Slutrapport – Maritim Analytics Platform

1. Resumé

Projektet har haft fokus på udvikling og modning af en sensor- og analytics-platform målrettet maritime anvendelser. Løsningen består af sensorer, en lokal gateway og en analytics-platform, der tilsammen gør det muligt at indsamle, lagre og analysere vibrationsdata fra maskineri og konstruktioner ombord på skibe.

Udgangspunktet for projektet har været at undersøge, hvordan vibrationsmålinger kan anvendes til at skabe et bedre datagrundlag omkring skibets maskineri og konstruktion, og samtidig udvikle den nødvendige tekniske infrastruktur til at gennemføre kontinuerlige målinger under reelle maritime driftsforhold.

En væsentlig del af projektet har derfor været at flytte teknologien fra udvikling og kontrollerede forsøg til anvendelse ombord på et operationelt skib. Der er gennemført kontrollerede tests på en teststand hos Knud E. Hansen, hvor der er foretaget vibrationsmålinger på en pumpe. Herefter er teknologien blevet afprøvet gennem et længerevarende testforløb ombord på DFDS' Ro-Ro-skib SCANDIA SEAWAYS.

Der er over en periode på cirka fire år gennemført målinger forskellige steder på skibet. Der er blandt andet målt på aksel, skibets to takts hovedmotor samt på broen. Dette har givet mulighed for at undersøge, hvordan vibrationer fra maskineri og fremdrivningssystem forplanter sig gennem skibets konstruktion.

En central teknisk udfordring har været håndtering af data ombord. Et skib har ikke nødvendigvis kontinuerlig internetadgang på åbent hav, og overførsel af store datamængder via satellitforbindelse kan være omkostningstung. Gatewayen er derfor udviklet til selvstændigt at kunne indsamle og lagre data lokalt gennem sejladsen og efterfølgende overføre data, når en egnet forbindelse er tilgængelig, eksempelvis ved ankomst til havn eller i forbindelse med ind- og udsejling.

Projektet har samlet set resulteret i udviklingen af en funktionel sensor-, gateway- og analytics-platform og har skabt betydelig teknisk viden om vibrationsmålinger og dataopsamling i maritime miljøer.

Den kommercielle udvikling har imidlertid ikke fulgt den oprindelige forventning. Der er ved projektets afslutning endnu ikke etableret betalende kunder til den samlede løsning. Projektet har derfor ikke skabt den direkte kommercielle værdi, som oprindeligt var forventet.

2. Projektets baggrund og målsætning

Maritime fartøjer indeholder en lang række mekaniske systemer, som under drift genererer vibrationer. Motorer, aksler, pumper og andre mekaniske komponenter skaber hver deres vibrationsmønstre, som transmitteres gennem skibets konstruktion.

Disse vibrationer indeholder potentielt information om både maskinernes drift og den samlede mekaniske tilstand. Ved at registrere og analysere vibrationerne over længere tid er ambitionen at skabe et datagrundlag, der kan bidrage til en bedre forståelse af maskineri og konstruktion og på sigt understøtte blandt andet tilstandsovervågning og vedligeholdelse.

Det maritime miljø er imidlertid komplekst. På et stort skib eksisterer mange vibrationskilder samtidig, og vibrationerne kan forplante sig over betydelige afstande gennem skroget. En vibration registreret ét sted på skibet kan derfor have sin oprindelse et helt andet sted.

Projektets ambition har været at udvikle en teknisk platform, der kan håndtere denne kompleksitet. Der er derfor arbejdet med hele datakæden fra den fysiske vibration til opsamling, lagring og efterfølgende analyse.

Løsningen er opbygget omkring tre centrale teknologiske elementer: sensorer, gateway og analytics-platform.

Sensorerne registrerer vibrationerne på de valgte målepunkter. Gatewayen indsamler og lagrer data lokalt ombord på skibet og håndterer overførslen, når en egnet forbindelse er tilgængelig. Analytics-platformen anvendes efterfølgende til at strukturere og analysere de indsamlede data.

Målet har været at udvikle en samlet og fleksibel arkitektur frem for en række enkeltstående sensorer. Løsningen skal kunne udbygges med flere målepunkter og på sigt understøtte forskellige maritime anvendelser.

Et centralt element har samtidig været at afprøve teknologien under faktiske driftsforhold. Projektet har derfor lagt væsentlig vægt på praktiske forsøg og længerevarende dataindsamling frem for alene at basere udviklingen på laboratorietests.

3. Teknisk udvikling

3.1 Sensorer og vibrationsmålinger

Sensorerne udgør fundamentet for den samlede løsning. Projektet har arbejdet med sensorteknologi til registrering af vibrationer fra mekaniske komponenter og konstruktioner.

