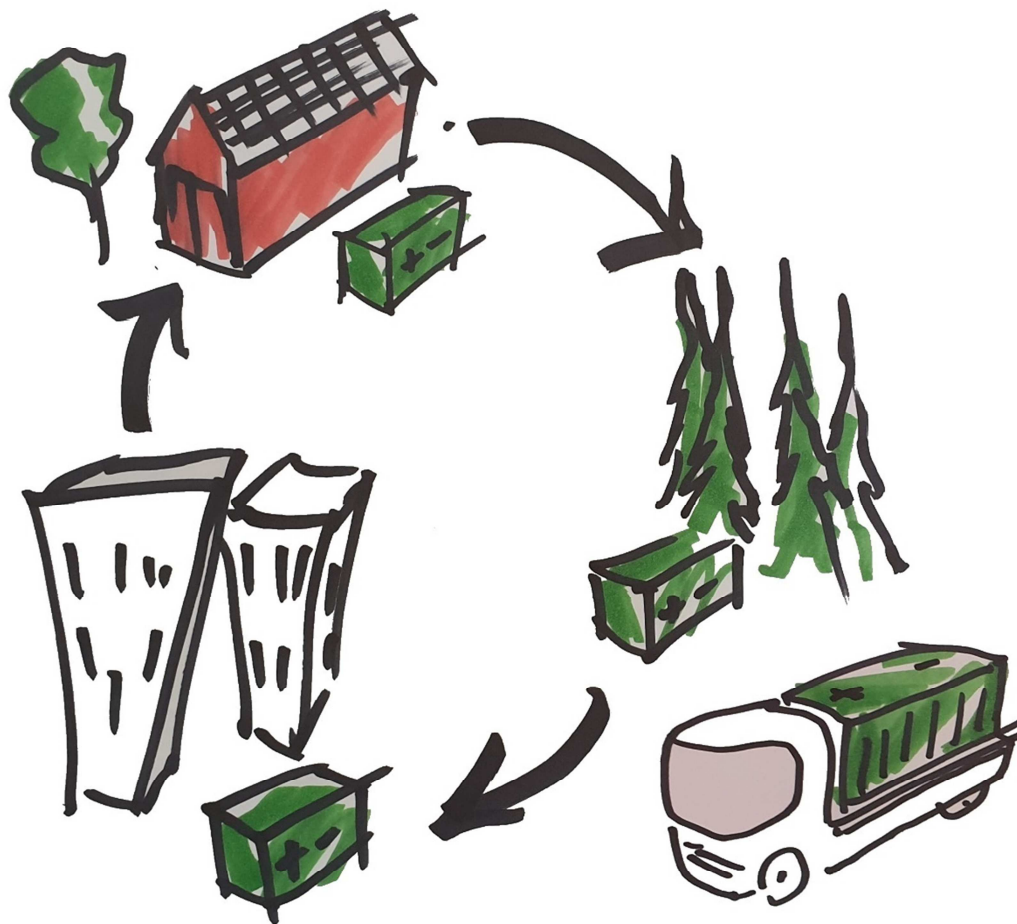


Mobil Laddstation, 2018-018452



Innehåll

1. Sammanfattning.....	3
2. Executive summary.....	4
3. Bakgrund	6
4. Syfte, frågeställningar och metod.....	7
5. Mål.....	7
6. Resultat och måluppfyllelse	8
7. Spridning och publicering.....	9
7.1 Kunskaps- och resultatspridning	9
7.2 Publikationer	9
8. Slutsatser och fortsatt forskning.....	10
9. Deltagande parter och kontaktpersoner.....	10

Kort om FFI

FFI är ett samarbete mellan staten och fordonsindustrin om att gemensamt finansiera forsknings-, innovations- och utvecklingsaktiviteter med fokus på områdena Klimat & Miljö samt Säkerhet. Satsningen innebär verksamhet för ca 1 miljard kr per år varav de offentliga medlen utgör drygt 400 Mkr.

