

# SPM

Reliability Management

**LEVETIDSTEST  
AF LI-ION  
BATTERIER TIL NANO-  
SATELLITTER**

side 4-5

AUGUST 2020

## Nyt fra sekretariatet

Velkommen tilbage efter en forhåbentlig dejlig sommer. Vi håber, du er klar til alle efterårets spændende aktiviteter oven på det mest mærkelige og "forsømte" forår i mands minde, hvor næsten alt inklusiv SPM's aktiviteter har stået i skyggen af Corona med hjemmearbejde og social distance.

Selv om mange arrangementer og erfa-gruppemøder har været aflyst og flyttet, har der været gang i en række projekter bl.a. levetidstest af batterier til nanosatellitter, "Proaktivt Paradigme for Elektroniske Produkters Pålidelighed" (PPEPP) og "Low harm" om simulering af elektromagnetisk emission i det lave frekvensområde - alt sammen noget du kan læse mere om her i magasinet. Der er også mulighed for at møde Martin Bjørknov og høre, hvad han får ud af at deltage i erfa-gruppe 9 "EMC", som han har været medlem af de sidste 4 år.

Social distance rimer ikke særlig godt på erfa-gruppemøde, men erfa-gruppe 23 "Medical device design verification testing" besluttede at afholde junimødet på Skype, så det kunne gennemføres på trods af restriktioner i de enkelte virksomheder. I takt med at det danske samfund i stigende grad er åbnet op, har flere grupper, bl.a. MasterClass og erfa-gruppe 13 "Termisk rigtig apparatkonstruktion", været i gang med at fastlægge datoer for fysiske møder i efteråret. Vi opfordrer jer alle til at overveje, om det også er muligt for jeres gruppe. Alt sammen naturligvis under hensyntagen til de gældende retningslinjer i samfundet, i værtsvirksomheden og i din egen virksomhed.

Det bliver et travlt efterår i SPM-regi. Et nyt årsprojekt skal endeligt vedtages og igangsættes af bestyrelsen. Efteråret byder også på en temadag den 20. oktober i forbindelse med afslutningen af det nuværende årsprojekt "Kvantificering af pålidelighed" med fokus på vibration og chok, og den årlige Pålidelighedskonference i forbindelse med PPEPP-projektet er planlagt til den 26. november 2020. Så sæt allerede nu kryds i kalenderen.

Rigtig godt efterår.

Thomas Bech Hansen og Susanne Otto

### ÆNDRING AF MEDLEMSKREDSEN

60 betalende + 5 associerede

### UDMELDelse

Ingen

### INDMELDelse

Presto Engineering Denmark

## De 5 nyeste SPM-rapporter

### SPM-182: PRODUCT MISSION PROFILING – PRACTICAL EXAMPLES OF MISSION PROFILES AND DERIVED TESTS

This report is a guide to mission profile process tool from which product requirements accelerated life testing and other relevant tests can be derived as well as serve as input to the development process. Further, the process is demonstrated by practical cases.

*Susanne Otto og Kim A. Schmidt, DELTA, august 2016.*

### SPM-181: PRACTICALLY APPLICABLE RELIABILITY TOOLS – A GUIDE WITH PRACTICAL CASES

This report is a guide to reliability tools related to different phases of a product's life from the development phase to the field operation phase. It has the form of a handbook enabling the reader to get an overview of reliability tools in a few pages. A number of practical cases of tool application are described.

*Susanne Otto, Kim A. Schmidt og Jørn Johansen, DELTA, juni 2013.*

### SPM-180: RELIABLE PRODUCTS – SPECIFICATION AND VALIDATION OF CRITICAL PRODUCT PARTS

This report provides guidance on specifying and validating critical product parts emphasizing reliability requirements and aspects. It is intended for situations, where the product part is bought off-the-shelf or where its development is outsourced.

*Leif Christiansen, Kim A. Schmidt og Henrik Funding Ravn, DELTA, april 2011.*

### SPM-179: ACCELERATION FACTORS AND ACCELERATED LIFE TESTING - A GUIDE BASED ON PRACTICAL EXPERIENCES

This report describes the basic concepts of acceleration factors,

acceleration models and accelerated life testing, as they apply to electromechanical products. A number of practical examples and recommendations are given as well.

*Anders Bonde Kentved, DELTA, februar 2011.*

### SPM-178: GUIDELINE FOR HÅNDBTERING AF MSL OG PSL - HÅNDBTERING I HENHOLD TIL IPC-JSTD-001, -020, -033 OG -075

Rapporten beskriver vha. flowdiagrammer typiske spørgsmål i forbindelse med komponenthåndtering for udvikler, distributør, indkøb, lager, produktion og service.

