met behulp van een instelbaar magnetisch veld de deeltjes naar grootte van elkaar gescheiden. Deeltjes groter dan 10 µm blijken een indicatie te zijn van abnormale slijtage.

2.2.5 Endoscopie

Wat is endoscopie

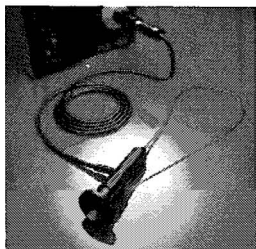
Endoscopie is eigenlijk een duur woord voor "**naar binnen**" (**endo**) "**kijken**" (**scopie**)

Het is een onderzoekstechniek die een steeds breder inzetgebied krijgt in de industrie. Het komt steeds vaker voor dat men eerst een inspectie wil uitvoeren alvorens de componenten te demonteren of het object te openen. Endoscopie is daarbij heel geschikt om snel betrouwbare informatie te krijgen van het te inspecteren product.

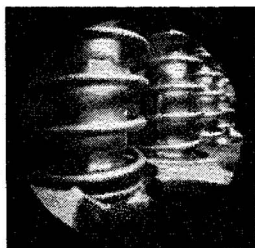
Om de inspectie uit te voeren **heeft** men een lichtbron aan de voorzijde van de endoscoop nodig. Het licht wordt vanuit de lichtbron door de geleider en lichtvezels inwendig naar de **voorzijde** getransporteerd. Op deze manier kan de endoscoop een helder en duidelijk beeld van de ontoegankelijke hoeken en holle ruimtes geven. Ook is de endoscoop te koppelen aan een camera om zo het beeld te monitoren en/ of op te slaan.

Verschillende typen endoscopen

Er zijn verschillende typen endoscopen. Zo heb je de flexibele en starre endoscopen. De flexibele endoscoop is zoals de benaming al zegt flexibel en heeft een bestuurbare tip in 2 of 4 richtingen. Bij deze endoscopen kan men verschillende objectieven aanbrengen met verschillende beeldrichtingen en beeldhoeken. Ook is het mogelijk om spiegelaanzetstukken te monteren om zo het beeld af te buigen. Starre endoscopen, ook wel borescopen genoemd zijn stijf en recht. Hier kan men net als bij de flexibele endoscoop verschillende objectieven aanbrengen. De starre endoscoop geeft de mogelijkheid om een 360° inspectie uit te voeren.



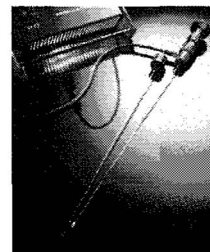
flexibele endoscoop
(Figuur: 4 Endoscopie)



injectie



aandrijflijn



starre endoscoop

Toepassingsgebied

Hiermee kan men controles uitvoeren, toezicht houden, en een snelle constatering van beschadigingen aan machine- en/of installatieonderdelen constateren. Voorbeelden van toepassingen zijn motoren, versnellingsbakken, pomphuisen, koelers (pijpen) en warmtewisselaars, verbrandingsketels (speciale hooghitte endoscopen).

2.2.6 Cosinus phi en isolatieweerstand meting

Waarom cosinus phi en isolatieweerstandmetingen

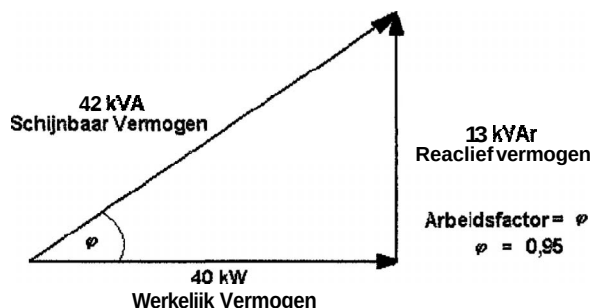
In de meeste installaties wordt er gebruik gemaakt van elektrische apparatuur. De elektrische metingen geven betrouwbare informatie over het functioneren of het eventueel niet functioneren van de onderdelen. Voorbeelden zijn schakelinstallaties, motoren, generatoren en kabels om zo uiteindelijk een diagnose te kunnen stellen van het gemeten onderdeel.

Cosinus phi meting

Cosinus phi wordt ook wel de arbeidsfactor genoemd. In het geval van wisselspanning is de cos phi een maat van de faseverschuiving tussen spanning en stroom. Hoe groter deze verschuiving is hoe minder effectief het elektrisch vermogen. Cos phi = 1 betekent maximale effectiviteit, betekent dat alle energie nuttig wordt gebruikt.

De arbeidsfactor is gelijk aan de cosinus van de hoek tussen het werkelijke vermogen en het schijnbaar vermogen (zie hieronder de vermogensdriehoek). Deze geeft de verhouding van het **nuttig** vermogen, dat in kilowatt (kW) wordt gemeten, gedeeld door het schijnbaar vermogen, dat in kilovolt-Ampère (kVA) wordt gemeten weer.

$$\text{Arbeidsfactor} = \frac{\text{Werkelijk vermogen (kW)}}{\text{Schijnbaar vermogen (kVA)}}$$



(Figuur: 5 Vermogensdriehoek)

Het blindvermogen, dat in kiloVolt-Ampère-reactief wordt gemeten ontstaat wanneer een stroomafnemer met een inductieve belasting op het net wordt aangesloten. Dit zijn machines/ installaties die zijn uitgevoerd met spoelen en een ijzerpakket bijvoorbeeld elektromotoren. Door de inductieve belasting gaat er meer stroom lopen dan voor het gevraagde vermogen nodig is. Deze stroom moet wel worden getransporteerd en kan dus ook in rekening worden gebracht door de netbeheerder. Het transport van blindvermogen legt beslag op de transportcapaciteit van het distributienet en veroorzaakt energieverlies. Om de blindvermogen te compenseren maakt men gebruik van condensatoren. Deze schakel je parallel aan de inductieve belasting. Er ontstaat dan een belasting die netto zuiver ohms is. In de praktijk zijn er twee manieren om dit te realiseren:

- Het plaatsen van een condensator parallel bij elk afzonderlijk component.
- Het plaatsen van een condensatorbank op het punt waar de gebruiker de stroom binnen krijgt (hoofdverdelers)

Een slechte Cosinus Phi:

- heeft spanningsverlies in kabels en leidingen tot gevolg
- verhoogt de verliezen door extra warmteontwikkeling tijdens het elektriciteitstransport
- verhoogt de energierekening
- vermindert de transportcapaciteit van kabels
- zorgt voor een overdimensionering van nieuwe installaties: kabels, leidingen, transformatoren, enzovoort
- laat op de secundaire transformatorwikkelingen geen extra ruimte over voor nieuwe belastingen

Deze meting geeft niet aan wat de conditie is van het gemeten component. Voor onderhoudswerkzaamheden is deze meting dus geen indicatie over de toestand. Het gaat hier om het effectief energieverbruik. Dit is wel een aandachtspunt met betrekking tot richtlijn EPBD. Het doel van deze richtlijn is het bevorderen van betere energieprestaties.

Isolatieweerstandmeting

Met deze test kan men de isolatiewaarde van leidingen en toestellen bepalen. De isolatieweerstand geeft een idee over de lekstroom die eventueel kan worden verwacht, deze kan tot vele megaohm gaan. Er wordt een spanning aangelegd op bijvoorbeeld een elektromotor tussen de aarde en een fase. Door dit circuit meet je de weerstand die theoretisch ≈ 0 ohm moet zijn. Wanneer de wikkelingen slecht zijn en deze contact maken met de aarde zal er bij deze meting weerstand worden gemeten, wat aanduidt dat er sprake is van een slechte situatie.

Om een goede meting uit te kunnen voeren en meetgegevens goed te interpreteren is voldoende kennis van de apparatuur nodig.

Bij laagspannings-installaties (tot 1 kV) wordt veelal een Megger gebruikt. Deze geeft direct de isolatiewaarde in megaohm aan. Bij het meten van weerstanden groter dan circa 1 Mohm (1 megaohm = 1 miljoen ohm) ontstaat bij de multimeter een probleem: de stroom die door de te meten weerstand loopt wordt zo klein, dat deze niet meer nauwkeurig genoeg te meten is. Daarom wordt voor het meten van zeer grote weerstanden een zogenaamde megger gebruikt. Dit is een ohmmeter die speciaal ontworpen is voor het meten van weerstanden in het megaohm bereik. Een megger bevat een generator die een hoge meetspanning opwekt, meestal 500 Volt of meer. Ook bevat deze een zeer gevoelige stroommeter. Door de hoge meetspanning en de gevoelige stroommeter is een megger veel beter in staat om zeer hoge weerstanden te meten dan een universeelmeter. Meggers worden in de praktijk meestal gebruikt voor het meten van isolatieweerstand of lekweerstand.

Een andere manier om de isolatiewaarde te bepalen is door een polarisatie meting. Bij deze meting wordt ook een hoge meetspanning aangelegd. Deze wordt na 1 minuut en na 10 minuten gemeten. De verhouding hiervan is de Polarisatie-index (PI). Het tijdsverschil kan belangrijk zijn bij een elektrisch circuit met een hoge capaciteit, deze moet eerst opladen waardoor bij de meting na 1 minuut en na 10 minuten er een verschil ontstaat. Door het tijdsverschil ontstaat er een nauwkeurige meting.

De zogeheten Polarisatie-index geeft bij de test een PI ratio aan. Deze wordt berekend en daarbij wordt er een weergave getoond van de isolatieweerstand in de tijd.

Ook kan een polarisatie-index test worden uitgevoerd voor het opsporen van vuil, vet, vocht, trillingen en chemicaliën

Met de isolatieweerstandmeting wordt dus de conditie bepaald van het isolatiesysteem van de elektromotor. Er wordt dan bepaald hoe de staat van de wikkelingen is en/of er een lekstroom loopt. Dit kan een indicatie geven van het risico van doorbranden van de elektromotor binnen zeer geringe tijd.

2.2.7 Comfort en klimaat metingen

Waarom **comfort** en klimaat metingen

In onze moderne economie vinden de meeste werkzaamheden binnen plaats. Voor een comfortabele werkomgeving is het binnenklimaat van belang. Het is daarom niet verwonderlijk dat de kwaliteit van het binnenmilieu steeds meer aandacht krijgt.

Een goed binnenklimaat helpt mee aan goede arbeidsomstandigheden die zijn van groot belang voor werkgevers en werknemers. Ze bevorderen de productiviteit en arbeidsvreugde en helpen uitval door ziekte te voorkomen. De Arbo-wet verplicht werkgevers bovendien te zorgen voor goede arbeidsomstandigheden. Het is ook een belangrijke factor of de klimaatinstallatie energiezuinig afgesteld is of opnieuw ingeregeld moet worden.

Om de kwaliteit van het klimaat te meten moeten de temperatuur, CO₂, RV en druk gemeten worden. Verder zijn luchtsnelheid (trek), geluid, stof en lichtsterkte metingen die kunnen bepalen of het comfort in orde is.

Verschillende metingen

Temperatuur meting

Temperatuur bepaalt een groot deel van het comfort. Er zijn verschillende manieren om de temperatuur te bepalen:

- het gebruik van een elektronisch meetinstrument
- continu metingen met temperatuursensoren
- thermograaf

CO₂ meting

De luchtkwaliteit voor in kantoren is door de arbo bepaald. De regels voor ventilatie in nieuwe gebouwen staan in de **NEN1087** en voor bestaande gebouwen in de **NEN8087**. Deze schrijven de ventilatie voor om een goede luchtkwaliteit te bereiken. De eis voor een goede luchtkwaliteit voor kantoren is gesteld op maximaal 1200 ppm (0,12% vol.) CO₂.

Relatieve vochtigheid meting

Luchtvochtigheid is de hoeveelheid vocht in de lucht. De hoeveelheid vocht kan uitgedrukt worden in een absolute hoeveelheid. Dat is de hoeveelheid water in een vastgestelde hoeveelheid lucht. De luchtvochtigheid wordt meestal uitgedrukt in de relatieve vochtigheid. Dit is het percentage van de maximale hoeveelheid waterdamp die de lucht bij de gegeven temperatuur en druk kan bevatten. Bij een dalende temperatuur neemt het vermogen van de lucht om waterdamp te bevatten af, bij dezelfde hoeveelheid waterdamp neemt de relatieve vochtigheid dan toe. Wordt **deze** groter dan 100%, dan treedt condensatie op in de vorm van dauw en mist.

Druk meting

Absolute luchtdruk onder normaalcondities is 1,01325 Bar. Dit wordt ook wel de atmosferische druk genoemd.

Als de druk groter is dan de buitenlucht spreekt men van overdruk, wanneer de druk juist lager is dan de buitenlucht spreekt men van onderdruk. Een voorbeeld van het meten van de druk, is die bij schone ruimten. Hier moet altijd een overdruk heersen zodat er geen stof en schadelijke stoffen de ruimte kunnen binnendringen.

Druk wordt gemeten in de eenheid Pascal; 1 Pa = 1 N/m². Een andere eenheid voor druk is Bar. 1 Bar = 10⁵ Pa.

Luchtsnelheid meting

De luchtsnelheid kan in twee verschillende soorten voorkomen. Allereerst heb je luchtsnelheid deze is gewenst bijvoorbeeld voor ventilatie, de tweede vorm tocht is vaak ongewenst. Voor een comfortabel klimaat met betrekking tot tochtverschijnsel engeldt het volgende:

- In het winterseizoen moet de luchtsnelheid minder dan 0.15 m/s zijn.
- In het zomerseizoen zal deze minder dan 0.25 m/s moeten bedragen.

Er zijn 3 algemene systemen om de luchtsnelheid te meten:

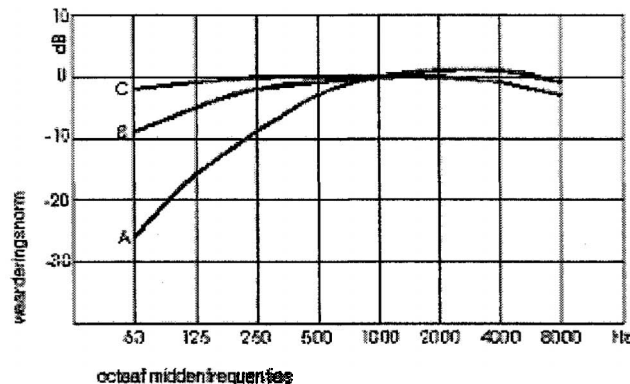
- Met een propeller: door de luchtsnelheid gaat deze draaien en kan je de snelheid aflezen. Ze zijn kwetsbaar voor verontreiniging.
- De Pitot-buis: deze is gebaseerd op verschil in drukmeting, het meet namelijk de dynamische en statische druk. Het voordeel hier is dat de Pitot-buis ook werkt bij grote snelheden. Het kan ideaal worden toegepast bij proeven waarbij je een onderdruk creëert.
- Hittedraad systeem: het toestel heeft 2 draden (waarvan 1 geïsoleerd). De luchtstroom zal het kale draad afkoelen, de geïsoleerde draad blijft zijn temperatuur behouden. Uit de verhouding van beide temperaturen zal de luchtsnelheid kunnen worden afgeleid. Deze is zeer geschikt voor lage snelheden.

Geluid meting

Wanneer de veranderingen in de atmosferische druk snel **verlopen** (vanaf 16 x per seconde), kan ons oor het waarnemen. Het aantal drukwisselingen per seconde wordt de frequentie genoemd. Frequentie wordt in Hertz (Hz) uitgedrukt. Het menselijk oor neemt trillingen waar van 16 tot 20.000 Hz. Hoog-frequent geluid wordt ervaren als piepen of fluiten en laag-frequent geluid als brommen.

Geluid onderscheiden we niet alleen in hard en zacht, hoog en laag, maar ook in hinderlijk en niet-hinderlijk. Of geluid hinderlijk is hangt van de luidheid en de frequentie af.

Om de sterkte van het geluid te kunnen vaststellen wordt een geluidsmeter gebruikt. Bij geluidsmetingen wordt vaak gebruik gemaakt van een elektronisch filter een zogenaamd A-filter. De sterkte van het geluid wordt daarom niet weergegeven in dB maar in **dB(A)** deze geeft namelijk een direct verband met de gevoeligheid van de menselijke waarneming. In de onderstaande grafiek is bij de letter **A** de A weging van een frequentie af te lezen. In de daarop volgende tabel is aangegeven hoe dan de **dB(A)** uitgerekend wordt.



(Figuur: 6 Grafiek geluidswaarderingnorm)

Hz	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
dB	72	51	53	49	48	42	39	44
A	-26	-16	-9	-3	0	+1	+1	+1
Resulteert								
dB(A)	46	35	44	46	48	43	40	45

Stof meting

Gezondheidsklachten zoals last van hoofdpijn, irritatie, duizeligheid of bijvoorbeeld lusteloosheid kunnen worden veroorzaakt door stof of micro-organismen. Meestal gaat het om een combinatie van deze factoren. Onzichtbare vervuiling na brand en wateroverlast (roet, schimmelvorming) kan eveneens voor veel overlast en gezondheidsproblemen zorgen.

Met stofbelastingsmetingen kan worden vastgesteld wat voor soort en hoeveel stof er is. Deze metingen worden uitgevoerd met behulp van een luchtpomp. Een gecontroleerde hoeveelheid lucht wordt via een filter door een gekalibreerde pomp aangezogen. Analyse van de meting vindt plaats in een laboratorium.

Ook met behulp van een endoscoop worden luchtkanalen geïnspecteerd. Aard, omvang en **locatie** van verontreinigingen worden geregistreerd en **zonodig** vastgelegd met fotoapparatuur. Bij uitgebreide luchtkanaalinspecties wordt een rijdende camera gebruikt die gekoppeld is aan een videosysteem. Op deze manier is het mogelijk om een luchtkanaal in een korte tijd te inspecteren en op videoband vast te leggen. Wanneer een werkplekonderzoek wordt uitgevoerd onder de normale dagelijkse omstandigheden hoeven er geen extra veiligheid of andere maatregelen ten behoeve van het onderzoek genomen te worden.

