



Forlænget levetid af batterier i plejesektoren Udvikling af Fjernservice- assistent MUDP-projekt

Udgiver: Miljøstyrelsen

Redaktion:

Rasmus Egedal Lynge, Dansk Plejetechnik A/S

Britt Sapeta Andersen, Dansk Plejetechnik A/S

ISBN: 978-87-7038-645-6

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse.

Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram

Projektet, som er beskrevet i denne rapport, er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet, der støtter udvikling, test og demonstration af miljøteknologi.

MUDP investerer i udvikling af fremtidens miljøteknologi til gavn for klima og miljø i Danmark og globalt, samtidig med at dansk vækst og beskæftigelse styrkes. Programmet understøtter dels den bredere miljødagsorden, herunder rent vand, ren luft og sikker kemi, men understøtter også regeringens målsætninger inden for klima, biodiversitet og cirkulær økonomi.

Det er MUDP's bestyrelse, som beslutter, hvilke projekter der skal modtage tilskud. Bestyrelsen betjenes af MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen.

MUDP-sekretariatet i Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5, 5000 Odense| Tlf. +45 72 54 40 00

Mail: ecoinnovation@mst.dk
[MUDP's hjemmeside](#)

Denne slutrapport er godkendt af MUDP, men det er alene rapportens forfatter/projektlederen, som er ansvarlige for indholdet. Rapporten må citeres med kildeangivelse.

Indhold

1.	Forord	5
2.	Sammenfatning og konklusion	6
3.	Summary and conclusions	7
4.	Indledning	8
4.1	Baggrund	8
4.2	Problemstilling	8
4.3	Afgrænsning	8
4.4	Formål	8
4.5	Udførte aktiviteter	8
5.	Batterikortlægning	9
5.1	Metode	9
5.2	Resultater	9
6.	Adfærdsanalyse	10
6.1	Metode	10
6.2	Resultater	10
7.	Udvikling og test af Fjernserviceassistent	13
7.1	Metode	13
7.2	Udvikling af Fjernserviceassistenten	13
7.3	Resultater	18
8.	Perspektiver til plejebranchen og miljø	19
8.1	Kommercialisering	19
8.2	Miljøvurdering	20
8.3	Resultater	20
	Bilag 1. Test af loftlifte	21

1. Forord

Projektet "Forlænget levetid på batterier i plejesektoren" er støttet af Miljøteknologisk Udviklings- og Demonstrationsprogram (MUDP) under Miljøministeriet. Denne rapport er udfærdiget af Dansk Plejetechnik A/S på baggrund af aktiviteter udført i perioden 2020-2022. Planmiljø A/S har udført relevante brugeradfærdsundersøgelser og batterikortlægning.

Projektets følgegruppe består af:

Annette Jørgensen	Miljøstyrelsen
Rasmus Egedal Lyng	Dansk Plejetechnik
Britt Sapeta Andersen	Dansk Plejetechnik

Dansk Plejetechnik er specialiseret inden for teknisk service, reparation og reservedele til hjælpemidler og plejeteknisk udstyr. I over 25 år har Dansk Plejetechnik renoveret reservedele til hjælpemidler for de danske hospitaler, hjælpemiddeldepoter, offentlige og private plejehjem og institutioner. Virksomheden udfører serviceeftersyn på ca. 7000 stykker udstyr og renoverer ca. 5000 reservedele årligt.

2. Sammenfatning og konklusion

Projektet "Forlænget levetid på batterier i plejesektoren" er gennemført af Dansk Plejetechnik i perioden 2020-2022. Projektets formål er at reducere mængden af miljøfarlige defekte batterier fra sundheds- og plejesektoren gennem monitorering af batterier på hjælpemidler. Formålet er at få mest muligt ud af batteriet i levetiden og sikre, at det først kasseres, når det reelt er udtjent. Der er i projektet valgt at arbejde med batteritypen bly i loftlifte.

MUDP-projektet viser potentiale i at arbejde med sensorbaseret monitorering af loftliftebatterier i plejesektoren for at forlænge levetiden. Der er opbygget en teknologisk løsning via ny udvikling kombineret med eksisterende IOT-systemer, som gør det muligt at kunne levere data på batteri ved en helt ny metode. Der blev i projektet udviklet en "Fjernserviceassistent" (herafter kaldet FSA), som monitorerede batterier på loftlifte.

Der er med projektet forsøgt at skabe et ukompliceret værktøj til brug i plejesektoren og dermed være med til at mindske unødigt kassation af batterier. Projektet har afdækket at produktionsstid og produktionsomkostning ikke står i vejen for, at FSAen har potentiale til stor-skala produktion. Projektet har gennem en adfærdsanalyse frembragt vigtige observationer, som er med til at vurdere, hvorfor batterier ikke har lang levetid i plejesektoren.

Der er dog stadig nogle uafklarede spørgsmål i forhold til at kunne fremvise den reelle miljømæssige effekt af FSAen, da der ikke kan konkluderes på den reelle ekstra levetid en FSA kan tilføje et batteri ud fra de nuværende test. Den skal fremvises før produktet reelt set kan kommercialiseres. Som projektet afsluttedes her, er FSAer fortsat ude og testes for at kunne vurdere de potentielle effekter og økonomiske fordele ved at have en FSA på kontra ikke at have en.

3. Summary and conclusions

The project "Extended lifespan of batteries in the care sector" has been carried out by Dansk Plejetechnik in the years 2020-2022. The purpose of the project is to reduce the amount of environmentally dangerous defective batteries from the health care sector through monitoring batteries on aids. The aim is to get the most out of the battery during its lifetime and to ensure that it is only disposed of when it has reached the end of its capacity. In the project, it has been chosen to work with the lead battery type in ceiling hoists.

The MUDP project shows potential in working with sensor-based monitoring of ceiling hoist batteries in the care sector to extend their lifespan. A technological solution has been built up via new development combined with existing IOT systems, which makes it possible to deliver data on battery using a completely new method. In the project, a "Field Service Assistant" was developed, which monitored batteries on ceiling hoists.

With the project, an attempt has been made to create an uncomplicated tool for use in the care sector and thus help to reduce the unnecessary disposal of batteries. The project has revealed that production time and production costs do not stand in the way of the FSA's potential for large-scale production. Through a behavioral analysis, the project has produced important observations which help to assess why batteries do not have a long lifespan in the care sector.

However, there are still some unresolved questions in relation to being able to demonstrate the real environmental effect of the FSA, as no conclusion can be drawn on the actual extra life the FSA can add to a battery based on the current tests. It must be presented before the product can be commercialized. Even though the project is concluded here, FSAs are still out and being tested to assess the potential impact and financial benefits of having the FSA versus not having one.