*Hytek, februar 2010.*

*Rapport ECR-205 fra 1987, Apparatedesign til Vibrations- og chokkrav, fås digitalt og er tilgængelig for SPM's medlemmer.*

### HUSK VORES ADGANG TIL cEDM'S HJEMMESIDE

Medlemsafsnittet på cEDM's hjemmeside er tilgængeligt for alle SPM-medlemmer:

1. Gå ind på [spm-erfa.dk](http://spm-erfa.dk) og login på SPM's medlemsafsnit.
2. Vælg 'links' og klik på cEDM's logo, som fører til et auto-login.
3. Ignorer beskeder om one-time login og opfordringer til at ændre password.

Alle SPM-medlemmer har adgang via samme link og auto-login.

# Interview med medlem af erfa-gruppe 9 "EMC"

Erfa-gruppe 9 "EMC" har efterhånden mange år bag sig, men det gør ikke gruppen mindre interessant og dynamisk. Der sker nemlig meget på EMC-fronten, og møderne byder altid på nye relevante diskussioner.



Vi har spurgt Martin Bjørknov, hvad han får ud af at deltage i erfa-gruppe 9, som han har været medlem af de sidste 4 år. Til dagligt arbejder han som Production Qualification Test Specialist hos Hottinger, Brüel & Kjaer, hvor han udfører EMC-, miljø- og sikkerhedstest af måleinstrumenter til måling af lyd og vibrationer.

## Q: HVORFOR ER DU MEDLEM AF ERFA-GRUPPE 9 "EMC"?

A: "Jeg ser det som en del af min efteruddannelse. Der sker hele tiden nye ting på det her fagområde, som er vigtige at følge med i. Erfa-gruppen er en god måde for mig til at opsamle frisk viden på EMC-området og blive opdateret på, hvad der sker af nyt indenfor standarderne."

## Q: HVAD TALER I OM PÅ ERFA-MØDERNE?

A: "Vi taler om, hvordan vi tolker standarder og udfører tests, og så udveksler vi erfaringer om, hvordan man kan løse specifikke testopgaver og måler ud fra en specifik standard. Eksempelvis drøfter vi problemstillinger om produktkategorisering: Hvis man har et komplekst produkt, er det ikke altid lige nemt at finde ud af, hvilke direktiver det hører under, og hvilke standarder man skal teste op imod – er det Maskindirektivet eller EMC-direktivet? Så er det rart at sparre med erfa-gruppen og høre, hvad de andre har gjort."

## Q: HVAD FÅR DU OG DIN VIRKSOMHED UD AF, AT DU DELTAGER I ERFA-GRUPPEN?

A: "Jeg har meget glæde af at være med i erfa-gruppen. Dels får jeg ajourført viden, som jeg kan bruge i mit job, og dels har jeg et netværk, som jeg kan trække på, hvis jeg har faglige udfordringer. Normalt er jeg alene om at løse mine daglige opgaver. I erfa-gruppen kan man vende nogle af de ting, man har bokset med – den sparring er guld værd. Og så

er det også spændende at høre, hvordan andre virksomheder løser EMC-problemstillinger. Videnudveksling er en vigtig ting i erfa-gruppen."

## Q: HAR DU ET GODT RÅD TIL ANDRE, DER OVERVEJER AT MELDE SIG IND I ERFA-GRUPPEN?

A: "Meld dig ind – du har ikke noget at tabe. Man får meget værdi, som man kan tage med sig, og man får et fagligt og fortroligt netværk, som man kan spørge til råds, hvis man har specifikke EMC-udfordringer i ens daglige opgaver."

## HVAD ER ERFA-GRUPPE 9 "EMC"?

SPM's erfa-gruppe 9 er et fagligt netværk for EMC-interesserede, som udveksler viden og erfaringer om EMC-relaterede emner, fx EMC-korrekt design, fortolkning af EMC- og radiodirektiverne samt måling i henhold til standarder. Medlemmerne er typisk produktudviklere og testansvarlige i danske elektronikvirksomheder og testhuse. Erfa-gruppen optager løbende nye medlemmer.

## VIL DU MED?

Lyder EMC-erfa-gruppen som noget for dig eller for en af dine kollegaer, så kom med til næste møde i erfa-gruppe 9.