En væsentlig del af arbejdet har været at opbygge en løsning, hvor flere sensorer kan anvendes samtidigt og placeres på forskellige positioner. Dermed bliver det muligt at sammenholde vibrationsdata fra forskellige dele af et skib.

Dette er særligt relevant i det maritime miljø, fordi et skib fungerer som en stor sammenhængende mekanisk konstruktion. Vibrationer fra eksempelvis hovedmotor eller aksel stopper ikke ved den enkelte komponent, men transmitteres videre gennem skibets konstruktion.

Ved at etablere målepunkter forskellige steder kan der opbygges et billede af, hvordan vibrationerne bevæger sig gennem skibet, og hvordan vibrationssignaler ændrer karakter afhængigt af afstanden til vibrationskilden og de konstruktioner, de passerer igennem.

Projektet har derfor ikke alene fokuseret på at kunne måle vibrationer, men også på at skabe et datagrundlag, hvor målinger fra forskellige positioner kan sammenholdes.

3.2 Gateway og lokal dataopsamling

Udviklingen af gatewayen har været en central del af projektet, da maritime installationer stiller særlige krav til både driftssikkerhed, lokal datalagring og kommunikation.

Når gatewayen først er installeret ombord, kan den være vanskelig at tilgå fysisk. Systemet skal derfor kunne fungere kontinuerligt over længere perioder med begrænset behov for service og manuel betjening.

Samtidig er kontinuerlig internetadgang ikke en selvfølge på åbent hav. Satellitkommunikation kan anvendes, men overførsel af store datamængder via satellit kan være forbundet med betydelige omkostninger. Dette er særligt relevant for vibrationsmålinger, hvor sensorerne over længere perioder kan generere betydelige datamængder.

Gatewayen er derfor udviklet til at kunne fungere autonomt og opsamle samt lagre sensordata lokalt, mens skibet er under sejlads. Dataindsamlingen er dermed ikke afhængig af en konstant ekstern internetforbindelse.

I testforløbet på DFDS-skibet, der opererer mellem Rotterdam og Immingham, kan data opsamles kontinuerligt under sejladsen og efterfølgende overføres, når en egnet forbindelse bliver tilgængelig. Dette kan eksempelvis ske i forbindelse med ankomst til havn eller under ind- og udsejling.

Arkitekturen gør det muligt at adskille selve dataindsamlingen fra dataoverførslen. Det betyder, at manglende internetforbindelse ikke medfører tab af måledata.

Gatewayen fungerer dermed som et vigtigt bindeled mellem de fysiske sensorer og analytics-platformen og er en væsentlig del af løsningens tilpasning til praktisk maritim anvendelse.

3.3 Analytics-platform

Analytics-platformen udgør det centrale softwaremæssige element i løsningen. Platformen anvendes til at samle, strukturere og analysere data fra de forskellige sensorer og målepunkter.

Udviklingen har haft fokus på at skabe en platform, der kan håndtere data fra længerevarende måleforløb og fra flere sensorer samtidigt.

Dette er væsentligt, fordi værdien af vibrationsdata ikke alene ligger i enkelte målinger. Ved at opsamle data over længere tid bliver det muligt at undersøge mønstre, variationer og ændringer i vibrationssignalerne.

Platformen er samtidig udviklet som en fleksibel arkitektur, hvor yderligere sensorer og datakilder kan integreres. Løsningen er dermed ikke bundet til ét bestemt målepunkt eller én specifik maskintype.

Projektet har således etableret en sammenhængende teknisk kæde fra fysisk vibration til sensor, lokal gateway, datalagring og efterfølgende analyse.

4. Test og validering

En væsentlig del af projektet har været praktisk test og validering. Der er arbejdet med både kontrollerede forsøg og længerevarende tests under faktiske maritime driftsforhold.

Denne kombination har været vigtig, fordi et kontrolleret testmiljø gør det muligt at arbejde systematisk med kendte vibrationskilder, mens et operationelt skib repræsenterer et væsentligt mere komplekst miljø.

4.1 Teststand hos Knud E. Hansen

Som en del af udviklingsarbejdet blev der etableret en teststand hos Knud E. Hansen, som er partner og leverandør i projektet.

Teststanden omfattede en pumpe, der blev anvendt som mekanisk vibrationskilde. På denne måde kunne sensorer og dataopsamling afprøves under kontrollerede forhold, hvor vibrationskilden var kendt.

Teststanden gjorde det muligt at gennemføre gentagelige målinger og arbejde med sensorernes registrering af vibrationer, dataopsamling og den efterfølgende behandling af data.

Dette fungerede som et vigtigt udviklingstrin inden installation og afprøvning ombord på et operationelt skib.

Hvor en teststand giver mulighed for at kontrollere en række af de faktorer, der påvirker målingen, er situationen på et skib væsentligt anderledes. Her eksisterer mange vibrationskilder samtidig, og driftsforholdene ændrer sig løbende.