4. Indledning

4.1 Baggrund

I sundheds- og plejesektoren anvendes et bredt udvalg af hjælpemidler, bl.a. senge, hygiejne-stole, loftlifte og personlifte, som drives af batterier. Disse batterier er primært bly, som kræver lang opladning (8-16 timer) og ikke tåler at ligge ubrugt uden ladning. Der er i dag ikke det store fokus på korrekt ladning eller forlængelse af batteriers levetid. Genanvendelse af batterier har indtil videre haft et større fokus i det samfundsmæssige perspektiv, og bred anvendelse af blybatterier med høj genanvendelsesgrad har været den foreløbigt bedste miljømæssige og økonomiske løsning. Elektronisk udstyr er en af de hurtigst voksende affaldsstrømme i EU med en årlig vækstrate på 2%. Det anslås, at mindre end 40% af elektronikaffald genanvendes i EU, og derfor skal genopladelige batterier fremmes og deres levetid forlænges.¹

4.2 Problemstilling

Problemstillingen ses i plejebranchen, hvor batterier ofte skiftes bare på mistanke om fejl uden, at de reelt set er udtjente. Alle batterityper har svagheder og er sårbare overfor fejlagtig behandling. Fejlagtig behandling kan føre til situationer, hvor batterispændingen er så langt nede, at brug af hjælpemidlet uden forudgående opladning, skaber uoprettelig skade på batteriet og forringer levetiden betydeligt. Der oplyses ofte omkring ladeforhold i brugsanvisninger, men i praksis følges disse skriftlige vejledninger sjældent, og i nogle tilfælde er vejledningerne slet ikke tilgængelige for brugerne. Der skiftes ofte brugere af hjælpemidler, så kontinuitet i opladecykler er ikke muligt at etablere. Plejepersonale og borgere har et behov for, at hjælpemidlet ikke aflades, da helt basale behov bliver udskudt eller besværliggjort pga. defekte batterier.

4.3 Afgrænsning

Dette projekt er tilegnet kommunale og private plejehjem, hospitaler, institutioner og hjælpemiddeldepoter. Disse organisationer er ansvarlige for hjælpemidler og har en interesse i ikke at opleve fejl på hjælpemidlerne pga. defekte eller afladede batterier, da der er store omkostninger forbundet med reparation og skift af reservedele.

4.4 Formål

Projektets formål er at reducere mængden af miljøfarlige defekte batterier fra sundheds- og plejesektoren gennem monitorering af batterier på hjælpemidler. Formålet er at få mest muligt ud af batteriet i levetiden og sikre, at det først kasseres, når det reelt er udtjent. For at kunne forlænge batteriernes levetid, er det afgørende at få udviklet en teknologi, der kan monitorere brugen af batterierne og derved sikre korrekt håndtering af disse.

4.5 Udførte aktiviteter

Projektet er delt ind i fem arbejdsplaner:

- Arbejdsplan 1: Gennemførlighedsundersøgelse af batterityper og adfærd
- Arbejdsplan 2: Teknologiuudvikling af fjernserviceassistent
- Arbejdsplan 3: Erfaringsopsamling, miljøvurdering og kommercialisering
- Arbejdsplan 4: Test og demonstration af fjernserviceassistenten
- Arbejdsplan 5: Projektledelse

Denne rapport summerer hele projektet op og der arbejdes ikke med en kronologisk rækkefølge ud fra arbejdsplanerne.

¹ EU Kommissionens Cirkulære Økonomiske Handlingsplan: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0098&from=EN#footnote22>

5. Batterikortlægning

Batteriers levetid, genanvendelse og efterliv undersøges for at vurdere, hvor FSAen har størst potentiale for at forlænge levetiden på batteriet. Der blev til denne aktivitet gjort brug af ekstern underleverandør fra konsulentbureauet Planmiljø A/S, som foretog batterikortlægning i plejesektoren.

5.1 Metode

Planmiljø foretog interviews med følgende interessenter:

- Fortum
- Stena Recycling
- Batteriforeningen
- Dansk Producentansvar, DPA-system
- Dansk Batteriselskab
- Genvindingsindustrien
- ReturBat
- AffaldPlus+
- Ragnsells
- European Recycling Platform

5.2 Resultater

Interviews med og rapporter fra disse viste, at der primært stadig bruges blybatterier i plejesektoren, selvom Lithium-ion batterier vinder frem i branchen. Blybatterier er billigere at producere end andre batterityper, men typisk ikke gode til cyklisk anvendelse, hvor litiumbatterier kan genoplades og anvendes langt flere gange. Litiumbatterier kan op- og aflades op til 1.000 gange, mens blybatterier kun kan op- og aflades ca. 100 gange. Disse tal er estimeret fra Dansk Batteriforening, og op- og afladningen afhænger også særligt af anvendelsen af batterierne – jo mere belastende aktiviteten er, jo mere slider det på batteriet. Disse estimerer står dog i kontrast til batteriproducenters produktbeskrivelser, hvor blybatterier er estimeret til at kunne oplade/aflade 500 gange og ved ideelle forhold op til 1200 gange.²

Batterier udskiftes ofte og kasseres uden egentlig at være udtjente og der foretages ingen kontrol på affaldsstationer/genbrugsstationer, om de kasserede batterier er udtjente, så det vides ikke, hvor mange der egentlig kasseres unødigt. Blybatterier har en stor genanvendelse helt op på 82 % i Danmark, som er over EU standard på 65 %, men det er omkostningstungt at genanvende, og dermed er der et stort potentiale i at udtjene batteriet totalt, inden de genanvendes.

² <https://actec.dk/media/documents/24B745F6BA1C.pdf>

6. Adfærdsanalyse

Baggrunden for gennemførelsen af denne aktivitet var at målrette FSAen til den korrekte type af hjælpemidler og batteritype gennem undersøgelse af hvilke typer af hjælpemidler, som skaber problemer for brugere og ansvarlige for hjælpemidler ude på hospitaler, plejecentre og hjælpemiddeldepoter. Planmiljø gennemførte adfærdsstudier på seks hospitaler og fire plejecentre på Sjælland.

6.1 Metode

For at sikre at FSAen er tilpasset arbejdsgangen og hverdagen hos hjælpemiddelbrugere og -ansvarlige har PlanMiljø afdækket behov og brugsmønstre vedrørende batteridrevne hjælpemidler på plejehjem og hospitaler. Planmiljø har gennemført kvalitative interviews og deltagerobservationer på seks hospitaler og fire plejehjem, hvor de har fulgt hjælpemiddelansvarlige, medarbejdere i teknisk service og/eller plejepersonale. De har bl.a. undersøgt de hjælpemiddelansvarliges nuværende kommunikationsplatforme og -kanaler, den nuværende brug af batteridrevne hjælpemidler og udfordringerne forbundet hermed. Planmiljø har også kortlagt ønsker til problemløsning og dokumenteret reaktioner på og input til Dansk Plejetekniks FSA-løsning. Undersøgelsen har genereret indsigter i brugergruppens vaner, udfordringer og hverdagsløsninger forbundet med håndteringen af batteridrevne hjælpemidler, herunder særligt loftlifte.