Kontakt tovholder Jannik Nielsen, FORCE Technology (jann@force.dk) eller læs mere på [spm.madebydelta.com/erfa-grupper/erfa-gruppe-9-emc/](http://spm.madebydelta.com/erfa-grupper/erfa-gruppe-9-emc/)

## SPM's 14 erfa-grupper

Oplysninger om hver enkelt erfa-gruppe findes på SPM's hjemmeside [www.spm-erfa.dk](http://www.spm-erfa.dk)

P<sup>2</sup>PoF klub

5. Compliance Engineering

6. Pålidelighed

8. Produktionsteknik

9. EMC

10. Miljøprøvning & konstruktion

11. Planlægning og udvikling af produktionstest

13. Termisk rigtig apparatkonstruktion

16. Fejlmekanismer i elektronik

17. HALT/HASS

20. DFMA – Design for Manufacturing and Assembly

21. SPM Master Class

22. Strukturel simulering af mekaniske systemer

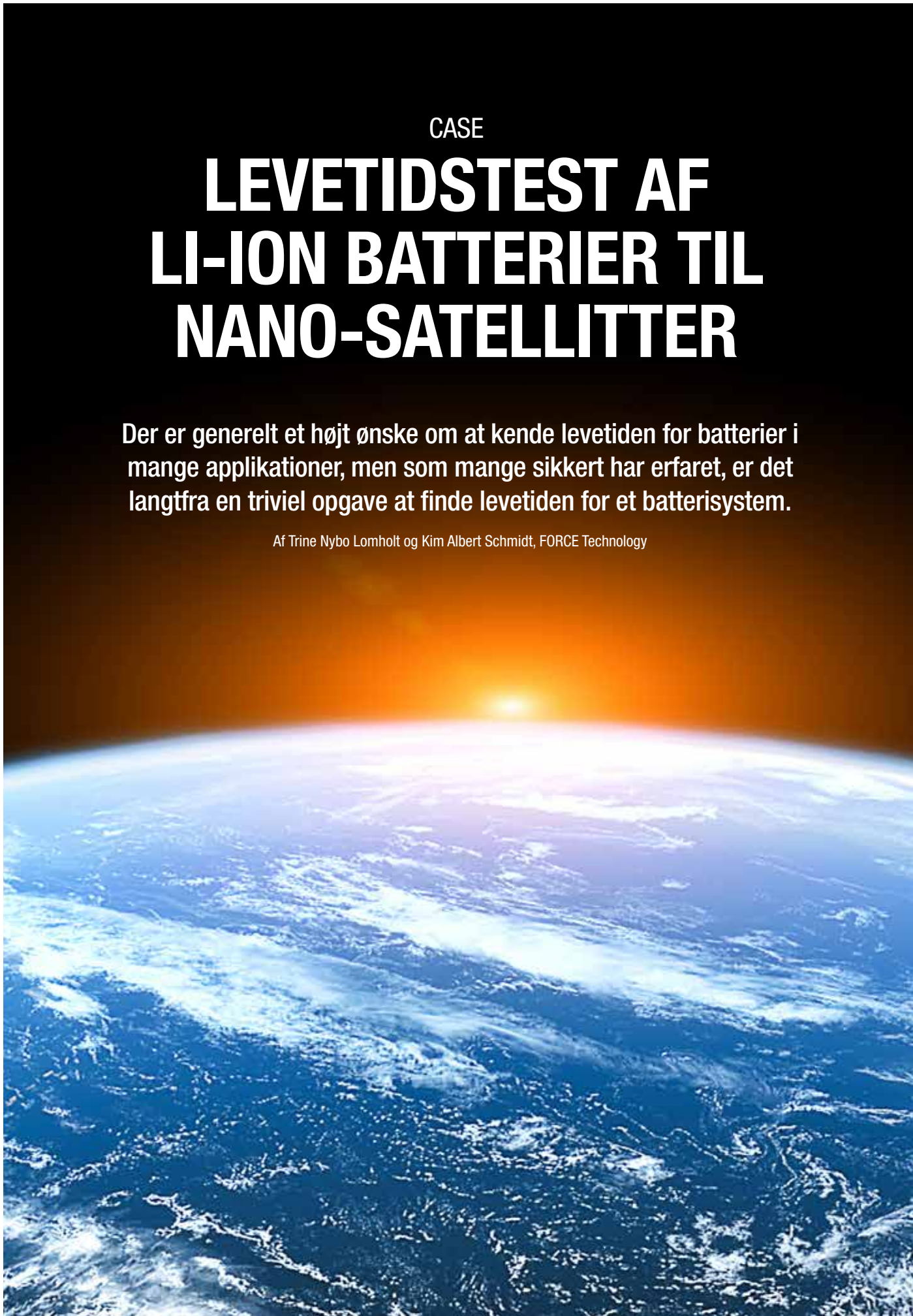
23. Medical Device Design Verification Testing

CASE

# LEVETIDSTEST AF LI-ION BATTERIER TIL NANO-SATELLITTER

Der er generelt et højt ønske om at kende levetiden for batterier i mange applikationer, men som mange sikkert har erfaret, er det langtfra en triviell opgave at finde levetiden for et batterisystem.