För närvarande finns fem delprogram; Energi & miljö, Trafiksäkerhet och automatiserade fordon, Elektronik, mjukvara och kommunikation, Hållbar produktion och Effektiva och uppkopplade transportsystem. Läs mer på www.vinnova.se/ffi

1. Sammanfattning

I dag byggs arbetsmaskiner huvudsakligen med dieselmotorer vilka även driver hydraulik för hantering av redskap. Tillverkare och användare av arbetsmaskiner är mycket medvetna om kraven på omställning till fossilfrihet och eldrift ses som en allt viktigare framtida lösning. Maskinernas relativt höga genomsnittliga motoreffekt kombinerat med långa arbetstider kräver dock stora energimängder. Utmaningarna med eldrift i arbetsmaskiner är därför en kombination av tillräcklig batterikapacitet och möjlighet till laddning.

För en del arbetsmaskiner, exempelvis gaffeltruckar, som arbetar med lagerhantering på begränsade ytor, är problemet löst genom närliggande laddstationer och batteribytesstationer. I detta projekt analyseras möjligheterna och förutsättningarna för mobila laddstationer eller utbytbara batteripack som kan möjliggöra användning av eldrift i arbetsmaskiner även på relativt avlägsna platser utan tillgång till kraftigt elnät. Ett batteripack som transporteras med lastbil och ställs på en uppställningsplats nära arbetsplatsen kan göras betydligt större än ett batteri om bord på fordonet, till exempel i storleksordningen 1 MWh, och kan ladda arbetsmaskiner upprepade gånger innan det transporteras iväg till en elanslutning med hög effekt och förnybar el.

Syftet med denna konceptförstudie är att efter genomförande förstå dimensionering, anpassning och standarder, samt genomföra energisystem- och kostnadsanalyser. Detta för att möta klimatutmaningar och påskynda omställningen av energianvändning till effektivare arbetsmaskiner även i områden med svår energilogistik. Konceptstudien innebär att idén med en mobil laddstation ska belysas och undersökas både från tekniska förutsättningar och infrastruktur till slutanvändarnas behov. Frågeställningarna som konceptförstudien belyser är organiserade inom områdena teknik, applikationer och affärsmodeller.

Projektets konkreta leverans är genomförd workshop på mobila laddstationer och sammanställning av utfallet av genomförd workshop vilket presenteras i bilaga Resultatsammanställning. Här nedan följer några punkter som kan ses som ett koncentrerat sammandrag från bilagans resultat;

Teknik

Demonstrationsprojekt bör utvärdera skalbara batteripack: från 10 kWh och uppåt med tydliga prestandastege i energi, effekt och IP-klassning/tålighet. Kylning blir en viktig teknisk fråga i ett modulärt system. Det är centralt att utveckla kommunikationssystem inom moduler, pack/central enhet. Viktigt att inte sätta standarder för tidigt. Fodrar att samla erfarenheter och titta på existerande standarder.

Applikationer

Motstånd till att börja ändra på maskiner kan vara en barriär. Gränssnittet till maskinen är nyckeln. Att konkret börja bygga om för elektrisk drift i följande demonstrationsprojekt är viktigt. Laddning eller utbytbara moduler är två olika system och beslut måste tas före pilot eller demonstrationsprojekt om det ska innefatta båda. En bredd av applikationer är viktigt, en sektor kan förmodligen inte utveckla detta själv, varför en bra demonstrations-site är ett jordbruk med skogsverksamhet.

Affärsmodeller

En marknadsmodell, med en central noden i mitten som liknar en börs som är prissättaren och samordnare bör utvärderas vidare i en demonstration. Ågande och värdekedjor måste analyseras mer. Logistiken för leverans av mobil elektricitet måste testas i en demonstration. Transport av batteripack ska finnas, samordnas och alltid fungera för att inte verksamhet ska störas. Att analysera existerande affärsmodeller av exempelvis gas bör också ingå. En mer detaljerad analys av politiskt regelverk bör ingå i ett större demonstrationsprojekt för att identifiera hinder och möjligheter.