Stof en micro-organismen in de lucht:

In de loop der jaren vervuilen luchtbehandelingsystemen. Stof, micro-organismen, schimmels en gisten passeren de filters en zetten zich af in de installatie en luchtkanalen. Stofdeeltjes conglomereren en bevatten bacteriën, die worden meegevoerd met de ventilatielucht. Deze komen via de luchttoevoerroosters terecht in de op het systeem aangesloten ruimten.

Schone ruimten:

Stof **en/of** micro-organismen zijn bijzonder schadelijk. Speciaal in 'afgesloten geconditioneerde' **werkrumten** zoals: operatiekamers, computerzalen, laboratoria, lakspuitstraten en ruimten voor foto- en filmproductie kunnen gebouwgebruikers hier hinder van ondervinden. In schone ruimten wordt onderzocht of deze aan internationale kwalificaties voldoen en deze worden gecontroleerd en bewaakt aan de hand van de NEN-EN-ISO 14644.

Stofonderzoek spitst zich hoofdzakelijk toe op de volgende materialen:

- koolstof
- kristallijn materiaal
- insecten
- corrosief materiaal
- textiel
- aluminium
- mineraalwol
- hout
- (dierlijke) fecaliën
- verf
- koper
- ijzer rubber
- messing
- brons
- plastic
- lijm
- schuimplastic
- huidschilfers
- polyester
- papier
- synthetische vezels
- haar
- organisch materiaal
- vet
- magnetische deeltjes
- roet

Lichtsterkte meting

Goede verlichting bewerkstelligt een omgeving waarin mensen in staat zijn deze omgeving en haar componenten goed te zien en zich hierin veilig te bewegen. Daarnaast is goede verlichting van groot belang om verschillende werkzaamheden efficiënt, accuraat en veilig te kunnen uitvoeren zonder dat hierbij onnodige vermoeidheid of discomfort optreden. De verlichting van een ruimte kan verzorgd worden door daglicht, elektrisch licht of een combinatie hiervan. De eisen voor verlichting van een ruimte zijn vastgelegd in de ISO 8995.

De lichtsterkte is de hoeveelheid licht die de lichtbron of een verlicht vlak in een bepaalde richting uitzendt. Lichtsterkte wordt uitgedrukt in candela wat in het Latijns kaars betekent. Een candela is ook de lichtsterkte die een gewone kaars uitzendt. Dit is vroeger zo bepaald toen men nog geen lampen had en kaarsen dus een vanzelfsprekende manier waren om lichtsterkte mee aan te duiden.

De lux (symbool lx) is de SI-eenheid van verlichtingssterkte: 1 lux is de verlichtingssterkte voortgebracht door 1 candela op een oppervlak loodrecht op de lichtstralen, op een afstand van 1 meter van de bron.

Hieronder ziet u een overzicht van de lichtsterkte die in kantoorruimtes gehanteerd zouden moeten worden. Grote afwijkingen betekent in de meeste gevallen een negatief effect op het welzijn van de mensen en de geleverde prestaties.

Taak of activiteit	Em [lux]	UGRL	Ra
Vullen, kopiëren, rondlopen enz	300	19	80
Schrijven, typen, lezen, data vervaardigen	500	19	80
Technisch tekenen	750	16	80
CAD werkstation	500	19	80
Conferentie- en vergaderruimtes (Verlichting moet bedienbaar zijn)	500	19	80
Receptiedesk	300	22	80
Archief	200	25	89

UGRL = De maximaal toelaatbare ontwerpwaarde van de genormaliseerde verblindingsgraad voor de verlichtingsinstallatie.

Ra = De ondergrens van de kleunveergave-eigenschappen.

De comfort en klimaat meting kunnen onder andere bij de volgende toepassingen worden uitgevoerd.

- temperatuurmetingen in oppervlakten, ruimten
- controle air-conditioning en luchtverwarmers
- controle klimaatinstallaties
- klimaatmetingen voor arbeidsomstandigheden
- cleanrooms
- laboratoria

2.3 Met welke wet- en regelgeving heeft **Wolter & Dros** te maken

De NDO technieken die voor **Wolter & Dros** geschikt zijn zullen toepasbaar moeten zijn binnen de wet-regelgeving waarmee de organisatie werkt. Daarom is het belangrijk helder te krijgen met welke wet- en regelgeving **Wolter & Dros** te maken heeft. Deze wet- en regelgeving zijn hieronder in een tabel weergegeven en zullen in deze paragraaf verder beschreven worden.

Overzicht wet- en regelgeving		
type	veiligheid	milieu
NEN 3140	x	
NEN 1010	x	
SCIOS	x	x
BEES A & B		x
STEK	x	x
EPBD		x

2.3.1 NEN 3140

NEN 3140 is een norm waarin naar de Arbo-wet en het Arbo-besluit wordt verwezen. Deze norm stelt eisen aan de veiligheid en het gebruik van elektrische **installaties**.

Zowel bij het gebruik van, als het werken aan elektrische installaties bestaat er een risico op letsel; letsel veroorzaakt door een elektrische schok, elektrische verbranding, vlambogen of door brand of explosie die uit elektrische energie ontstaat. Het doel van de NEN 3140 is om algemene eisen voor de veilige bedrijfsvoering van, en werkzaamheden aan, met of nabij elektrische installaties weer te geven.

NEN 3140 bestaat in principe uit drie onderwerpen:

- Elektrische installaties moeten veilig te gebruiken zijn
- Elektrische apparaten moeten veilig te gebruiken zijn
- Personen die aan **en/of** in de omgeving van elektrische installaties werken moeten **geïnstrueerd** zijn omtrent de veiligheid

Elektrische installaties

Om veilig gebruik van elektrische installaties te waarborgen schrijft NEN 3140 voor dat elektrische installaties periodiek moeten worden **geïnspecteerd**. De inspectie bestaat uit een **visuele** inspectie en uit een inspectie door meting en beproeving. De inspectie die beschreven is in NEN 3140 geldt voor bestaande installaties. Nieuwe installaties moeten worden **geïnspecteerd** volgens NEN 1010. Een inspectie mag uitgevoerd worden door **minimaal** een 'vakbekwaam persoon'. Deze persoon heeft kennis van elektrotechniek op minimaal VMBO energietechniek en heeft kennis van de NEN 3140 en NEN 1010 voorschriften.

Vakbekwaam persoon:

- Lagere elektrotechnische opleiding
- Instructie Veilig werken aan laagspanningsinstallaties of gelijkwaardige
- Ervaring in de elektrotechniek
- Schriftelijk aangewezen

Elektrische apparaten

Om elektrische apparaten, verlengsnoeren, etcetra veilig te kunnen gebruiken schrijft NEN 3140 een periodieke inspectie van de zogenaamde elektrische **arbeidsmiddelen** voor. De inspectie omvat een visuele inspectie en een inspectie door meting en beproeving. Deze inspectie mag worden uitgevoerd door minimaal een 'voldoende onderricht persoon'. Deze persoon hoeft geen elektrotechnische achtergrond te hebben maar weet wel hoe hij elektrische apparaten en dergelijke moet keuren.

Voldoende onderricht persoon:

- Geen elektrotechnische opleiding
- Instructie Veilig werken aan laagspanningsinstallaties of gelijkwaardige
- Kennis van gevaren op elektrotechnische gebied
- Schriftelijk aangewezen

Instructie van personen

Personen die aan en in de omgeving van elektrische installaties werken moeten periodiek worden **geïnstrueerd** over de gevaren die ze tegen kunnen komen. Deze **veiligheidsinstructie** geldt zowel voor elektrotechnisch werkzame als niet-elektrotechnisch werkzame personen. De instructie moet betrekking hebben op het elektrische gevaar waaraan de personen bij hun werkzaamheden bloot staan. Dit geldt voor elektrotechnisch werk maar ook voor niet elektrotechnisch werk.

2.3.2 SCIOS

Inspectie en onderhoud volgens SCIOS

SCIOS staat voor Stichting Certificering voor Inspectie en Onderhoud aan Stookinstallaties. Deze regeling geldt voor de stook- en verwarmingsinstallaties met een nominale belasting groter dan 130 kW (op b.w.) Veiligheid, bedrijfszekerheden een laag energieverbruik waarbij het milieu minimaal wordt belast, zijn voor stook- en verwarmingsinstallaties zeer belangrijk. Goed onderhoud en een regelmatige inspectie van de installaties waarborgen dit.

Onder stook- en verwarmingsinstallaties wordt verstaan:

- Atmosferische verwarmingsketels en luchtverhitters
- **Stoom-** en heetwaterketels
- Verbrandingsmotoren en gasturbines
- Bijzondere **industriële** installaties

Voor stook- en verwarmingsinstallaties met een nominale belasting groter dan 130 kW (op b.w.) geldt volgens de SCIOS een **onderhouds-** en inspectieplicht, waarvan de eigenaar **verantwoordelijk** voor is.

Deze verplichting bestaat uit:

- Een eerste inspectie bij in gebruikname (EBI)
- Periodiek onderhoud (PO) 1x per jaar
- Periodieke inspectie (PI) 1x per 2 jaar
- Rapportage via een logboek

Eerste Bijzondere Inspectie (EBI)

Hierbij wordt gecontroleerd of een (nieuw) geplaatst toestel zodanig is opgesteld en ingeregeld dat het geheel voldoet aan de geldende **veiligheids-** en milieueisen. **Zonodig** worden toestellen en de ruimte na aanpassing opnieuw gecontroleerd. De afstelgegevens en relevante documentatie worden vastgelegd in een zogenaamd basisverslag dat bij het toestel wordt bewaard of op een andere plek waar de eigenaar er direct over kan beschikken.

Periodiek Onderhoud (PO)

De jaarlijks verplichte noodzakelijke onderhoudswerkzaamheden worden verricht volgens de in het basisverslag vastgelegde instructies en aanwijzingen (waaronder relevante voorschriften van de fabrikant van het toestel). De verrichte werkzaamheden en gedane bevindingen worden in een onderhoudsrapport vastgelegd en bij het toestel achtergelaten of naderhand met de onderhoudsverklaring toegestuurd naar de opdrachtgever.

Periodieke Inspectie (PI)

Afstelinrichtingen en beveiligingen worden tweejaarlijks aan de hand van het basisverslag gecontroleerd en zo nodig nagesteld om de goede en veilige werking van het toestel weer op peil te brengen zoals dat was bij de in gebruikname ervan. Ook hiervan worden de verrichte werkzaamheden en gedane bevindingen in een inspectierapport vastgelegd en bij het toestel achtergelaten of naderhand toegestuurd naar de opdrachtgever.

De regeling schrijft voor dat de **inspectie-** en onderhoudswerkzaamheden worden verricht door gecertificeerde bedrijven. Wolter en Dros is SCIOS-gecertificeerd voor de scope's 1, 2, 3 en 5 **toestelcategorieën** deze zijn gegroepeerd in een zestal scopes (specifieke werkgebieden):

- Scope 1
Atmosferische verwarmingsketels en luchtverhitters:
 - woon- en verblijfsgebouwen;
 - zorgsector;
 - kerken;
 - vrijstaande luchtverhitters

- Scope 2
Ventilatorbranders op warmwaterketels en luchtverhitters voor:
 - woon- en verblijfsgebouwen;
 - gebouwen voor onderwijs en opleidingen;
 - zorgsector;
 - kerken;
 - tuinbouw; hiertoe worden tevens ovens met een standaard ventilatorbrander gerekend.(Heetwaterketels, stoomketels vallen onder de categorie van scope 3 en luchtverhitters (direct gestookte systemen) vallen onder de categorie van scope 5).
- Scope 3
Stoom- en heetwaterketels
- Scope 4
Verbrandingsmotoren en gasturbines (*Wolter en Dros is voor deze scope niet gecertificeerd*)
- Scope 5
Bijzondere industriële installaties
 - ovens;
 - fornuizen in de procesindustrie;
 - drooginstallaties;
 - naverbranders;
 - luchtverhitters;
 - stookinstallaties (niet standaard)
- Scope 6
NOx-metingen (Wolter en Dros is voor deze scope niet gecertificeerd)

2.3.3 STEK

Inspectie en onderhoud volgens STEK

STEK staat voor: **ST**ichting **E**rkenningsregeling voor de uitoefening van het Koeltechnisch **i**nstallatie**e**ndrijf. Dit is een stichting die bedrijven erkend voor de verrichting van koeltechnisch werkzaamheden.

Koel- en vries- en airconditioneringsinstallatie bevatten vaak de koudemiddelen CFK, HCFK of HFK welke de ozonlaag aantasten en bijdragen aan het broeikaseffect.

De milieuregelgeving is sinds 1 januari 2001 aangescherpt. De belangrijkste veranderingen zijn:

- Installatie-, service- en onderhoudswerkzaamheden mogen alleen uitgevoerd worden door STEK-erkende installateurs.
- Het is niet toegestaan CFK's te gebruiken bij **servicewerkzaamheden** aan bestaande installaties.
- Het is niet toegestaan nieuwe installatie te installeren met HCFK-houdende koudemiddelen.
- Nieuwe en bestaande installaties moeten voldoen aan de Regeling Lekdichtheidsvoorschrift Koelinstallaties.
- Verplichte aanwezigheid van een logboek bij installaties met een koudemiddelinhoud groter dan 3 kg.
- Periodieke inspecties en onderhoud aan de installaties.

De eigenaar van de installatie is verantwoordelijk voor deze naleving van deze regelgeving. **Wolter en Dros** is een STEK-gecertificeerde installateur.

2.3.4 BEES A en B

Bees staat voor 'Besluit emissie-eisen stookinstallaties'. In Bees A en Bees B zijn emissie-eisen opgenomen voor de uitstoot van stikstofoxiden (NO), zwaveldioxide (SO₂) en stof afkomstig van de stookinstallaties met een vermogen van 0,9 MW of meer.

Naast Bees B is er ook Bees A deze is over het algemeen van toepassing bij grotere installaties zoals elektriciteitsproductiebedrijven, raffinaderijen en grote chemische bedrijven. Bees B geldt voor de overige categorieën. De besluiten zijn van toepassing op ketels, gasturbine **installatie(s)**, en zuigermotoren. In de meeste gevallen betreft het de grote verwarmingsketels en warmtekrachtinstallaties die worden toegepast in de glastuinbouw, de industrie en bij grote kantoorgebouwen of ziekenhuizen.

Op grond van het Bees B geldt naast de verplichting om aan de emissie-eis te voldoen, ook een verplichting om een meting uit te voeren. Uit de meting zal blijken of er aan de emissie-eis is voldaan. Bij de metingen wordt er onderscheid gemaakt tussen continue en afzonderlijke metingen.

Continue meting

Slechts in één geval is continue meting op grond van Bees B verplicht. Het gaat hier om de situatie waarbij in een gasturbine of gasturbine-installatieter bestrijding van de uitstoot van NO_x injectie van water of stoom wordt toegepast.

Afzonderlijke meting

Een afzonderlijke meting wordt in de meeste gevallen als voldoende gezien. Bij kolengestookte ketelinstallaties dient onderscheid gemaakt te worden in metingen van SO₂, NO_x en stof. Kolengestookte ketelinstallaties die onder Bees B vallen komen nauwelijks voor. Dus gaat het in de meeste gevallen alleen om de NO_x uitstoot.

De gehaltesbepaling van de **uistoot** staan in de volgende normen en richtlijnen beschreven:

- zwaveldioxide de norm ISO/DP 7934
- stikstofoxiden de norm NEN 2044
- stof de richtlijn NPR 2788

2.3.5 EPBD

Wat is EPBD

De Energy Performance **B**uilding Directive (EPBD) is een Europese richtlijn die gaat over energieprestaties voor gebouwen en momenteel in Europa en dus ook in Nederland wordt ingevoerd. Het doel van deze richtlijn is het bevorderen van betere energieprestaties van gebouwen in de Europese gemeenschap.

De Europese richtlijn voor energieprestaties in gebouwen bevat:

- Een methode voor de berekening van de ~~geïntegreerde~~ energieprestatie van gebouwen
- De toepassing van minimumeisen voor de energieprestatie van nieuwe gebouwen
- De toepassing van minimumeisen voor de energieprestatie van bestaande grote gebouwen die een ingrijpende renovatie ondergaan
- De energiecificering van gebouwen
- De regelmatige keuring van c.v.-ketels en airconditioningsystemen in gebouwen en een eenmalige totale keuring van verwarmingsinstallaties waarvan de ketel ouder is dan vijftien jaar.

Vanaf het moment van publicatie (**4** januari 2003) hebben de lidstaten maximaal **6** jaar de tijd om de richtlijn te implementeren en uit te voeren en moet uiterlijk 1 januari 2009 door alle Europese landen ingevoerd zijn. Deze periode van 6 jaar is opgesplitst in 2 gedeelten: maximaal 3 jaar voor de werkelijke implementatie en (indien aantoonbaar noodzakelijk) 3 jaar extra zodat de benodigde activiteiten ter voorbereiding voor verplichte keuringen en certificeringen kunnen worden uitgevoerd.

Voor **Wolter** en **Dros** is het belangrijk de Europese richtlijnen goed te volgen en bij te houden. Zodat men kan inspelen op nieuwe ontwikkelingen van de EPBD.

Vorderingen met de invoering van **de EPBD** in Nederland

In Nederland is besloten dat in 2006 oude gebouwen het label moeten hebben bij verkoop, verhuur of een ingrijpende verbouwing. Vanaf 2007 moeten alle nieuwe gebouwen aan de richtlijn voldoen.