Af Trine Nybo Lomholt og Kim Albert Schmidt, FORCE Technology



De mange forskellige metoder, man kan bruge til en levetidsestimering, har hver deres fordele og ulemper. I denne artikel præsenterer vi en case med et levetidsstudie baseret på fysisk test af 2 typer batterier til en given anvendelse, nemlig som en vigtig del af strømforsyningen i en nano-satellit på få kg.

Satellitten har en rotationstid rundt om jorden på 90-100 minutter. Når satellitten er i solen, bliver batterierne ladet op af strøm fra solpanelerne, da batterierne skal sørge for strøm (= bliver afladende), når satellitten er i jordens skygge. Op- og afladningen foregår derfor i en cyklus på 90-100 minutter med strømme og spændinger efter nogle specifikke mønstre. Man ønsker at kunne dokumentere en levetid på 5 år svarende til 26.500 op- og aflade cykler.

I det aktuelle tilfælde blev det valgt at følge den såkaldte CALT-metode (Calibrated Accelerated Life Test), beskrevet i GMW 8758, da denne metode giver fornuftige konfidensintervaller med relativt få testemner samtidig med en kontrolleret samlet testtid. Der kan findes mere info om CALT inkl. en case i SPM-181.

### UDVÆLGELSE AF PARAMETRE TIL TESTEN

Mange faktorer har indflydelse på batteriets levetid, så for at fokusere opgaven på få, men vigtige parametre, blev det valgt at køre testen med den faktiske op- og afladningsprofil og bruge omgivelsestemperaturen som den primære variable stressfaktor.

En CALT udføres, indtil testemnerne fejler. I den aktuelle case blev en fejl defineret, som når batteriet ikke længere kunne op- og aflades indenfor de givne grænser for spænding og strøm. Et komplet afbrudt batteri ville naturligvis

også betegnes som en fejl, men det blev ikke tilfældet i denne case.

De 2 aktuelle batterier i testen er vist på foto 1. Der er tale om et batteri fra LG og et fra Sanyo. Deres kapacitet er på henholdsvis 3000 og 4000 mAh. I databladene er der 'kun' opgivet en levetid på mere end henholdsvis >300 cycles og >500 cycles, altså langt fra de ønskede 26.500 cykler. Den længere levetid forventes opnået ved at undlade at bruge batterierne så langt ud til de grænser for op- og afladning, der er beskrevet i databladene.

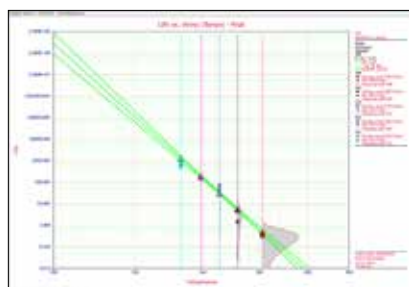


Foto 1: De testede LG- og Sanyo-batterier.

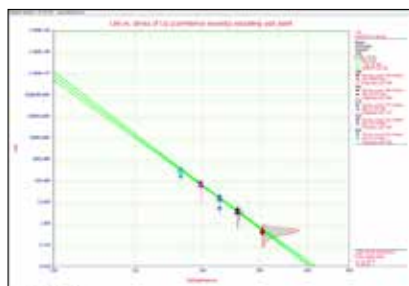
### RESULTATERNE AF TESTEN

Den udførte CALT-test gav testresultater i form af 'tid-til-fejl' ved temperaturer på +125 °C, +110 °C, +100 °C, +90 °C og +80 °C. Alle de testede batterier fejlede på samme måde, nemlig ved at de godt kunne afgive en spænding, hvis de ikke blev belastet, men at de ikke kunne afgive eller modtage strøm.

Resultaterne udsættes for en Weibull-analyse af levetid som funktion af temperatur (angivet som Kelvin) med en Arrhenius accelerationsmodel, idet denne passer godt med kemisk degradering på grund af temperatur.



Figur 1: Levetidsanalyse for Sanyo-batteriet.



Figur 2: Levetidsanalyse for LG-batteriet.

