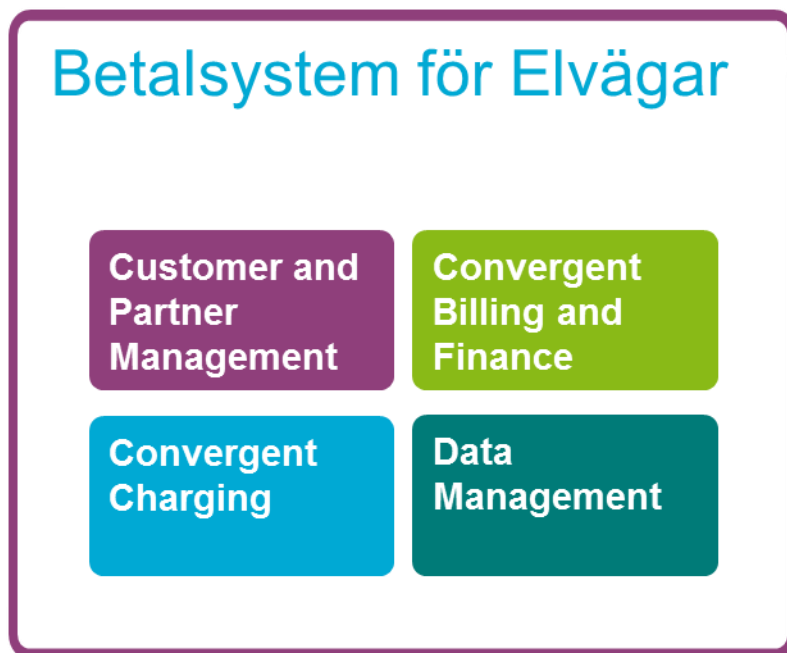




## Förstudie om betalsystem för elvägar



Martin G. H. Gustavsson

2015-03-27

Delprogram: Effektiva och uppkopplade transportsystem



## Innehåll

<b>1. Sammanfattning</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Bakgrund</b> .....	<b>4</b>
<b>3. Syfte</b> .....	<b>5</b>
<b>4. Genomförande</b> .....	<b>6</b>
<b>5. Resultat</b> .....	<b>6</b>
5.1 Bidrag till FFI-mål .....	7
<b>6. Spridning och publicering</b> .....	<b>7</b>
6.1 Kunskaps- och resultatspridning .....	7
6.2 Publikationer .....	8
<b>7. Slutsatser och fortsatt forskning</b> .....	<b>8</b>
<b>8. Deltagande parter och kontaktpersoner</b> .....	<b>10</b>
Viktoria Swedish ICT .....	10
Ericsson.....	10
SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut .....	10
Trafikverket.....	10
Projektstödjare .....	11

### 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

Ett elektrifierat vägsystem, ”elvägar”, där elenergi överförs under rörelse från vägen till fordon för såväl framdrift som laddning, har stor potential för minskat beroende av fossila bränslen och ökad energieffektivitet i transportsektorn. Det pågår studier och demonstrationsprojekt runtom i världen för att närmare undersöka olika tekniker för energiöverföring och olika användningsområden.

Oavsett val av teknik för energiöverföring kommer de elvägar som sätts i kommersiell drift att behöva betalsystem för att debitera användning av infrastruktur och energi. Betalsystemen behöver kunna hantera komplexa användningsfall med flera aktörer, roller och kommersiella relationer. Dessutom bör de framtida betalsystemen vara interoperabla och oberoende av affärsmodeller för att flexibelt möta behov från nya situationer.

Utvecklingstakt, konkurrens och speciellt behovet av anpassning till olika affärsmodeller har medfört att betalsystem från telekomindustrin ofta är konfigurerbara för att kunna hantera föränderliga kommersiella situationer med flera aktörer och roller, vilket stämmer överens med vad betalsystem för elvägar behöver klara. Handel med elenergi för järnvägstrafik berör färre roller än vad som förväntas bli fallet för elvägar och dess betalsystem bedöms därmed inte gå att återanvända rakt av för elvägar, men det är högst relevant att beräkningen av energiförbrukning mer och mer baseras på avståndsläsning av effektförbrukning. Ett eventuellt system för att debitera kilometerskatt eller vägslitageavgift med differentierade tariffer kommer antagligen ha liknande informationsbehov som ett betalsystem för elvägar.