Energieprestatieadviezen (**EPA's**) die vóór januari 2007 zijn uitgebracht, gelden nog tien jaar als officieel energielabel.

Nederland voldoet al aan een aanzienlijk deel van de richtlijn. De invoering van de resterende onderdelen brengt hoge administratieve lasten met zich mee. Daarom heeft men besloten om de richtlijn niet op korte termijn in te voeren. Nederland onderzoekt hoe de verdere implementatie van de richtlijn gecombineerd kan worden met andere maatregelen ter stimulering van een betere energieprestatie van gebouwen. Nederland zal uiterlijk 1 januari 2009 voldoen aan alle verplichtingen van de richtlijn.

Nederland moet de volgende onderdelen nog invoeren:

- Het overleggen van een energieprestatiecertificaat bij bouw, verkoop en verhuur van gebouwen. Periodieke inspectie van:
- cv-ketels met een vermogen van 20-100 kW die werken op kolen en olie
- cv-ketels met een vermogen van meer dan 20 kW die ouder zijn dan vijftien jaar
- Airconditioninginstallaties met een koelvermogen van meer dan 12 kW.

Voor de afdeling **NDO** techniek zijn de periodieke inspecties, die Nederland nog moet invoeren, een mooie mogelijkheid om in de toekomst op te nemen in hun meetafdeling.

Nieuwe gebouwen

Voor nieuwe gebouwen gebouwd vanaf 2007 met een bruikbaar vloeroppervlak van meer dan 1.000 m² moet de technische, milieutechnische en economische haalbaarheid van alternatieve systemen worden nagegaan, voordat met de bouw wordt begonnen. Denk daarbij aan systemen zoals, stads-blokverwarming of -koeling en warmtepompen.

Bestaande gebouwen

De **minimum-eisen** voor de energieprestatie gelden niet alleen voor nieuwe gebouwen, maar ook voor bestaande gebouwen met een totaal bruikbaar vloeroppervlak van meer dan 1000 m², die vanaf 2006 een ingrijpende renovatie ondergaan. Ingrijpend wil zeggen dat de totale geplande renovatiekosten meer dan 25 procent van de waarde van het gebouw bedragen.

Bij verkoop of verhuur van een gebouw vanaf 2006 dient de eigenaar een energieprestatiecertificaat te verstrekken. Het certificaat, dat maximaal 10 jaar oud mag zijn, geeft inzicht in de kwaliteit van de energieprestatie van het gebouw en bevat aanbevelingen voor verbeteringen van de energieprestatie. De energieprestatiekwaliteit van gebouwen die gebouwd zijn na 1997 en van nieuw te bouwen gebouwen en woningen wordt uitgedrukt in de EPC.

Voor oudere gebouwen is deze score gerelateerd aan de **EnergieIndex**. Deze zal voor bepaling van de Energieindex de EPA-W voor woningen en de EPA-U voor utiliteit als verplichte bepalingsmethode gaan gelden.

EPA-W (EnergiePrestatieAdvies-Woningbouw)

Een **EnergiePrestatieAdvies** geeft inzicht in de huidige energieprestatie van een woning en van de mogelijkheden om energie te besparen. Tevens wordt een overzicht gegeven van de kosten en baten van energiebesparende en duurzame maatregelen. De EPA-W zal verplicht worden om een energiecertificaat te krijgen zoals geëist in de Europese **wet-** en regelgeving.

EPA-U (EnergiePrestatieAdvies-Utiliteit)

Dit is een **EnergiePrestatieAdvies** voor de Utiliteitsbouw. Met deze methode wordt het energiegebruik van het pand geanalyseerd. Op basis van de uitkomsten krijgt het gebouw een label of index. De EPA-U zal verplicht worden om het energiecertificaat te krijgen zoals geëist vanuit de Europese **wet-** en regelgeving. EPA voor de utiliteitsbouw is nog in voorbereiding.

Uitzonderingen

Een aantal categorieën gebouwen kunnen buiten deze richtlijn worden houden:

- **Officieel** beschermde gebouwen en monumenten
- Gebouwen die worden gebruikt voor erediensten en religieuze activiteiten
- Tijdelijke gebouwen die in principe niet langer dan twee jaar gebruikt worden, industriepanden, werkplaatsen en sommige niet voor bewoning bestemde gebouwen van landbouwbedrijven
- Woongebouwen die in principe minder dan vier maanden per jaar gebruikt worden (zoals recreatiewoningen)
- Alleenstaande gebouwen met een totaal bruikbaar vloeroppervlak van minder dan 50 m².

2.4 Conclusie NDO technieken en regelgeving

De uitgewerkte NDO methoden zijn betrouwbare en goed toepasbare technieken voor **Wolter & Dros**. Deze kunnen hoge onderhoudskosten en machine stilstand voorkomen. Ook binnen de **wet-** en regelgeving waar **Wolter & Dros** mee te maken heeft zijn deze toe te passen.

Het is duidelijk dat niet alle technieken even eenvoudig zijn toe te passen. In het volgende deelonderzoek zal worden gekeken naar de toepasbaarheid van de **NDO** technieken bij **Wolter & Dros**.

Een **belangrijk** aandachtspunt is dat Nederland uiterlijk 1 januari 2009 zal moeten voldoen aan alle verplichtingen van de EPBD richtlijn. Daarom is het belangrijk dat **Wolter & Dros** op de hoogte is van deze richtlijn. Op dit moment is nog niet bepaald wat er precies in deze richtlijn zal worden vastgesteld. Wanneer dit duidelijk is zou het verstandig zijn hier zo snel mogelijk op in te springen zodat er een voorsprong op de concurrentie behaald kan worden. Dit kan een groot voordeel voor **Wolter & Dros** opleveren.

3 Deelonderzoek 2: Inventarisatie toepasbaarheid NDO technieken

3.1 Inleiding

In dit deelonderzoek wordt er verder ingegaan op de toepasbaarheid van de geselecteerde NDO technieken. Door middel van een inventarisatie van projecten en contracten wordt duidelijk waar en hoe vaak de technieken toepasbaar **zullen** zijn. Uiteindelijk zal door een SWOT- analyse per geselecteerde NDO techniek **de** voor- en nadelen van de technieken duidelijk worden.

3.2 Inventarisatie projecten

Voor de inventarisatie van de projecten is het belangrijk om iedere soort projectvorm te behandelen. Daarom wordt van iedere soort projectvorm er één uitgelicht en als voorbeeld uitgewerkt. Op deze manier ontstaat er een beeld over welke NDO technieken bij de soorten projecten toe te passen zijn. Bij **deze** projecten wordt gekeken hoeveel van deze projecten er zijn en wat voor installaties er staan. Verder wordt er nog gekeken naar eventuele nieuwe mogelijkheden voor het uitvoeren van metingen bij nieuwe opdrachtgevers.

3.2.1 Frequentie van de soorten projecten

Om duidelijk te krijgen hoe vaak de NDO technieken kunnen worden toegepast zal het eerst duidelijk moeten worden in wat voor **aantallen** de verschillende soorten projectvormen voorkomen. Het is echter niet mogelijk om van de 14 vestigingen van **Volter** en Dros inzicht in alle projecten te krijgen. Dit komt doordat de vestigingen niet allemaal een duidelijke inventarisatie hebben van de projecten waar ze zich mee bezig houden. Daarom is er na contact met de vestigingen een globale schatting van de aantallen van de projectvormen gemaakt (zie de tabel hieronder). Hiermee zal verderop in dit verslag ook het aantal te verwachten metingen per NDO techniek bepaald worden bij de verschillende projectvormen.

Projectvorm	Voorbeelden	Aantal projecten
Utiliteit	kantoren, winkels, musea etc.	1100
Infrastructuur	Tunnels, bruggen	7
Energie omzetting	Warmtekrachtkoppeling (centrales)	31
Industrie		72
Gezondheidszorg	ziekenhuis, laboratorium etc.	35
Woningbouw	Woningen	n.v.t.

3.2.2 Welke NDO technieken zijn toepasbaar bij de projecten

Om een goede schatting van de verschillende soorten **installaties/** componenten bij iedere projectvorm te krijgen is er per projectvorm één uitgelicht en als voorbeeld uitgewerkt. Op deze wijze ontstaat er een beeld over welke NDO technieken bij de soorten projectvormen toepasbaar zijn en duidelijk wordt hoe vaak de technieken toe te passen zijn.

Deze schatting is gedaan aan de hand van de inventarisaties van de projecten. Deze zijn door middel van randvoorwaarden gefilterd zodat de voor de NDO technieken interessante **installaties/** componenten overbleven. Deze zijn vervolgens in een Excel sheet geplaatst waarin is aangegeven welke technieken bij de installaties1componenten toe te passen zijn. Er ontstaat dan een beeld hoe vaak bepaalde technieken bij een projectvorm toe te passen zijn.

Als laatste is dit vermenigvuldigd met het aantal projecten per projectvorm en overzichtelijk in een cirkeldiagram weergegeven. In de bijlage VIII (Uitgewerkte projecten) zijn de hieronder vermelde uitgewerkte projecten nog te vinden:

Projectvorm	Uitgewerkt voorbeeld project
Utiliteit	Rabo Facet Zeist
Infrastructuur	De Westerscheldetunnel
Energieomzetting, Warmtekrachtcentrale	WKC Oosterheem te Zoetermeer
Industrie	(zie beschrijving industrie)
Gezondheidszorg	Ziekenhuis Hilversum
Woningbouw	n.v.t.

Randvoorwaarden

- Per NDO techniek is bekeken of deze toepasbaar is en of deze ook werkelijk wordt toegepast op de componenten (bijvoorbeeld niet op een deurklink of toiletbril).
- Wanneer het uitvoeren van een meting op een component duurder is dan het vervangen van het component gaat de voorkeur uit naar vervangen bij falen.
- Meerdere parallel geschakelde componenten zijn minder belangrijk omdat het proces dan niet verstoord wordt of stilvalt
- **WAARSCHUWING:** Er is geen selectie gemaakt op cruciale componenten wat betreft veiligheid milieu, of als het belangrijk is een bepaalde kwaliteit te handhaven. Doordat in de inventarisatie niet altijd staat aangegeven waar de componenten voor bedoeld zijn wordt er maar een gering inzicht verkregen in het proces, waardoor hier geen rekening mee gehouden is. Bijvoorbeeld bij zeer kleine pompen is het uitvoeren van een meting duurder dan het vervangen van de pomp dan gaat de voorkeur uit naar vervangen bij falen. Een kleine chloorpomp levert echter, als hij gaat lekken, een veiligheid en milieu risico op. Dit kan ook weer invloed hebben op de kwaliteit van het proces. Omdat deze echter gewoon als een kleine pomp in de inventaris staat is dat niet vast te stellen. **Deze** componenten moeten per project bepaald worden en hun eigen onderhoudsschema krijgen.

Utiliteit

Hieronder vallen onder andere kantoren, scholen en musea. Het voorbeeld hiervan is het Rabo Facet Zeist (gebouw paars + energiegebouw). Bij dit soort projecten zullen de technieken die toepasbaar zijn zich vooral richten op thermografie aan de elektrische en mechanische systemen. Trillingsanalyses op alle roterende componenten zoals de ventilatoren, pompen, lagers en elektromotoren. Isolatieweerstand meting aan elektromotoren en comfortmetingen ten behoeve van het klimaatbeheersysteem.

Infrastructuur

In de infrastructuur heb je onder andere tunnels zoals het voorbeeld de Westerscheldetunnel. Bij deze projecten is een belangrijk aandachtspunt de ventilatie. Tunnelventilatie wijkt sterk af van "normale" utiliteitsinstallaties wat betreft de veiligheidseisen. Dit komt vooral door de beperkte vluchtroutes, de grote productie van uitlaatgassen en potentiële giftigheidsbronnen (vervoer van gevaarlijke stoffen) Daarom worden in een tunnel hoge eisen gesteld aan de veiligheidsinstallaties.

Bij dit soort projecten zullen de technieken die toepasbaar zijn dan ook vooral gericht zijn op thermografie aan de elektrische en mechanische systemen. Trillingsanalyses zijn toepasbaar op alle roterende componenten zoals de ventilatoren, pompen, lagers en elektromotoren. Isolatieweerstand meting is toepasbaar op alle elektromotoren. De lichtsnelheid meting (verwerkt in de comfort en klimaat meting) is toepasbaar ten behoeve van het ventilatiesysteem.

Energieomzetting: warmtekrachtkoppeling ■ stadsverwarming

Een project met een warmtekrachtkoppeling bij **Wolter** en **Dros** is de WKC Oosterheem te Zoetermeer. Hier staan vier **industriële** vlampijpketels en twee WKK- installaties die door middel van het verbranden van brandstof warmte en elektriciteit (kracht) produceren. Een goed toepasbare NDO techniek op de ketel en WKK- installatie is rookgasanalyse waarmee de toestand van deze installaties kan worden beoordeeld. Andere NDO technieken die bij zulke projecten toepasbaar zijn, zijn: olieanalyse aan de WKK- installatie, thermografie aan de elektrische en mechanische systemen, trillingsanalyses op alle roterende componenten zoals de ventilatoren, pompen, lagers en elektromotoren. Isolatieweerstand meting aan alle elektromotoren. En eventueel endoscopie voor de inspectie van de verschillende componenten bijvoorbeeld het binnenwerk van de vlampijpketels.

Industrie

Momenteel wordt door **Wolter & Dros** alleen de klimaattechnische installaties bij deze projecten verzorgd. Deze klimaatinstallaties verschillen niet veel van de klimaatinstallaties in de utiliteit. Het vermogen is in de meeste gevallen wel stukken groter. De meetaantallen verschillen daarom niet bijzonder veel met die van de utiliteit. Daarom hebben we de meetaantallen van de industrie vastgesteld aan de hand van de meetaantallen van de utiliteit.

In de toekomst wil **Wolter & Dros** zich wel meer gaan richten op deze sector om naast de klimaattechnische installaties ook andere grotere en zwaardere industriële installaties te gaan verzorgen.

Gezondheidszorg

In de gezondheidszorg heb je ziekenhuizen en laboratoria hierin komen veelal cleanrooms voor. De eisen die aan een cleanroom worden gesteld zijn in internationale normen opgesteld waarin de zuiverheid van de lucht wordt vastgelegd. Naast het aantal deeltjes en de grootte daarvan wordt ook de luchtsnelheid, temperatuur en luchtdruk omschreven. Deze grootheden kunnen door middel van comfortmetingen worden gemeten en geanalyseerd. Het voorbeeld project in de gezondheidszorg is het ziekenhuis Hilversum. Er zijn ook andere metingen die kunnen worden uitgevoerd zoals thermografie op de elektrische en mechanische systemen, **trillingsanalyses** op roterende componenten zoals de ventilatoren, pompen, lagers en elektromotoren en isolatieweerstandmeting aan elektromotoren.

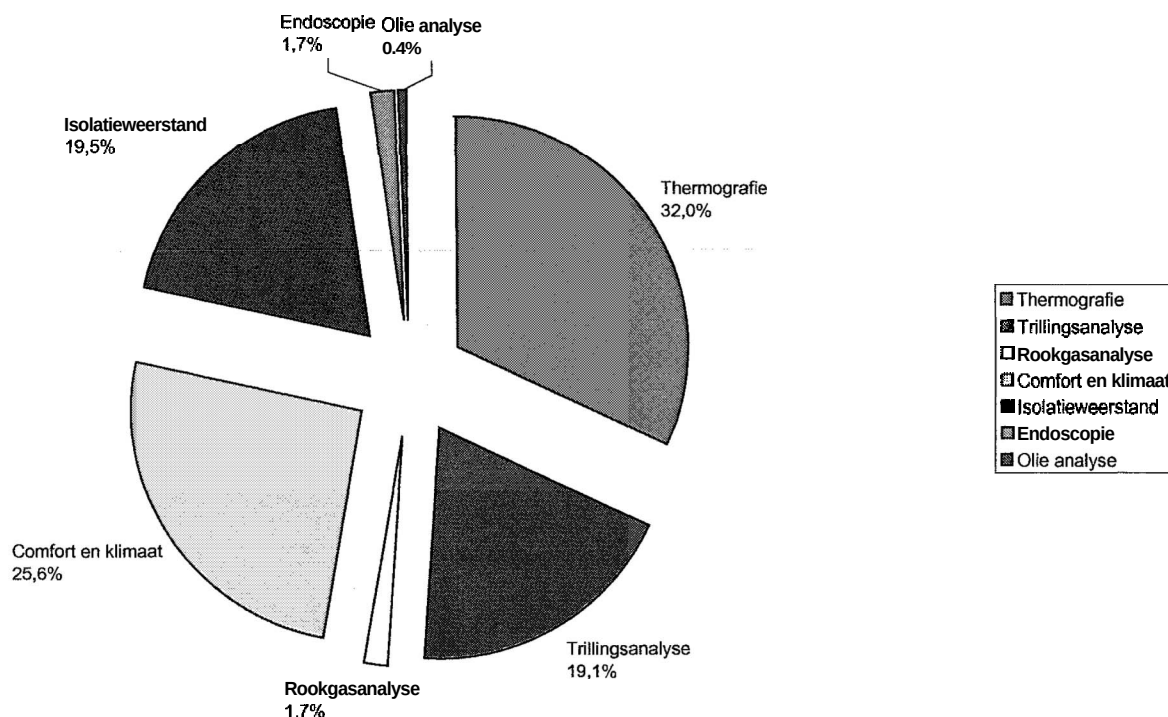
Woningbouw

Onder woningbouw vallen woningen en flats (appartementencomplexen).

