

DATAMINING BIJ CONDITION BASED MAINTENANCE

STORINGEN VOORSPELLEN ZONDER KENNIS VAN MACHINES

Bij Condition Based Maintenance proberen machinefabrikanten op basis van de toestand van een machine te voorspellen wanneer storingen zich voordoen. ASML gebruikt hiervoor modellen op basis van de kennis en ervaring met deze machine. Göknur Şeyma Çakır laat nu zien dat het mogelijk is storingen te voorspellen zonder te weten hoe de machine werkt. Het middel daartoe heet datamining.

Met een proactieve serviceorganisatie probeert ASML voorbereid te zijn op storingen en ze zo mogelijk zelfs te voorkomen. De fabrikant van machines voor de halfgeleiderindustrie maakt daarbij gebruik van Condition Based Maintenance (CBM). Deze aanpak heeft tot doel om de beschikbaarheid van machines te vergroten en zowel de geplande als ongeplande stilstand te reduceren door de aard en het tijdstip van storingen te voorspellen.

STORINGEN VOORSPELLEN

ASML maakt voor CBM al gebruik van zogenaamde expertmodellen, die zijn opgesteld door de technische experts van het bedrijf. Deze experts kunnen op basis van kennis en ervaring aangeven wat de gevolgen zijn als een component stuk gaat. Deze wetenschap is verwerkt in modellen waarmee ASML op basis van de toestand (condition) van een machine probeert te voorspellen op welk moment zich welke storing aandient.

ASML beschikt echter ook over een schat aan data over de machines die wereldwijd in bedrijf zijn. Het bedrijf ontvangt van elke machine dagelijks een bestand. Daarin zijn niet alleen de storingsmeldingen vastgelegd, maar ook de waarden die per uur aangeven in welke toestand de machine verkeert. In totaal gaat het om meer dan een paar duizend verschillende parameters, denk aan temperatuur, spanning, druk, etc.. ASML wil nu ook weten of het mogelijk is om louter op basis van deze data te voorspellen wanneer welke storingen zich voordoen en wat de resterende levensduur van de betreffende componenten is. Het middel daartoe: datamining.

OPSCHONEN VAN DATA

Doel van het onderzoek is het vinden van een verband tussen de data die de toestand van een machine aangeven en de opgetreden storingsmeldingen. Als die relatie bekend is, is het zaak om een methode te vinden waarmee op basis van die relatie de storingen kunnen worden voorspeld. Tijdens het onderzoek lag de focus op één onderdeel dat in meer dan duizend machines is



geplaatst. Dit is een storingsgevoelig onderdeel dat veel service en onderhoud vergt. De allereerste stap is het opschonen van de data. Tijdens de onderzochte periode zijn bijvoorbeeld enkele parameters gewijzigd, waardoor de waarden lastig te vergelijken zijn. Opschoning is daarom van belang om betrouwbare resultaten te verkrijgen.

DREMPELWAARDEN

Voor de jaren 2009 en 2010 zijn respectievelijk 51 en 11 verschillende machines onderzocht, die in totaal 65 keer het onderzochte onderdeel hebben vervangen. Gestart is met een selectie van ruim 100 parameters waarvan er uiteindelijk na opschoning data 36 in dit onderzoek gebruikt zijn.

Uit analyse van de data blijkt dat een storingsmelding gepaard gaat met een terugval in de waarden van één of meerdere van de 36 parameters. Welke parameters dat zijn, kan per storingsmelding verschillen. Daarom is als eerste vastgesteld bij welke drempelwaarden van de parameters het onderdeel is vervangen. Daaruit blijkt dat die drempelwaarden voor elke machine weer anders zijn. Dat suggereert dat sommige bedrijven het onderdeel pas vervangen als de machine echt stilvalt, terwijl anderen al actie ondernemen op het moment dat de prestaties afnemen. In dit onderzoek is het verband vastgesteld tussen de drempelwaarden van de parameters en het aantal storingen.