En viktig del av denna förstudie är ett lösningsförslag till betalsystem för elvägar som tagits fram med inspiration från affärsstödssystem från telekomindustrin och med tanken att beräkning av energiförbrukning skall baseras på avståndsläsning av effektmätare eller sensorer i fordonen. Nästa steg är en genomförbarhetsstudie som innefattar implementering av en prototyp och demonstration i avgränsad miljö (s.k. proof-of-concept), steget därefter är utveckling av betalsystem som först verifieras vid någon demonstrationssträcka och sedan kan driftsättas. När förstudiens resultat går vidare in en genomförbarhetsstudie är det viktigt att man inte utesluter någon myndighet eller del av näringslivet p.g.a. val av specifik teknisk lösning, utan istället siktar på att inkludera alla relevanta parter.

Förstudien har också studerat integritetsaspekter och noterat att det finns flera rapporter som behandlar transportinformatik och integritet. Det är olika hållning i olika länder och en ny EU-förordning om integritet är på gång. Den centrala frågan är om elvägar innebär några ytterligare integritetsrelaterade risker. Denna fråga bör hanteras i samband med en genomförbarhetsstudie och demonstration i avgränsad miljö.



Det är också viktigt att utveckla affärsmodeller för elvägar och i det sammanhanget överväga vad som skall vara väghållarens roll och hur detta kommer påverka Trafikverket och Transportstyrelsen. Det skulle kunna vara certifierade s.k. service providers som får ansvar för att upphandla el, att debitera användning av infrastruktur och energi, samt att erbjuda nya innovativa tjänster.

## 2. Bakgrund

Att elektrifiera vägfordon ses av många som en möjlig lösning för att minska miljöfarliga utsläpp, minska beroendet av fossila bränslen samt öka energieffektiviteten inom transportsektorn. Dessvärre innebär de flesta miljövänliga energilagringssystem, såsom batterier, en lägre energidensitet jämfört med fossilbränsle vilket har stor påverkan på fordonets räckvidd. Ett tillräckligt stort batteri för långväga transporter är ofta kombinerat med en väsentlig ökning av kostnad och vikt vilket därmed innebär en minskad möjlig transportvolym.

Ett alternativ, till exempelvis batteridrift, skulle kunna vara att överföra energin under rörelse från vägen till fordonet för såväl framdrift som laddning. En utbyggnad av ett elektrifierat vägsystem, *elvägar* eller Electrified Road Systems (ERS), mellan större tätorter skulle innebära att merparten av sträckan kunde köras på el från vägnätet och resterande sträcka kan köras på energi från potentiellt mindre batterier optimerade för rutter inom en tätort. En diskussion om elvägar och dess potential att minska beroendet av fossila bränslen finns i betänkandet från utredningen om fossilfri fordonstrafik (den s.k. FFF-utredningen SOU 2013:84 "Fossilfrihet på väg").

I princip diskuteras tre olika typer av energiöverföring från väg till fordon: konduktiv överföring från luftledning där fordonsmonterade strömvtagare trycks upp mot elledningar ovanför vägbanan, konduktiv överföring från vägbanan där fordonsmonterade strömvtagare trycks ned mot skenor i vägbanan, och induktiv överföring där elektrisk ström induceras (alstras) i fordon med hjälp av varierande magnetfält från vägbanan. Tekniker för energiöverföring finns bl.a. från Alstom, Bombardier, Siemens och Elways.

Framtidens elvägar kommer behöva någon form av betalssystem för att debitera användning av infrastruktur och energi. Hur sådana betalssystem skall utformas är i dagsläget ej bestämt och har inte utretts före denna studie.

Oavsett vilken teknisk lösning för energiöverföring som väljs för framtidens elvägar så kommer det finnas kommersiella relationer mellan olika roller såsom speditör, åkeri, väghållare, elnätsägare och elhandlare. Även om en och samma aktör tar hand om mer än en roll så blir det sannolikt en komplex situation där flera aktörer skall få betalt. Eftersom det i dagsläget är okänt till vilken omfattning elvägar kommer anläggas och användas samt vilka affärsmodeller som kommer nyttjas bör betalssystem för elvägar ha en öppen



och skalbar arkitektur som möjliggör interoperabilitet, och olika affärsmodeller och prismodeller.

Det finns lärdomar att hämta från telekommunikationsindustrin som har system för s.k. ”Revenue Management” där man hanterar roller för kommunikation, applikation, innehåll och betalning. Telekomindustrin har även gått från transaktions-centriska system till konto-centriska system för att underlätta hantering i realtid av komplexa kommersiella situationer och olika affärsmodeller. En förstudie om betalsystem för elvägar bör även dra lärdomar från existerande betalsystem för järnvägstrafik eftersom det inom detta område pågår handel med elenergi för transporter.

Med elvägar öppnas nya behov och möjligheter där informations- och datautbyte mellan fordon och infrastruktur är centralt för att kunna använda elvägarna. Informations- och datautbytet kan ses som tre lager där det första är det basala för elvägens elfunktion och som i dagsläget täcks av elvägstekniken. Det andra lagret är det som behöver läggas till för att skapa debiteringsunderlag till betalsystemet och det tredje kan vara trafikinformation. Detta innebär att uppgifter om energianvändning, position, tidpunkt (och därmed indirekt även hastighet) kommer att kopplas till fordon och eventuellt även till person.

Därmed finns det ett behov att studera relevanta integritetsfrågor rörande betalsystem och trafikinformation för elvägar. Lärdomar kan troligtvis dras från befintliga system som t.ex. väg- och broavgiftssystem samt system för trängselavgifter.

### **3. Syfte**

Syftet med förstudien har varit att sortera begrepp, identifiera behov, reda ut integritetsfrågor och dra lärdomar från existerande betalsystem.

Det övergripande målet för förstudien var, i linje med den generella inriktningen på FIFFI, att öka förutsättningarna för implementering av betalsystem för elvägar, och skapa kunskap kring integritetsfrågor och existerande betalsystem för telekommunikation, internetjänster och järnvägstrafik.

Betalsystem för elvägar är ett utforskat område och tanken med förstudien var att, i linje med de övergripande FFI-målen, öka forsknings- och innovationskapaciteten i Sverige och främja branschöverskridande samverkan mellan svensk fordonsindustri, telecomindustri och forskningsinstitut.



## 4. Genomförande

Ett startmöte genomfördes 2014-09-02 med deltagande från samtliga projektparter och projektstödjare, vid detta möte fastslogs en detaljerad projektplan. Överenskommelse om detaljerna i projektavtalet nåddes 2014-09-05.

Projektparterna har enskilt och gemensamt arbetat med att genomföra intressent- och behovsanalyser, att dra lärdomar från existerande system och att analysera integritetsfrågor. Projektet presenterades vid ett seminarium för FFI Transporteffektivitet 2014-09-11 där åhörarna visade stort intresse och ställde flera frågor.

Ett avstämningsmöte med deltagande från projektparter och projektstödjare genomfördes 2014-12-02 för att dels gå igenom resultatet från förstudiens första fas, och dels planera förstudiens andra och avslutande fas.

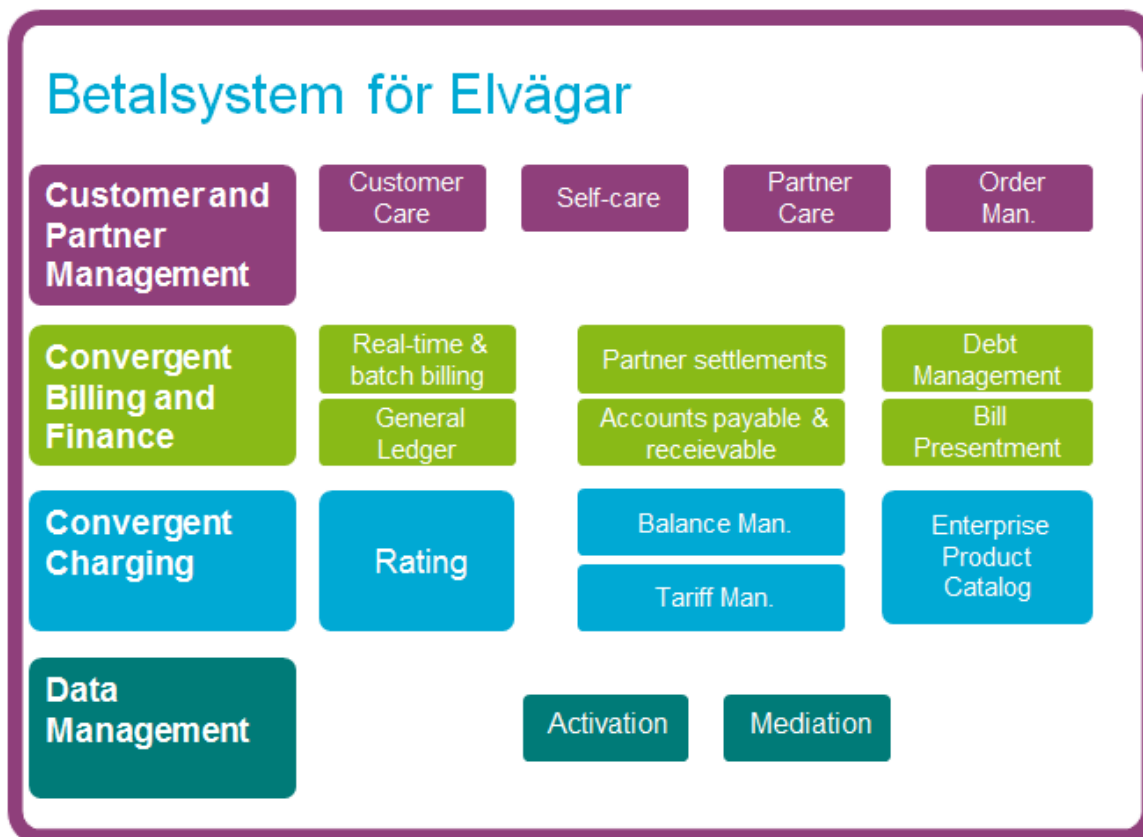
Projektparterna har enskilt och gemensamt arbetat med slutsatser och ett lösningsförslag för betalsystem. Projektet och preliminära resultat presenterades 2015-01-08 vid konferensen Transportforum 2015 under sessionen ”Elvägar”, återigen visade åhörarna stort intresse och ställde flera frågor.

Ett avslutningsmöte med deltagande från projektparter och projektstödjare genomfördes 2014-02-17 för att dels granska förstudiens tekniska rapport, och dels diskutera fortsättningsprojekt.

## 5. Resultat

Förstudien har sorterat begrepp och studerat behov genom att beskriva dels den rådande situationen kring elvägar, och dels aktörer och roller inom väghållning, godstransporter med lastbil, kollektivtrafik med buss och elförsörjning. Ett särskilt arbetspaket har studerat och beskrivit integritet kopplat till transportinformatik, elvägar och betalsystem. Lärdomar har hämtats från telekommunikation, elförbrukning för järnvägstrafik, kilometerskatt, HCT etc.

En viktig del av denna förstudie är ett lösningsförslag till betalsystem för elvägar som tagits fram med inspiration från affärsstödssystem från telekomindustrin och med tanken att beräkning av energiförbrukning skall baseras på avståndsläsning av effektmätare eller sensorer i fordonen.



### 5.1 Bidrag till FFI-mål

Lösningförslaget till betalsystem för elvägar samt beskrivning av relevanta användningsfall innebär att förutsättningarna för implementering har ökat. Detta lösningförslag innebär tillsammans med övrig dokumenterad kunskap att forsknings- och innovationskapaciteten har ökat. Förstudien har inneburit en branschöverskridande samverkan mellan fordonstillverkarna AB Volvo och Scania, telekomföretaget Ericsson, Trafikverket, och forskningsorganisationerna Viktoria, SP och Energiforsk.

## 6. Spridning och publicering

### 6.1 Kunskaps- och resultat spridning

Nästa steg är en genomförbarhetsstudie som innefattar implementering av en prototyp och demonstration i avgränsad miljö (s.k. proof-of-concept), steget därefter är utveckling av betalsystem som först verifieras vid någon demonstrationssträcka och sedan kan driftsättas. När förstudiens resultat går vidare in en genomförbarhetsstudie är det viktigt



att man inte utesluter någon myndighet eller del av näringslivet p.g.a. val av specifik teknisk lösning, utan istället siktar på att inkludera alla relevanta parter.

Förstudien har också studerat integritetsaspekter och noterat att det finns flera rapporter som behandlar transportinformatik och integritet. Det är olika hållning i olika länder och en ny EU-förordning om integritet är på gång. Den centrala frågan är om elvägar innebär några ytterligare integritetsrelaterade risker. Denna fråga bör hanteras i samband med en genomförbarhetsstudie och demonstration i avgränsad miljö.

Det är också viktigt att utveckla affärsmodeller för elvägar och i det sammanhanget överväga vad som skall vara väghållarens roll och hur detta kommer påverka Trafikverket och Transportstyrelsen. Det skulle kunna vara certifierade s.k. service providers som får ansvar för att upphandla el, att debitera användning av infrastruktur och energi, samt att erbjuda nya innovativa tjänster.

## 6.2 Publikationer

Kunskapsspridning har bl.a. skett genom att den tekniska rapporten har publicerats på <https://www.viktoria.se/projects/ers-billing>, och presentation vid konferensen Transportforum 2015 under sessionen ”Elvägar”.

## 7. Slutsatser och fortsatt forskning

Genomförandet av den förstudie som resulterat i denna rapport motiverades av att:

Ett elektrifierat vägsystem, ”elvägar”, där elenergi överförs under rörelse från vägen till fordon för såväl framdrift som laddning, har stor potential för minskat beroende av fossila bränslen och ökad energieffektivitet i transportsektorn. Det pågår studier och demonstrationsprojekt runtom i världen för att närmare undersöka olika tekniker för energiöverföring och olika användningsområden.

Oavsett val av teknik för energiöverföring kommer de elvägar som sätts i kommersiell drift att behöva betalsystem för att debitera användning av infrastruktur och energi. Betalsystemen behöver kunna hantera komplexa användningsfall med flera aktörer, roller och kommersiella relationer. Dessutom bör de framtida betalsystemen vara interoperabla och oberoende av affärsmodeller för att flexibelt möta behov från nya situationer.

Den uppfattning som låg bakom ovanstående motivering har stärkts under förstudiens gång och är fortsatt aktuell inför en genomförbarhetsstudie (s.k. feasibility study) med väl definierade och förankrade aktörer såsom Trafikverket och potentiell betalsystemleverantör.





Utvecklingstakt, konkurrens och speciellt behovet att kunna anpassa sig till olika affärsmodeller har medfört att betalssystem från telekomindustrin ofta är flexibla och konfigurerbara för att kunna hantera föränderliga kommersiella situationer med flera aktörer och roller, vilket stämmer överens med vad betalssystem för elvägar behöver klara. Handel med elenergi för järnvägstrafik berör färre roller än vad som förväntas bli fallet för elvägar och dess betalssystem bedöms därmed inte gå att återanvända rakt av för elvägar, men det är högst relevant att beräkningen av energiförbrukning mer och mer baseras på avståndsläsning av effektförbrukning. Ett eventuellt system för att debitera kilometerskatt eller vägslitageavgift kommer antagligen ha liknande informationsbehov som ett betalssystem för elvägar, om tariffer skall differentieras kommer det driva komplexitet och detaljeringsgrad hos informationen.

Vid design av elvägar är det viktigt att förstå och definiera de olika aktörerna ur kommersiell synvinkel för att säkerställa att betalssystemet stödjer en mångfald av möjliga affärsmodeller. Med tydligt definierade och förankrade entiteter i elvägarnas uppbyggnad finns det stor möjlighet att undvika en situation där olika konkurrenter positionerar sig med proprietära system, utan istället dra fördelar av att aktörerna delar ett givet ramverk. Den sistnämnda typen av konkurrens leder till mångfald och främjar innovation.

En viktig del av denna förstudie är ett lösningsförslag till betalssystem för elvägar som tagits fram med inspiration från affärsstödssystem från telekomindustrin och med tanken att beräkning av energiförbrukning skall baseras på avståndsläsning av sensorer i fordonen. Nästa steg är en genomförbarhetsstudie som innefattar implementering av en prototyp och demonstration i avgränsad miljö (s.k. proof-of-concept), steget därefter är utveckling av betalssystem som först verifieras vid någon demonstrationssträcka och sedan kan drifställas. När förstudiens resultat går vidare in en genomförbarhetsstudie är det viktigt att man inte utesluter någon myndighet eller del av näringslivet p.g.a. val av specifik teknisk lösning, utan istället siktar på att inkludera alla relevanta parter.

Förstudien har också studerat integritetsaspekter och noterat att det finns flera rapporter som behandlar transportinformatik och integritet. Det är olika hållning i olika länder och en ny EU-förordning om integritet är på gång. Den centrala frågan är om elvägar innebär några ytterligare integritetsrelaterade risker. Denna fråga bör hanteras i samband med en genomförbarhetsstudie och demonstration i avgränsad miljö. Det finns också ett behov att kartlägga vilken påverkan en elektrifiering av de större motorvägarna kommer att få på framtida behov och förväntningar av trafik- och driftinformation med hjälp av studier och intervjuer med Trafikverket och berörda aktörer. Eftersom kunskapen inom projektgruppen och projektstödjare är stor så har behovet av intervjuer varit begränsat under förstudien.

Det är också viktigt att utveckla affärsmodeller för elvägar bl.a. baserat på erfarenheter från denna förstudie och tidigare studier om affärsmodeller. I detta sammanhang bör man överväga vad som skall vara väghållarens roll och hur detta kommer påverka



Trafikverket och Transportstyrelsen. Det skulle kunna vara certifierade s.k. service providers som får ansvar för att upphandla el, att debitera användning av infrastruktur och energi, samt att erbjuda nya innovativa tjänster. I och med elvägars medförda kommunikation fordon/väg/infrastruktur och sensorer i fordon/väg för systemets funktion kan mervärden skapas med hjälp av tredjepartsutvecklare som får eller köper tillgång till en del av informationen. Det är endast fantasin som begränsar mängden och typerna av nya innovativa tjänster.

Sammanfattningsvis är rekommendationen att denna förstudie följs av:

- Genomförbarhetsstudie av betalssystem för elvägar som innefattar implementering av en prototyp och demonstration i avgränsad miljö (s.k. proof-of-concept).
- Hantering av identifierade integritetsrelaterade risker i samband med en genomförbarhetsstudie.
- Utveckling av affärsmodeller för elvägar inklusive övervägande av väghållarens roll, service providers och tankar kring nya innovativa tjänster.

## 8. Deltagande parter och kontaktpersoner

### Viktoria Swedish ICT

Martin G. H. Gustavsson, senior forskare electromobility  
Projektledare, e-post: [martin.gustavsson@viktoria.se](mailto:martin.gustavsson@viktoria.se), telefon: 073 505 0576

Conny Börjesson, senior forskare electromobility

### Ericsson

Henrik Kenani Dahlgren, produktledare BSS

### SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut

Lars Moberger, projektledare energiteknik

### Trafikverket

Johan Petersson, projektledare järnväg



## Projektstödjare

AB Volvo, Hans Lind, director service design & business engineering

Energiforsk, Stefan Montin, områdesansvarig energisystem & marknad

Scania, Ulf Ceder, senior manager research support office