4.2 Test ombord på SCANDIA SEAWAYS

En central del af projektets praktiske validering er gennemført ombord på DFDS' Ro-Ro-skib SCANDIA SEAWAYS.

Skibet er cirka 238 meter langt og 34 meter bredt og udgør dermed en stor og kompleks maritim konstruktion. Størrelsen, maskineriet og de lange afstande gennem skibets konstruktion har gjort fartøjet til en relevant platform for afprøvning af teknologien under faktiske driftsforhold.

Der er gennem en periode på cirka fire år gennemført målinger ombord. Forløbet har været et udviklings- og testforløb og ikke en kommerciel installation.

Målingerne har blandt andet omfattet skibets aksel, totakts hovedmotor samt målepunkter på broen.

De forskellige sensorplaceringer har gjort det muligt at undersøge, hvordan vibrationer fra maskineri og fremdrivningssystem forplanter sig gennem skibets konstruktion. Målingerne på broen har i denne sammenhæng været interessante, fordi de giver mulighed for at undersøge, hvordan vibrationer kan registreres langt fra den oprindelige vibrationskilde.

Testen har samtidig givet mulighed for at arbejde med teknologien under forskellige operationelle situationer og over længere perioder.

Dette adskiller sig væsentligt fra en traditionel kortvarig test, fordi længerevarende dataindsamling giver mulighed for at observere variationer i vibrationsbilledet og opbygge et betydeligt større datagrundlag.

4.3 Dataopsamling under sejlads

Testen ombord har samtidig været afgørende for udviklingen af gateway-arkitekturen.

På ruten mellem Rotterdam og Immingham er skibet i perioder uden en dataforbindelse, der er hensigtsmæssig til kontinuerlig overførsel af de genererede måledata.

I stedet for at gøre systemet afhængigt af satellitkommunikation er løsningen udviklet, så data kan opsamles og lagres lokalt under hele sejladsen.

Når skibet igen har adgang til en egnet forbindelse, eksempelvis ved havneanløb eller i forbindelse med ind- og udsejling, kan de opsamlede data overføres til den øvrige platform.

Dette princip har vist sig vigtigt for en praktisk maritim løsning. Systemets primære funktion – at gennemføre kontinuerlige målinger – er dermed ikke afhængig af kvaliteten eller tilgængeligheden af den eksterne internetforbindelse.

5. Projektets resultater

Projektet har samlet set resulteret i udvikling og modning af en sammenhængende maritim sensor- og analytics-løsning.

Teknologien er blevet udviklet fra kontrollerede målinger på en teststand til længerevarende dataopsamling på et stort operationelt skib.

Der er udviklet en sensorløsning til vibrationsmålinger, en gateway til lokal dataopsamling og lagring samt en analytics-platform til strukturering og analyse af data.

Samtidig er der opnået væsentlig praktisk erfaring med installation og drift af sensorer i maritime miljøer og med de udfordringer, der følger af at have teknisk udstyr installeret på et fartøj, hvor fysisk adgang og internetforbindelse ikke altid er tilgængelig.

Det flerårige testforløb har desuden skabt et omfattende datagrundlag fra et reelt maritimt miljø.

Et vigtigt resultat er den viden, der er opbygget omkring vibrationers forplantning gennem skibets konstruktion. Målinger på både hovedmotor, aksel og længere væk på skibet har givet praktisk indsigt i kompleksiteten i at identificere og analysere vibrationskilder på et stort fartøj.

Projektet har således ikke alene resulteret i et fysisk produkt og en softwareplatform. Der er også opbygget domæneviden, som er nødvendig for at kunne arbejde videre med vibrationsanalyse i maritime miljøer.

6. Kommercielle resultater og markedsmæssig læring

Den tekniske udvikling og validering har været positiv, men projektets kommercielle udvikling har ikke levet op til de oprindelige forventninger.

Ved projektets afslutning har der kun være en betalende kunde, Stena Line, men ikke kontinuert, hvorfor den kommercielle effekt er begrænset. Testforløbet på DFDS-skibet har været gennemført som udvikling og teknisk validering og har ikke været en kommerciel installation.

Projektet har derfor endnu ikke skabt den direkte omsætning og markedsmæssige værdi, der oprindeligt var ambitionen.

Dette er samtidig en væsentlig læring fra projektet.

Erfaringerne viser, at en teknisk velfungerende sensor- og analytics-platform ikke i sig selv er tilstrækkelig til at skabe et kommercielt marked. For den maritime kunde skal teknologien kunne kobles til et konkret operationelt eller økonomisk behov, og værdien skal kunne dokumenteres.

Det kan eksempelvis være muligheden for tidligere at identificere ændringer i maskineri, reducere uplanlagt nedetid, understøtte vedligeholdelsesbeslutninger eller skabe andre målbare driftsmæssige gevinster.