6.2 Resultater

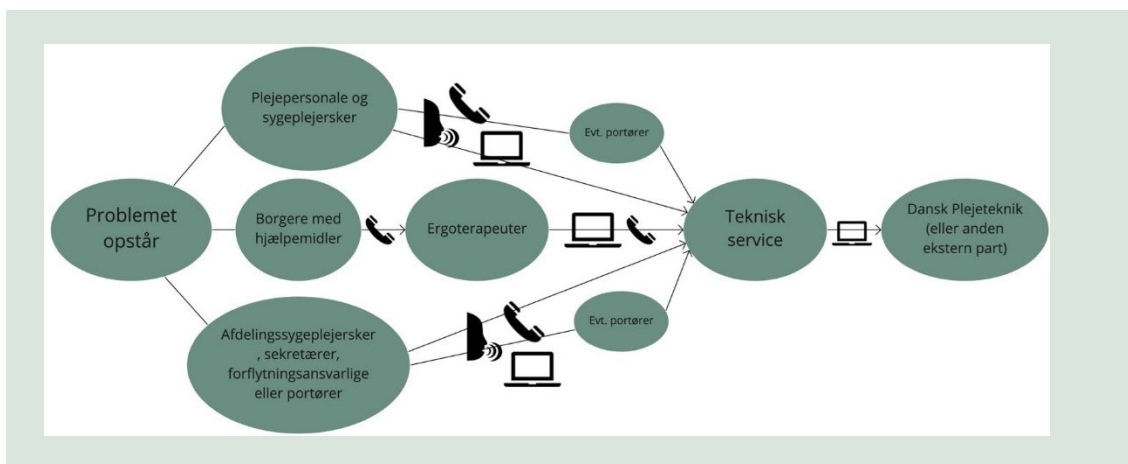
Følgende observationer gør sig gældende:

Sikkerhed trumfer økonomiske og miljømæssige hensyn

Både teknisk service og det øvrige personale på plejehjem og hospitaler varetager opgaver, som er en del af en kritisk batteridrevet infrastruktur, hvor driftssikkerhed og dermed også personale- og patientsikkerhed altid har højeste prioritet. Det betyder i praksis, at personalet først og fremmest *skal* kunne regne med, at elektriske hjælpemidler fungerer i en given brugssituation. Det betyder også, at teknisk service *skal* være leveringsdygtig på driftssikkerheden. Derfor skiftes der hellere et batteri for meget end et for lidt – og hellere for tidligt end for sent. Selvom flere medarbejdere i teknisk service kan være opmærksomme på andre hensyn og parametre, f.eks. når de opbevarer reservedele med henblik på at genbruge dem, trumfer hensynet til sikkerhed altid andre hensyn.

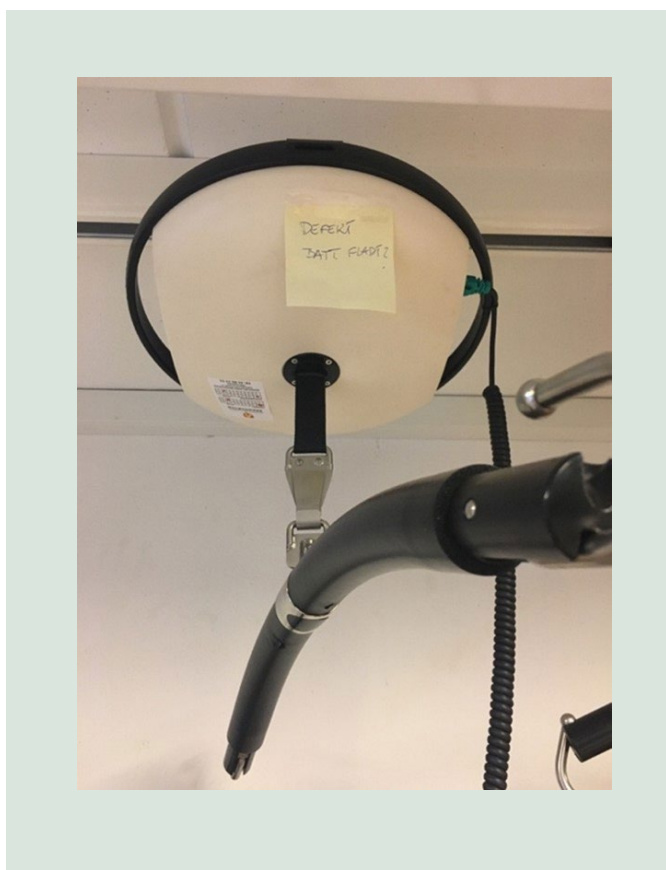
Lang kommunikationsvej kan betyde mistet viden

Kommunikationen mellem forskellige parter i forskellige organisationer er næsten den samme, om det er et hospital eller plejehjem, der kan være flere eller færre skridt alt efter størrelsen på organisationen. Nedenfor ses en model over kommunikationsvejen, når et hjælpemiddel er defekt. Det der karakteriserede arbejdsgangen er, at der er mange inde over et defekt hjælpemiddel, som skal viderebringe information. Som ofte vist gennem utallige eksperimenter går information tabt, når det rejser igennem mange led, og derfor styrkes behovet for konkret data til at se batteriets status.



FIGUR 1. Visualisering af kommunikationsvejen for at rapportere en defekt lift. Udarbejdet af Katrine Weber, Planmiljø

Nogle steder arbejdede også med helt lavpraktiske løsninger i Post-its, som generelt er en kommunikationsform, som ikke giver meget plads til uddybende information.



FIGUR 2. Billede taget på Plejecenter af Katrine Weber, Planmiljø

Manglende viden om ladeforhold ødelægger batterier på depot

For at liftene kan sidde til opladning i stikkontakten, opbevares de – også når de ikke er i brug – ude på hospitalsstuerne og i plejehjemsboligerne. Dog har teknisk service i nogle tilfælde plads til ca. fem lifte på værkstedet, hvor de nogle steder har monteret en skinne og stikkontakter til opbevaringen af liftene. Ikke alle værksteder har denne ordning, hvilket betyder at loft-lifte, der for en kortere eller længere periode ikke er i brug, ikke har strøm til batteriet. En lift

som den på billedet ovenover vil tilintetgøre batterierne inden for en uge uden strøm. Ved opbevaring bliver den ved med at bruge strøm, da den har et stort standby-strømforbrug og dermed aflades batterier efter en uge, når den ligger uden strøm. Liften kan så kun vækkes til live igen med nye batterier.