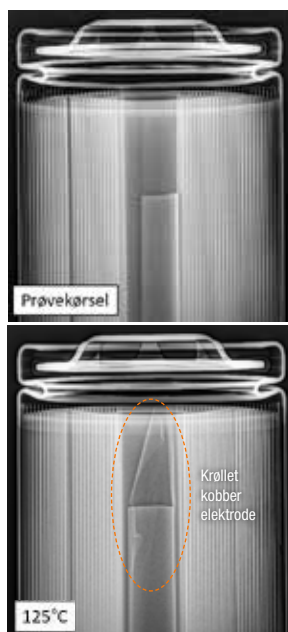


Foto 2: Røntgen af et frisk og et testet batteri.

Figur 1 og 2 viser resultatet af levetidsanalysen for LG- og Sanyo-batterierne. Den midterste af de grønne linjer er den estimerede kurve, og de 2 grønne linjer på hver sin side af denne angiver 50 % konfidensintervallet. Når denne kurve kendes, kan man finde den aktuelle levetid ved at summere levetiden for hver af de temperaturintervaller, batterierne udsættes for under drift inde i satellitten ude i rummet.

De testede batterier blev udsat for ikke-destruktive røntgenanalyser samt destruktive mikroskopiundersøgelser. Røntgenanalyserne kunne bl.a. bruges til at konkludere, at høj temperatur gav afbøjning af kobber elektroden i midten af batteriet (se foto 2).

Scanning elektron mikroskopi (SEM) blev anvendt til at karakterisere elektrodeoverflader. Et eksempel er vist på foto 3, hvor overfladen af kobber elektroden forandres tydeligt i form af tillukning af porer og dannelse af små krystaller i overfladen. Det er meget typisk, at der sker irreversible ændringer af elektrodeoverfladerne efter anvendelse, og karakteriseringen kan bruges til at vurdere graden af nedbrydning af de testede batterier.

### KONKLUSION

De udførte tests og analyser viser, at det i denne case var muligt at opnå data til levetidsanalyser på batterier til en specifik mission ved brug af CALT-metoden med temperatur som den primære stressfaktor. De efterfølgende udførte skadesanalyser demonstrerer, at røntgen er effektiv til at finde fysiske ændringer uden at destruere testemnerne, og at SEM-analyse af elektrodeoverfladerne kan bruges til at vurdere graden af nedbrydningen.

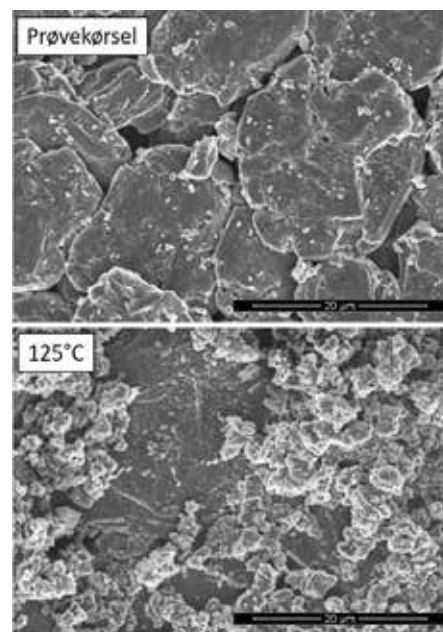


Foto 3: SEM-analyse af elektrodeoverfladen af et friskt og et testet batteri.

# PPEPP-PARADIGMET – GENVEJ TIL DEN RETTE PÅLIDELIGHEDSINDSATS

Nyt onlineværktøj hjælper udviklingsvirksomheder med at finde de mest effektive pålidelighedstiltag for deres produkter.

Af Susanne Otto, FORCE Technology

Måske har du læst om alle de pålidelighedsværktøjer, som danske virksomheder i et eller andet omfang benytter og så tænkt, hvor skal jeg begynde og ende? Måske er du en del af en start-up, der gerne vil have et nyt banebrydende produkt på markedet og har tænkt, hvordan sikrer jeg den rette pålidelighed af produktet? Det kan også være, at du har overvejet, om de pålidelighedstiltag I gør i jeres virksomhed, virkelig er de mest effektive.

I alle tilfælde kunne du have glæde af at bruge det paradigme eller lille onlineprogram, som FORCE Technology har udviklet i forbindelse med resultatkontrakten "Proaktiv paradigme for elektroniske produkters pålidelighed" - i daglig tale kaldet 'PPEPP'.

## PROAKTIV INDSATS ER AFGØRENDE

En klar pålidelighedsstrategi og implementering af pålidelighedsværktøjer fra starten af udviklingsforløbet er afgørende for kvalitet, kort time-to-market og kontrol over service- og garantiomkostninger. Pålidelighed skal designes ind proaktivt. Pålidelighed og robusthed kan ikke med et godt resultat tilføjes til sidst, når produktet ellers er færdigudviklet.

Derfor har FORCE Technology udviklet paradigmet, som er en systematisk metode til at vælge mellem udvalgte pålidelighedsværktøjer baseret på information om det aktuelle produkt mv. Paradigmet er baseret på ny viden fra projektet kombineret med erfaringer om brugen af pålidelighedsværktøjer.

## HVORDAN FUNGERER PARADIGMET?

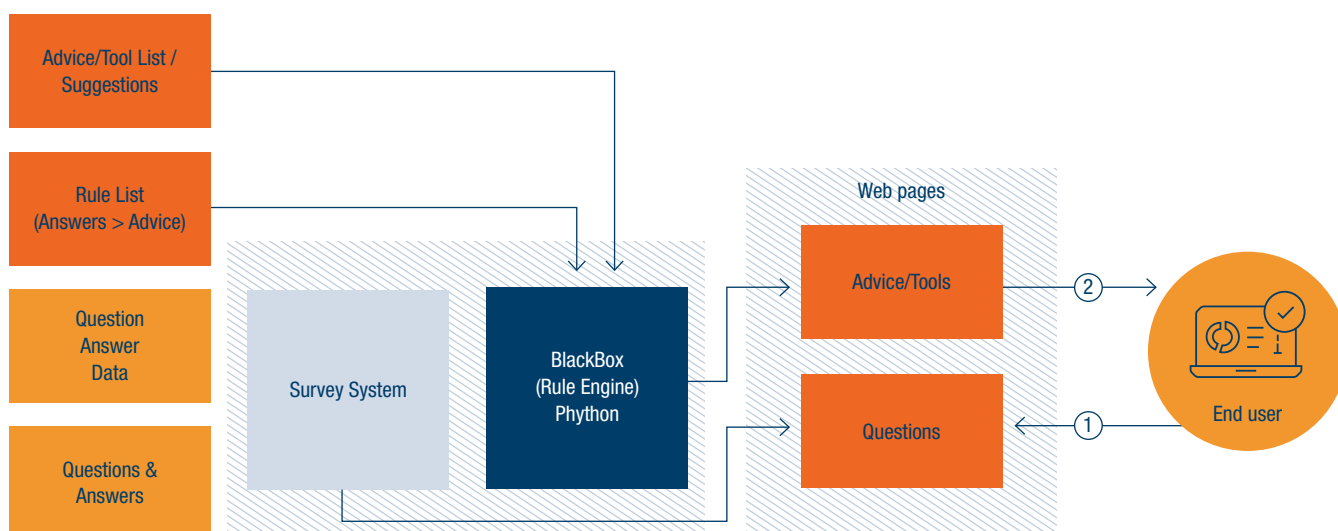
Brugeren af paradigmet svarer på op til 19 nøje udvalgte spørgsmål om produktet, organisationens erfaring og brug af softwareværktøjer mv. Eksempelvis er der spørgsmål om branche/brugsmiljøet, antal og pris, designlevetid, relativ fordeling af hardware, software og mekanik i produktet, dimensioner, forsyningsspænding, niveau af kravspecifikation og erfaringer fra tidligere produkter.

Et Python-program omsætter derefter svarene på spørgsmålene til en liste over de pålidelighedsværktøjer, som vurderes vigtigst at implementere i den aktuelle situation. Hvert pålidelighedsværktøj linker til en beskrivelse af anvendelsen af værktøjet suppleret med links til praktiske guidelines, tjeklister og andet nyttigt materiale, som hjælper én med at implementere værktøjerne.

Alt dette er gratis tilgængeligt for danske virksomheder. Paradigmet kan efter behov suppleres med rådgivning om og facilitering af brugen af værktøjerne samt nye værktøjer, der udvikles efter behov.

## PRØV SELV PARADIGMET

Paradigmet er løbende gennem projektet afprøvet af repræsentanter fra dansk elektronikindustri og justeret på baggrund af feedback. Prøv selv paradigmet og se, hvordan det virker for dit produkt ved at følge dette link <https://forcetechnology.com/paradigme>.



Figur 1: Principskitse for paradigmet.

LÆS MERE

[forcetechnology.com/paradigme](http://forcetechnology.com/paradigme)

## PPEPP-PARADIGMENT ER AFPRØVET OG VERIFICERET PÅ FLERE NYUDVIKLEDE PRODUKTER

CASE

### NORDIC FIREFLY

Nordic Firefly udvikler en DC/DC-konverter til solcelledrevne gadelamper. Konverteren konverterer effekt fra solpanelet til batteriet om dagen og fra batteriet til LED-lampen om natten, så den er i operationel brug 24/7, når den er installeret i masten. Konverteren er i første omgang tænkt til det skandinaviske og nordamerikanske marked. Designlevetiden er 20 år, og Nordic Firefly har ambitioner om at udvikle et produkt, som opfylder alle nødvendige krav første gang.

Nordic Firefly's brug af paradigmet resulterede i disse ni værktøjer i prioriteret rækkefølge:

De tre højest prioriterede værktøjer var:

1. Kravspecifikation / review af kravspecifikation
2. Termomekanisk HALT
3. Modellering af tilstandsmaskine.

Men disse værktøjer kunne også overvejes:

4. Pretesting
5. Design review med fokus på klimatiske forhold
6. FRACAS (Failure Reporting, Analysis, and Corrective Action System) eller lignende
7. Design guidelines
8. EMC-HALT
9. Pålidelighedsreview.

I praksis havde Nordic Firefly allerede defineret en pålidelighedsstrategi med fokus på kravspecifikation, design review i forhold til klimatiske og EMC-forhold, termomekanisk HALT, pre-test og EMC-compliance test for at opfylde ambitionen om et produkt, der var "first time right". Software er først efterfølgende blevet en væsentlig større del af produktet. Så der var meget fin overensstemmelse og i begge tilfælde fokus på de pålidelighedstiltag, som kan gøres tidligt i udviklingsforløbet.

CASE

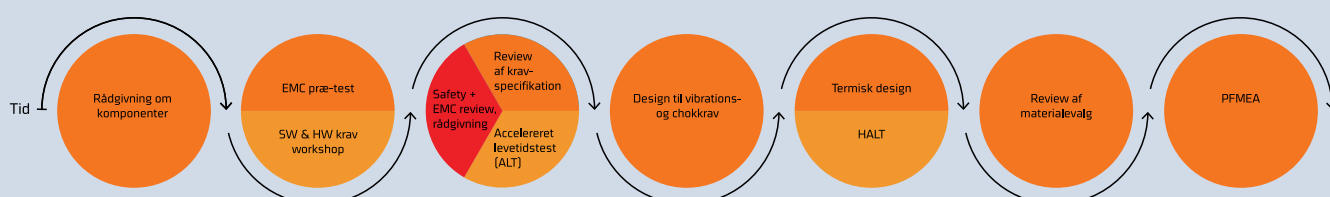
### DRIZZLE

Drizzle er et start-up, der har designet en slags husholdningsapparat, som ekstraherer olie ud af plantedele. Apparatet skal bruges i køkkener hos private og i første omgang i EU og senere også i bl.a. Nordamerika.

I forbindelse med PPEPP-projektet blev der udviklet en sammenhængende pålidelighedsstrategi, som bestod af de på figur 2 viste pålidelighedsværktøjer.

De aktuelle værktøjer, som fx kravspecifikation og software review, implementeres efterhånden, som produktet udvikles. Effekten af de forskellige værktøjer evalueres efterfølgende i samarbejde med Drizzle.

Pålidelighedsstrategien er også brugt i forbindelse med udvikling og verifikation af paradigmet.



Figur 2: Pålidelighedsstrategi og tilhørende værktøjer for Drizzles husholdningsapparat.

# LOW-HARM arbejder under 150 kHz

Af Per Thåstrup Jensen, FORCE Technology

## FRED OG RO VED LAVE FREKVENSER

Industrien arbejder på standardiseringsfronten med at fylde et hul i spektret: Frekvensområdet under 150 kHz. Gennem flere årtier har kun ganske få produkter oplevet krav til ledningsbåret støj udsendt gennem netkablet ved så lave frekvenser. Kun den historiske 'snerren' fra lysdæmpere opbygget med TRIACs kunne forstyrre så langt nede.

## NY STØJKILDE: SWITCHED-MODE STRØMFORSYNING

Da denne type forsyning blev opfundet, var frekvenserne altid placeret under 150 kHz. Et godt trick var at vælge 35-45 kHz. Så kunne den svære 3. harmoniske lige klemmes ned under 150 kHz, og netfiltret blev ikke alt for stort. Kun Tysklands VDE-norm havde grænseværdier for støj ned til 10 kHz.

## DESIGNHJÆLP PÅ VEJ

Nutidens designere af strømforsyninger er fortrolige med filtre ned til 150 kHz. Lavere frekvenser er mere udfordrende og betyder større spoler og kondensatorer. De kan dermed også føre til lavere effektivitet og reduceret levetid på grund af effektafsættelse i filtret. Og en uopmærksom filterdesigner kan opleve selvsving og ustabilitet, hvis filterresonanser vekselvirker med reguleringskredsløb i strømforsyningen.

## FORCE TECHNOLOGY OG AAU I INNO-SE PROJEKT

Gennem knap 2 år har projektet LOW-HARM sammen med 9 industripartnere analyseret krav og design under 150 kHz. Nu er resultaterne tæt på.

Professor Pooya Davari (AAU) og M.Sc.E.E. Per Thåstrup (FORCE Technology) har udviklet værktøjer til at analysere vilkårlige strømforsyninger. Et testsystem opmåler impedansen af 230 V indgangen, og et nyudviklet grafisk værktøj (GUI) kan nu databehandle denne opmåling og på sekunder foreslå en filterkonfiguration, estimere dens dæmpning og give en advarsel, hvis man nærmer sig stabilitetsgrænsen for strømforsyningen.

## AFSLUTTES I 2020 MED MULIG FORTSÆTTELSE

Inden udgangen af 2020 bliver værktøjet færdigevalueret med flere praktiske målinger, der præsenteres i faglige fora, bl.a. SPM erfa-gruppe 9 EMC og FORCE Technologys EMC-klub. Her bliver der lejlighed til at kigge på, måle og vurdere resultaterne.

Hen over sommeren 2020 vurderes en mulig overbygning på aktiviteten i form af en ansøgning hos Innovationsfonden.

## Hvem er SPM?

SPM er en forening for elektronikvirksomheder, komponentleverandører og for de mange virksomheder, der benytter elektronik i sine produkter.

Medlemmerne udgør et nordisk netværk, der udveksler erfaringer og igangsætter fælles undersøgelser.

Deltagelse i SPM skaber et stærkt og vigtigt fundament for virksomhedernes bestræbelser på at være konkurrencedygtige, at sikre markedsadgang og at sikre produktsikkerheden.

### FORENINGENS HOVEDAKTIVITETER

*Erfaringsudveksling i erfa-grupper*, hvor de enkelte virksomheders specialister indenfor gruppens tema mødes tre-fire gange årligt og holder hinanden ajour med den nyeste udvikling indenfor deres specialområde.

*Gennemførelse af SPM-projekter*, hvor projekterne finansieres via kontingentet, evt. suppleret med midler fra fonde o.a.

SPM-projekter gennemføres prioriteret efter medlemmernes ønsker. Forslagene formuleres i reglen direkte i erfa-grupperne, og bestyrelsen igangsætter de projekter, der skal gennemføres.

Kontingentet udgør årligt DKK 8.000,- samt DKK 1.000,- pr. erfa-gruppeplads. En kontingentstruktur der sikrer, at de der har størst gavn af foreningen betaler mest. Yderligere oplysninger om foreningen findes på SPM's hjemmeside [www.spm-erfa.dk](http://www.spm-erfa.dk).

Her er desuden en oversigt over eksisterende erfa-grupper og en fortegnelse over SPM's medlemsvirksomheder samt rapporter, der er udgivet. Rapporterne sendes automatisk til kontaktpersonen hos medlemsvirksomhederne.

Kontakt vores sekretariat, hvis du ønsker at vide, hvem der er kontaktperson i din virksomhed.

Ekstra rapporter kan købes hos SPM's sekretariat.

## SPM's bestyrelse

Jørn Landkildehus  
Formand  
Danfoss Power Electronics A/S

Søren Valentin Stentoft  
Næstformand  
Oticon A/S

Lars Bo Hammer  
Brüel & Kjær A/S

Lisbeth Reindel  
Radiometer A/S

Erik Schmidt Christensen  
Terma A/S

Frede Blaabjerg  
Aalborg Universitet

Charlotte Jensen  
Grundfos

Niels Martin Jørgensen  
EKTOS Testing og Reliability services



SPM Magasinet

Udgives af:  
SPM, Reliability Management  
SPM's Sekretariat  
FORCE Technology  
Venlighedsvej 4  
2970 Hørsholm  
Tlf.: +45 43 25 14 00  
E-mail: [spm@force.dk](mailto:spm@force.dk)  
Hjemmeside: [www.spm-erfa.dk](http://www.spm-erfa.dk)  
Redaktør: Nanna Bastved  
Layout: Henriette Høyrup  
Tryk: FORCE Technology  
Oplag: 500 stk.

Medlemmer af SPM får rapporter tilsendt som led i medlemskabet. Andre kan købe rapporterne af SPM ved henvendelse til Lisa Engedal Nielsen på tlf. 43 25 13 14 eller mail [len@force.dk](mailto:len@force.dk).

