

# FFI

FORDONSSTRATEGISK  
FORSKNING OCH INNOVATION

## Slutrapport

### ePTO (elektriskt driven Power Take Off)



Fredrik Cederstav

2014-11-06

Delprogram: FFI (Fordonstrategisk Forskning & Innovation)

## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>3</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>4</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>4</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>4</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål.....	4
<b>6. Spridning och publicering</b> .....	<b>9</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning.....	9
6.2 Publikationer.....	10
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>11</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>11</b>

### 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 hälften.

För närvarande finns fem delprogram Energi & miljö, Fordons- och trafiksäkerhet, Fordonsutveckling, Hållbar produktionsteknik och Transporteffektivitet. Läs mer på [www.vinnova.se/ffi](http://www.vinnova.se/ffi)

## 1. Sammanfattning

Projektet har utvecklat och utvärderat en elektriskt driven chassimonterad PTO (Power Take Off) med kran, inklusive eldriven stödbens-funktion. Kapaciteten är på 40 kWh. I arbetet har ingått att utveckla och integrera en fungerande systemlösning inklusive batterier, hydraulpump, styr- och reglerteknik, ljudisolerad kåpa samt laddare.

Utvärdering av ljud- och bullernivåer, täthet samt energiförbrukning har gjorts vid verkliga driftsförhållanden.

Kranen har med framgång visats på ett antal konferenser och mässor både i Sverige och utomlands.

Resultaten visar att en eldriven kran kan ge en energibesparing på runt 70% jämfört med en konventionell dieseldrift och en ljudnivå som ligger ungefär 8 dB lägre. Detta uppfattas subjektivt som en halvering mot konventionell dieseldrift. Förutom att kranen är nollemitterande vad gäller koldioxid, partiklar och kväveoxider sparas cirka 13 liter bränsle per arbetsdag vid kranarbete. I praktiken kan det troligtvis bli ännu mer på grund av att uppehåll och pauser i konventionellt kranarbete kostar bränsle, medans med eldrift så slår kranen av helt.

En utvärdering gjordes också av affärsvillkor för vidareutveckling och försäljning samt en utvärdering av en batterienhet med minskad kapacitet (20 kWh) i kombination med snabbbladdare. Konceptet är nu klart att säljas i Sverige och Norden.

## 2. Bakgrund

Att elektrifiera kraftuttaget (PTO, Power Take Off) istället för att använda konventionell dieseldrift innebär stora vinster med avseende på transporteffektivitet, buller, miljöpåverkan och arbetsmiljö främst i urbana miljöer. En stor del av de tunga fordon som idag utför mycket av transportarbetet i städer har någon form av energikrävande hydrauliskt driven påbyggnad (kran, korg, lastväxlare, kärlvändare, komprimator etc). Dessa drivs via kraftuttaget som idag nästan uteslutande får sin energi från lastbilens konventionella dieselmotor som är optimerad för framdrift (200-400 kW). De stora dieselmotorerna står därför på tomgång för att leverera kraft till påbyggnaderna som oftast kräver effekter mellan 5 och 40 kW, ibland så mycket som 50% av arbetspasset. Resultatet blir

en onödigt stor negativ miljöpåverkan (luft- och ljudemissioner), försämrad arbetsmiljö samt höga driftskostnader. Med minskat buller kan fordonen användas på andra tider på dygnet (tidig morgon och sen kväll) då gaturummet är lågt utnyttjat vilket ökar transporteffektiviteten och trafiksäkerheten.

### 3. Syfte

Att utreda prestanda för, och möjligheten till en bredare industriell introduktion av batteridrivna arbetsmaskiner i Sverige. Projektet har även syftat till att visa på en potentiellt förbättrad arbetsmiljö, möjlig miljönytta, bredd och flexibilitet med en batteridrivna påbyggnad i relation till dagens ofta dieseldrivna lösningar.

### 4. Genomförande

Projektet startade i Februari 2014. Total budget 1,62 MSEK. Projektgruppen bestod av representanter från Volvo Technology, AB Volvo, Volvo Truck Center, Hiab och Turebergs Åkeri. Därutöver inleddes ett nära samarbete med underleverantörer för leverans av batteripaket inklusive styrsystem och inbyggnadslåda. Arbetet bedrevs genom ett antal projektmöten och ett tvärfunktionellt samarbete. En stor del av tiden användes till förberedelse av mässor och konferenser. För ljudmätningen och energimätningen kopplades Volvos ljudpersonal på Hällered in och för kompletterande energimätningar samt täthetstester utfördes dessa vid Alf Petterson AB's lokaler utanför Alingsås.

### 5. Resultat

#### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Resultaten ligger väl i linje med FFI:s mål enligt följande:

- Projektet har visat på potentialen med eldrivna påbyggnader både för en förbättring av arbets- och boendemiljö
- Projektet har visat att det går att väldigt snabbt bygga upp en struktur för nya tekniska lösningar inkl. produktionskapacitet i Sverige genom ett nära samarbete inom fordonsbranschen om underleverantörer involveras tidigt i processen.
- Projektet har visat att det inom landet finns tillräcklig kapacitet för att leverera konkurrensmässiga nya, innovativa lösningar om än i liten skala.
- Projektet har visat att det finns synergier med befintliga FoU-projekt inom landet, ex.vis Off-peak projektet i Stockholm och Sendsmart, d.v.s. tyst avfallshantering i Göteborg
- Projektet har visat att det går att driva banbrytande FoU av hög klass i Sverige

- Projektet har stärkt samverkan mellan underleverantörer och fordonstillverkare i Sverige

Projektets resultat kan även användas för att visa bredden och flexibiliteten med teknologin för att på sikt införa andra snarlika ePTO-lösningar ex.vis som påbyggnader i form av eldrivna pumpar (cementblandare, mjölkfordon, slamsugning, drivning av kardanaxel vid t ex asfaltläggning/rangering i stadsmiljö etc.) där krav eller önskemål om miljövänliga alternativ eftersöks.

## 5.2 Ljudmätningar

Ljudmätningarna utfördes genom Volvos ISO-mätningstandard 3744:2010 med 14 mikrofoner placerade i bur runt fordonet (Bild 1).

Resultaten visar att ljudeffektnivån i genomsnitt ligger nästan 8 dB lägre vid eldrift än vid konventionell dieseldrift (Diagram 1). Den största skillnaden är när elkranen stoppar eftersom det då blir helt tyst. Uppfattningen är att arbetsmiljön förbättras avsevärt.



Bild 1. Ljudmätning enligt ISO

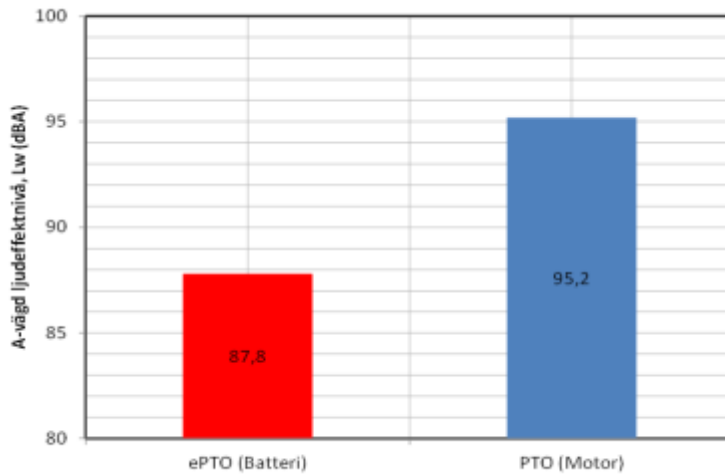


Diagram 1. Ljudeffekt ePTO

Diagram 2 nedan visar hur ljudeffekten varierar över tid under ett förlopp på sex minuter för dels eldrift (röd) och dels motordrift (blå). Det som noteras här är att elkranens toppvärden ligger i nivå med motordrift vid ett fåtal tillfällen, men är å andra sidan helt tyst i ändlägen då kranen stannar. Subjektiv upplevelse är att bullret är betydligt värre och "hårdare" vid motordrift än vid eldrift. Ljudet vid eldrift blir av en helt annan mer "vinande" karaktär. Normalt samtal är möjligt under eldrift men knappast under konventionell motordrift. Lyssningsprov återfinnes i Appendix 5.

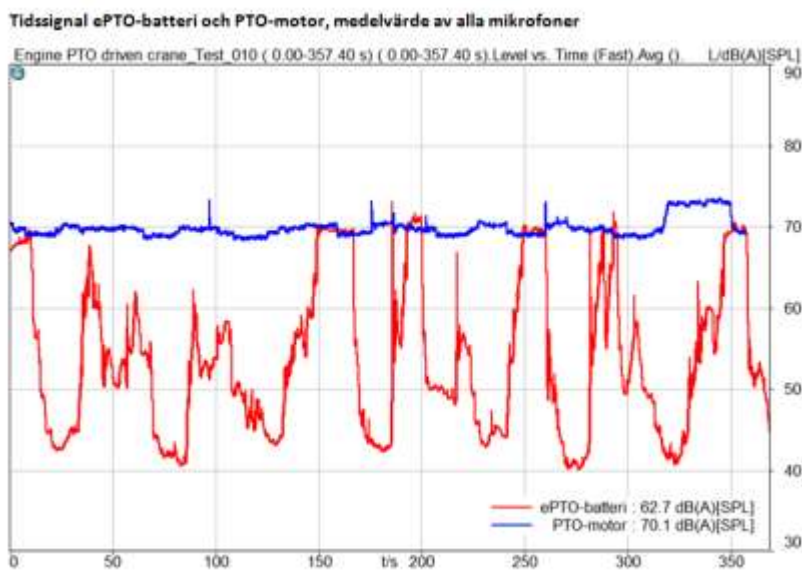


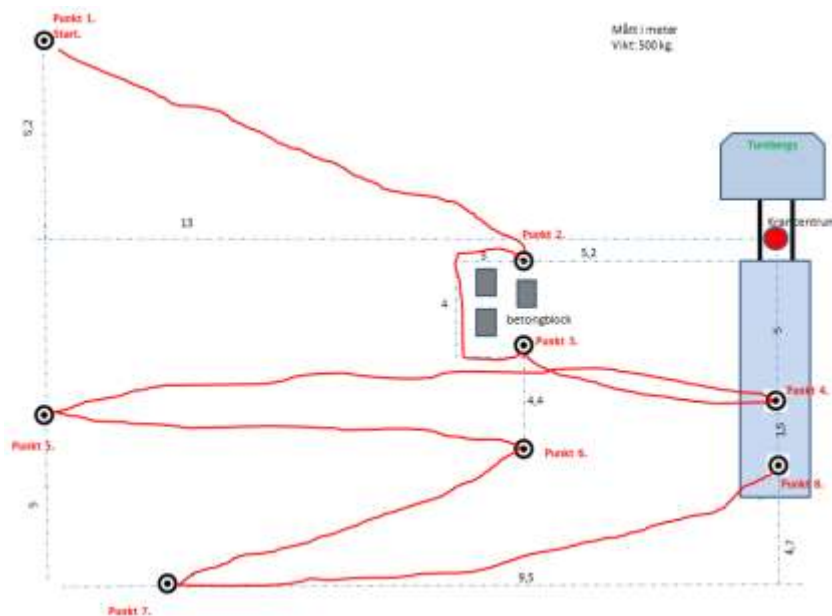
Diagram 2. Tidssignal

Energimätningar utfördes vid en repeterad arbetslinga enligt figur 1 på 42 minuter både på Hällered och utanför Alingsås och även i samband med den kortare slingan för ljudmätningen (6 min enligt diagram 2). Kranens last var här en betongkloss på 500 kg.

Ett längre test av batteriets hela kapacitet gjordes även där kranen med nedan testslinga och lasten 620 kg kördes tills batteriet var urladdat\* det vill säga i 2 tim och 8 minuter. Detta motsvarar enligt branschstandard en hel arbetsdag. Förbrukningen för ePTO blev 34,6 kWh. Omräknad motsvarande bränsleförbrukning för dieseldrift under denna tid blir 12,9 liter diesel eller omräknat i energiförbrukning 126 kWh.

Detta innebär att ePTO:s energiförbrukning är 72% lägre vid eldrift än vid dieseldrift vid detta försök. Med ett dieselpolis på 14 kr/liter och ett elpris på 1,5 kr/kWh blir besparingen 128 kr för hela arbetsdagen vilket motsvarar 2500 kr/månad. I praktiken kan det dock bli mycket mer. Detta kräver ytterligare utredning, exempelvis uppföljning efter någon månads arbete hos Turebergs.

Ett test gjordes även på Hällered med en dubbling av lasten från 500 kg till 1 tons vikt. Detta resulterade i en 17% ökning av energiåtgången vilket var lägre än väntat.



Figur 1. Arbetslinga på 6 minuter

\*) batteriet slog av vid 23% kvarvarande kapacitet



#### 5.4 Övriga tester

Temperaturmätningar:

Max temperatur för batteriet uppmättes till 39°C efter 2 timmars intensiv körning med betongkloss på 620 kg. För övriga temperaturer på inverter, elmotor och laddkurva (State of Charge) se Appendix 1.

Vridstyvhetstest:

Ramen lyftes upp ett par decimeter med stödbenen både på höger och vänster sida. Inga onormala belastningar på låda eller infästningar noterades.

Täthetstest:

Bilen kördes in i tvätthall. Locket till lådan med styrelektroniken tejpades först i två skarvar. Tvättning gjordes dels med manuell högtryckstvätt (bild 2) och även med automatisk underredstvätt.



*Bild 2. Högtryckstvätt*

Efteråt öppnades samtliga enheter. På ett par ställen iaktogs fukt och vattendroppar men inte i den grad att risk för kortslutning föreligger.



### **5.5 Enkätundersökning**

I samband med konferenser och visningar besvarade 22 personer på plats en enkätundersökning kring upplevelsen av ePTO. Resultatet visas i Appendix 4.

## **6. Spridning och publicering**

### **6.1 Kunskaps- och resultatspridning**

ePTO samt Projektets resultat har visats på ett antal konferenser och seminarier enligt nedan:

- Transport & Logistik, Göteborg. 7-8 Maj 2014 (Bild 3. Pressrelease)
- Avfall Sverige, Borås. 19-20 Maj 2014.
- Elmia, Jönköping. 22-23 Aug 2014
- Transporteffektivitetsdagen, Lindholmen, 27 Aug 2014
- Slutkonferens Gosmart Sendsmart, Lindholmen, 28 Aug 2014
- Entreprenad Live, Stora Holm. 4-6 Sept 2014
- Visning Stockholms stad, Värtahamnen. 10 Sept 2014
- IAA mässan Hannover, 25 sept-2 okt 2014
- Vinnova FFI Programkonferens, Lindholmen. 6 Nov 2014
- Renhållarträffen, Stockholm 28 November 2014



Bild 3. Svenska Mässan Göteborg, 7 Maj 2014

Diskussionen i samhället om miljömässigt bättre lösningar samt riskerna med buller och trenden mot "Off-peak" arbeten kommer att gynna denna teknologi och troligen påskynda en större efterfrågan mot elektrifierade kraftuttag. En ytterligare bidragande orsak kan bli krav på bättre arbetsmiljö i framtiden och risken med att utsättas för buller under längre tidsperioder. Det finns även en potential till förbättrad säkerhet med att använda tystare arbetsmaskiner på tidiga morgnar och sena kvällar då barn inte vistas ute. Att denna typ av lösning nu finns på marknaden kan även innebära att städer, myndigheter och politiker kan komma att ställa hårdare krav och därmed öppna för ett paradigmskifte.

## 6.2 Publikationer

Projektresultaten har publicerats i ett antal facktidskrifter bl.a.:

- Leveranstidningen "Entreprenad"
- Svensk Åkeritidning
- Tidningen PROFFS
- Svenska Mässans Tidning (nätutgåva)
- Trailer
- Vertikal.net: <http://www.vertikal.net/en/news/story/20843/>,
- International cranes: <http://www.khl.com/magazines/international-cranes-and-specialized-transport/detail/item101102/New-smart-vehicle-from-Hiab-and-Volvo>

- DN ekonomi: <http://www.dn.se/news-details/?NewsId=1a8f9cdb-8cf0-476f-ab7e-5d365ab2fcf6>

Projektet har även producerat inslag i media exempelvis:

- TV4 Fakta den 9 November 2014
- Youtube klipp upplagt på Volvo Truck Centers hemsida: <http://vimeo.com/110973163>

Projektet har även blivit framröstat som ett av 15 framgångsexempel inom Vinnova för året 2014.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Även om tekniken redan fungerar väl är fortfarande prisbilden på investeringen ogynnsam vad gäller kortsiktig avkastning. Räknat på effektiv arbetsdag är dock merkostnaden endast runt 100-150 kr/dag. Räknar man med en ökad flexibilitet, möjlighet till arbete inomhus och möjlighet till tvåskift kan denna lösning snabbt bli lönsam. Forskning kring arbetsmiljö och verkligt pris för arbetsskador såsom hörselnedsättning och stress samt skador till följd av buller, miljöförstöring och förändrat klimat kommer i en framtid kunna gynna den här sortens lösning.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

Fredrik Cederstav (Projektledare och Koordinator), Volvo Technology. Anders Berger, Volvo Technology.

Henric Sundin (VD) och Lars Thulin, Volvo Truck Center. Ansvariga för kravspec, visualisering och demo-aktiviteter. AP-ledare.

Rolf Willkrans, Director Volvo Environmental Affairs

Hans Winscher, Hiab. Marknadschef Norden. Ansvarig för byggnation. AP-ledare.

Daniel Bergholtz, VD Turebergs åkeri. Kravställning och affärspotential samt ägare och slutkund till systemet och bilen.



Volvo Truck Center



## 9. Appendix

*Appendix 1..... Temperaturmätningar*

*Appendix 2..... Provrapport Hällered*

*Appendix 3..... Provrapport Alingsås*

*Appendix 4..... Enkätundersökning ePTO*

*Appendix 5..... Länk till Lyssningsprov på Youtube*