Hjælpemidler er ikke stationære

Når liftene opbevares på stuer og i boliger, er det dog også en mulighed, at plejepersonalet rykker rundt på dem efter behov. Flere steder forsøger teknisk service at holde styr på, hvor loftlifterne befinder sig. Det gør de f.eks. ved hjælp af en whiteboard-tavle, en liste i et dokument, og ved at sætte en dymo med nummer på liftene. Disse manuelle systemer er dog udfordrede. Dymoen falder i nogle tilfælde af med tiden og tavle-skemaerne er umulige at opdatere, når plejepersonalet f.eks. har flyttet på en loftlift over weekenden.

Mange "uautoriserede" brugere

Hjælpemiddelbrugeren er aldrig i ental. Mange mennesker er på forskellig vis i berøring med loftlifte på både hospitaler og plejehjem. Blandt det professionelle personale er der tale om en mangfoldig gruppe af laboranter, forflytningsansvarlige, portører, teknisk service og ansatte i plejen, herunder også vikarer. Herudover tæller brugeren også den plejkrævende borger samt pårørende og besøgende borgere på hospitaler og plejehjem. Alle disse mennesker har mere eller mindre forståelse for, hvordan en loftlift – og dens batteri – håndteres korrekt.

Brugere er ikke klar over at loftlift har batteri og brug for ladning

Hvordan en loftlift oplader – og at den overhovedet har batteri og behov for opladning – er ikke altid intuitivt for brugeren af liften, herunder plejepersonale og borger. At loftliften virker, når den tages ud af stikkontakten og kan køre en dag eller to uden strøm, kan betyde, at hverken personale eller borger "ser", at den har behov for at sidde i stikkontakten. Når liften så over en weekend eller en nat er blevet afladt i sådan en grad, så den ikke virker dagen efter, er det derimod intuitivt at sætte den i stikkontakt. Hvis liftens batteri er så fladt, at der skal flere timers opladning til, før den virker igen, kan det forekomme for plejepersonalet som om, at den er defekt. Når loftlifterne kommunikerer via lyd og lamper, er det som oftest ikke noget plejepersonalet kan afkode. Her tilkaldes teknisk service, som oftest kan afkode hjælpemidlets tilstand.

Batterier skiftes på mistanke

Det første teknisk service gør, når de står med en defekt loftlift, er at tjekke, om batteriet skal skiftes. Én metode er at tjekke, hvilken dato batteriet er monteret, hvilket betyder, at flere skriver datoen for monteringen på et nyt batteri, når de monterer det. Med denne metode kan medarbejderne i teknisk service se, hvor gammelt batteriet er, når de åbner hjælpemidlet. På den måde kan de regne ud, om problemet bunder i, at batteriet er ved at være gammelt. Ifølge adspurgte via interview har et normalt batteri en levetid på omkring 2 år, hvilket betyder, at de ofte vil skifte et batteri, der ifølge datomarkeringen nærmer sig 2 år, desuagtet at det måske kan holde længere.

Ønsker til FSAen

Adfærdstudierne udmundende i konkrete ønsker til FSAens funktioner:

1. Estimeret levetid
2. Forbyggende adfærd
3. Overblik over udstyr
4. Identifikation af problemets størrelse og løsning

7. Udvikling og test af Fjernserviceassistent

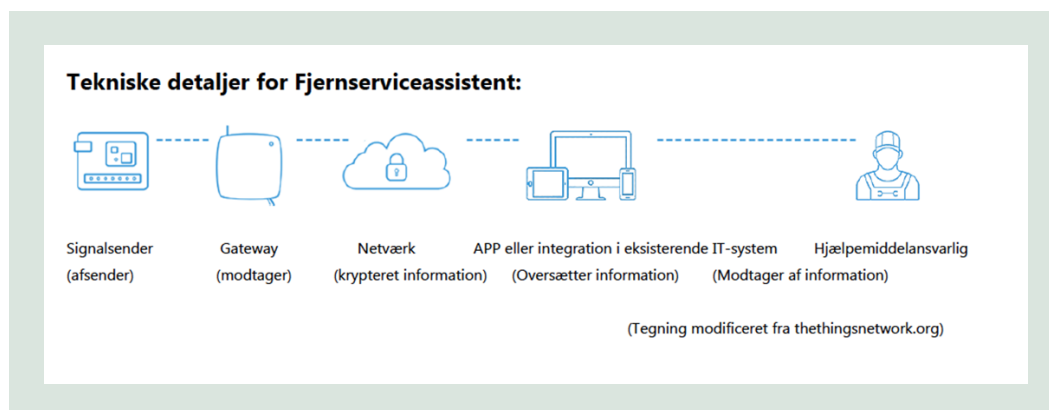
I den indledende fase blev der arbejdet med en udvikling, som skulle kunne monitorere flere typer af hjælpemidler med forskellige batterityper med samme teknologi, hvilket ultimativt viste sig for ambitiøst og ved afslutningen af batterikortlægningen blev der forventningsafstemt til den primære batteritype; Bly og med de primære problemstillinger set ved brug af loftlifte, som også akkompagnerer de findings, der blev gjort i adfærdsanalysen. Der blev i denne fase ydermere arbejdet med at løse forskellige problematikker i henhold til at installere et monitoreringsapparat på et batteri som i udgangspunktet også selv bruger strøm. Målet var at bygge en signalsender, som fysisk kunne være i liften, som kunne sættes i 'deep sleep mode', når der ikke sendes data for at sikre, at den ikke tapper batteriet for strøm, men vågner op, når der er strømtræk fra batteriet.

7.1 Metode

Indledende møder bestående af medarbejdere fra Team Reservedele, Team Viden & Udvikling og ledelsen besluttede, at udviklingen skulle lægges hos en medarbejder fra Team Reservedele med viden inden for IOT og sensorbrug. Udviklingen af hardwaren blev taget i faser, hvor selve funktioner på sensoren var udgangspunktet for udviklingen. Herefter blev der i ugentlige mødesessioner taget beslutninger om næste skridt i udviklingen koblet med viden hentet hos kunderne fra ledelsen. Softwaren blev initialt også opbygget af samme medarbejder med støtte fra IT-afdelingen for at sikre korrekt metode til kildekode samt logging.

7.2 Udvikling af Fjernserviceassistenten

Selve Fjernserviceassistenten består af følgende elementer; 1) en signalsender, 2) en modtager af data, 3) et netværk til videredeling af data, 4) en software til at "oversætte" og fremvise data, som så til slut modtages af den hjælpemiddelansvarlige.



FIGUR 3. Tekniske detaljer for Fjernserviceassistent.