2. Executive summary

Electrification is a strong trend in the automotive industry and an important enabler of a transition to more sustainable solutions in a range of sectors and industries.

Electrification can bring advantages such as lower local air pollution and combined with renewable electricity enable a development toward lower carbon dioxide emissions, one of the most important national and global environmental challenges. This pace of development toward electrification has increased considerable, within new battery equipped solutions emerging for a range of vehicles, and with a range of different solutions for energy supply and charging.

Experiences from a previous FFI-project completed 2017, which compared a simulated autonomous battery agricultural machine with a conventional diesel tractor, showed great results including in lowered cost, energy savings and reduced greenhouse gas emissions. The simulation comprised a one-year cycle on a dairy farm where the diesel tractor was replaced with two smaller battery powered machines.

For heavy machinery, with higher power and energy requirements, the capacity of the battery as well as charging is more challenging to address. In many applications these machines cannot carry enough battery capacity to cover their own energy needs for a whole working shift on board. Obviously, cable operation is not feasible in remote forestry and agriculture applications. In summary, both weight, volume, charging infrastructure and cost are important limiting factors when considering electrifying heavy machinery often used off road and in remote locations without easy access to the energy grid.

This feasibility study assesses the conditions for a mobile power station for heavy equipment where access to the grid is lacking. The goal is to provide knowledge and assess the feasibility of a mobile power packs and charging solutions, that would enable new solutions for the transition to electrification for equipment and machines in the forestry, agriculture and construction sectors.

The solution studied is a large power pack that is envisioned to be transported to a worksite and charge equipment multiple times, before being transported back to the nearby grid or local site with surplus renewable power production. A feasibility study is

needed to understand how existing technologies can be combined, and what adaptations would be needed and the standards necessary.

The study conducted a workshop with actors from industry, stakeholders and project partners participating and delivered a final report advancing the knowledge and understanding of the conditions necessary for a product demonstration. The core results of the feasibility and areas to focus on in a demonstrator are categories in three areas:

Technology

A future demonstration project should evaluate scalable battery packs, potentially as small as 10 kWh with modular architecture enabling capacity in the MWh range. The pack should also consider a range of performance characteristics in terms of delivered power, IP rating and ruggedness. Cooling is an important technical issue in a modular system and need to be evaluated. Development of a communications system, both within modules and pack, and with a central unit coordinating a fleet of power stations and packs is core. It is important that standards should not be set too soon to facilitate further innovation, and collecting experiences and studies of, e.g., existing charging standards is required.

Applications

One identified barrier to the proposed solution could be resistance to change among machine operators and manufacturers. Here, the interface between battery pack and machine is key. To develop a tangible project early on, adapting one or several machines to electrical operation is central in a future demonstration project. Furthermore, charging from a mobile power station and interchangeable packs or modules are two rather different systems. A decision on which of these solutions to demonstrate in a future project must be made. On the user side, a range of applications is necessary as it is challenging for a sector to develop this technology on its own. A good demonstration site could be a farm that combines both agriculture with management of forest so that both types of equipment could be demonstrated at the same project site.

Business models

A market model, with a central node, acting like an exchange, clearing prices and coordinating a system and fleet of mobile power stations, should be evaluated in a demonstration project. Ownership and value chains have to be analyzed as well as the logistic system delivering the mobile electricity. The latter is particularly important in that transport of battery pack has to be ensured and be demonstrated to be reliable enough that operations depending on the mobile power station are not disturbed. Analysis of existing business models, delivering for example gases in refillable tanks, should be included. Finally, a future project should include identifying obstacles and opportunities related to policy and regulations should be included.

3. Bakgrund

Tillverkare och användare av arbetsmaskiner är mycket medvetna om kraven på omställning till fossilfrihet. I dag byggs arbetsmaskiner huvudsakligen med dieselmotorer vilka även driver hydraulik för hantering av redskap. Diesel är ett praktiskt sett utmärkt drivmedel genom sin höga energitäthet och lätthet att transportera och är därför inte helt enkel att ersätta. Biodiesel kan användas direkt i de flesta maskiner men är inte ett självklart huvudalternativ på grund av bristande tillgänglighet. Därför ses eldrift som en allt viktigare framtida lösning. Batterikapacitet och laddning blir då utmaningarna. Maskinernas relativt höga genomsnittliga motoreffekt kombinerat med långa arbetstider kräver stora energimängder som gör det svårt att förse dem med tillräcklig egen batterikapacitet ombord. För en del arbetsmaskiner, exempelvis gaffeltruckar, som arbetar med lagerhantering på begränsade ytor, är problemet löst genom närliggande laddstationer och batteribytestationer. På platser som exempelvis skogsbruk, jordbruk och en del byggplatser är dessa lösningar inte tillgängliga.

I projektet ”Konceptstudie batteridriven autonom jordbruksmaskin”(Engström och Lagnelöf, 2017) delfinansierad av FFI Energi och Miljö, har en batteridriven autonom jordbruksmaskin jämförts med en konventionell dieseltraktor genom simulering för alla maskinaktiviteter i fält på en ekologisk mjölkgård med 200 ha åker under ett år. Resultaten visar att det är möjligt att på den simulerade gården ersätta en konventionell traktor (160 kW) med två autonom batteridriven maskin (36 kW motor, 113 kWh batteri) med 15% lägre kostnader. Men framför allt minskas energianvändningen med 58 % och växthusgasutsläppen med 92 % jämfört med diesel om energianvändning och växthusgasutsläpp vid batteritillverkning inkluderas i beräkningen. Om maskinen görs eldriven och autonom innebär det att man kan gå ifrån den fossila dieseln och samtidigt gå ner i storlek. Eftersom många gårdar har egen elproduktion via biogas, solceller eller vindkraft är el ett attraktivt sätt för att driva jordbruksmaskiner. Fördelarna pekar på att förutsättningarna för elektrifiering behöver utvärderas i fler typer av arbetsmaskiner.

Mobila laddstationer eller utbytbara batteripack kan här möjliggöra användning av eldrift även på relativt avlägsna platser utan tillgång till kraftigt elnät. Vikt, volym och pris begränsar ofta storleken på batteripack ombord till något hundratal kWh. Ett batteripack som transporteras med lastbil och ställs på en uppställningsplats nära arbetsplatsen kan göras betydligt större, t.ex. i storleksordningen 1 MWh, och kan därefter ladda arbetsmaskiner upprepade gånger innan det transporteras iväg till en elanslutning med hög effekt och förnybar el.

Tillämpningar kan även vara inom byggsektorn, försvaret och tillfälliga effekttoppar vid evenemang. Den ingående tekniken finns, men en förstudie behövs för att förstå dimensionering, anpassning och systemlösningar för elektrifiering av arbetsmaskiner i skog och mark. Vidare lägger denna förstudie grunden för hur framtida standarder ska tas fram, samt och hur mobila laddstationer och batteripack kan integreras och påverka nuvarande energisystem. Mer detaljerade Framtida kostnadsanalyser kommer även att vara nödvändiga i framtiden för att jämföra olika systemval och tillämpningar.

4. Syfte, frågeställningar och metod

Syftet med denna konceptförstudie är att efter genomförande förstå dimensionering, anpassning och standarder, samt genomföra energisystem- och kostnadsanalyser. Detta för att möta klimatutmaningar och påskynda omställningen av energianvändning till effektivare arbetsmaskiner även i områden med svår energilogistik.

Frågeställningarna som konceptförstudien belyser är inom områdena;

- teknik
- applikationer
- affärsmodeller

Metod Workshop

Projektet genomför en workshop där centrala aktörer inom industrin, behovsägare och projektpartners deltar. En slutrapport kommer att innefatta ett långt framskridet underlag som underlag för ett framtida större demo-projekt.

Konceptstudien innebär att idén med en mobil laddstation ska belysas och undersökas både från tekniska förutsättningar och från slutanvändarnas behov. Arbetsgruppen är väl skickad att diskutera teknik men en viktig del av konceptstudien är att engagera tänkbara användare. Inom gruppens breda nätverk har ett antal företag kontaktats. Metoden workshop lämpar sig väl för effektiv informationsinhämtning och är ett bra forum för konsortiets byggande. De som inte kan medverka på workshopen kommer att intervjuas med samma frågeställningar för att få en större bas av input.

5. Mål

Målet med konceptstudien var att skapa underlag för ett större framtida projekt. Många delar i laddstationen har studerats. Dock har vi fått dra ned ambitionen att komma med säkerställda ekonomiska beräkningar. Konceptförstudien inriktades främst på att förstå förutsättningar och behov hur olika systemlösningar med utbytbara batteripack och mobila laddstationer kan fungera i olika applikationer, samt hur flera sektorer kan samverka för att realisera kommande pilot- och demonstrationsprojekt.

Konceptstudien har studerat kraven på tekniken för laddstationen men även dess krav på användare och infrastruktur. Rimliga lösningar och krav har diskuterats inom ett antal områden och belyste de flesta av förstudiens formulerade mål:

- Maskinernas krav på laddning - AC/DC, spänning, laddeffekt, laddbehov över dygnet, energiåtgång. I princip den elektriska dimensioneringen av mobila laddstationen.

Genomgång av standarder och vad som tillämpas i praktiken.

- Kraftelektronik. Genomgång av tillgänglig teknik. Behov av kylsystem.

- Batteriteknik - krävs modernaste Litiumteknik eller kan äldre och billigare teknik användas?

- Kommunikationskrav - kommunikation laddstation/maskin under laddning, maskinparkens laddstatus för laddningsplanering, kommunikation med infrastruktur för bokning av transport.
- Automatisering - styrning av maskiner för laddanslutning inklusive positionering.
- Ekonomiska förutsättningar.

6. Resultat och måluppfyllelse

Utveckling av mobila laddstationer passar väl in i ett av FFI:s övergripande mål att stärka den internationella konkurrenskraften.

Programmet Energi & miljö har som mål att väsentligt bidra till reduktion av utsläppen av fossilt CO² och övriga emissioner från vägfordon och arbetsmaskiner. Programmålen; energieffektivitet, minskad lokal/regional miljöpåverkan samt Sveriges och den svenska fordonsindustrins stärkta konkurrenskraft i ett globalt perspektiv, är väl i linje med ett framtida projekts resultat och effekter.

Projektets konkreta leverans är arbetet presenterat i bilaga Resultatsammanställning. Här nedan följer några punkter som kan ses som ett koncentrerat sammandrag från bilagans resultat;

Teknik

Demonstrationsprojekt bör utvärdera skalbara batteripack: från 10 kWh och uppåt med tydliga prestandasteg i energi, effekt och IP-klassning/tålighet. Kylning blir en viktig teknisk fråga i ett modulärt system. Det är centralt att utveckla kommunikationssystem inom moduler, pack/central enhet. Viktigt att inte sätta standarder för tidigt. Fordrar att samla erfarenheter och titta på existerande standarder.

Applikationer

Motstånd till att börja ändra på maskiner kan vara en barriär. Gränssnittet till maskinen är nyckeln. Att konkret börja bygga om för elektrisk drift i följande demonstrationsprojekt är viktigt. Laddning eller utbytbara moduler är två olika system och beslut måste tas före pilot eller demonstrationsprojekt om det ska innefatta båda. En bredd av applikationer är viktigt, en sektor kan förmodligen inte utveckla detta själv, varför en bra demonstrations-site är ett jordbruk med skogsverksamhet.

Affärsmodeller

En marknadsmodell, med en central nod i mitten, liknande en börs som är prissättaren och samordnare, bör utvärderas vidare i en demonstration. Ägande och värdekedjor måste analyseras mer. Logistiken för leverans av mobil elektricitet måste testas i en demonstration. Transport av batteripack ska finnas, samordnas och alltid fungera för att inte verksamhet ska störas. Att analysera existerande affärsmodeller av exempelvis gas bör också ingå. En mer detaljerad analys av politiskt regelverk bör ingå i ett större demonstrationsprojekt för att identifiera hinder och möjligheter.

7. Spridning och publicering

7.1 Kunskaps- och resultatspridning

Hur har/planeras projektresultatet att användas och spridas?	Markera med X	Kommentar
Öka kunskapen inom området	X	Kunskapsnivån om olika alternativa systemlösningar har ökat. Projektet har blivit en motor till framtida utvecklingsprojekt för elektrifiering av arbetsmaskiner. Medvetenhet om potentialen med elektrifiering har ökat bland industriaktörer, både bland medverkande parter och nya aktörer där kontakt etablerats under projektets gång.
Föras vidare till andra avancerade tekniska utvecklingsprojekt	X	Projektet har bidragit till nya utvecklingsprojekt och ansökningar för inskickade till finansörer för elektrifiering av tex skogsmaskiner. Aktörer inom både skogsbruk och jordbruk tittar mer aktivt på elektrifiering som alternativ för framtida teknik.
Föras vidare till produktutvecklingsprojekt		
Introduceras på marknaden		
Användas i utredningar/regelverk/tillståndsärenden/ politiska beslut	X	Materialet från projektet kan användas i framtida standardarbete och ger ett första underlag för hur standardiseringsarbetet kan inledas. Detta är mycket viktigt för att stödja utvecklingen mot batterisystem som håller och är anpassade för arbetsmaskiner.

7.2 Publikationer

Inom projektet handledes av Ola Pettersson, RISE, ett examensarbete på Masternivå inom Energi- och Systemprogrammet vid SLU;

Ericson, Martin, 2019. Utformning av en standardiserad och utbytbar batterimodul till arbetsmaskiner. Second cycle, A2E. Uppsala: SLU, Dept. of Energy and Technology
urn:nbn:se:slu:epsilon-s-11027.

Martin Ericson närvarade dessutom vid projektets workshop och bidrog med sin kunskap.

Projektets sammanställning **Resultatsammanställning Mobil Laddstation** kan ses som en publikation för spridning.

8. Slutsatser och fortsatt forskning

Projektet har mött stor positiv respons samt rönt stort intresse, både från befintliga projektpartners och från ett antal nya aktörer, däribland större maskintillverkare och energibolag. Intresset är stort för att gå vidare med ett större projekt för att samverka för att utveckla framtida produkter för mobil laddning och förstå hur standarder ska tas fram.

I ett framtida demonstrationsprojekt är en tät samverkan med intresserade maskintillverkare och batteritillverkare nödvändig. Det viktigaste momentet för ett demonstrationsprojekt är att konkret börja utveckla prototyper och gå från koncept till verklig implementering. Workshopdeltagarna var ense om att nästföljande projekt bör innehålla mer teoretiska beräkningar och analys av energi och ekonomi så att det klargörs bättre vilka delar av tänkta system som går ihop redan idag och vad som kommer att fungera med ytterligare teknikutveckling och kostnadsminskningar.

9. Deltagande parter och kontaktpersoner



Engagerade:

EC Street

E-SEA

Malwa

Södra

Scania

Bidragande/tillkommande:

Innoproach

E:on

Volvo Penta

Extractor