Projektet har dermed tydeliggjort forskellen mellem teknologisk og kommerciel validering.

Teknologien kan fungere og være afprøvet under reelle forhold, uden at der nødvendigvis eksisterer en tilstrækkelig stærk business case hos kunden. Den erfaring er vigtig for den videre prioritering af teknologien.

Fremadrettet bør udviklingen derfor i højere grad tage udgangspunkt i konkrete anvendelsesscenarier og kundeproblemer frem for platformen som et selvstændigt produkt.

Projektet er endnu ikke finansielt positivt, men der er ansat flere tekniske og kommercielle ressourcer til at løfte opgaven.

7. Læring og perspektivering

Projektet har givet en betydelig teknisk og markedsmæssig læring.

Teknisk er der opbygget kompetencer inden for vibrationsmålinger, sensorinstallation, lokal dataopsamling, gateway-teknologi og analyse af data fra maritime miljøer.

Særligt erfaringerne fra SCANDIA SEAWAYS har været værdifulde. Et stort operationelt skib er et væsentligt mere komplekst målemiljø end en teststand, og det flerårige forløb har givet mulighed for at arbejde med udfordringer, som vanskeligt kan simuleres i et laboratoriemiljø.

Projektet har samtidig vist værdien af en arkitektur, hvor dataopsamling kan fungere uafhængigt af ekstern kommunikation. Muligheden for at opsamle og lagre data lokalt og først overføre dem, når en hensigtsmæssig forbindelse er tilgængelig, er en vigtig egenskab ved løsninger til maritime anvendelser.

Kommercielt har projektet vist behovet for at komme endnu tættere på kundens konkrete problem.

En fremtidig løsning bør ikke alene beskrives ud fra, hvilke data den kan måle, men i højere grad ud fra hvilken beslutning, besparelse eller operationel forbedring dataene kan understøtte.

Det betyder også, at den videre udvikling ikke nødvendigvis skal være bredere. Tværtimod kan det være relevant at fokusere teknologien på færre og mere præcist definerede anvendelser, hvor værdien kan dokumenteres.

Den eksisterende teknologi, de gennemførte tests og det indsamlede datagrundlag giver et godt fundament for dette arbejde.

8. Konklusion

Projektet har resulteret i udviklingen af en funktionel sensor- og analytics-platform målrettet maritime anvendelser. Der er udviklet og integreret sensorer, gateway, lokal datalagring og analytics-software i en samlet teknisk arkitektur.

Teknologien er blevet afprøvet både i et kontrolleret testmiljø hos Knud E. Hansen og gennem et længerevarende testforløb under faktiske maritime driftsforhold ombord på DFDS' SCANDIA SEAWAYS.

Det flerårige testforløb har givet værdifuld viden om måling af vibrationer fra blandt andet skibets aksel og totakts hovedmotor samt om, hvordan vibrationer forplanter sig gennem skibets konstruktion og kan registreres andre steder på fartøjet.

Samtidig er der udviklet en gateway-arkitektur, der tager højde for en væsentlig praktisk udfordring ved maritime installationer: manglende kontinuerlig internetforbindelse. Systemet kan opsamle og lagre data lokalt under sejlads og overføre data, når en egnet forbindelse bliver tilgængelig.

På den baggrund vurderes projektet at have leveret et godt teknisk resultat og at have skabt både et produktmæssigt fundament og væsentlig ny viden.

Den forventede kommercielle værdi er imidlertid ikke blevet realiseret i projektperioden. Der har kun været en betalende kunde til den samlede løsning, og projektet har derfor ikke udviklet sig til den forretning, som oprindeligt var forventet.

Dette er en vigtig del af projektets samlede konklusion. Der er udviklet teknologi, som fungerer under reelle maritime forhold, men der er endnu ikke dokumenteret en tilstrækkelig stærk kommerciel efterspørgsel efter løsningen i dens nuværende form.

Den væsentligste læring er derfor, at næste fase ikke alene bør fokusere på yderligere teknisk udvikling. Teknologien skal i højere grad kobles til konkrete kundeproblemer og anvendelsesscenarier, hvor den økonomiske eller operationelle værdi kan dokumenteres tydeligt.

Projektet afsluttes således med en teknisk velfungerende og væsentligt modnet løsning, men den kan kun løftes med en case evaluering af drift og øvrige effekter, der vil kunne dokumentere brug og derved give en øget kommercielle mulighed.

Den udviklede sensorplatform, gateway, analytics-platform og det omfattende datagrundlag fra de gennemførte tests udgør fortsat et værdifuldt fundament. Teknologien og den opbyggede viden kan anvendes i den videre produktudvikling og i fremtidige projekter, hvor løsningen målrettes mere specifikke og dokumenterede behov i det maritime marked.