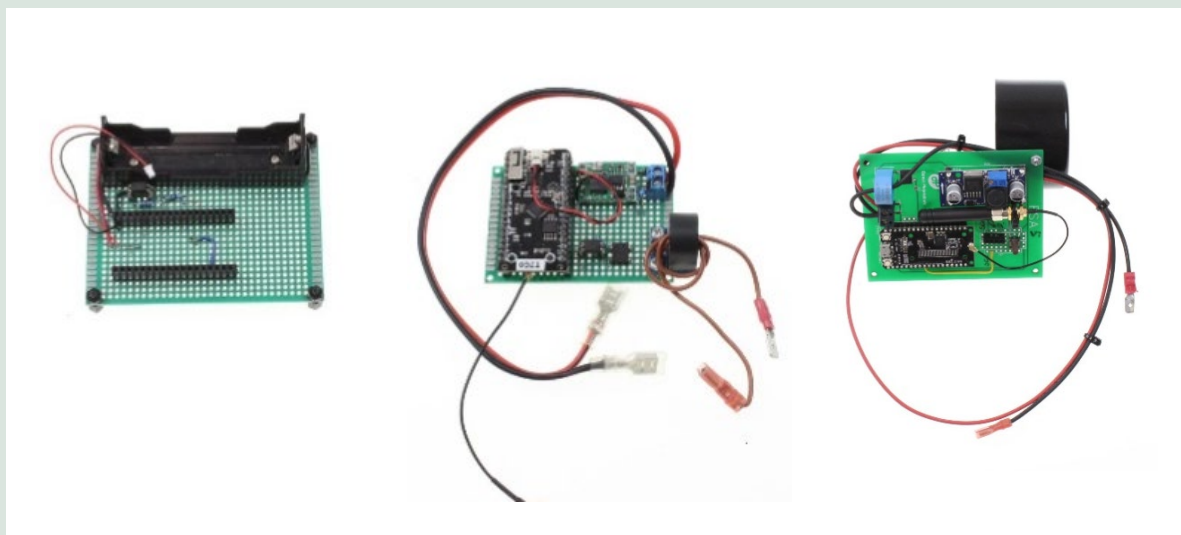
Udvikling af prototype

Signalsenderen blev udviklet og forbedret gennem tre prototyper som førte til den endelige model. Der blev tegnet diagram og udlagt print, som blev sendt til produktion hos underleverandør for produktion af ti stk. til test.

Under udviklingen af prototyperne afprøves forskellige typer sensorer for at undersøge om andre typer sensorer kan udvide FSAens relevansområde.

Der blev testet med lokations-GPS: GPS-teknologien var ikke langt nok fremme til at kunne fremvise højde for lokationen, det gjorde funktionen for usikker, da behovet for lokalisering

kom fra hospitaler. Uden muligheden for at vise etage på lokationen, viste den sig nytteløs. Ud fra hjælpemiddelansvarliges ønsker er GPS-funktionen dog en virkelig eftersøgt mulighed for at nemmere kunne tracke, hvor hjælpemidlerne faktisk befinder sig på fx hospitalet. Der blev testet med bevægelsessensorer: Men de blev kasseret, da datavolumen steg til helt ekstreme mængder, og de brugte for meget strøm, så de viste sig ubrugelige til formålet. Denne sensorer vil kunne tælle antal løft mere præcist end spændingsmålinger gør. Der blev testet med "klimapakke": Sensorer som måler luftkvalitet, temperatur, luftfugtighed, CO₂ og NOX blev testet for at se om det var muligt at måle på omgivelserne hjælpemidlet befinder sig i. Disse sensorer blev forladt igen for at arbejde videre med spændingsmåleren.



FIGUR 4. 1.- 3. prototype af signalsenderen. Billede af Dansk Plejetechnik

Netværk

Data sendes på LoRaWAN net. Fra start blev der brugt et open source-netværk kaldet The Things Network, men under projektet skiftedes der over til et betalingsbaseret netværk fra udbyderen Cibicom for at sikre en fast forbindelse. Der blev i denne aktivitet arbejdet med indendørs og udendørs rækkevidde på netværket. Der herskede tvivl om mulighederne for indendørs transmittering. I samarbejde med Team Teknisk Service blev der fremstillet netværkstationer, som blev monteret på udekørende teknikeres vægtvogne, så rækkevidden indendørs på diverse hospitaler både oppe i højden og nede i kældre kunne testes. Tests kom tilbage med forventet resultat med ingen indendørs rækkevidde. Disse test blev verificeret med eksternt udviklede fieldtestere fra Lora Alliance, som kom retur med samme resultat. Der blev derfor arbejdet mod muligheden for at trække data indendørs, og løsningen blev opsætning af gateways.

Gateways

Til at trække netværk udefra og ind i bygninger blev det besluttet at bruge en Kerlink Wirnet iFemtocell-Evolution gateway, som bruger 868 Mhz båndet, og dens rækkevidde blev testet ok hos relevant interessentkunde.

Test

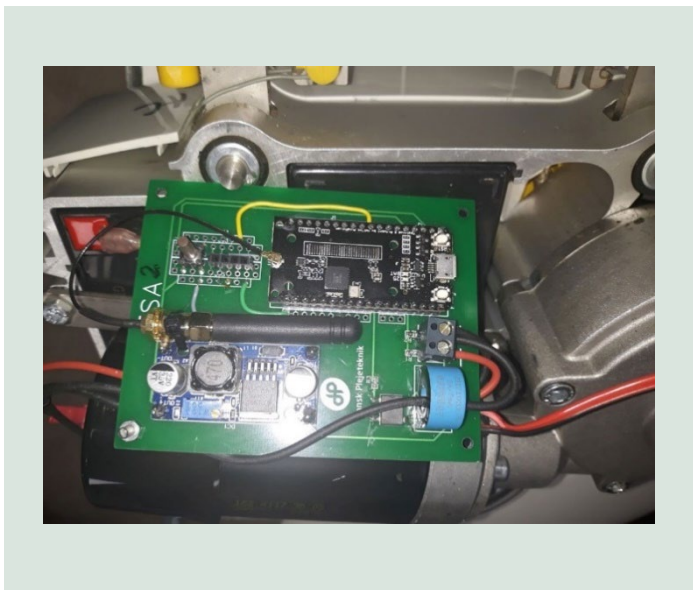
Der foretages interne test på GH2 og Guldmann2000 lifte med forskellig last i værkstedet. Resultat af tests er, at der kommer data igennem fra FSAen, og at netværket fungerer optimalt ved brug af gateway. Test på hævesænkeborde foretages i tidlig fase for at vurdere FSAens evner på lithium-batterier, men ladetypen motionerer batterier konstant og denne batteriteknologi

logi dømmes ude i forhold til valide visninger af spænding. Der foretages kontinuerlig monitorering af data, som opsamles på liftene, og data separeres til senere vurdering. Lofliffetypen GH2 med DC-strøm blev udvalgt til eksterne test.