In de praktijk zal er in de woningbouwsector momenteel weinig vraag zijn naar de **NDO** technieken vanwege de hoge kosten. Dit komt doordat woningen een jaarlijks vastgesteld onderhoudsbudget hebben waarbij de kosten van de **NDO** technieken in verhouding velen malen hoger liggen. Het kan natuurlijk wel voorkomen dat er een enkele keer vraag is naar een **NDO** techniek. Dit zal gebeuren wanneer er een probleem ontstaat waar de woningbouw zelf niet uitkomt en ze er een **NDO** specialist bij betrekken. Omdat dit **echter** niet vaak voor zal komen is dit aantal metingen te verwaarlozen en zal het aantal metingen uit deze sector niet meegenomen worden in **het financiële plan**.

Cirkeldiagram over de toepasbaarheid van de NDO technieken

Ter verduidelijking is hieronder in een cirkeldiagram de toepasbaarheid van de **NDO** technieken in percentages weergegeven. Dit overzicht is verkregen door middel van de informatie die uit de uitgewerkte projectenvormen naar voren gekomen zijn. Hieruit blijkt hoe vaak een bepaalde **NDO** techniek gebruikt kan worden. Door deze te vermenigvuldigen met het aantal projecten, ontstaat er een duidelijk beeld over de toepasbaarheid van de **NDO** technieken.



(Figuur: 7 Cirkeldiagram over de toepasbaarheid van de NDO technieken)

3.2.3 Mogelijkheden tot extra projecten

Naast het toepassen van de technieken bij contracten van bestaande projecten is het natuurlijk ook mogelijk extra projecten/opdrachten uit te voeren doordat **Wolter & Dros** een bredere aanbieder van expertise heeft. Onder bestaande projecten worden alle projecten gerekend die bij **Wolter & Dros** vestigingen verzorgd worden. Daardoor wordt het voor de NDO afdeling mogelijk metingen te verrichten ten behoeve van alle **Wolter & Dros** vestigingen. Dit is mogelijk doordat bij bestaande projecten meetverplichtingen opgenomen zijn, bepaald door de opdrachtgevers. Deze meetverplichtingen hoeven in de toekomst niet meer uitbesteed te worden, maar kunnen door **Wolter & Dros** zelf gemeten worden. Onder de woningen vallen ook flats. Bij woningen zal in de praktijk geen vraag zijn naar de NDO technieken. Maar in de flats met grotere verwarmingsinstallaties zijn de NDO technieken wel goed toepasbaar en lonend om deze uit te voeren. Bij de vraag naar de verschillende projectvormen is niet aangegeven hoeveel flats er onder de woningen vallen. Dit is wel een aandachtspunt waarin de toekomst naar gekeken moet worden. Verder is het ook mogelijk om als derde te gaan werken en de expertise van de NDO afdeling uit te besteden aan andere bedrijven buiten **Wolter & Dros**. In de industrie zijn er een hoop mogelijkheden tot het uitvoeren van NDO metingen. Naast de behandelde metingen aan de klimaattechnische installatie bijvoorbeeld aan walsen en persen of andere productie installaties. Het is alleen moeilijk om een reële schatting van de te verwachten opdrachten te maken. Het is zeker de moeite waard om hier meer inzicht in te verkrijgen, door middel van een extra onderzoek dat specifiek op de industriële installaties gericht is. Dit vanwege de grote verdiensten die hier uit te halen zijn. Andere mogelijkheden voor uitbreiding van contracten in de toekomst ontstaan, doordat de metingen goed toepasbaar zijn voor:

- Metingen voor de EPBD eisen die in 01-01-09 in werking treden
- De Arbo-wet verplicht werkgevers te zorgen voor goede arbeidsomstandigheden
- De rookgasanalyse (NO_x-meting) valt onder de SCIOS scope 6. **Wolter & Dros** is hier niet voor gecertificeerd. Om te kunnen certificeren voor scope 6 moeten de vereiste aantal verslagen worden aangetoond tijdens de audit aan de CI (certificerende instantie). Door dit uit te voeren kan in de toekomst rookgasanalyse **Wolter & Dros** extra projecten opleveren.

3.3 Contract vormen

Vaak wordt er gewerkt op basis van contracten met de bijbehorende 'service-level agreements'. Dit zijn afspraken over de technische kwaliteit en de gebruikersperceptie van de installatie. De basis contractvormen die in het algemeen voorkomen zijn:

inspectie onderhoudscontract

Hierbij zullen regelmatig controles van de installatie worden uitgevoerd en wordt aangegeven waar onderhoud noodzakelijk is.

Preventief onderhoudscontract (voor falen)

Dit is het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden op basis van een onderhoudsschema. Het voorziet alleen in het afgesproken onderhoud op de vooraf besproken frequentie. Wanneer de gevolgeffekten op de kosten en veiligheid groot zijn, gaat veelal de voorkeur uit naar preventief onderhoud.

Correctief onderhoudscontract (na falen)

Bij correctief onderhoud worden de storingen alleen opgelost wanneer ze zich voordoen. Hierbij gaat het om al die werkzaamheden die moeten worden verricht om niet goed functionerende onderdelen en/of componenten te herstellen.

Prestatie onderhoudscontract

Bij prestatie onderhoud wordt vooraf bepaald wat de conditie van de installatie is, waar de installatie aan moet voldoen en waar de installatie aan moet blijven voldoen.

⁴ Deze contractvormen kunnen in allerlei vormen en combinaties aan opdrachtgevers worden geleverd. Om de NDO technieken op te nemen in de contracten kan men denken aan de meettechnieken in de werkzaamheden als basis werk en een meetcontract. Hierbij zijn de belangrijkste aandachtspunten: de prijs per meting, de frequentie van de meting, het aantal te meten objecten en de bereikbaarheid van de te meten onderdelen.

Ook kan men de metingen opnemen als onderdeel van diverse werkzaamheden bij het onderhoud waarbij metingen aanleiding geven tot het uitvoeren van onderhoud. Doordat preventief onderhoud op de afgesproken onderhoudsfrequentie wordt gepleegd, kan men doormiddel van NDO technieken de toestand van onderdelen beter analyseren en is het mogelijk de onderhoudsfrequentie te rekken. Een voordeel hiervan is dat de metingen leiden tot een vermindering van de onderhoudskosten en een verbetering van de logistiek van het onderhoud door het Technisch Beheer.

Een andere mogelijkheid om NDO technieken op te nemen is door metingen als ad-hoc activiteit aan te bieden. Dit vereist een echte snelle actie. Hierbij zijn geen contract besprekingen nodig maar wordt er gemeten en zullen de werkzaamheden op basis van nacalculatie verrekend worden. Er is verder nog een mogelijkheid, de metingen uit te voeren ter controle van de uitgevoerde werkzaamheden, bijvoorbeeld voor eigen gebruik als borging van een te leveren kwaliteit in verband met een Bonus-Males regeling die wordt toegepast.

3.4 SWOT-analyse

Bij de SWOT-analyse (Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats) worden de belangrijkste sterke en zwakke punten van de NDO technieken benoemd, samen met de belangrijkste kansen en bedreigingen. Dit is een goede analyse om toe te passen zodat duidelijk wordt wat de voor en nadelen van de technieken zijn.

3.4.1 SWOT- analyse op thermografie

Sterke punten

- Veel verschillende toepassingsmogelijkheden
- De metingen kunnen contactloos uitgevoerd worden
- Snelle nauwkeurige metingen
- Metingen kunnen onder **spanning**/ in bedrijf uitgevoerd worden

Zwakke punten

- Duur in aanschaf
- Als er in verschillende omstandigheden gemeten moet worden zijn er dure extra's nodig
- Metingen kunnen beïnvloed worden door externe warmtebronnen
- De metingen kunnen alleen onder **spanning**/ in bedrijf uitgevoerd worden
- Onjuiste interpretatie meetgegevens mogelijk wanneer het meetbereik van de camera onjuist ingesteld staat

Kansen

- Mogelijkheid tot uitbreiding van bestaande en nieuwe onderhoudscontracten
- Mogelijkheid tot metingen ten behoeve van alle **Wolter & Dros** vestigingen en bij zusterbedrijven binnen TBI
- De metingen niet meer uitbesteden aan derden maar zelf **uitvoeren**
- Mogelijkheid tot meten als onafhankelijk deskundige voor derden
- Goed toepasbaar bij de metingen voor de EPBD eisen die in 01-01-09 in werking treden

Bedreigingen

- Bij uitlijnfouten en lagerschade geeft trillingsanalyse nauwkeurigere informatie over de toestand van de **installatie**/ componenten
- Een techniek die nog niet veel toegepast wordt en daardoor opdrachtgevers af kan schrikken
- Doordat het een opkomende techniek is kan er in de toekomst meer concurrentie worden verwacht

3.4.2 SWOT- analyse op rookgasanalyse

Sterke punten

- Optimale afstelling mogelijk waardoor een hoger rendement
- Door optimale afstelling minder schadelijke stoffen, dit is beter voor het milieu
- Snelle controle van de werking van de installatie
- Metingen kunnen onder **spanning**/ in bedrijf uitgevoerd worden
- Geen alternatieve technieken toepasbaar
- Op grond van het Bees B geldt de verplichting om aan de emissie-eis te voldoen

Zwakke punten

- Lage meetfrequentie tussen de metingen en per **project**
- De metingen kunnen alleen onder **spanning**/ in bedrijf uitgevoerd worden

Kansen

- Mogelijkheid tot uitbreiding van bestaande en nieuwe onderhoudscontracten
- Mogelijkheid tot metingen ten behoeve van **alle Wolter & Dros** vestigingen en bij zusterbedrijven binnen TBI
- Mogelijkheid tot meten als onafhankelijk deskundige voor derden
- De metingen niet meer uitbesteden aan derden maar zelf uitvoeren
- Goed toepasbaar bij de metingen voor de EPBD eisen die in 01-01-09 in werking treden
- De **NO_x-meting** valt onder de SCIOS scope 6. **Wolter & Dros** is hier niet voor gecertificeerd, maar door het uitvoeren van rookgasanalyse kan men in de toekomst met deze scope uitbreiden

Bedreigingen

- Veel concurrentie

3.4.3 SWOT- analyse op trillingsanalyse

Sterke punten

- Kennis en inzicht in dynamische gedrag van de installatie
- Beheersbaar en veilig proces
- Metingen kunnen onder **spanning**/ in bedrijf uitgevoerd worden

Zwakke punten

- Onjuiste interpretatie van meetgegevens mogelijk (bijvoorbeeld verstoring door een tandwielkast)
- De metingen kunnen alleen in bedrijf uitgevoerd worden
- Informatie uit voorgaande trillingsanalyses van dezelfde machine kunnen niet beschikbaar zijn doordat ze bijvoorbeeld door derden uitgevoerd zijn. Hierdoor is het lastig een analyse over het verloop van de toestand van de machine uit te voeren.
- Te meten onderdeel kan onbekend zijn (bijvoorbeeld welk type lagers in de machine zitten)

Kansen

- Mogelijkheid tot metingen ten behoeve van alle **Wolter & Dros** vestigingen en bij zusterbedrijven binnen TBI
- Mogelijkheid tot uitbreiding van bestaande en nieuwe onderhoudscontracten
- Mogelijkheid tot meten als onafhankelijk deskundige voor derden

Bedreigingen

- Andere meetmethoden zoals ultrasoon en thermografie zijn in sommige gevallen ook toepasbaar (bijvoorbeeld bij een uitlijnfout)

3.4.4 SWOT- analyse op olie analyse

Sterke punten

- Gebruikskosten van de olie verlagen
- Onnodig verversen belast het milieu
- Geeft informatie over de toestand van de machine hiermee kan overwogen worden om onderhoud of revisie te plegen

Zwakke punten

- De apparatuur benodigd voor olieanalyse is zeer prijzig
- Informatie uit voorgaande olie analyses van dezelfde machine kunnen niet beschikbaar zijn doordat ze bijvoorbeeld door derden uitgevoerd zijn. Hierdoor is het lastiger een analyse over de toestand van de machine uit te voeren.
- De metingen moeten buiten bedrijf uitgevoerd worden wat kan betekenen dat de machine uit gezet moet worden. Hetgeen productie stilstand en dus productie verlies betekend

Kansen

- Het is mogelijk de metingen door specialisten uit te laten voeren voor een redelijke prijs per analyse. Dan hoeft er door **Wolter & Dros** alleen monsters worden genomen en te worden opgestuurd

Bedreigingen

- Klanten willen een periodieke verversing van de olie

3.4.5 SWOT- analyse op endoscopie

Sterke punten

- Inspectie mogelijk zonder demontage van de componenten
- Groot toepassingsgebied
- Snelle constatering mogelijk

Zwakke punten

- Is niet vaak toe te passen binnen **Wolter & Dros**
- Het is een inspectietechniek geen onderzoekstechniek waarbij gegevens worden gewonnen
- De te onderzoeken plaats zal niet altijd bereikbaar zijn en er zullen toch enkele delen van de machine gedemonteerd moeten worden
- De metingen moeten in sommige gevallen buiten bedrijf uitgevoerd worden wat productie stilstand en dus productie verlies betekent

Kansen

- Eventueel toepasbaar bij stofmetingen met betrekking tot stofmetingen in de ventilatiekanalen

Bedreigingen

- Andere meetmethoden zoals thermografie, trillingsanalyse zijn in sommige gevallen ook toepasbaar

3.4.6 SWOT- analyse op cosinus phi en isolatieweerstand metingen

cos phi metingen

Sterke punten

- Hoe kleiner deze verschuiving is hoe effectiever het elektrisch vermogen. $\cos \phi = 1$ betekent maximale effectiviteit, betekent dat alle energie nuttig wordt gebruikt.
- Kan spanningsverlies in kabels en leidingen voorkomen
- Voorkomt extra warmteontwikkeling tijdens het elektriciteitstransport, wat anders zou zorgen voor een verhoging van de verliezen.
- Verlaagt de energierekening
- Transportcapaciteit van kabels wordt beter benut
- Voorkomt overdimensionering van nieuwe installaties: kabels, leidingen, transformatoren, enzovoort

Zwakke punten

- Eenmalige meting
- Geeft geen informatie over de toestand van de installatie
- De meting kan alleen onder spanning uitgevoerd worden

Kansen

- Goed toepasbaar bij de metingen voor de EPBD eisen die in **01-01-09** in werking treden

Bedreigingen

- Het is een techniek waarover bij veel mensen nog weinig bekend is

Isolatieweerstand metingen

Sterke punten

- Geeft betrouwbare informatie over het functioneren of het eventueel niet functioneren van de onderdelen:
 - Meet de conditie van het isolatiesysteem van de elektromotor
 - Meet de staat van de wikkelingen
 - Meet of er een lekstroom loopt
- Is geschikt voor het opsporen van vuil, vet, vocht, trillingen en chemicaliën in de elektromotor
- Kan een indicatie geven dat de elektromotor binnen een zeer geringe tijd zal gaan doorbranden
- Voorkomt productie stilstand door uitvallen van een elektromotor

Zwakke punten

- Om een goede meting uit te kunnen voeren en de meetgegevens goed te interpreteren is specialistische kennis van de apparatuur nodig
- De metingen moeten buiten bedrijf uitgevoerd worden, wat productie stilstand en dus productie verlies kan betekenen
- Een verkeerd uitgevoerde meting kan grote schade aan apparatuur toebrengen

Kansen

- De metingen niet meer uitbesteden aan derden maar zelf uitvoeren
- Mogelijkheid tot metingen ten behoeve van alle **Wolter & Dros** vestigingen en bij zusterbedrijven binnen TBI
- Mogelijkheid van het uitvoeren van metingen bij nieuwe opdrachtgevers
- Mogelijkheid tot meten als onafhankelijk deskundige voor derden

Bedreigingen

- Een techniek waar veel mensen weinig van af weten **en/of** geen waarde aan hechten

3.4.7 SWOT- analyse op comfort en klimaat metingen

Sterke punten

- Helpt mee aan goede arbeidsomstandigheden deze zijn van groot belang voor werkgevers en werknemers
- Bevordert de productiviteit en arbeidsvreugde en helpt uitval door ziekte te voorkomen
- Het is een belangrijke factor of de klimaatinstallatie energiezuinig afgesteld is of opnieuw ingeregeld moet worden
- Om verschillende werkzaamheden efficiënt, accuraat en veilig te kunnen uitvoeren zonder dat hierbij onnodige vermoeidheid of discomfort optreden

Zwakke punten

- Metingen kunnen beïnvloed worden door externe factoren bijvoorbeeld een open raam
- Met betrekking tot de stofmeting is de benodigde apparatuur voor de analyse zeer prijzig en specialistisch

Kansen

- De Arbo-wet verplicht werkgevers te zorgen voor goede arbeidsomstandigheden
- Goed toepasbaar bij de metingen voor de EPBD eisen die in 01-01-09 in werking treden
- Met betrekking tot de stofmeting is het mogelijk de metingen door specialisten uit te laten voeren voor een redelijke prijs per analyse. Dan hoeft er door **Wolter & Dros** alleen monsters worden genomen en te worden opgestuurd
- Mogelijkheid tot metingen ten behoeve van alle **Wolter & Dros** vestigingen en bij zusterbedrijven binnen TBI
- Mogelijkheid van het uitvoeren van metingen bij nieuwe opdrachtgevers
- Mogelijkheid tot meten als onafhankelijk deskundige voor derden

Bedreigingen

- Valt voor werknemers en werkgevers niet snel op dat er iets mis is waardoor het moeilijk te verkopen is

3.5 Conclusie Inventarisatie toepasbaarheid NDO technieken

In dit deelonderzoek is gebleken dat de meeste uitgezochte NDO technieken goed toepasbaar zijn bij de bestaande projecten. Zo blijkt dat per projectvorm de meetaantallen verschillen per NDO techniek. Dit vanwege de verschillen in installaties die aanwezig zijn. De meest geschikte technieken zoals thermografie, trillingsanalyse, comfort en klimaat meting, isolatieweerstandmeting en rookgasanalyse worden daarom financieel verder uitgewerkt in deelonderzoek drie.