WISKUNDIG MODEL

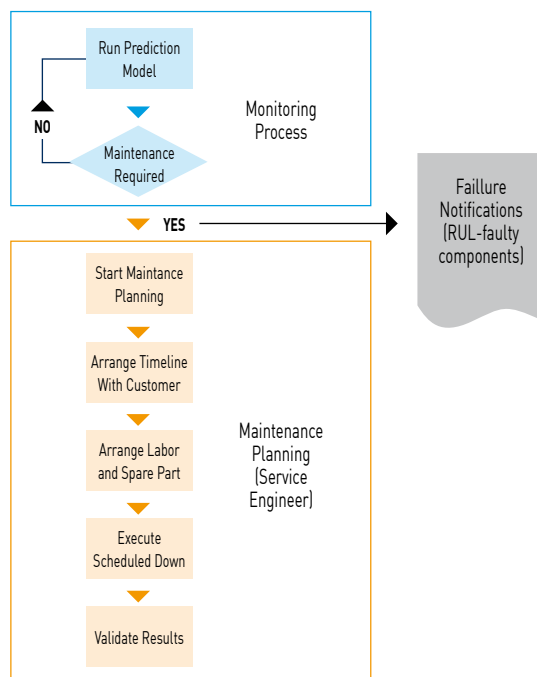
Vervolgens zijn 3 verschillende modellen voor het voorspellen van storingen ontwikkeld en getest. De data uit 2009 zijn gebruikt om per voorspelmodel de parameters te tunen, en vervolgens zijn de modellen uitgetest op de data uit 2010.

Het eerste model voorspelt of het onderdeel binnen 60 dagen of zelfs binnen 20 dagen stuk dreigt te gaan. Het tweede model geeft een voorspelling van de resterende levensduur van het onderdeel in aantal dagen. De derde aanpak bestaat uit een wiskundig model dat is ontwikkeld om de exacte relatie tussen de waarden van de parameters en de storingsmeldingen te verklaren.

Het probleem bij het derde model is dat de al genoemde drempelwaarden wel bekend zijn, maar per machine verschillen. Als we voor elke machine de betreffende drempelwaarden als vast gegeven beschouwen en meenemen in de berekeningen, geeft dit model de beste resultaten. Van de 11 onderzochte storingsmeldingen uit 2010 voorspelt dit model er 9, terwijl het eerste model 5 en het tweede niet meer dan 2 correcte voorspellingen geeft.

BESLISSINGSONDERSTEUNING

Het ontwikkelde model blijkt zelfs beter te presteren dan het expertmodel dat de technici



Figuur 1: relatie tussen monitoring en onderhoudsplanning.

van ASML zelf hebben ontwikkeld. Dit expertmodel, waarin de kennis over de machines en de componenten is verwerkt, genereert in slechts 5 van de 11 gevallen een correcte voorspelling. Het is dus mogelijk om alleen op basis van uitgebreide data-analyse een goede voorspelling van toekomstige storingen te doen (zonder te weten hoe de machine werkt).

Tot slot is speciaal voor ASML een beslissings-ondersteuningsmodel (figuur 1) ontwikkeld, dat aangeeft hoe de uitkomsten van het voorspellingsmodel kunnen worden gebruikt om de onderhoudsactiviteiten te optimaliseren. Een eerste gebruiksvriendelijke versie van het model is ontwikkeld, dat aangeeft wat de toestand van de machine is en de verwachte levensduur van het onderdeel in kwestie.

AANBEVELINGEN

Het model dat in dit onderzoek centraal staat, is ontwikkeld voor slechts één component. Om datamining in de praktijk te kunnen toepassen in Condition Based Maintenance, is het noodzakelijk om het model uit te breiden tot meerdere componenten.

Daarnaast beperkt het model zich tot het voorspellen van toekomstige storingen. Service-engineers moeten nog steeds zelf bepalen wanneer zij het onderhoud gaan doen. Daarom is aanvullend onderzoek nodig om het optimale moment voor onderhoud te bepalen. Ook is aanvullend onderzoek nodig om de voorraad spare parts optimaal af te stemmen op de voorspelde storingen. Beide onderzoeken zijn ondertussen gestart.

Datamining krijgt vervolg bij ASML

Gert Streutker van ASML geeft toe dat er binnen ASML aanvankelijk veel scepsis bestond over het onderzoek van Göknur Şeyma Çakır. "Zij heeft echter laten zien dat het mogelijk is om zonder kennis van zaken betere voorspellingen te genereren dan de experts van ASML", stelt de projectmanager. Streutker is blij met de onderzoeksresultaten. "Het model van Çakır wordt op dit moment niet actief gebruikt, maar we zitten momenteel wel in een traject om een leverancier te selecteren voor een tool waarmee we datamining gaan gebruiken om storingen te voorspellen. We gaan dit stap voor stap implementeren".

FACTS

Student Göknur Şeyma Çakır
Universiteit TU Eindhoven
Begeleider prof.dr.ir. G.J. van Houtum
Informatie info@gordian.nl

Proactive Service Logistics - R&D project powered by:

Gordian 
Logistic Experts

TU/e Technische Universiteit
Eindhoven
University of Technology

UNIVERSITEIT TWENTE.

RSM 
ERASMUS
UNIVERSITY

SLF
SERVICE LOGISTICS FORUM