FIGUR 5. Test af 2. prototype på Guldmann DH2000 loflift

Forud for projektbegyndelse blev der identificeret et antal kunder, som viste interesse i at være med i test af FSAen. Disse kunder er placeret rundt omkring på Sjælland og ved første test blev en kunde med forestående serviceeftersyn valgt. Der blev monteret en signalsender på batteriet i hjælpemidler serviceret af Dansk Plejetechnik's egne teknikere i forbindelse med det årlige service- og sikkerhedseftersyn. FSAen monteres direkte på batteriet på lofliften. Inden opsætning blev der fremstillet en installationsvejledning.



FIGUR 6. Tredje prototype opsættes i eksterne test

Data modtaget fra de enkelte FSA-enheder, er verificeret igennem forudgående test på Dansk Plejetechnik værksted. Der er udarbejdet tre forskellige test, hvor en loflift af mærket GH2 løfter og sænker med og uden last, samt ved liften sat i ladeposition. Data skal verificere og synliggøre forløb, så disse kan genkendes, når FSA-enheder sender fra eksterne lokationer uden viden om adfærd ved brug af liften. Testene giver samlet et visuelt billede af adfærd, som FSA'erne logger og sender retur fra eksterne lokationer til videre databehandling i Tago.³

Datagrundlaget fra de eksterne test er ikke valide nok til at kunne forudsige, hvornår et batteri er på vej til at blive dybdeafladet og dermed have mulighed for at levetidsforlænge det. De interne test viste gode eksempler på brug af loflifte med batterier i varierende alder, men de eksterne test er endnu for usikre til at kunne fremskaffe solide grundlag for vurdering af batteriers forlængede levetid ved at installere FSAen.

Tago - Dataopsamling og behandling

TagoIO er en cloud-baseret platform til IOT-applikationer. Tago vælges til at opsamle data, arbejde og fremvise den opsamlede data fra interne og eksterne test.

Opsætningen til at samle data blev valgt til at være en 7 og 30 dages graf med spænding V ud ad Y-aksen og tid/dato ud ad X-aksen. Der er valgt at fokusere på et område mellem 20 og 32 V på grafen, da dette er den mulige variabel i spænding (V) for reelle data. Hvis mere eller mindre vises, vil det ses som fejl i læsning af data. Der er valgt 7 og 30 dages oversigt for at kunne følge spændingsfaldene inden for en reel given tid, batteriet er uden ladning – Viser ingen dataændring i 30 dage, må det forventes, at batteri er på depot og ikke i brug. Inden opsætning forudsættes det, at batterier aflades til kritisk niveau efter et par dage uden ladning og efterfølgende brug. Derfor er der sat syv dages kurve op til at monitorere evt. spændingsfald under 21 V, hvor det forventes, at batteris kemi ændrer sig og skaber uoprettelig skade.



FIGUR 7. Graf fra TagoIO som viser spændingsfald over tid.

Demonstration af data

Der opsættes et overblik over data til kundefremvisning som baseres på fokuspunkterne fra adfærdsanalysen. Alle kurver analyseres for at bestemme:

- Ladning
- Afladning
- Løft
- Evt. ingen forbindelse

Estimeret levetid

³ Bilag 1

Op/afloadninger tæller cyklusser, og cyklusser er primært brugt til at estimere batterilevetid, og batteridatablade indikerer, at denne type batteri gennemsnitlig holder 500 cyklusser. Men da loftliftene ikke bruger batterierne i cyklusser, er cyklus kombineret med helbred, som trækker data fra, hvor mange gange batteriet har været under 21V i spænding (der er to x 12V i liften), da det er grænsen for, at batteriet tager uoprettelig skade ved gentagne fald. Derfor vil batteriet vise få cyklusser, men stadig vurderes til at være ved dårligt helbred, hvis det har haft mange spændingsfald under 21V under levetiden.

Forebyggende adfærd

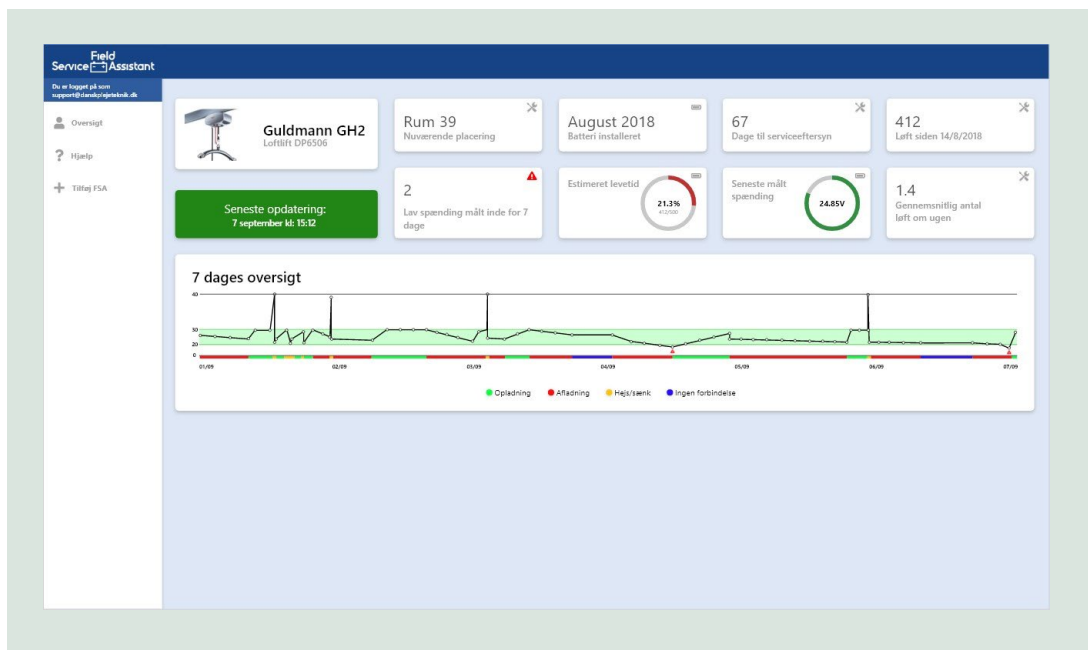
7-dages oversigten er lavet for at kunne se adfærden på batteriet og spændingsfald under 21V markeres med en rød advarselstrekant i oversigten.

Overblik over udstyr

Der er under det lovpligtige serviceeftersyn lagt placering ind på hjælpemidlet og den data trækkes fra Dansk Plejetechnikns interne opgavestyringssystem for at efterkomme ønsket om placering. Dette er dog manuelt og ikke via en GPS-tracking, da den ikke præciserer højde, som tidligere beskrevet. Det lykkedes ikke at automatisere denne proces, men med en angivelse af afdeling øget betydeligt chancerne for at lokalisere udstyret.