Er zijn een tweetal meettechnieken, waar in dit onderzoek niet de voorkeur naar uitgaat om deze toe te gaan passen. Eén van die technieken is de endoscopie. Endoscopie is meer een inspectietechniek dan een onderzoekstechniek. Hierbij worden geen gegevens gewonnen maar wordt visueel de toestand waargenomen. Hoewel deze techniek wel een algemeen groot toepassingsgebied heeft zal deze niet veel toegepast worden bij de projectvormen die zijn uitgezocht en toegelicht. De kosten hiervan zijn niet hoog en men hoeft niet over hoogwaardige expertise te beschikken om dit uit te voeren, waardoor deze techniek geen extra waarde toevoegt aan de meetafdeling.

De tweede techniek is de meting van de cosinus phi. Deze meting geeft een goede indicatie over het energieverbruik weer maar zal niet periodiek worden gemeten omdat dit gegeven niet zal veranderen. Deze techniek valt dus niet onder toestand afhankelijk onderhoud. Dit is alleen een eenmalige meting bij bijvoorbeeld de aflevering waarbij men ziet of de energie nuttig (effectief) wordt gebruikt.

Bij het onderzoeken van toepasbaarheid van olie analyse en de stof analyse (verwerkt in de comfort en klimaat meting) is gebleken dat deze technieken wel interessant zijn om aan te bieden maar niet om deze zelf te analyseren vanwege zeer specialistisch expertise en omdat de apparatuur kosten zeer hoog zijn. Daarom wordt er aanbevolen om de monster name **zelf** uit te voeren en de analyse uit te besteden aan de bedrijven die hierin gespecialiseerd zijn.

De NDO technieken kunnen op verschillende manieren opgenomen worden in de bestaande contracten. Ook kunnen de NDO technieken op zich zelf in contracten worden aangeboden.

4 Deelonderzoek 3: Financiële onderzoek

4.1 Inleiding

In dit derde en tevens laatste deelonderzoek gaat over de financiële kant van het onderzoek. Hierin wordt gekeken naar de benodigde faciliteiten en instrumenten, opleidingen en certificaten, personeels- en promotiekosten die de nieuwe afdeling met zich meebrengt. Verder zullen de te verwachten interne en totale inkomsten bepaald worden. Dit zal verwerkt worden in een kosten en baten overzicht. Hieruit zal uiteindelijk de rentabiliteit van de afdeling bepaald worden. Indien blijkt uit het kosten en baten overzicht dat er een redelijk snelle terugverdientijd gegarandeerd wordt, kan er een positieve aanbeveling gedaan worden voor de NDO technieken.

4.2 Kosten van de gespecialiseerde bedrijven

In de conclusie van deelonderzoek twee is aangegeven dat voor de olie analyse en de stof analyse (verwerkt in de comfort en klimaat meting) hoge investeringskosten en specialistische expertise vereist is. De kosten van de benodigde apparatuur voor de olie analyse en stof analyse zijn zo hoog, omdat de analyse dient plaats te vinden in een laboratorium. De kosten van een laboratorium zijn niet binnen een reële tijd terug te verdienen. Daarom wordt aanbevolen de olie analyse en de stof analyse uit te besteden. Hiervoor zijn verschillende bedrijven benaderd waarna er met de twee onderstaande bedrijven contact heeft plaatsgevonden.

Monit'air is gevestigd in Amersfoort en is gespecialiseerd in het beoordelen en bewaken van de kwaliteit en samenstelling van het binnenmilieu (waaronder stof analyse). Dit bedrijf geeft onafhankelijk advies. Dit biedt een kans om met Monit'air samen te werken. Naast het periodiek vervangen van de filters van luchtbehandelingkasten wordt geadviseerd om ook 1 x in de 6 à 7 jaar de luchtkanalente reinigen, om zo te voldoen aan de eisen die worden gesteld aan de kwaliteit van het binnenmilieu. Het is bekend dat in sommige gevallen het periodieke onderhoud dat een luchtbehandelingkast vereist, minimaal of nauwelijks wordt verricht, wat resulteert in een ongezond leef- en werkmilieu.

Voor het analyseren van de verontreiniging rekent men € 32,50. De werkzaamheden die ze verrichten naast de analyse, zoals de inspectie van het binnenmilieu en de afname van monsters, wordt een uurtarief van € 92,50 gerekend. Na de analyse zal men een rapportage aanbieden waarin de constatering en aanbevelingen worden aangegeven.

Van Meeuwen is een expert in het **smeerbeheer** en kan een objectieve analyse verschaffen van de olie. Dit biedt de kans om met van Meeuwen samen te werken. Er kunnen door Wolter & Dros zelf, monsters worden genomen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de beschikbaar gestelde benodigdheden van Van Meeuwen. Het is ook mogelijk om de monsters door van Meeuwen te laten nemen. Bij de olie analyse zal onder andere gekeken worden naar de kleur, slijtage delen en viscositeit van de olie. De kosten voor de analyse zijn sterk afhankelijk van de soort olie die gebruik wordt. Voor standaard oliën, zoals in een tandwielkast gebruikt wordt zullen de kosten ≈ € 50,- bedragen. De analyse van hoogwaardige oliën, zoals hooghitte bestendige oliën, zal rond de ≈ € 100,- bedragen.

4.3 Te verwachten uitgaven voor de NDO afdeling

Om juiste metingen uit te voeren, een goede analyse uit te voeren en correct te rapporteren is het belangrijk de juiste faciliteiten en instrumenten, opleidingen en certificaten en indeling van de afdeling te hebben. Niet alleen de kwaliteit van het werk is belangrijk om werk binnen te halen ook promotie is hiervoor van belang, dit brengt echter ook kosten met zich mee. Al deze kosten kunnen hoog oplopen en worden in deze paragraaf daarom ook verder uitgewerkt. De bedragen zijn in de bijlage M (Uitgaven) in de Excel sheet verwerkt zodat er een duidelijk overzicht van de uitgaven ontstaat.

Om de kosten te spreiden en het personeel de gelegenheid te geven om in te werken is er besloten de technieken in een periode van 4 jaar tijd in te voeren. Aan de hand van het cirkeldiagram in paragraaf 3.2.2 dat de toepasbaarheid van de NDO technieken weergeeft is de invoer volgorde van de technieken bepaald.

Invoerjaar	NDO techniek
1	Thermografie
2	Trillingsanalyse
3	Comfort en klimaat metingen
4	Isolatie weerstand metingen
4	Rookgasanalyse

Er is voor gekozen trillingsanalyse het tweede jaar in te voeren. Dit is gedaan omdat de meettechniek, ondanks dat deze misschien minder toepasbaar is dan comfort en klimaat metingen en isolatieweerstand metingen, belangrijk is voor de installaties waarmee **Wolter & Dros** werkt.

4.3.1 Faciliteiten en instrumenten

Faciliteiten

De logistieke invulling van de **NDO** afdeling dient te bestaan uit de volgende onderdelen: ruimte, verwerkingseenheden voor analyse, rapportage en opslag van gegevens, opslag capaciteit voor **papierwerk** en de dure apparatuur, vervoer om van en naar de meetplekken te rijden en diverse dingen zoals kantoorartikelen.

NDO ruimte

Deze **ruimte** is van belang om een doorgaande kwaliteit te kunnen waarborgen. Hierom dienen de **werkzaamheden** gestructureerd te verlopen. Daarom is een eigen ruimte van groot belang. Dit geldt vooral voor de ruimte waarin de instrumenten worden opgeslagen, geprogrammeerd voor de klant, waar de data worden bewaard, de analyse en rapportage en waar onderhoud aan de instrumenten plaats vindt. Deze ruimte zal ongeveer 18 m² aan **oppervlakte** beslaan in verband met de indeling van de kantoren. Dit komt na contact met het facilitair management op 18 x 650 ≈ € 12000,- aan huurkosten per jaar.

Verwerkingseenheden

Het is belangrijk om de gegevens te analyseren, rapporteren en uiteindelijk op te slaan in bijvoorbeeld een database. Op deze manier kan een historie opgebouwd worden van de gemeten onderdelen¹ componenten. Deze historie kan in de toekomst gebruikt worden om metingen te vergelijken met die van voorgaande jaren. Op die manier ontstaat een helder beeld over de toestand van de **onderdelen/** componenten. Het wordt op die manier ook duidelijk of een onderdeel vaak problemen geeft. Vervolgens kan dan een modificatie advies gegeven worden aan de klant. Doordat er een analyse heeft plaatsgevonden kunnen de monteurs ook gerichter aangestuurd worden. Ze hoeven alleen de onderdelen te vervangen¹ repareren die kapot zijn, wat minder tijd in beslag zal nemen. Hierdoor zijn de monteurs in staat meer reparaties per dag te verrichten dan voorheen. Een ander voordeel is dat na de reparatie een controlemeting kan plaatsvinden om de reparatie te controleren.

Het is nodig om te beschikken over een mobiele en vaste verwerkingseenheid. Als mobiele **verwerkingseenheid** zou een Laptop goed functioneren. Opgeslagen gegevens kunnen daardoor ter plekke opgezocht worden. Daarnaast is een vaste computer eveneens belangrijk om een centrale plek te **hebben** waar alle gegevens opgeslagen kunnen worden. Daarnaast zou eventueel met een printer uitdraaien gemaakt kunnen worden, voor verwerking in een archief. Volgens de hardware prijzen van **Wolter** en **Dros** zouden de kosten uitkomen op a € 2500,- in het eerste jaar en na een periode van 4 jaar is er rekening gehouden met eventuele reparatiekosten voor een bedrag van E 500,-.

Opslag capaciteit

Voor de opslag van mappen in een archief zijn opslagkasten nodig. Verder is er een brandveilige kast nodig voor de opslag van de meetapparatuur. De kosten van 4 opslagkasten zijn 4 x 450 = € 1800,- en de brandkast kost

E 800,-. De totale kosten voor het aanschaffen van opslag capaciteit zal dus ≈ E 2600,- zijn.

Vervoer

Daarnaast is een bedrijfsauto nodig om van en naar de metingen te rijden. De afschrijvingskosten van de auto zullen ongeveer € 10.000,- per jaar zijn. In het derde jaar zal er een extra auto nodig zijn, omdat er dan naar verwachting te veel metingen worden verricht om met een auto **naartoe** te kunnen rijden.

Diversen

- vaste telefoon en mobiele telefoon
- bureau
- bureaustoel
- kantoorartikelen

De kosten voor diversen schatten we het eerste jaar op € 3000,-. Omdat een aantal artikelen eenmalig aangeschaft worden zullen de kosten vervolgens ≈ E 500,- per jaar zijn.

Instrumenten

Er is al onderzoek verricht naar verschillende instrumenten. Na gesprekken met diverse leveranciers zijn voor de nieuwe meetafdeling hieruit enkele instrumenten als favoriet naar voren gekomen. De nieuwprijs

van deze instrumenten zal in **4** jaar afschreven worden waarna gespaard zal worden voor nieuwe instrumenten of wordt gekozen voor het updaten van de bestaande instrumenten.

De volgende instrumenten zijn geselecteerd voor de meetafdeling:

NDO- technieken	leverancier	instrument	prijs in €	kalibreren in €
thermografie	Flir	ThermaCAM™ P65	38.000	1,000
trillingsanalyse	Pruftechnik	VIBSCANNER	9.874	395
comfort en klimaat metingen	Testo	testo 435-4	4.000	130
extra geluidmeter t.b.v	Testo	testo 816	466	50
comfort en klimaat metingen	Euro-index	isotest 2010	548	51
isolatieweerstand metingen	Testo	testo 330-2	2.500	300

Voor sommige apparatuur zijn extra's nodig, denk hierbij aan sensoren, kabels, koffer, gebruikers **software**, en dergelijken. Deze kosten zijn meegenomen in de aanschafprijs en dus verrekend. De kosten van het kalibreren van de meetapparatuur zijn echter nog niet meegenomen. Bij thermografie, trillingsanalyse en rookgasanalyse is dit meegenomen in het servicecontract. Onder een servicecontract vallen meerdere zaken bijvoorbeeld gebruikskosten zoals het vervangen van **meetcellen** en accu's, vervangende apparatuur wanneer het apparaat defect is, upgrade van de **software** en dus ook kalibreren van de meetapparatuur. Bij de comfort en klimaatmetingen en isolatieweerstand metingen zijn de kalibratiekosten los van elkaar bepaald omdat bij deze metingen geen servicecontract inbegrepen is. De apparatuur zal ieder jaar gekalibreerd worden. De kosten van het kalibreren staan in de tabel hierboven vermeld en zijn in de **Excel** sheet: uitgaven, verrekend met de afschrijvingskosten.

4.3.2 Opleidingen en certificaten

De kwaliteit van de geleverde diensten wordt voor een groot deel bepaald door de kennis en kunde van de medewerkers. Voor een goed kwaliteitsniveau zijn goed opgeleide mensen nodig die bij voorkeur kennis hebben van diverse specialismen.

Voor een juist en effectief gebruik van nieuwe instrumenten zijn opleidingen. In de meeste gevallen worden deze opleidingen door de leverancier verzorgd. Deze opleidingen zijn:

- Voor thermografie wordt door Flir in het eerste jaar aan **2** inspecteurs een week cursus level **1** en level **2** gegeven. Vervolgens is in het derde jaar een week cursus op level **3**. Dit gebeurt pas in het derde jaar omdat voor de cursus level **3** veel ervaring met thermografie een vereiste is. Deze cursussen kosten per persoon **€ 1.650**, per cursus.
- Voor trillingsanalyse verzorgt Pruftechnik een **1** daagse opleiding van **€ 995**, -over de basis van trillingen. Vervolgens bieden ze een tweedaagse opleiding over het gebruik van de apparatuur deze opleiding kost **E 1.890**, -En als laatste een vervolgcursus na ongeveer 3 maanden over veel voorkomende trillingen. Deze opleiding kost **E 1.890**, -en is na drie maanden zodat er tijd is om te oefenen met de apparatuur. De prijs van al **deze** cursussen (**€ 4.775,-**) is onafhankelijk van het aantal deelnemers.
- Voor rookgasanalyse, comfort en klimaat metingen en geluidmetingen heeft Testo een opleiding. Deze kost **E 250**, -per halve dag. Voor rookgasanalyse en comfort en klimaat metingen is een **1** daagse opleiding nodig van **E 500**, - Bij de **geluidsmetingen** is een halve dag voldoende dit kost dus **E 250**, -per persoon.
- Voor de isolatie weerstand metingen is het aan te raden een cursus meten en inspecteren van bestaande installaties conform de **NEN 3140** te volgen. Hierin wordt onder andere het gebruik van meters zoals meggers behandeld. Verder gaat de cursus ook in op onderwerpen als interpretatie en rapportage van meetgegevens. Deze cursus kost **E 220**, -per persoon.

In een aantal gevallen gaat het niet om specifieke kennis van het meetinstrument maar om kennis van rapportagetechnieken, veiligheid enzovoort, het gaat hier kortom om generieke kennis. Het volgen van opleidingen zoals VCA, Inspectie & Keuring level **3** en rapportage.

Voor de nabije toekomst is het dus van belang dat naast kennis van management ook (meet-) technische kennis aanwezig is. Dit biedt mogelijkheden om ook in specifieke sectoren van de industrie, diensten aan te bieden.

Met eventueel aanvullende cursussen en hulp van externe deskundigen en/ of bedrijven, verkrijgt het bedrijf zo een aparte afdeling die verantwoordelijk is voor het instandhouden van de productie van de meetafdeling.

Tot de taken van het personeel behoren dan ook:

- het opstellen van specificaties met betrekking tot voorzieningen om bijvoorbeeld de opslagcapaciteit van de pc
- het specificeren, aanschaffen, gebruiken en **instand** houden van de meetinstrumenten
- het uitvoeren van metingen, het verwerken van de meetgegevens, de analyse en de interpretatie ervan
- het gebruik en beheer van het database en hierbij is het belangrijk op de hoogte te zijn van de laatste stand van zaken
- het uitbesteden van specifieke meet **en/** of reparatie opdrachten
- het bijhouden en controleren van deze werkzaamheden
- Aan een te meten object dienen soms voorzieningen te worden getroffen, zodat de gewenste of vereiste metingen kunnen worden uitgevoerd. Te denken valt bijvoorbeeld aan luiken voor het balanceren, het plaatsen van opnemers, en plaatsaanduiding voor de meetrichting

Een cursus rapporteren kost € 500,- per persoon De VCA-b opleiding voor de twee inspecteurs kost € 352.50 per persoon en de VCA-vol opleiding voor de projectleider kost € 472.50. Een opleiding tot Inspecteur en Keurmeester level 3 kost € 10.000,- per persoon en duurt 2 jaar.

4.3.3 Personeel

Voor het personeel is het belangrijk dat er een medewerker is (de projectleider) die de leiding over de afdeling heeft. Deze projectleider houdt het overzicht over de werkzaamheden en zal de twee inspecteurs die de metingen uitvoeren aansturen. De projectleider zal ervoor zorgen dat er opdrachten binnenkomen en deze inplannen in een schema. De twee inspecteurs kunnen dan de metingen uitvoeren en analyseren. Uit deze analyses zullen aanbevelingen volgen voor de klant. De reparatie werkzaamheden kunnen ook gelijk doorgestuurd worden naar monteurs. De projectleider zal zich eveneens bezig houden met het afhandelen van de facturen. Omdat niet alle technieken vanaf het eerste jaar aangeboden worden, maar **stapsgewijs** ingevoerd worden om een spreiding van de kosten te krijgen, zullen de werknemers de eerste jaren niet **voltijd** voor de afdeling werken. Er is voor gekozen de medewerkers het eerste jaar **1** dag (0.2 fte) in de week te laten werken oplopend tot 5 dagen (**1fte**) in het vierde jaar. De loonkosten van een projectleider zijn **~** € 50.000,- en die van een inspecteur **~** € 40.000,- per jaar. Dit is in het **Excel** sheet omgerekend naar het aantal fte's.

4.3.4 PR

Voor een nieuwe afdeling die gespecialiseerd werk uitvoert is het belangrijk PR te hebben. Om potentiële klanten te bereiken en te informeren. Om verschillende klantengroepen te bereiken is het belangrijk verschillende promotiemiddelen te gebruiken. Hierbij wordt gedacht aan folders die up-to-date gehouden worden en eens in de 4 jaar volledig worden aangepast. De kosten hiervan bedragen **~** € 4.000,- en daarna **~** € 1.000,- om de informatie op de folders actueel te houden. Een open dag is in de eerste jaren ook een goede manier om de technieken aan potentiële klanten te presenteren en eventuele vragen hiermee te beantwoorden. Na 4 jaar zal het bij de meeste klanten bekend zijn en neemt het belang van een open dag langzamerhand af. De kosten van een open dag zullen **~** € 2.000,- bedragen. Daarnaast zijn er nog diverse onkosten voor bijvoorbeeld een internetsite, presentjes, etentjes en dergelijken. Deze onkosten zullen **~** € 2.500,- per jaar bedragen.

4.4 Te verwachten inkomsten voor de NDO afdeling

Er wordt bij dit financiële deelonderzoek uitgegaan van de minimum te verwachten inkomsten, omdat de uitgaven ook terugverdiend dienen te worden bij de minimum te verwachten inkomsten. Echter in de praktijk kan er vanuit gegaan worden dat de inkomsten met de jaren toenemen, omdat bijvoorbeeld de naamsbekendheid de efficiëntie van werken toe zal nemen. Dit is niet meegenomen in de te verwachten inkomsten omdat deze toename moeilijk te schatten is en omdat we van het minimum uitgaan om bovengenoemde reden. Het is dus lastig te bepalen wat de inkomsten zullen zijn en of de geschatte inkomsten te realiseren zijn. Er is echter geprobeerd door gegevens van **Wolter & Dros** te gebruiken en deze te koppelen aan de kennis van het personeel, de te verwachten inkomsten zo dicht als mogelijk te benaderen. Nu zal verder ingegaan worden op de te verwachten interne en totale inkomsten.

4.4.1 Te verwachten inkomsten intern

De te verwachten interne inkomsten zijn in de **Excel** sheet van bijlage X (Inkomsten intern) berekend, en worden in de **Excel** sheet Totale inkomsten per projectvorm weergegeven.

Aantal projecten per projectvorm

Voor het berekenen van de te verwachte inkomsten is eerst het aantal projecten in de verschillende projectvormen bepaald. Dit is gedaan door een E-mail te versturen naar alle vestigingen, waarop ze het aantal projecten die hun vestiging in de verschillende projectvormen hebben konden aangeven en retour sturen. Deze E-mail is in bijlage XI (E-mail) te zien. Helaas hebben niet alle vestigingen gereageerd. Dit is opgelost door middel van het resultaten overzicht. Er is aan de hand van de totale omzet en de omzet van de vestigingen een omrekenfactor bepaald. De omzet van de vestigingen die gereageerd hebben en waar de aantallen per projectvorm van bekend waren, zijn verhoudingsgewijs omgerekend met de omzet van de overgebleven vestigingen. Nadat dit gedaan was bleek de omrekenfactor 0.3 te zijn. Om de aantallen te bepalen van de vestigingen die niet gereageerd hebben zijn de bekende aantallen maal 0.3 gedaan. Vervolgens zijn deze aantallen bij de andere aantallen opgeteld en op deze manier is het totaal aantal metingen per projectvorm alsnog verkregen (zie tabel Totaal).

Maximaal aantal metingen per projectvorm

Het totaal aantal metingen per projectvorm is verkregen door middel van het aantal metingen dat per projectvorm mogelijk is (die uit de uitgewerkte projectenvormen naar voren gekomen zijn) te vermenigvuldigen met het aantal projecten in die projectvorm. De tabel: totaal x meet, geeft dus een schatting van het aantal metingen dat maximaal kan worden uitgevoerd per projectvorm en NDO techniek.

Totaal verwachte inkomsten intern

Het maximaal aantal metingen per projectvorm is nu bekend. Dit is echter geen **reëel** aantal omdat allereerst niet alle metingen gewenst zullen zijn en ten tweede **Wolter & Dros** ze niet allemaal zelf zal uitvoeren. Verder zal niet op elk onderdeel, ieder jaar een meting uitgevoerd worden. Het is ook mogelijk dat door de afstand naar bijvoorbeeld de vestiging in Maastricht ervoor gekozen wordt de meting door anderen uit te laten voeren. Daarom is er van uitgegaan dat **Wolter & Dros** van het maximaal aantal metingen, hiervan minimaal 3% per jaar uit zal voeren. Deze aantallen zijn per projectvorm en NDO techniek **vermeld** in de **Excel** sheet. We hebben vastgesteld dat met de rapportage en analyse van de gegevens, er ongeveer 3 metingen per uur uitgevoerd kunnen worden. Vervolgens is het aantal metingen in uren te berekenen. Dit is ook vermeld in de **Excel** sheet. Wanneer dit vermenigvuldigd wordt met het interne uren tarief kan het totaal van de te verwachten inkomsten per **NDO** techniek berekend worden.

Het interne uren tarief bestaat uit $\approx$ € 55,- aan standaard kosten voor de rapportage en analyse van de meetgegevens. Het overige deel bestaat uit de afschrijvingskosten van de meetapparatuur. (omdat de aanschafprijs van de meetapparatuur van de isolatieweerstand metingen in verhouding laag is, worden de afschrijvingskosten van de apparatuur in de € 55,- aan standaard kosten meegenomen)

4.4.2 Totaal te verwachten inkomsten

Bij de totale inkomsten, die zijn weergegeven in de **Excel** sheet van bijlage XII (Totale inkomsten), worden de interne en externe **inkomsten** in een overzicht geplaatst.

Aan de hand van het aantal metingen en het interne tarief per uur, zijn de minimale interne inkomsten per projectvorm en **NDO** techniek weergegeven.

Voor de externe inkomsten wordt gerekend met het externe uren tarief dat € 25,- hoger ligt dan het interne uren tarief. Dit is omdat deze metingen niet bij **Wolter & Dros** vestigingen worden verricht en er dus geen korting gegeven wordt. Voor de bedragen is uitgegaan van een minimaal aantal **meeturen**, die bij de verschillende klanten verricht kunnen worden. Deze zijn vermenigvuldigd met het externe uren tarief en ingevoerd in het **Excel** bestand.

Omzet

De uiteindelijke omzet is vervolgens per jaar en per **NDO** techniek, af te lezen onder aan de tabellen. Verder is aangegeven hoeveel procent de omzet bedraagt in verhouding tot de omzet van het eerste jaar waarin de techniek in gebruik is genomen.

4.5 Kosten en baten overzicht en de renfabiliteit van de NDO afdeling

In de Excel sheet hieronder is in een overzicht aangegeven wat de uitgaven en inkomsten van de NDO afdeling zijn. Verder wordt het totaal aan **winst/ verlies**, per jaar aangegeven. Dit wordt gevolgd door de cumulatieve winst. Dat is de winst plus de winst of min het verlies van de voorgaande jaren. Uiteindelijk wordt hieruit het rendement van de NDO afdeling berekend.

Kosten en Baten					
Uitgaven					
	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
Faciliteiten	32.100	22.500	32.500	33.000	32.500
Instrumenten	10.500	13.635	14.935	16.048	16.048
Opleidingen	19.278	14.775	4.800	1.440	0
Personeel	26.000	39.000	52.000	130.000	130.000
PR	8.500	5.500	5.500	5.500	6.500
Totaal Uitgaven	96.378	95.410	109.735	185.988	185.048
Inkomsten					
	jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
Thermografie	77.875	83.075	87.075	90.175	90.275
Trillingsanalyse	0	43.375	46.265	49.495	54.765
Rookgasanalyse	0	0	48.947	50.026	51.022
Comfort en klimaat metingen	0	0	0	39.548	42.588
Isolatieweerstand metingen	0	0	0	16.053	21.723
Totaal Inkomsten	77.875	126.450	182.287	245.297	260.373
toe- / afname		162%	234%	315%	334%
Winst / Verlies	-18.503	31.040	72.552	59.309	75.325
Cumulatief	-18.503	12.537	85.089	144.398	219.723
winst over 5 jaar betrokken op de investeringen					
uitgaven investering	627.559 alle kosten				
winst na 5 jaar, cumulatief	219.723				
rendement	33%				
per jaar	6,53%				

Als de baten en lasten met elkaar vergeleken worden komt er een terugverdientijd van ongeveer 2 jaar naar voren. De cumulatieve winst zal na 5 jaar ongeveer € 219.723,- bedragen, wat een rendement van 33 % betekent.

In de grafiek van bijlage XIII (Kosten en Baten grafiek) zijn de kosten en baten met bijbehorende **winst/ verlies** duidelijk in een grafiek weergegeven. Deze grafiek geeft het verloop van de kosten, uitgaven, winst en verlies in de loop der jaren, overzichtelijk aan.

4.6 Conclusie financiële onderzoek

De conclusie die getrokken kan worden uit het financiële onderzoek is dat een terugverdientijd van ongeveer 2 jaar snel is en dat een rendement van 33% een hoog rendement is. Er kan dus een positieve aanbeveling gedaan worden voor de NDO technieken. Een aandachtspunt is wél dat rookgasanalyse een in verhouding lage omzet oplevert. Een reden om de techniek ondanks de lagere omzet toch in het aanbiedingspakket van de NDO afdeling te houden, zou kunnen zijn om een breder aanbiedingspakket te hebben.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12

5 Eindconclusie en aanbevelingen

5.1 Eindconclusie

De opdracht van dit onderzoek was het inventariseren van de mogelijkheid van integratie van verschillende NDO technieken binnen **Wolter & Dros**. Deze technieken zouden vervolgens samengebundeld worden in een **zelfstandige meetafdeling**. Deze meetafdeling maakt het mogelijk de gehele organisatie van **Wolter & Dros** en andere TBI ondernemingen te ondersteunen met hun **meettechnische** kennis en expertise. De meetafdeling stelt haar expertise ook beschikbaar voor externe bedrijven.

Er mag na dit haalbaarheidsonderzoek geconcludeerd worden, dat de opstart van deze meetafdeling aan te raden is. Hiervoor zijn echter wel de nodige investeringen vereist. Er is met deze meetafdeling het nodige werk te verkrijgen, wat zal resulteren in een hogere omzet. Voor deze werkzaamheden kunnen mensen te werk gesteld worden, wat resulteert in een hoger aantal **fte's**.

Uit het kosten en baten overzicht van het haalbaarheidsonderzoek is gebleken dat de investeringen een terugverdientijd van ongeveer 2 jaar hebben. En het rendement van de meetafdeling zal 6,53% per jaar zijn. Dit rendement levert een goede bijdrage aan de rentabiliteit van **Wolter & Dros**.

De **NDO** technieken zijn zeer geschikt om toe te passen in een groot scala aan projecten. Uit het haalbaarheidsonderzoek is naar voren gekomen dat olie analyse en stof metingen goede technieken zijn, maar de investeringen wegen echter niet op tegen de inkomsten. Daarom is besloten deze technieken aan gespecialiseerde bedrijven uit te besteden. **Ook** is geconcludeerd dat rookgasanalyse geen grote inkomstenpost verschaft. Toch kan worden overwogen om deze technieken op te nemen in de meetafdeling om zo een breed pakket van **NDO** technieken aan te kunnen bieden.

De kwaliteit van de geleverde diensten wordt voor een groot deel bepaald door de kennis en kunde van de medewerkers. Voor een goed kwaliteitsniveau zijn goed opgeleide mensen nodig. Voor de juiste uitvoering en interpretatie van de gegevens moet per **NDO** techniek een specifieke cursus of opleiding gevolgd worden. Deze wordt door de leverancier verzorgd. Daarnaast moet de meetafdeling beschikken over kennis van rapportagetechnieken, veiligheid enzovoorts, kortom generieke kennis moet volop aanwezig zijn. Voor de nabije toekomst is het ook van belang dat er bij de medewerkers voldoende kennis van management in huis is.

5.2 Aanbevelingen

Bij het opstarten van de meetafdeling is het aan te bevelen om de uitgaven voor de verschillende **NDO** technieken, te spreiden over 4 jaar. Het voordeel hiervan is dat de investeringen gespreid worden en men de tijd heeft om ervaring op te doen met het, in dat jaar aangeschafte, meetapparaat. Op deze manier wordt voldoende kennis en expertise opgebouwd, voordat de meetafdeling wordt uitgebreid met een nieuwe **NDO** techniek.

Korte termijn aanbevelingen

Het is voor **Wolter & Dros** belangrijk om snel klanten te gaan werven voor de **NDO** afdeling. Ook omdat er al kosten gemaakt zijn, zoals bijvoorbeeld de aanschaf van de **thermografiecamera**. Deze kosten zullen zo snel mogelijk terugverdiend moeten worden. Hiervoor is het belangrijk opdrachten binnen te krijgen. Om zowel de **potentiële** als de huidige opdrachtgever te bereiken en te informeren over de werkzaamheden van meetafdeling, zal men veel aandacht aan PR moeten schenken. Op deze manier wordt voldoende bekendheid met de nieuwe afdeling **gecreëerd**. Voorbeelden van vormen van PR zijn: het maken van een eigen internetpagina, **geïntegreerd** in de **website** van **Wolter & Dros**, het schrijven van **leaflets**, het organiseren van open dagen, het houden van seminars en het zoeken van andere mogelijkheden om reclame te maken.

Het is dus van groot belang om te starten met het uitvoeren van metingen voor klanten van de **NDO** afdeling. De meeste voorzieningen zijn hiervoor al getroffen. Het is nu belangrijk inkomsten te krijgen door het **uitvoeren** van metingen.

Lange termijn aanbevelingen

Onze aanbeveling is dat **Wolter & Dros** goed op de hoogte blijft van veranderingen in bestaande **wet-** en regelgeving. Ook moeten ze op de hoogte blijven van de invoering van nieuwe **wet-** en regelgeving, die betrekking hebben op de verschillende installaties en **NDO** technieken. Op deze manier kan men vroegtijdig inspringen op vernieuwingen en veranderingen hierin. Een voorbeeld van een nieuwe **wet-** en regelgeving is de EPBD waarin de energie prestatie-eis van woningen en utiliteit in bepaald wordt. Deze zal in januari 2009 in werking treden.

De industrie vormt een brede markt, waarin **NDO** technieken goed kunnen worden toegepast. De meetafdeling kan hier veel werk verrichten. Uit ons haalbaarheidsonderzoek is gebleken dat **Wolter & Dros** tot nu toe alleen nog maar de klimaattechnische installaties hierin verzorgt. Dit kan een opstap zijn om meer te betekenen in de industrie, door het aanbieden van de **NDO** technieken. Dit vraagt wel om een extra onderzoek naar de mogelijkheden hiervan.

Onder de woningbouw vallen ook flats. Bij woningen zal in de praktijk geen vraag zijn naar de **NDO** technieken. Maar in de flats met grotere verwarmingsinstallaties zijn de **NDO** technieken wel goed toepasbaar en lonend om uit te voeren. Bij de vraag naar de verschillende projectvormen is niet aangegeven hoeveel flats er onder de woningen vallen. Dit is wel een aandachtspunt dat in de toekomst om een extra onderzoek vraagt naar de mogelijkheden van **NDO** technieken in flats.

Nawoord

Het **héle** proces van het afstuderen hebben wij als plezierig ervaren. Het verkrijgen van de opdracht tot het uiteindelijke schrijven van de scriptie, hebben wij als zeer leerzaam ervaren. Het samenwerken tijdens het afstuderen is ons erg goed bevallen. We **willen** het zeker aanbevelen aan toekomstige studenten die gaan afstuderen. Zo hebben we met elkaar kunnen overleggen over de aanpak, denkwijze en de onderbouwing. Ook hebben we elkaar kunnen controleren en aansturen met betrekking tot het verwoorden en het onderbouwen van de gegevens over verschillende onderwerpen.

Tijdens het onderzoek hebben we met plezier met alle collega's samengewerkt. Hierbij hebben we veel medewerking ontvangen. Verschillende keren hebben we gesprekken gevoerd over de aanpak, denkwijze, richting en afbakening van het onderzoek. Bij het vergaren van de benodigde informatie over bijvoorbeeld welke soorten, en hoeveel projecten de **Wolter & Dros** vestigingen beheren, was ook de medewerking van andere vestigingen nodig. Hierbij hebben we geleerd hoe we op een juiste en goede manier hun medewerking konden vragen, zodat de vestigingen de gevraagde informatie beschikbaar stelden voor ons onderzoek.

Ook hebben we gesprekken gevoerd met verschillende leveranciers van de diverse meetinstrumenten waarbij uitleg en informatie over de **meetinstrumenten**, kosten en service zijn besproken. Door deze gesprekken is ons veel duidelijk geworden, mede door de expertise van vertegenwoordigers. Tevens hebben we geleerd om de juiste vragen te stellen om zo voldoende informatie in te winnen uit de gesprekken.

Naast het verkrijgen van informatie hebben **we** deze natuurlijk ook in het onderzoek moeten verwerken en verwoorden. Daarbij hebben we het technische onderzoek kunnen vertalen naar een financieel plan. Hierbij hebben we heel wat meer kennis over de verwerkingseenheden zoals Word en **Excel** opgestoken. Ook hebben we beslissingen moeten nemen en conclusies moeten trekken, wat niet altijd even gemakkelijk was.

We hebben tijdens de afstudeerperiode gebruik kunnen maken van alle kennis die de medewerkers van de afdeling Technisch Beheer bezitten. Hier konden wij altijd met vragen terecht en we **zijn** ze daarvoor erg dankbaar. In het bijzonder willen we Jan Peek bedanken voor de goede begeleiding en voor de gezellige en leerzame afstudeerperiode.

Tevens gaat onze dank uit naar de docentbegeleider **Hugo** van Tienhoven, van Hogeschool Utrecht.

Wij hopen dat deze scriptie een aanzet geeft tot het zo spoedig mogelijk opzetten van de **NDO** meetafdeling, waarbij gebruik zal worden gemaakt van onze bevindingen.

Erik Bakker
Hans van Bergen

Bronvermelding

Dictaten

Titel: Onderhoud en Dynamica
Auteur: H.v. Tienhoven

Titel: Transformatoren
Auteur: C. Duiser

Boeken

Titel: Niet-Destructief Onderzoek
Auteur: W.J.P. Vink
N.H.R. Versluis

Titel: Montage en onderhoud
Auteur: A.W.G. Bolten
E. Fikier
A.H. Onink

Titel: Elektronische rookgasanalyse
Auteur: Testo BV

Internet bronnen

Titel: Internet en intranet Wolter & Dros
Url: www.wolterendros.nl

Titel: Thermografie
Url: www.flirthermography.com

Titel: Rookgasanalyse
Url: www.testo.nl

Titel: Trillingsanalyse
Url: www.pruftechnik.nl

Titel: Comfort en klimaat metingen
Url: www.testo.nl
www.monitair.nl

Titel: Isolati weerstand
Url: www.euro-index.nl

Titel: Endoscopie
Url: www.systomatic.nl
www.endoscoop.nl

Titel: Olie analyse
Url: www.vanmeeuwen.nl

Titel: EPBD
Url: www.epbd.nu

Titel: SCIOS
Url: www.scios.nl

Titel: STEK
Url: www.stek.nl

Titel: NEN 3140
Url: www.nen3140.nl

Titel: BEES
Url: www.infomill.nl

Titel: technische cursussen en opleidingen
Url: www.rovc.nl

Titel: Algemene informatie
Url: www.wikipedia.nl

Lijst van afkortingen

NDO	Niet-destructief onderzoek
W&D	Wolter & Dros
TBI	Techniek Bouw en Industrie
TB	Technisch beheer (tijdens de afstudeer periode verandert in TFM)
TFM	Technische facilitair management
SLA	service level agreements
WKC	warmtekrachtcentrale
WKK	warmtekrachtkoppeling
NSA	nood stroom aggregaat
RMS	Root mean square
PI	Polarisatie-index
NEN	NE derlandse Norm, en tevens de naam van het Nederlandse normalisatie-instituut(voorheen NNI)
SCIOS	Stichting Certificering voor Inspectie en Onderhoud aan Stookinstallaties
BEES	Besluit emissie-eisen stookinstallaties
STEK	ST ichting Erkenningsregeling voor de uitoefening van het Koeltechnisch installatiebedrijf
EPBD	Energy Performance B uilding Directive
EPA	Energie prestatie advies
EPC	Energie Prestatie C oëfficiënt
SWOT	S trengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
VCA	VGM Checklist Aannemers, VGM staat voor veiligheid, gezondheid en milieu
PR	public relations
FTE	Fte staat voor fulltime-equivalent. Het is een rekeneenheid waarmee de omvang van een functie of de personeelssterkte kan worden uitgedrukt. Eén fte is een volledige werkweek. Een functie van 0,6 fte bijvoorbeeld is — uitgaande van een werkweek van 38 uur — een functie van $0,6 \times 38 = 22,8$ uur.
UGRL	De maximaal toelaatbare ontwerpwaarde van de genormaliseerde verblindingsgraad voor de verlichtings installatie.
Ra	De ondergrens van de kleurweergave-eigenschappen.

Lijst van symbolen

°C	graden Celsius
K	kelvin
ppm	parts per million
%	procent
mg/Nm ³	milligrams per normaal kubieke meter
Nm ³	normaal kubieke meter
mg	milligram
mg/kWh	milligrams per kilowatt-uur energie
mbar	millibar
Tr	rookgastemperatuur
Tv	verbrandingsfuchtttemperatuur
CO ₂	kooldioxide
O ₂	zuurstofgehalte
NO _x	rtikstofoxide
NO	stikstofmonoxide
NO ₂	stikstofdioxide
qR	rookgasverlies
h	luchtverhoudingsgetal / luchtfactor
H _o	laagste verbrandingswaarde
SO ₂	zwaveldioxide
µm	micrometer
mm/s	millimeterper seconde
m/s ²	meter per seconde kwadraat
kW	kilowatt, nuttig vermogen
kV	kilovolt
kVA	kilovolt-Ampère, schijnbaar vermogen
kVAr	kiloVolt-Ampère-reactief, blindvermogen
RV	relatieve vochtigheid
Pa	pascal
N/m ²	newton per vierkante meter
mls	meter per seconde
Hz	hertz
dB	decibel

Bijlagen

I	Planning
II	Lijst NDO technieken
III	Thermografische meting
IV	Rookbestanddelen
V	Parameters trillingen
VI	Trillingsvormen
VII	Trillingsstandaarden
VIII	Uitgewerkte projecten
IX	Uitgaven
X	Inkomsten intern
XI	E-mail
XII	Totale inkomsten
XIII	Kosten en Baten grafiek

I Planning

PLANNING

Week nr		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Werksaamheden																		
Verdiepen in het bedrijf kennismaken met collega's, werkplek inrichten enz werksaamheden W&D																		
Deelonderzoek 1 inventarisatie van de verschillende NDO technieken inventarisatie van wet- en regelgeving voor W&D welke NDO technieken zijn voor W&D interessant																		
Deelonderzoek 2 inventarisatie projecten en de frequentie hiervan welke NDO technieken zijn toepasbaar bij de projecten mogelijkheden tot extra projecten contract vormen SWOT analyse definitieve keuze NDO technieken voor W&D																		
Deelonderzoek 3 benodigde apparatuur / opleidingen / certificaten kosten en baten bijdrage rentabiliteit																		
Afstuderen scriptie presentatie																		
Uitlooptijd tijd benodigd voor interne verhuizingen speling om bij uitloop problemen te voorkomen																		

Geplande tijd

Extra bestede tijd

Uitloop tijd

II Lijst NDO technieken

- 1 Thermografie
- 2 Rookgasanalyse
- 3 Trillingsmetingen
- 4 Olie analyse
- 5 Endoscopie
- 6 Comfort en klimaat metingen
- 7 Cos phi en isolatieweerstand meting

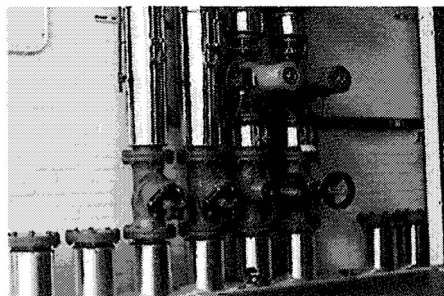
Afgevalen onderzoeksmethoden:

- ultrasoon (**las**)onderzoek
- Lekdetectie (persproef, (ultrasoon (perslucht))
- magnetisch onderzoek
- penetrant onderzoek
- röntgen, gamma of neutronen onderzoek
- wervelstroom onderzoek
- Holografische **interferometrie** (spikkelcorrelatielakoestische holografie)
- Scheurdieptemeting (potentiaal methode)
- Laagdikte meting **lak**/ verflagen (of microgolfstraling)
- **Wand**dikte meting **silo's**/ tanks

III Thermografische meting

Identificatiefoto

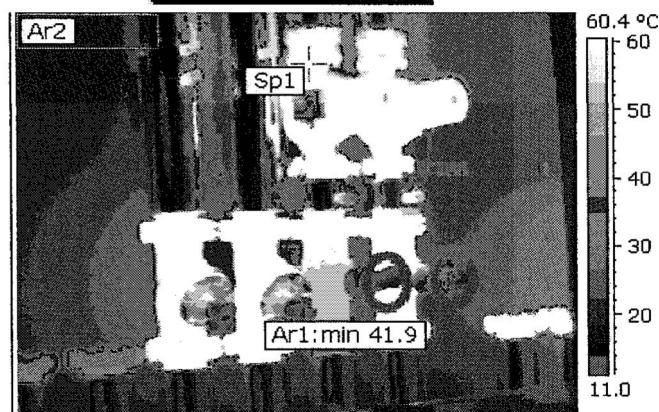
IR Text Comment	Value
Locatie	Ketelhuis
Apparatuur	Retour pompen 1 en 2
Type	
Nom belasting	
Actuele belasting	
Foutmelding	Lage flowpomp 1
Aanbeveling	Nadere analyse



(In de bovenstaande tabel kunnen belangrijke gegevens voor de monteur ingevuld worden.)

Thermogram 6-2-2006

Label	Value
Sp 1	>60.4 °C
Ar: 1 Min	41.9 °C
Ar: 2 Min	25.1 °C
Iso1	13.4 °C
iso2	36.9 °C
ΔT (Sp1- Ar1)	18.5 °C
Object Parameter	Value
Emissivity	0.80
Object Distance	4.0 m
Reflected Temperature	20.0 °C
Atmospheric Temperature	20.0 °C
Atmospheric Transmission	0.99



Label

Sp 1=	De temperatuur van de retourpomp 1	(zie bovenste witte blokje midden in de foto)
Ar: 1 Min=	De minimum temperatuur bij kader 1	(zie onderste witte blokje midden in de foto)
Ar: 2 Min=	De minimum temperatuur in kader 2	(zie blauw omrande blokje in de foto)
Iso1=	Minimum temperatuur op de foto	(zie temperatuurbalk rechts van de foto)
Iso2=	Gemiddelde temperatuur op de foto	(zie blauwe blokje in de temperatuurbalk)

AT (Sp1- Ar1)

AT geeft het temperatuur verschil aan tussen de temperatuur bij de pomp en de afsluiter.

Object Parameter

Emissivity=

Geeft de mate van weerkaatsing van het object weer. Een glanzend object weerkaatst meer dan een mat object, daarom moet met deze waarde rekening gehouden worden tijdens de meting. De emissiviteit wordt bepaald door een mat zwart oppervlak b.v. een stuk tape aan te brengen. Dit krijgt dan dezelfde temperatuur als het object waarop het bevestigd is. Van een matzwart oppervlak is de emissiviteit bekend. Doordat nu de temperatuur en de emissiviteit van het matzwarte oppervlak bekend zijn en dus ook de temperatuur van het te meten object kan de emissiviteit van het te meten object bepaald worden.

Object Distance=

Afstand van de infraroodcamera tot het te meten object

Reflected Temperature=

Geeft de mate aan waarin de omgeving invloed heeft op de meting. Als er b.v. in de buurt een open vuur is zal de infrarode straling van het vuur weerkaatsen op het te meten object. Waardoor deze temperatuur ook gemeten wordt. Hier moet je rekening mee worden gehouden bij een meting.

Atmospheric Temperature=

De atmosferische temperatuur

Atmospheric Transmission=

Mate van vertekening van de meting door de lucht die zich tussen de infraroodcamera en het te meten object bevindt.

IV Rook bestanddelen

De aanwezige elementen in rookgas zijn in de volgende concentraties onderverdeeld:

Stikstof (N_2)

Stikstof is het hoofdbestanddeel van de buitenlucht (79%). Het kleur-, reuk- en smaakloze gas neemt geen deel aan het verbrandingsproces. Het wordt in de verbranding als ballast meegenomen en opgewarmd uit de schoorsteen geblazen.

Kooldioxide (CO_2)

Kooldioxide is een kleur- en reukloze gas met een licht zure smaak. Onder invloed van zonlicht wordt kooldioxide door de planten omgezet in zuurstof (O_2). Door mens en dier verandert zuurstof weer in kooldioxide. Zo ontstaat een balans, dat echter door verbrandingsgassen wordt verstoord. De verstoring draagt bij aan het broeikaseffect. De maximale toegestane concentratie op de werkplek is volgens de Arbo 1000 ppm. De NEN 1087 geeft deze eisen en bepalingsmethoden aan. Bij concentraties van meer dan 15 Vol.% (150000 ppm) in de ademlucht treedt onmiddellijk bewusteloosheid op.

Zuurstof (O_2)

De zuurstof verbindt zich met de in de brandstof aanwezige waterstof (H_2) gedeeltelijk tot water (H_2O). Afhankelijk van de rookgastemperatuur (T_r) is dit water als rookgasvocht of als rookgascondensaat aanwezig. Het overige zuurstofgehalte in verbrandingsgassen is een maatstaf voor het rendementsverlies en wordt ter bepaling van het rookgasverlies en het kooldioxidegehalte (CO_2) gebruikt.

Koolstofmonoxide (CO)

Koolstofmonoxide is een kleur-, reuk- en smaakloos giftig gas en het product van een onvolledige verbranding. Bij een te hoge concentratie verhindert dit gas de zuurstofopname in het bloed. De maximale toegestane concentratie op de werkplek is 50 ppm.

Stikstofoxide (NO)

Bij hoge temperaturen (verbranding) verbindt de in de brandstof en omgevingslucht aanwezige stikstof (N_2) zich met de zuurstof (O) tot stikstofoxide (NO). Dit kleurloze gas oxideert in combinatie met zuurstof (O_2) na een bepaalde tijd tot stikstofdioxide (NO_2). NO , dat oplosbaar is in water, is giftig voor de longen. Het inademen van dit gas kan ernstige schade aan de longen veroorzaken. In combinatie met ultraviolette straling (zonlicht) draagt dit gas bij aan de aantasting van de ozonlaag. De som van NO en NO_2 -bestanddelen wordt als stikstofoxide (NO) aangeduid.

Zwavedioxide (SO_2)

Zwavedioxide (SO_2) is een stinkend kleurloos en giftig gas. Het ontstaat door het in de brandstof aanwezige zwavel. De maximale toegelaten concentratie op de werkplek is 5 ppm. In combinatie met water (H_2O) of condens ontstaat zwavelzuur (H_2SO_4).

Onverbrande koolwaterstof (C_xH_y)

Onverbrande koolwaterstoffen (C_xH_y) ontstaan bij een onvolledige verbranding en dragen bij aan het broeikaseffect. Tot deze groep stoffen behoren onder andere methaan (CH_4), butaan (C_4H_{10}) en benzeen (C_6H_6).

Roet

Roet bestaat bijna geheel uit koolstof (C) en ontstaat bij een onvolledige verbranding. Dit is een indicatieve meting en gebeurt door middel van een visuele inspectie.

Stof

Als stof worden kleine, in de lucht verdeelde, vaste stoffen aangeduid, die in willekeurige vorm en hoeveelheid aanwezig kunnen zijn. Stof ontstaat door as- en miniraalbestanddelen van vaste brandstoffen.

V Parameters trillingen

Te meten grootheden

Voor het meten van trillingen kunnen we drie grootheden onderscheiden: verplaatsing, **trilsnelheid** en versnelling.

Deze drie parameters zijn wiskundig met elkaar verbonden en kunnen, vooropgesteld dat er sprake is van een harmonische **trilling**, als volgt berekend worden:

De trilsnelheid: $v = s \times \Omega$

waarin s = verplaatsing [mm]

R = hoeksnelheid = $\frac{2 \times \pi \times n}{60}$ waarin n = toeren / min.

De versnelling: $a = r \times \Omega^2 = r \times \left(\frac{2 \times \pi \times n}{60} \right)^2$

Begrippen bij een trilling

Amplitude

De grootte of sterkte van de trilling, maximale uitwijking. De amplitude is de waarde vanaf nul tot aan de maximale uitslag of sterkte van de golf.

Periode

De tijd T is de tijdsduur (periode) die een trilling heeft voor deze zich **periodiek** herhaalt. De eenheid is, meestal, seconde.

Frequentie
(Periodeduur)

Drukt het aantal golftoppen (of -dalen) per seconden uit. De eenheid is, meestal, in Hertz (Hz).

Hoekfrequentie

De frequentie vermenigvuldigt met 2π dit wordt hoekfrequentie genoemd; R (omega) = $2\pi f$.

Fasehoek

De **fasehoek** maakt het mogelijk om de plaats van een punt op de omtrek van de as te bepalen.

In het algemeen bestaat de **fasehoek** (ϕ) uit 2 delen t.w. als $t = 0$, d.w.z. het begin van een beweging (nul-fase hoek) en als de hoek die gedraaid is tussen het tijdstip $t = 0$ en $t = T$ nodig voor 1 omwenteling.

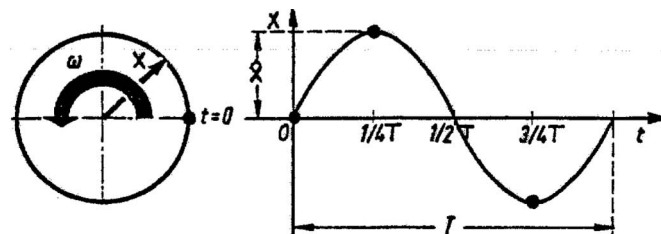


Fig. I Benamingen en begrippen bij trillingen

VI Trillingsvormen

Trillingen kunnen globaal worden ingedeeld, met het gebruik maken van de tijd waarin de bewegingen worden gezien. Deze worden in diverse vormen aangeduid, voor dynamica van roterend apparaten zijn de volgende vooral van belang.

Op basis van de vorm, worden de volgende herkend:

- periodieke trillingen
- niet-periodieke trillingen
- harmonische trillingen.

Periodieke trillingen

Dit zijn trillingen waarvan de bewegingen zich in de tijd gezien herhalen. Dit betekent dat ze voorspelbaar en herkenbaar zijn. Deze **trillingsvorm** ontstaat door periodieke aanstoting. Het is de meest voorkomende vorm van machine trillingen.

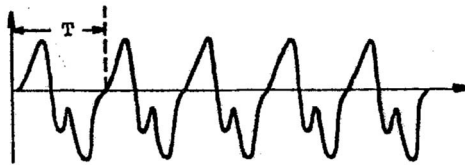


Fig. 1 Voorbeeld van een periodieke trilling

Niet-periodieke trillingen

Dit zijn trillingen waarvan de bewegingen zich in de tijd gezien niet herhalen, dit wil zeggen: ze zijn niet te voorspellen.

Voorbeelden zijn: geluid en trillingen van het verkeer.



Fig. 2 Voorbeeld van een niet periodieke trilling.

Harmonische trillingen

De meest elementaire vorm van een periodieke trilling is de harmonische trilling die door een sinus wordt gekarakteriseerd. Deze vorm is slechts mogelijk als er maar één trillingsfrequentie aanwezig is, bijvoorbeeld ten gevolge van onbalans.

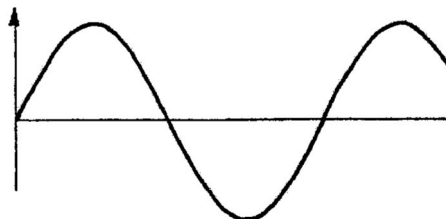


Fig. 3 Voorbeeld van een harmonische trilling

Als er bij een machine ten gevolge van 2 harmonische trillingen een optelling van trillingen plaats vindt dan is deze som weliswaar periodiek, maar niet harmonisch.

Deze samengestelde trilling kan bijvoorbeeld ontstaan door een onbalans bij de motor en een onbalans van de ventilator waarbij het toerental van de ventilator 2x of 0.5x het toerental van de motor is.

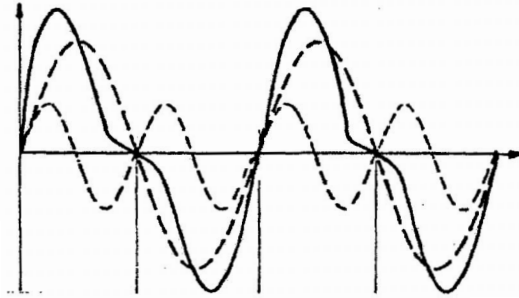
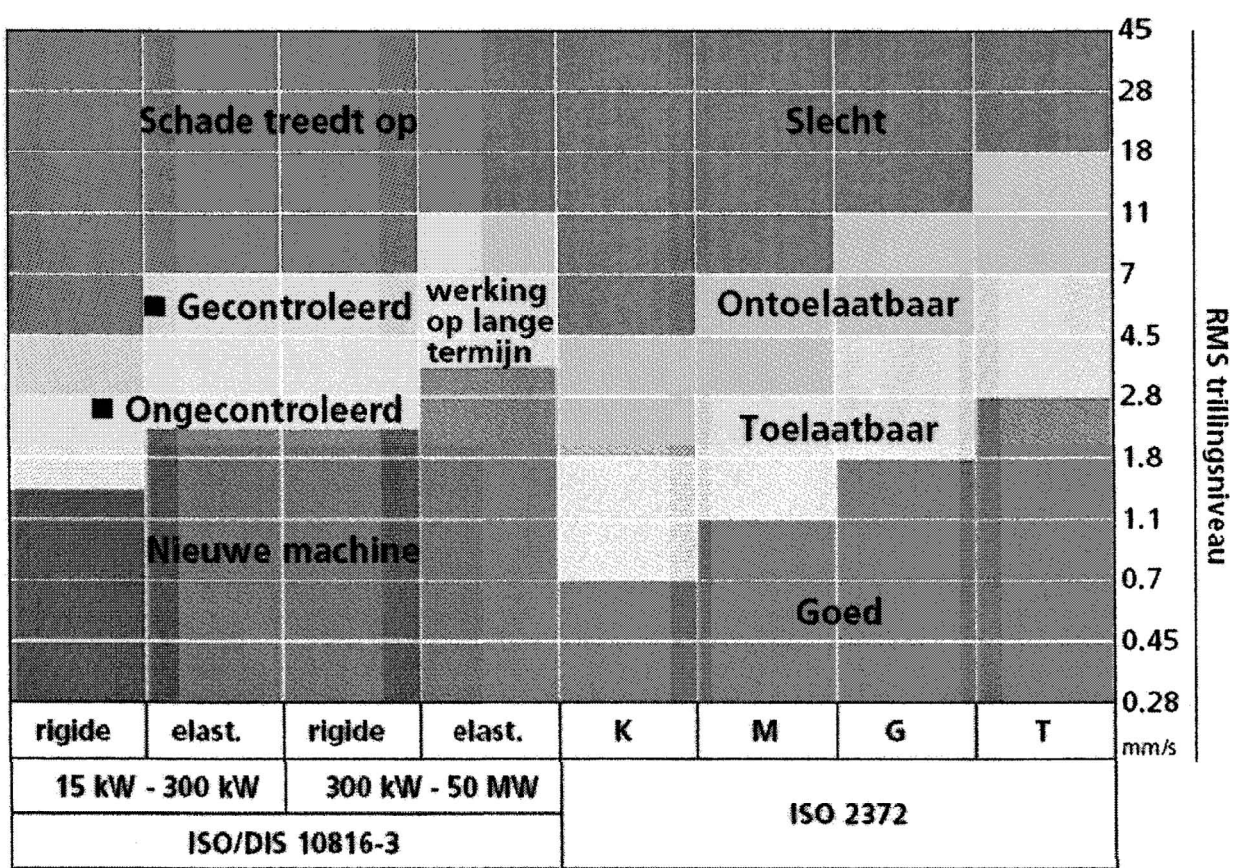


Fig. 4 Som van 2 harmonische trillingen

VII Trillingsstandaarden

De RMS (gemiddelde) trillingswaarde, gemeten in trillingssnelheid tussen 10 Hz en 1000 Hz, geeft een goede indicatie omtrent de algemene trillingsconditie waarin de installatie zich bevindt. De RMS waarde wordt geëvalueerd door ze te vergelijken met vastgestelde limieten. Op die manier wordt de trillingswaarde ondergebracht in vier categorieën: 'goed', 'toelaatbaar', 'niet goed' en 'onaanvaardbaar'. Het afgebeelde overzicht volgens ISO 10816



DIN ISO 10816-3 Mechanische trilling van roterende machines door meting op niet roterende delen; deel 1: algemene bepalingen

VIII Uitgewerkte Projecten

Utiliteit
Rabo Facet
Zeist
Gebouw Paars

NR.	CODE	OMSCHRIJVING	centrifugaal	direct aangedreven	CAPACITEIT	Thermografie	Rookgasanalyse	Trillingsanalyse	Olle analyse	Endoscopie	Comfort meting	isolatieweerstand	aantal
10	120020b	dakventilator	centrifugaal	direct aangedreven	500 tot 750 mm								4
11	130090a	ventilatorconvector	verwarming/koeling	recirculatie	tot 1 m								15
16	140080a	kanaaloevoerrooster											10
17	140090a	plafondoevoerrooster											10
18	140120a	kanaalafzuigrooster											10
19	140150a	afzuigrozet											2
20	250130a	electrische boiler											1
22	190280a	condenspomp											1
23	190030a	afsluiter	kogel	1/2"	tot 50 mm								14
24	190070e	inregelaarsluis		STAD 15	gemiddeld								4
26	220220a	servomotor											1
35	110170b	warmtelerugwinsectie	warmtewiel		1500 tot 2500 mm								1
36	110220b	verwarmingsssectie	water		2,5 tot 5,0 m³/s								1
37	110250b	koelsectie	water		2,5 tot 5,0 m³/s								2
39	110430b	centrifugaalventilator			2,5 tot 5,0 m³/s								2
40	190120a	tweewegklep			tot 50 mm								3
41	190130a	driewegklep			tot 50 mm								4
45	210580a	toerenregelaar	traploos	tb.v. ventilatoren									2
46	210420a	schakelkast			per m²								2
51	140100a	lijftoevoerrooster per verdieping											5
52	140130a	plafondafzuigroosters per verdieping											1
68	110300a	bevochtigingssectie			tot 2,5 m³/s								1
69	110330a	stoomverdeelpijp											1
71	110470b	stoomvormer											1
194	110010d	buitenlichtrooster			4,0 tot 8,0 m²								2
218	290020a	doseervat											1
228	200060a	stralingspaneel											10
302	120060c	buisventilator			500 tot 750 mm								4
303	130150a	luchtigordijn	cv gevoed										2
833		Energie gebouw											
835	100320e	vlamplipketel	gasgestookt	drietreks	750 tot 1000 kW								1
836	100260g	gasgestookte c.v.-keel	Rendamax	R 3401	500 tot 750 kW								2
837	100350a	platenwisselaar											1
838	100390b	gasbrander	hoog/laag	visa	750 tot 1000 kW								1
839	100570a	schoorsteen											3
851	190280c	circulatiepomp			100 tot 200 mm								14
852	190320d	fundatiepomp			> 200 mm								3
Totaal aantal metingen per NDO techniek													
						76	4	45	0	4	68	46	243

**Infrastructuur
Westerscheldetunnel
Terneuzen**

NDO Technieken

Nr.	CODE	Omschrijving		Thermografie	Rookgasanalyse	Trillingsanalyse	Olle analyse	Endoscopie	Comfort meting	Isolatieweerstand	aantal
1	900980e	stuwventilator per sectie		nachtlanet, 2 man							10
1	110430e	centrifugaalventilator	indirect aangedreven								6
1	120060a	buisventilator per sectie	inbouw								10
1	120120a	vllinderklep hoofd									10
1	260020a	kogelkraan									9
1	260050a	terugslagklep									48
1	190070a	Inregelaar/sluitler									26
1	160040a	condenslank									1
4	190330b	furdatiepompe	oliegesmeerd								22
1	190310e	tweelingcirculatiepomp	met stopbus								2
1	190120a	tweewegklep	incl. servomotor								7
2	190280e	circulatlepomp									8
1	100280c	gasegstoeke c.v.-ketel	H.R-ultvoering								2
1	190010a	afslutler hoofd	klap/schuif								15
1	TRANE	Koelmachine									1
2	150060a	buffervat									1
3	290020a	doseervat									1
1	100350a	platenwisselaar									1
1	110040e	geluidemper	met vlrije aanzuig								9
1	140150a	afzuigrozet									20
1	200140a	ventilatorkachel	electrisch								1
1	130160a	lucltgordijn	electrisch								7
1	280010b	vullwaterpompe									10
3	900119a	distributenet	verwarmingaleidingen	lin gebouw							13
1	900860a	lucltkanalen									20
3	OTIS	liftinstallate	Oilis								5
1	140100a	lijn rooster	Kieferndul								6
1	900040a	regel- en beveiligingsapparaatuur per schakelkast									3
Totaal aantal metingen per NDO techniek				171	2	75	22	6	89	74	439

**Warmtekraftkoppeling
WKC Oosterheem
Zoetermeer**

NDO Techniken

NR.	CODE	OMSCHRIJVING		Thermografie	Rookgasanalyse	Trillingsanalyse	Oil analyse	Endoscoop	Comfort meting	Isolatieweerstand	aantal
6	200140a	ventilatorkachel									1
13	NOVUM	vlampipkstel	elektrisch NOVUM								4
14	NOVUM	gasbrander	modulerend								4
15	100570a	schoorsteen									1
16	190000a	appendages groot	(regel-)afsluiters / terugslagkleppen								8
18	190120e	tweewegklep									10
19	210300a	servomotor									10
20	190280e	circulatiepomp									10
50	190320c	fundatiepomp									9
58	190380a	buffervat / stikstofvat	bouwkundig								3
59	SOTEX	silksstofgenerator	Sorex								1
62	160060a	spuitank									1
65	LUBRON	osmoseinstallatie	LUBRON								1
69	160030a	suppletietank									1
86	GEVEKE	wkk-installatie	GEVEKE								2
Totaal aantal metingen per NDO techniek											
				52	10	28	2	9	1	23	123

IX Uitgaven

Uitgaven		Kosten indicatie				
		jaar 1	jaar 2	jaar 3	jaar 4	jaar 5
faciliteiten	1 1 NDO ruimte	12.000	12.000	12.000	12.000	12.000
	2 verwerkingseenheden	2.500	0	0	500	0
	3 opslag capaciteit	2.600	0	0	0	0
	4 vervoer	10.000	10.000	20.000	20.000	20.000
	5 diverse	5.000	500	500	500	500
instrumenten	2 1 thermografie	38.000	10.500	10.500	10.500	10.500
	2 trillingsanalyse	9.874	3.135	3.135	3.135	3.135
	3 comfort en klimaat metingen	4.000	0	f.130	1.130	1.130
	extra geluidmeter b.v comfort en klimaat metingen	466	0	170	170	170
	4 isolatieweerstandmetingen	548	0	0	188	188
opleiding	5 rookgasanalyse	2.500	0	0	925	925
personeel	3 1 thermografie	1650	0	3.300	0	0
	2 trillingsanalyse	4.775	4.775	0	0	0
	4 comfort en klimaat metingen	500	0	1.000	0	0
	extra geluidmeter b.v comfort en klimaat metingen	250	0	500	0	0
	5 isolatieweerstandmetingen	220	0	0	440	0
PR	3 rookgasanalyse	500	0	0	1.000	0
	6 VCA	1.178	0	0	0	0
	7 Inspectie & Keuring level 3	10.000	10.000	0	0	0
	8 (schriftelijk) rapporteren	500	0	0	0	0
PR	4 1 medewerker projectleider	50.000	15.000	20.000	50.000	50.000
	2 medewerker inspecteur	40.000	12.000	16.000	40.000	40.000
	3 medewerker inspecteur	40.000	12.000	16.000	40.000	40.000
PR	5 1 folders	4.000	1.000	1.000	1.000	4.000
	2 open dag	2.000	2.000	2.000	2.000	0
	3 diversen	2.500	2.500	2.500	2.500	2.500
	(presenties, etentjes, internet enz)					
TOTAAL		96.378	95.410	109.735	185.988	185.048

X Inkomsten intern

Inkomsten intern		Vestigingen						Overige vestigingen Omrekenfactor x 0.3			
		Rotterdam	Maastricht	Amersfoort	Amsterdam	Wansveld	Den Bosch				
		Aantal						Sub totaal	Totaal		
Projectvorm											
Utiliteit		96	101	158	35	226	230	846	254	1100	
Infrastructuur		0	0	5	0	0	0	5	2	7	
Energie omzetting		0	1	15	0	2	6	24	7	31	
Industrie		3	0	1	0	36	15	55	17	72	
Gezondheidszorg		2	8	2	0	5	10	27	8	35	
		Thermografie		Trillingsanalyse		Comfort en klimaat		Isolatieweerstand		Rookgasanalyse	
Projectvorm	Totaal	meet aant.	totaalxmeet	meet aant.	totaalxmeet	meet aant.	totaalxmeet	meet aant.	totaalxmeet	meet aant.	totaalxmeet
Utiliteit	1100	76	83585	45	49491	68	74786	46	50591	4	4399
Infrastructuur	7	171	1112	75	488	89	579	74	481	2	13
Energie WKK	31	52	1622	26	811	1	31	23	718	10	312
Industrie	72	90	6435	60	4290	10	715	60	4290	4	286
Gezondheidszorg	35	156	5476	106	3721	73	2562	106	3721	7	246
		Min		Min		Min		Min		Min	
		3%		3%		3%		3%		3%	
Projectvorm											
Utiliteit			2508		1485		2244		1518		132
Infrastructuur			33		15		17		14		0
Energie WKK			49		24		1		22		9
Industrie			193		129		21		129		9
Gezondheidszorg			164		112		77		112		7
Totaal aantal metingen			2947		1764		2360		1794		158
Totaal aantal metingen in uren			982		588		787		598		53
Interne uren tarief in €					60		58		55		56
Totaal verwachte inkomsten intern			73672		35280		45237		32890		2943

XI E-mail

Betreft: **Inventarisatie** projecten **Wolter & Dros**.

In opdracht van de afdeling TFM (Technisch Facilitair Management) van **Wolter & Dros** doen wij in het kader van ons afstudeerproject aan de Hoge School van Utrecht een onderzoek naar de mogelijkheid van verdere implementatie van NDO (Niet Destructief Onderzoek) technieken bij de diverse onderhoudsprojecten van **Wolter & Dros**. Hiervoor is het van belang inzicht te krijgen in het totaal aantal projecten wat **Wolter & Dros** in onderhoud heeft. Het gaat hierbij om een globale maar redelijke schatting van het aantal projecten per projectvorm. De projectvormen en het soort projecten dat hieronder valt, staat in de onderstaande tabel vermeld. Graag zouden wij van u een indicatie terug ontvangen van het aantal projecten per projectvorm.

Projectvorm	Voorbeelden:	Aantal projecten:
Utiliteit	kantoren, winkels, musea etc.	
Infrastructuur	Tunnels, bruggen	
Energie omzetting	Warmtekrachtkoppeling (centrales)	
Industrie		
Gezondheidszorg	ziekenhuis, laboratorium etc.	
Woningbouw	Woningen, flats	

Wij vragen u dan ook bovenstaand schema in te vullen en **retour** te zenden aan a.woutersen@wolterendros.nl

Bij voorbaat dank voor u medewerking.

Hans van Bergen, tel. 033-4671686
Erik Bakker. Tel. 033-4671686

Projectbegeleider **Wolter & Dros** J. C.M. Peek afdeling TFM Amersfoort, tel: 033-4671680

XII Totale inkomsten

[illegible]

XIII Kosten en Baten grafiek

Kosten en Baten