Identifikation af problemets størrelse og løsning

Der markeres med røde og grønne cirkler om cyklusser, spænding og helbred for at vise batteriets status. Elementerne i 7 dages oversigten blev verificeret med værkstedstest for at kunne angive præcise betegnelser for de forskellige målepunkter, som angiver forskellige typer af brugeradfærd.



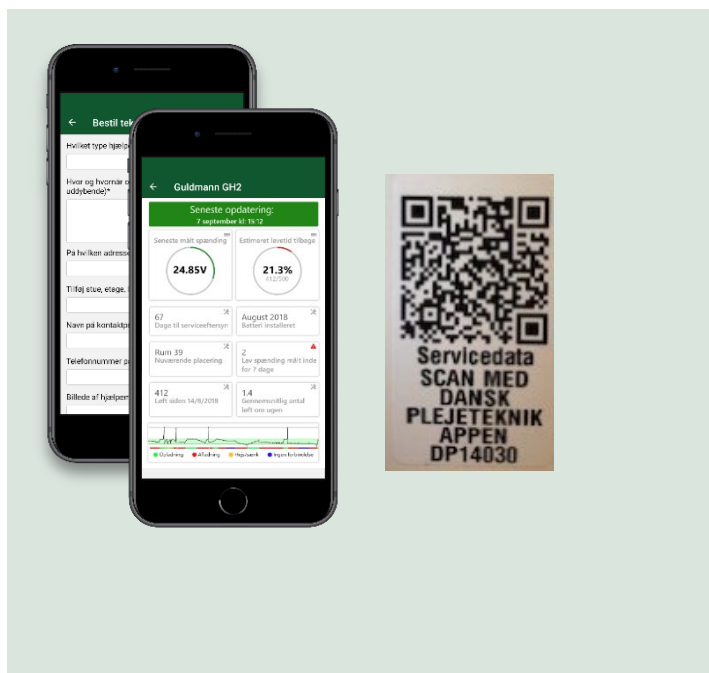
FIGUR 8. Data fra FSA præsenteret i Tago

Kommunikation til hjælpemiddelansvarlige

Der blev arbejdet videre i udviklingen med at skabe et interface i tago til hjælpemiddelansvarlige/teknikere. En udfordring relateret til dette var at personalet, som arbejder med hjælpemidler ikke er interesserede i at skulle kigge i andre systemer. Dermed blev der undersøgt mulighederne for at integrere batteriinformation i vores kunders eksisterende it-systemer, og der arbejdes med at kortlægge de forskellige systemer og deres muligheder for en integration. Men opgaven med at levere data ind i eksterne systemer blev for kompleks til at det kunne lade sig gøre inden for tidsrammen. I stedet for blev Dansk Plejetechnikns Serviceapp valgt som kommunikationsplatform til hjælpemiddelansvarlige.

Dansk Plejetechnik Serviceapp er allerede udviklet i Dansk Plejetechnik regi. Appen er i 2022 introduceret til hjælpemiddelansvarlige/teknisk afdelinger på hospitaler og plejecentre som får service deres hjælpemidler af Dansk Plejetechnik. Alle hjælpemidler som er service af Dansk Plejetechnik er markeret med en QR kode, som ved scanning fører ind i Serviceappen og giver adgang til servicereporten på det specifikke hjælpemiddel, samt et overblik over alle kundens hjælpemidler. Givet, at vi allerede havde en indgang til kunderne, valgte vi at kommunikere batteridata gennem serviceappen i stedet for at introducere endnu et system.

Her ses data fra Tago fremvist i app med fokus på levetid og spænding.



FIGUR 9. Dansk Plejetechnik Serviceapp og QR-kode til at se data i app

7.3 Resultater

Udviklingen af prototype afsluttes ved version 3, som blev den endelige model til eksterne test. Der er skabt forbindelse imellem signalsender, Tago til at opsamle data, som kan behandles og app til visning af data. Der blev foretaget interne test af de ti prototypemodeller på forskellige typer loftliftbatterier med forskellige aldre, og der blev bevist gennemgang af data fra FSAerne til Tago. Der er dog ikke nok data på nuværende tidspunkt til at kunne fastslå en forventet forlænget levetid på batterier ved at installere en FSA.

Vi står med:

- en udviklet signalsender
- Software og interface til at opsamle og analysere data
- Netværksløsning
- Opsætning til demonstration af data til brugere

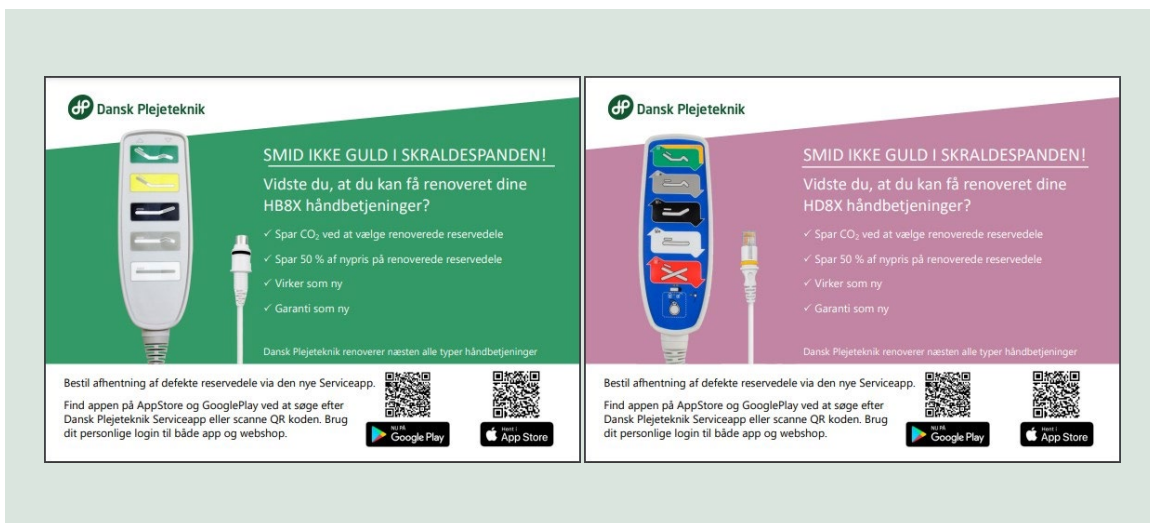
8. Perspektiver til plejebranchen og miljø

Sideløbende med udviklingen af FSAen blev der igangsat flere andre aktiviteter for at levetidsforlænge hjælpemidler og støtte op omkring FSAen som et kommercielt produkt i Dansk Plejetechnik.

Dansk Plejetechnik er under projektperioden iværksat følgende støtteaktiviteter:

- Åbnet en webshop med mulighed for at handle renoverede reservedele (<https://danskplejetechnik.dk/reservedelsbutik/>)
- Udarbejdet CO₂-besparelse ved at handle renoverede reservedele på udvalgte produktkategorier
- Blevet medlem af bl.a. FSTA-organisationen (Forum for Sygehuse og Arkitektur), hvor de tekniske chefer for bl.a. Drift og Vedligehold er repræsenteret. Det er bl.a. i disse forums, der har og er mulighed for at fremvise produkter og koncepter til gavn for økonomi og miljøet på makroniveau.

I den direkte kommunikation med kunderne, informerer Dansk Plejetechnik gennem flere salgskanaler. Herunder [egen hjemmeside](#) – [LinkedIn](#) samt flyers i postkortformat, som udleveres til kunder direkte eller indirekte i de blå kasser som af/udleveres.



FIGUR 10. Information fra Dansk Plejetechnik

8.1 Kommercialisering

Servicekontrakter:

Siden projektets start er følgende passus indskrevet i servicekontrakter:

"Fjernserviceassistent: Der kan installeres fjernserviceassistent i hjælpemidlerne med tilhørende gateway, som blandt andet sikrer færre miljøbelastende batteriskift og fejl."

Det betyder, at kunder giver samtykke til installation af en FSA-enhed i deres hjælpemiddel.

Der er fremsat en kommerciel pakke for FSAen, som er en kombination af salg og *product-as-service*, hvor FSAen købes, men viden om batteristatus sælges som en abonnementsløsning. Her er løsningen baseret på, at kunden køber produktet, men abonnerer på forlænget batterilevetid.

8.2 Miljøvurdering

Da projektet begyndte, var der en klar forventning om at det ville være muligt at vurdere den miljømæssige effekt af at forlænge levetiden på batterier, men som projektet afsluttes, står det klart for os, at det ikke er muligt på nuværende tidspunkt at stille med en reel miljøvurdering af FSAen. Vi har under projektet forsøgt gennem forskellige analyseredskaber bl.a. Bæredygtigt Bundlinje Værktøj, et værktøj udviklet af DTU samt livscyklusanalyse til at vurdere miljøpåvirkningen, men må erkende at vi ikke har nok data til udregningerne

Da FSAen stadig er i den indledende fase vurderes det endnu for tidligt at udføre en livscyklusanalyse, da vi endnu ikke har klarhed over den totale yderligere levetid, som FSAen tilføjer et batteri. Det er ikke muligt gennem Bæredygtig Bundlinje Værktøj at vurdere den totale CO₂ besparelse ved at forlænge levetiden på batteriet, da parametre som transport og produktionsforhold er for uklare til præcise målinger. Den store uklarhed over batteriproduktions CO₂-aftryk har også modtaget stort EU fokus, og der ønskes større gennemsigtighed over produktionen for at kunne fremme genbrug, nye anvendelsesmuligheder samt genanvendelse.⁴ Uagtet CO₂-aftryk er det en realitet at længere levetid på batterier har både ressourcemæssige besparelser og økonomiske fordele for sundhedssektoren.

Brug af sensorer for at lette administrationsbyrde

Under udviklingen af FSA har IOT-teknologien taget fart og sensorer viser deres duelighed i mange forskellige brancher, men også på mange forskellige parametre. Under adfærdsanalysen stod det klart, at personalet som bruger hjælpemidlerne i deres hverdag kunne se mange fordele ved at fx kunne monitorere vægt, temperatur, lokation mv. og føre disse data direkte ind i deres log på patienter for at lette administrationsbyrden i den daglige pleje. Der er et potentiale i at udvide en FSAs funktioner til at kunne varetage yderligere funktioner i sundhedssektoren for at lette tastearbejde hos plejere.

8.3 Resultater

Projektet har skabt et talerør for Dansk Plejetekniks kerneområde i forhold til at forlænge hjælpemidler gennem køb af renoverede reservedele. Der er ført protokol med mulighed for opskaling af FSAen samt en plan for kommercialisering. FSAen er på nuværende tidspunkt ikke fremskreden nok til at kunne lave en reel miljøvurdering af den tilføjede levetid på batteriet, men som FSAen samler mere data vil dette muliggøres.

⁴ <https://producentansvar.dk/wp-content/uploads/2021/10/eu-handlingsplan-for-cirulaer-oekonomi-2020.pdf> s. 8

Bilag 1. Test af loftlifte



Figur 1

Figur 2

Figur 3

Testen (figur 1) er udført ved brug af Mustool Digital Tester UD18. Grafen viser spænding [V] (grøn kurve) og ampere [A] niveaet (mørkeblå kurve) via Y-aksen målt over tid via X-aksen. Desuden beregnes effektforbruget [P] (gul kurve). I første test udføres løft og sænkning uden last (belastning), og det viser et mindre spændingsfald og en positiv ampererampe, når liften løfter og derved belaster batteriet. Efter ca. 10 sekunder ændres retning, og liften sænker løfteåget. Her ses et mindre ampereforbrug som skyldes, at liften bruger mindre effekt på nedsækning. Samtidig ses et minimalt spændingsløft, fordi liften virker som en generator. Det betyder, at en påvirkning af liftens position resulterer i en positiv strømpåvirkning med en målbar rampe.

I næste test (figur 2) er en person visualiseret via et 50 kg. ikke-verificeret lod. Her bliver det mere tydeligt, hvornår der henholdsvis løftes og sænkes. Igen ses et positivt og negativt spændingsfald/forøgelse synkront med ampereforbruget ændrer sig. Ampereforbruget stiger markant ved øget belastning helt i tråd med forventningen. I gns. fra 1,1 Ah til 2,5 Ah. Når ampereforbruget stiger falder spændingen, hvorfor spændingen stiger fra et lavere udgangspunkt tilbage til den nominelle spænding.

I sidste test (figur 3) er liften sat til ladning og har derved en backup forsyning foruden batteriet. Grafen viser ikke stor forskel på, om lader er aktiv eller ej. Det skyldes, at batteriet er den primære energikilde, og lader bidrager til ampereforbruget i mindre grad.

Forlænget levetid af batterier i plejesektoren

Denne rapport beskriver de arbejdsopgaver, som er gennemført i projektet "Forlænget levetid af batterier i plejesektoren" i perioden 2020-2022. Projektet beskriver muligheden for at monitorere batterier i loftlifte med henblik på at forlænge deres levetid i plejesektoren. Projektet resulterede i udviklingen af en signalsender kaldet "Fjernserviceassistent" til brug på loftlifte. Fjernserviceassistenten målte batteriers spænding, og data fremvises i app til hjælpemiddelansvarlige. Projektet viser, at der er potentiale i at arbejde videre med denne type signalsendere for at levetidsforlænge batterier i plejesektoren og dermed være med til at mindske unødigt kassation af batterier



Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk