

Elvägars möjligheter

FAKTABLAD FRÅN POWER CIRCLE



Interreg

Öresund-Kattegat-Skagerrak
European Regional Development Fund



EUROPEAN UNION

DEC 2021

Det här är ett faktablad från Power Circles som skapats inom projektet ScandELivery, ett Interreg-finansierat projekt med fokus på elektrifieringen av varu- och godstransporter.

Transportsektorn elektrifieras

2030 ska Sverige reducerat utsläppen från vägtransporter med 70%

Varannan nyregistrerad lastbil kan vara elektrisk 2030

Vilka fördelar finns med dynamisk laddning och elvägsteknik?

Sverige har satt ett mål om att reducera vägtrafikens utsläpp med 70 % till år 2030. Lastbilar och transporter står för ca 30 % av totala utsläppen från inrikes vägtransport i Sverige¹ och trafikarbetet från dessa fordon förväntas att fortsätta öka².

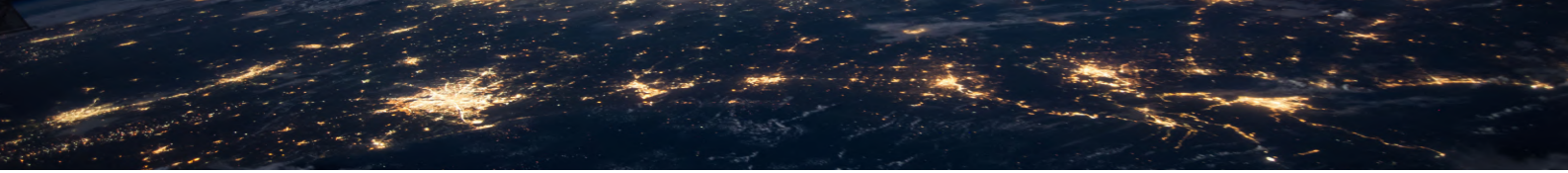
Omfattningen av transportsektorns omställning för att klara utsläppsmålen innebär att en kombination av åtgärder och tekniker kommer att behövas på flera fronter samtidigt - effektivare transporter, byte till förnybara bränslen och elektrifiering. Prognoser från fordonstillverkare och branschorganisation BIL Sweden pekar på att 50 procent av lastbilsförsäljningen kan vara elektrisk år 2030.

Elektrifieringen kan innebära en övergång till både batterielektriska och bränslecellselektriska lastbilar. Samtidigt förändras inte bara fordonen - en kombination av olika typer av laddinfrastruktur kommer behövas för att klara elektrifieringen: privat och publik, långsam och snabb, stationär och dynamisk. Olika typer av infrastruktur kan skapa värde för olika verksamheter och kan kombineras för en effektiv omställning.

Det här faktabladet svarar på var elvägstekniken befinner sig i utvecklingen idag, vilka fördelar det finns med dynamisk laddning, hur elvägar kan användas, samt hur aktörslandskapet och det omkringliggande elsystemet påverkas. Faktabladet har tagits fram genom diskussioner med aktörer i branschen samt utifrån ett digitalt seminarium och publicerade rapporter. Det är det andra faktabladet som tagits fram av Power Circle inom ramen för projekt ScandELivery med fokus på elektrifieringen av varu- och godstransporter.

¹ Naturvårdsverket (2021). [Inrikes transporter, utsläpp av växthusgaser](#)

² Trafikverket (2021). [Trafik och transportprognoser](#)



Elvägar fram till idag

Elvägstekniken sågs tidigt som ett alternativ för transporter över 40 ton, med anledning av att batteritekniken inte antogs kunna vara tekniskt eller kommersiellt mogen för långväga transporter till 2030³. År 2013 startade arbetet med den första elvägen på allmän väg, Europaväg 16 i Gävleborg, och år 2016 kunde de första testerna genomföras⁴. Sedan dess har flera svenska demonstrationer utförts för att utvärdera och utveckla tekniken med fokus på tyngre transporter - i Sandviken, i Lund, vid Arlanda och på Gotland.

Det är i huvudsak tre olika tekniker som testats: konduktiv laddning via luftledning, konduktiv laddning via vägskena och induktiv laddning med spolar. Demonstrationerna har utvecklat och undersökt teknikens funktionalitet och säkerhet. Parallellt pågår ett arbete kring reglering, drift och underhåll för att möjliggöra en utbyggnad på statliga vägnät.

Demonstrationerna som pågått i Sverige är genomförda på uppdrag av framförallt Trafikverket och Energimyndigheten, med syfte att undersöka hur tekniken kan användas för att elektrifiera det statliga vägnätet. Detta till skillnad från utvecklingen av stationär laddinfrastruktur, som till stor del drivits av privata aktörer. Teknikleverantörer av elvägar och andra aktörer har dock visioner för hur elvägstekniken kan användas inom fler områden.

Pilotsträcka Örebro – Hallsberg

Sveriges första permanenta elväg ska byggas på väg E20 mellan Örebro och Hallsberg. Pilotsträckan har en hög trafikvolym med goda förutsättningar för kraftförsörjningen och ligger mitt i logistiktriangeln mellan Stockholm, Göteborg och Malmö. Det återstår att se vilken teknik som upphandlas och elvägen förväntas tas i drift år 2026

Flera svenska demonstrationer har genomförts under 10-talet.

Elvägsteknik

Konduktiv laddning via

luftledningar: Likt tekniken med järnvägar kopplar fordonet upp till ledningar i luften via en mottagare monterad ovanpå fordonet.

Konduktiv laddning via

vägskena: Fordonet ansluter via en undermonterad mottagare till en elskena som antingen är monterad ovanpå eller nedfräst i vägbanan

Induktiv laddning med spolar:

Med hjälp av spolar nedfrästa under vägytan och monterade i fordonets mottagare kan energi överföras trådlöst.

Den första permanenta elvägen förväntas tas i drift 2026.

³ Trafikverket (2017). [Nationell färdplan för elvägar](#)

⁴ Region Gävleborg (2018). [Projekt elväg - E16](#)





Elvägens fördelar

Med dynamisk laddning via elvägar skapas möjligheten för laddbara fordon att ta emot och lagra energi i farten. Detta ger framförallt två fördelar; fordon behöver inte stå stilla för att ladda och behovet av att kunna lagra en stor mängd energi i batterier minskar. Det är kanske främst yrkestrafiken som uppskattar minskade stilleståndstider, medan minskad batteristorlek är en fördel för de flesta fordonsegment.

Fordon kan ta emot och lagra energi i farten.

Beräkning av batteribehov

- 5 miljoner elbilar med 50 kWh batterikapacitet.
- 600 000 lätta lastbilar med 70 kWh batterikapacitet.
- 85 000 tunga lastbilar och 15 000 bussar med 300 kWh batterikapacitet.

CO₂e utsläppsminskningar

Låg: 50% minskat batteribehov (160 GWh) & 61 kg CO₂e/kWh = 10Mton CO₂e

Hög: 80% minskat batteribehov (260 GWh) & 106 kg CO₂e/kWh = 30Mton CO₂e

Minskat behov av batterier

Elektrifieringen av transportsektorn och omställningen av energisystemet innebär ett ökat behov av energilagring. En potentiell flaskhals är tillgången på batterier och råvaror. I Sverige kan över 320 GWh installerad batterikapacitet behövas om alla vägtransporter ska elektrifieras, varav tunga lastbilar står för cirka tio procent. Elvägar kan bidra till att minska batteribehovet med så mycket som 50–80 procent, förutsatt att även personbilar nyttjar elvägar⁵. En fallstudie visar till exempel att en 21 km lång, dubbelriktad, elväg kan minska batteribehovet med 50 till 75 procent och samtidigt öka effektiviteten i transporter⁶.

Givet att tillverkningen av litiumjonbatterier släpper ut 61-106 kg CO₂e per kWh⁷, kan ett nationellt elvägssystem för en fullt elektrifierad fordonsslotta innebära utsläppsminskningar på 10-30 Mton CO₂e jämfört med om fordonen endast laddat stationärt.

Batteriet utgör dessutom den största delen av investeringskostnaden för ett elektrifierat fordon.

Elväg kan minska batteribehovet med upp till 80%.



⁵ Ny teknik (2021). [Med elvägar kan elbilar bli lättare, billigare och energisnålare](#)

⁶ Novoleap (2020). Appendix 3 - [Electric road region Örebro county](#)

⁷ IVL (2019). [Lithium-Ion Vehicle Battery Production](#)





Nyttjandegraden av en lastbil kan öka med faktor 5 om elväg används

Elväg på mindre vägar i staden kan bidra till elektrifiering av lätta lastbilar.

Nyttjande av fordon

För åkerier ökar lönsamheten om fordonen kan nyttjas fler av dygnets timmar. Om laddning kräver utökat stillastående, utöver förarens vilotider, kan detta innebära högre kostnader än för själva laddningen i vissa fall.

Beräkningar visar att nyttjandegraden för en ellastbil med 400 kWh batteri och en körsträcka på 50 km kan öka med faktor 5 om en elväg används istället för att ladda stationärt i depå, eller med en faktor på 2,5 om jämförelsen görs med laddning både i depå och stationärt utmed stopp längs körsträckan⁶.

Ökad effektivitet och lastvikt

En stor del av varu- och godstransporter sker med lätta lastbilar, framförallt lokala och last-mile transporter. Idag är lätta lastbilar begränsade till en totalvikt på 3,5 ton för att kunna framföras på ett B-körkort. Elektrifiering av lätta lastbilar innebär att nyttolastvikten minskar med batteriets storlek och likaså effektiviteten i transportererna. Transportbolagen står inför att antingen investera i fler fordon eller utbilda förare till att ta C-körkort⁸. Elvägssträckor på mindre, stadsnära vägar kan därför bidra till minskad batterivikt och ge en mer resurseffektiv elektrifiering. Även för tyngre lastbilar riskerar batterivikten att leda till att fler fordon krävs för att klara transportbehovet.

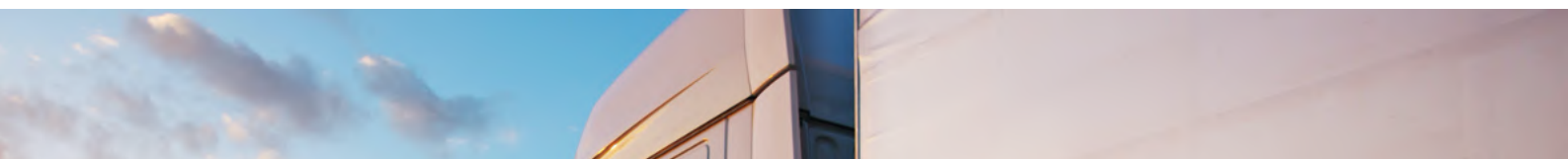
Elvägar - för vilka transporter?

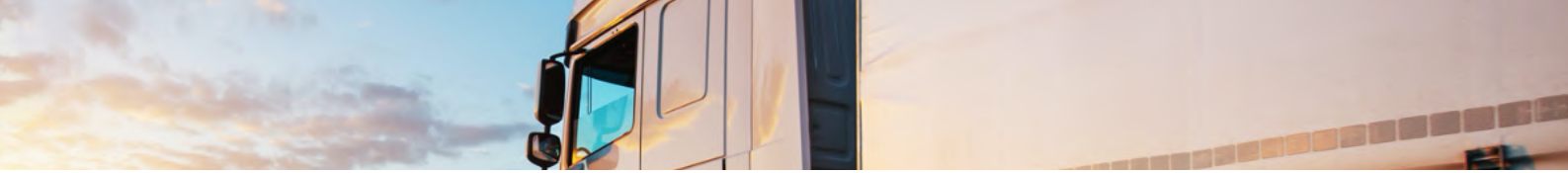
Trafikverkets uppdrag att analysera förutsättningar och planera för en utbyggnad av elvägar fokuserades på tunga vägtransporter och samhällsekonomisk nytta⁹. Det framtida transportarbetet analyserades med hjälp av data från fordonstillverkare. Resultaten pekar på att endast tio procent av de tunga transportererna kommer att nyttja elvägarna vid 2030, och upp mot 25 procent år 2040 vid ett fullt utbyggt system.

Samhällsekonomiskt är det svårt att räkna hem en nationellt täckande statlig elvägsinfrastruktur med dessa antaganden. Klimatnyttan är för

⁸ SVD (2020). [Undantag för körkort skulle ge klimatvinst](#)

⁹ Regeringen (2020). [Uppdrag att planera för en utbyggnad av elvägar](#)





liten och driftskostnaderna för trafiken är för hög jämfört med andra fossilfria alternativ. Den enskilt viktigaste parametern för att få en samhällsekonomiskt lönsam infrastruktur är nyttjandegraden, och genom att avgränsa användningen till tunga lastbilar försämrades potentialen därför avsevärt i studien.

För att bedöma potentialen och samhällsnyttan med elvägar bör samtliga fordonsslag som kan nyttja tekniken inkluderas i en liknande analys. För att vara lönsamma bör elvägar finnas där mest trafik flödar, och inte avgränsas till ett specifikt fordonsslag.

Samhälls-ekonomiskt är det svårt att räkna hem en nationell utbyggnad av elvägar som endast nyttjas av lastbilar.

Elvägar - det tekniska systemet

Elvägssystemet består i huvudsak av tre delsystem: fordonet, vägen och elnätet. I fordonet sitter en strömupptagare och ett ombordladdningssystem som läser av laddningsnivån på batterier och styr vilken effekt som ska tas upp från vägen, samt hur mycket effekt som ska användas för framdrift alternativt laddning. Vägen mäter vilken effekt fordonet tar upp och aktiverar eller avaktiverar laddning för varje enskilt fordon. Gemensamt för teknikerna är att det krävs elnätsanslutningar till matningsstationer som kan anpassa spänningen utmed elvägssystemet, Matningsstationer från elnätet är vanligtvis placerade med 500 m till tre kilometers mellanrum och levererar el vid 600 V AC till 800 V DC. Utöver detta krävs ett driftsystem för mätning, avräkning och debitering av laddad energi.

Dynamisk laddning:

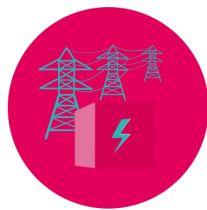
Elvägsteknik installeras på vägar där fordonet tar emot energi under färd för att drivas framåt och samtidigt ladda upp batterierna.

Semi-dynamisk laddning:

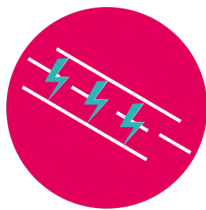
Elvägsteknik installeras på områden där fordon står still eller rör sig långsamt för att erbjuda laddning.

Statisk laddning:

Fordonet laddas när det står stilla men med elvägsteknik.



Elnät och anslutning



Väg



Fordon

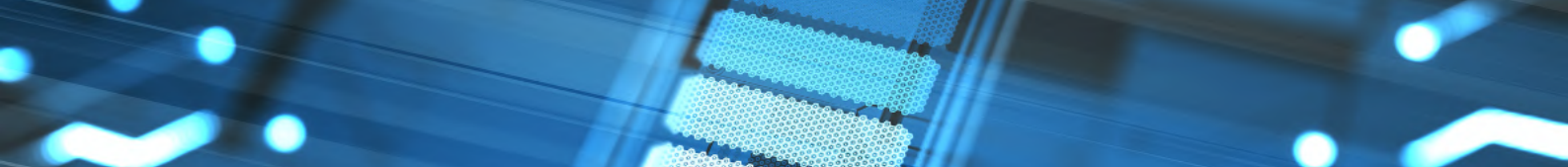


Drift och övervakning

Konduktiv laddning via vägskena

Teknikleverantören **Elonroad** har utvecklat ett elvägssystem med konduktiv laddning via vägskena, antingen nedfräst i eller monterad ovanpå vägbanan. När ett fordon ansluter till skenan slås strömöverföringen på i segment om 1 meter för att säkerställa att ingen oönskad strömöverföring sker. Fordonssystemet består av en mekanisk strömupptagare,





eller så kallad avtagare, samt ett ombordladdningssystem som bestämmer hur mycket effekt som ska tas upp från elvägen, upp till 300 kW idag.

Evias tillverkar likt Elonroad elvägsystem baserat på konduktiv laddning via vägskena. Vägsystemet består av nedfrästa skenor där kontaktytorna sitter flera centimeter nedanför vägbanans nivå. Skenorna består av sektioner om 50 meter som aktiveras enskilt när ett auktoriserat fordon ansluter. De kan överföra en effekt på 200 kW vid en spänning på 800 V AC, men har potential att leverera upp till 800 kW om systemet körs på DC. Fordonets delsystem består av en avtagare som kan röras i både höjd- och sidled.

Laddningen kan vara induktiv, konduktiv via luftledningarna eller konduktiv via vägskena.

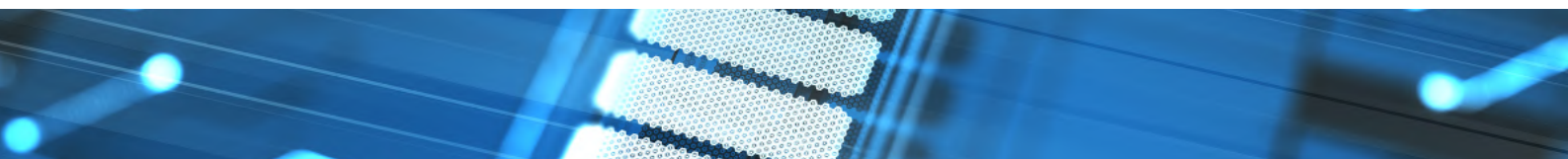
Induktiv laddning med spolar

Tillverkaren **Electreon** har utvecklat ett elvägsystem för induktiv laddning med spolar. Vägsystemet består av spolar som installerats i väggkroppen i segment som aktiveras individuellt när ett fordon avsett för elvägen passerar. Eftersom spolarnas övre del ligger 8 centimeter under vägytan förändras inte väglaget. Varje segment kan överföra 25 kW och varje sektion mellan styrskåpen kan överföra cirka 180 kW. Under fordonet sitter energimottagare i form av spolar monterade. Överföringen av el mellan elväg och fordon involverar inga rörliga komponenter vid induktiv laddning.

Konduktiv laddning via luftledningarna

Siemens bygger konduktiv laddning via luftledningarna på liknande teknik och standarder som används för järnvägar. I hittills uppförda pilotsträckor är systemet byggt för en nominell spänning på upp till 750 V DC men utveckling sker för att köra systemet på 1200 V DC vid kommersiell användning. Vägens delsystem består av ledningar cirka 5 meter ovanför vägbanan hängda från stolpar som placeras utmed vägen. Fordonets delsystem består av en energimottagare/pantograf, monterad ovanpå fordonet. Idag är det konduktiva elvägsystemet med luftledningarna det mest beprövade och det som nått högst TRL nivå enligt Trafikverket.

Dagens elvägs-teknik kan leverera ca 200-300 kW men har potential för upp emot 800 kW.





Klasser av elvägar

Den största fördelen med elvägar är kanske möjligheten att ladda tunga och långväga transporter, men elvägstekniken fungerar även för statisk laddning, samt för lätta fordon och transportflöden med kortare sträckor. För att förstå möjligheterna med tekniken på olika nivåer och hur aktörslandskapet ser ut kan elvägar delas in i olika klasser - internationella, nationella, regionala och lokala elvägar samt statiska elvägar.

Konduktiv laddning via luftledning har nått högst TRL-nivå.



Statisk laddning via elvägsteknik

Elvägstekniken kan användas statiskt för att automatisera och minska handhavandet vid laddning. Flera användningsområden har identifierats av teknikleverantörer.

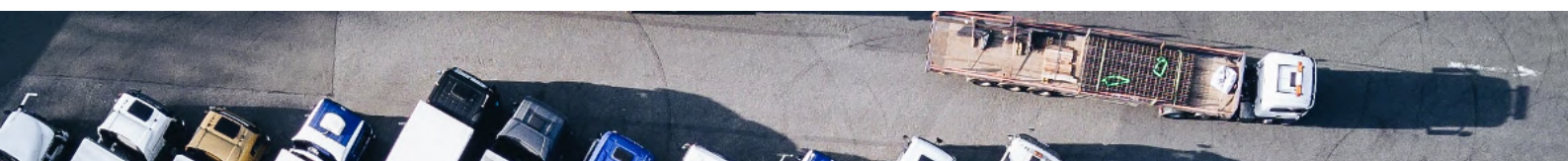
Depåer/parkeringsplatser – i en depå kan elvägstekniken öka nyttjandegraden av parkeringsytan genom att ta bort behovet av platskrävande laddstationer och minska risken för sabotage av laddkablar.

Logistikhubbar/terminaler – ofta behöver distributionsbilar lossa och lasta på endast 10-30 minuter, vilket gör att tidskrävande aktiviteter som att koppla in en laddsladd måste undvikas om möjligt. Automatisk laddning av en distributionsbil testas av DHL och Elonroad i Malmö¹⁰. I en studie från Lunds tekniska universitet har en kostnadskalkyl genomförts för liknande teknik. Resultaten visar att kostnaden är något högre än för laddning via sladd på grund av det tillkommande ombordladdningssystemet. Om detta kan utnyttjas för dynamisk laddning kan tekniken dock bli kostnadseffektiv. Dessutom bidrar automatiseringen till förbättrad arbetsmiljö och ökad säkerhet¹¹.

Elvägar kan delas in i flera olika klasser och skapa nytta för olika transportflöden.

¹⁰ DHL (2020). [Automatladdning via elskena](#)

¹¹ Lunds Universitet (2020). [Automatisk statisk laddning av distributionsfordon](#)





Lokal elväg

Inom vissa begränsade geografiska områden kan det vara fördelaktigt att hitta alternativ till stationär laddning med sladd:

Stationär laddning med elvägsteknik kan automatisera, tidseffektivisera och spara plats för laddning.

Terminaler – ett exempel är elektrifiering av en terminaltraktor som kör repetitiva fasta flöden med en hög volym, exempelvis fartygslösning i en hamn. En terminaltraktor rullar ofta 16-18 timmar per dygn och en investering i ett elvägssystem kan täckas av att driftstiden ökar och batteristorleken minskar jämfört med stationär laddning.

Lågfartsområden – elvägstekniken kan erbjuda laddningmöjligheter i miljöer där fordon ofta befinner sig under längre tid men utan att stå helt stilla, exempelvis köer till omlastningsplatser, buss- och taxihållplatser och stoppljus. Inom projektet Evolutionroad har exempelvis en elvägsskena installerats vid en busshållplats i Lund.

Gruvindustrin – med hjälp av elvägsteknik kan fordon i gruvindustrin minska användningen av diesel. I ett pilotprojekt i Norrbotten har en gruva installerat en 700 meter lång elrolley-bana och elektrifierat fyra gruvtruckar. Resultaten visar att produktiviteten har ökat i transportarbetet samtidigt som utsläpp i svårventilerade utrymmen minskar¹².

Regional elväg

Fasta rutter – många transporter sker med fasta rutter och i hög volym inom en region vilket kan göra elvägar lönsamma. I Halmstad undersöks möjligheten att införa en elvägsträcka för tunga transporter av metallskrot mellan anläggning och hamn. På grund av den tunga lastvikten kan dessa transporter inte elektrifieras genom endast stationär laddning utan att investera i extra fordon.

Trafikintensiva sträckor – Den samhällsekonomiska nyttan med elvägar beror till stor del av trafikvolymen och med regionala elvägar finns potentialen att elektrifiera repetitiva transportflöden på trafikintensiva sträckor, då ca 60 procent av dagens tunga lastbilar kör under 300 km per dag. Den första pilotsträckan med elväg i Sverige byggs regionalt mellan Örebro och Hallsberg.

Fasta flöden med en hög volym, exempelvis fartygslösning i en hamn är ett bra case för elvägar

¹² Energimyndigheten (2019). [Eltruckarna framgångsrika trots arktisk kyla](#)

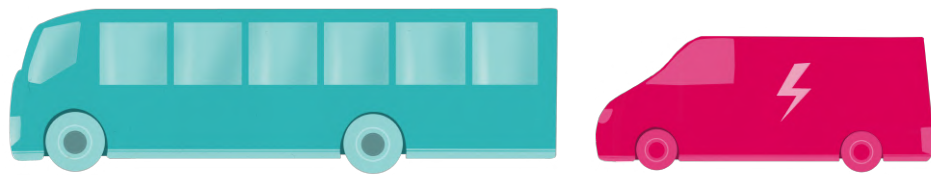




Nationell elväg

Europa- och nationella vägar (E och N vägar) – Trafikverket fick 2020 i uppdrag att analysera förutsättningar för en nationell utbyggnad av elvägar och behovet av laddinfrastruktur. Genom en nationell elvägssatsning kan transportintensiva noder, exempelvis Stockholm, Göteborg, Malmö, Sundsvall och Umeå knytas ihop. Förslaget från Trafikverket omfattar en större utbyggnad av 240 mil elväg till år 2037.

Tung transport mellan av och på lastning kan möjliggöras med elvägar.



Internationell elväg

Det finns idag inga länder där en storskalig utbyggnad av elvägar har gjorts eller planeras i nuläget. En utmaning med internationella elvägar är att de kräver internationella standarder, samverkan och en tydlig agenda framåt. Globalt finns många tekniker och leverantörer i nuläget, vilket ger en komplex bild av hur ett internationellt elvägssystem kan komma att se ut.

Trafikverket föreslår nationell utbyggnad av elvägar till år 2037.

Forsknings- och innovationsplattformen COLLERS är ett initiativ med syftet att kartlägga tekniker och identifiera en elvägskorridor mellan Sverige och Tyskland¹³. Ytterligare ett internationellt initiativ är World Road Association (PIARC) som ska sammanställa och utbyta kunskap om elvägar mellan marknader¹⁴.

¹³ COLLERS. [Swedish-German Research Collaboration on Electric Road Systems](#)

¹⁴ PIARC. [Task Force Electric Road Systems \(ERS\)](#)





Effektbehovet från elvägar

Energibehovet förväntas vara detsamma för elvägar som för stationär laddning medan det momentana effektbehovet kan skilja sig stort beroende på teknikval och trafikflöde. Flera studier har undersökt möjliga effektbehov vid storskalig och nationell utrustning av elvägar och hur det skiljer sig från effektbehovet från stationär laddning.

Energibehovet från en 60 tons lastbil med en högsta färdhastighet på 80 km/h har simulerats av RISE. Med elväg på hela sträckan kan lastbilen använda ett batteri på 40 kWh, givet att det är fulladdat vid avfärd. Med elväg på 50 procent av sträckan krävs ett större batteri samt dubblad effekt från elvägen¹⁵. Andelen elektrifierad väg är således en avvägning mellan teknik och kostnad för elvägssystemet och tillgänglig effekt från elnätet.

Effektbehovet från elvägar har modellerats för samtliga Europa- och nationella vägar i Sverige samt för ett nätverk av de fem mest trafikera- de vägarna mellan Stockholm, Göteborg och Malmö. Elväg mellan Stockholm, Göteborg och Malmö genererade en toppeffekt på 1.5 GW, vanligtvis mellan klockan 16 och 17 en vardag, vilket innebär att effektbehovet under topplasttimmen ökar med 4%. Elbehovet ökar samtidigt med med 6 TWh per år från det elektrifierade trafikflödet. Elväg på samtliga Europa och nationella vägar i Sverige kan bidra till att hälften av vägtransporterna elektrifieras, enligt samma studie, vilket gav ett ökat elbehov på 18 TWh per år och ett ökat effektbehovet med 11% under topplasttimmen.

Anslutningspunkter

Med flera anslutningspunkter mellan elnät och elväg kan effektbehovet sannolikt spridas ut geografiskt och minska punktbelastningar i nätet, men samtidigt ökar kostnaden för systemet. Därför kan det vara viktigt att anpassa anslutningar efter lokala förutsättningar. Stora delar av Sveriges Europa- och nationella vägar sträcker sig över områden som idag har ett lågt effektbehov och troligtvis saknar tillräcklig elinfrastruktur. Detta medför att investeringar måste planeras tidigt i samråd med lokal- och regionnäsägare för att kunna få fram anslutningar.

Energibehovet skiljer inte mellan dynamisk och stationär laddning.

Det momentana effektbehovet från elvägar kan vara annorlunda både sett till geografisk plats och storlek.

¹⁵ RISE (2021). [Research & Innovation Platform for ERS](#)





Effektbehov vid stationär depåladdning

Det kan bli utmanande och tidskrävande för större lastbilsdepåer och terminaler att tillgodose den effekt som kommer krävas vid en storskalig elektrifiering av fordonsflottan. Med enbart stationär laddning som alternativ kommer åkerier om möjligt investera i fordon som klarar sig med endast nattladdning i depå för att täcka dagens körningar. Effektbehovet för depåer kan bli 10 gånger högre än idag på grund av att många fordon kör flera skift och tiden för laddning är begränsad, vilket leder till att höga laddningseffekter krävs. Detta är en viktig faktor som kan tala för att elvägar skyndar på elektrifieringen av transportsektorn.

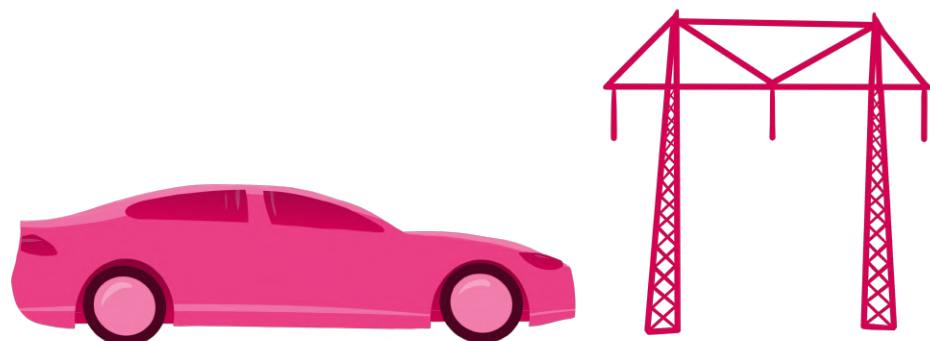
Anslutningspunkter kan anpassas efter lokala elnätets förutsättningar.

Flexibel elvägsladdning?

Vägtransporterna är intensivast mellan klockan 16 och 17, då många reser hem från arbetet vid den tiden och topp effekten från elvägar skulle därför sammanfalla med den övriga dygnstoppen i elförbrukningen. I stadsnära miljöer skulle elvägar därför kunna öka effekttopparna och utan flexibilitet i förarens laddbehov kommer elvägssystem behöva dimensioneras utefter högsta trafikvolymen och den installerade kapaciteten kommer att ha relativt låg nyttjandegrad.

Utan möjligheten att ladda under färd kan effektbehovet från logistikfastigheter bli utmanande.

För att öka flexibiliteten ser teknikleverantörer av elvägar möjligheter i att prioritera laddning mellan olika fordon som är anslutna till elvägen samt i att anpassa effekten efter tillgänglig kapacitet i elnätet. Möjligheten att begränsa tillgången till el från elvägssystemet diskuteras i elvägsutredningens förslag kring reglering.





En aktör kan ta flera roller inom värdekedjan för elvägar.

Aktörslandskapet

Elektrifieringen förändrar aktörslandskapet för vägtransporter, både genom att påverka redan befintliga aktörer men även genom att skapa behov av nya aktörer och samverkan mellan aktörer. Utöver det tekniska systemet inkluderar värdekedjan tjänster och ansvarsområden som exempelvis betaltjänster, auktorisering av fordon, informationshantering, drift och underhåll. Värdekedjan för ett elvägssystem har många likheter med värdekedjan för stationär laddning, men även vissa skillnader.

1. Elnät & Elhandel <ul style="list-style-type: none">En elnätsoperatör till respektive nätområde krävs för att ansluta överliggande elnät till matningsstationerna.Genom ett elhandelsbolag sker försäljning av el, direkt eller via elvägsoperatör.	2. Teknikleverantör elväg <ul style="list-style-type: none">Teknikleverantören tillverkar väginfrastrukturen och/eller ombordladdningssystem samt mjukvara.Idag finns flera teknikleverantörer med konkurrerande teknik.	3. Fordonstillverkare <ul style="list-style-type: none">Fordonstillverkare kan även själva förse laddbara fordon med lämplig teknik.Idag är det teknikleverantörer av elvägar som tagit denna roll, i väntan på en större utbyggnad.
4. Väghållare <ul style="list-style-type: none">Väghållaren ansvarar för den allmänna vägen och kan vara en statlig eller kommunal aktör.Idag är Trafikverket väghållare för en stor del av Sveriges vägar.	5. Elvägsoperatör <ul style="list-style-type: none">Elvägsoperatören ansvarar för elvägen och hanterar gränssnittet mellan användare och leverantörer.Elvägsoperatören kan ta flera roller i kedjan och kan vara en teknikleverantör, energibolag eller lämplig myndighet.	6. Användare <ul style="list-style-type: none">Idag är den tilltänka användaren åkerier och logistikbolag.Privatpersoner, taxi- och budverksamhet kan även vara en framtida användare om rätt förutsättningar skapas.

Reglering och ägande

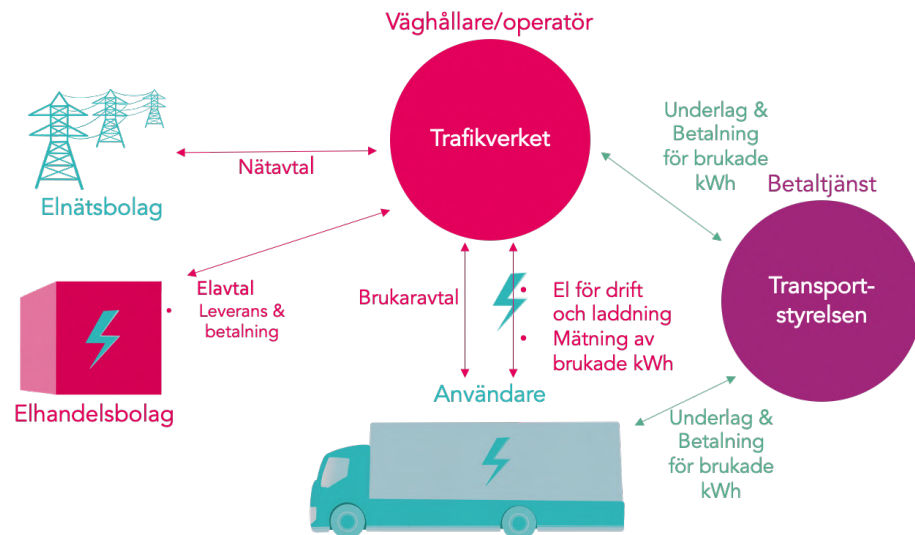
Kommunala och regionala aktörer, regering, myndigheter och liknande aktörer har också stor påverkan på utvecklingen av elvägar genom styrmedel och beslut.

I den offentliga utredningen med fokus på hur elvägar kan regleras i Sverige presenteras en värdekedja med ansvarsroller för en nationell elväg¹⁶. Utredningen rekommenderar att ansvarsfördelning i möjlig utsträckning ska bygga på befintlig lagstiftning. Det betyder att staten, genom Trafikverket, ansvarar för utbyggnad, drift och underhåll av elvägar, liksom dagens statliga vägnät. Utöver Trafikverket kommer elleverantörer, elnätsoperatörer samt Transportstyrelsen att ha olika roller. Användaren kommer behöva leva upp till vissa krav för att tillträda och nyttja elvägen. Bilden nedan är inspirerad av och illustrerar förslaget från elvägutredningen.

Vid en statligt utbyggd nationell elväg föreslås Trafikverket ta operatörsrollen.

¹⁶ Regeringen, SOU (2021). [Regler för statliga elvägar](#)





Som ett komplement till det statliga elvägssystemet trycker många aktörer på möjligheten att kommuner skulle kunna upphandla implementering, drift och underhåll av lokala elvägar. Det är dock inte möjligt att idag som extern aktör bedriva verksamhet, exempelvis ett elvägssystem, på vägar där staten är väghållare.

Lokala elvägar kan bidra till elektrifierings-takten.

Ett ytterligare alternativ för att främja ett konkurrensutsatt elvägssystem, som i sig kan leda till innovativa lösningar och potentiellt lägre kostnader för användaren i längden, är "charging as a service", likt den utveckling som skett för stationär laddning. För elvägar skulle detta innebära att en mobilitetsleverantör skriver avtal med elvägsoperatörer för att erbjuda sina anslutna kunder att bruka elvägen.

Ett alternativ är att gå mot "charging-as-a-service" med elvägar.

Hur blir elvägar lönsamma?

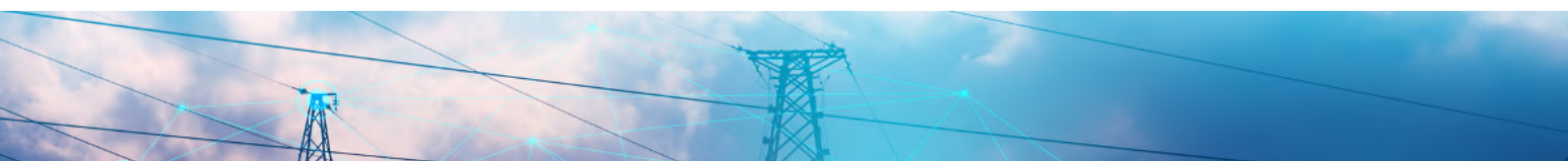
I Power Circles faktablad¹⁷ "Elektrifiering och laddning av tunga transporter" beskrivs hur totala kostnaden (TCO) för en ellastbil påverkas av batterikostnaden. Det minskade behovet av att lagra energi måste ställas mot potentiellt högre brukaravgifter än vid stationär laddning samt elvägsanpassning av fordon.

Investeringskostnader

Exempel för en lokal elväg - I en förstudie har Sweco identifierat ett antal nyckeltal för investering- och löpande kostnader¹⁸. Elvägen i stu-

¹⁷ Power Circle (2021). Elektrifiering och laddning av tunga lastbilar

¹⁸ Sweco (2021). Förstudie: Elväg södra infarten





dien är en 4 km dubbelriktad pilotsträcka i Halmstad kommun för lastbilar med en totalvikt på upp till 62 ton. Elvägen utgör ca 60 procent av sträckan. I kostnadsanalysen behandlas konduktiv och induktiv elvägsteknik, elnät och anslutningar, drift, samt väg och underhåll.

Investeringskostnaden för elvägar beräknas idag till ca 13 miljoner kronor per dubbelriktad km elväg.

För elvägen i pilotprojektet beräknas investeringskostnaden till 13 miljoner kronor per km dubbelriktad elväg. Med en projektperiod på 40 år beräknas totala livscykelkostnaden per dubbelriktad km elväg till 30 miljoner, inkluderat anslutning till överliggande elnät men exkluderat kostnader för elvägsanpassat fordon, debiteringskostnader samt intäkter.

Exempel för regional och nationell elväg - Trafikverket redovisar en högre kostnad per km dubbelriktad elväg för en nationell utbyggnad av elväg. Investeringskostnaden är exklusive elnätsanslutning, elvägsanpassat fordon, mätning- och debiteringskostnader. 16-22 miljoner för konduktiv laddning och drygt 22 miljoner för induktiv med 100 % elväg.

Brukaravgifter

Brukaravgifter påverkas av investeringskostnaden samt trafiknivån och beräknas minska med tiden. Enligt Trafikverkets utredning antas, med stor osäkerhet, en brukaravgift för ett statligt vägnät behöva uppgå mot 5 kr per km för att sedan röra sig ner mot 2 – 3 kr år 2040. För tung trafik motsvarar en kWh cirka en fordonskilometer, vilket innebär att priset per kWh i detta exempel blir 5 kr/kWh idag. Detta kan jämföras med priset för stationär publik snabbbladdning som också ligger på omkring 5 kr/kWh. Elvägsutredningen presenterar fler kostnadsposter som leder till att brukaravgiften troligtvis kommer behöva vara något högre.

Brukaravgiften per kWh kan med dagens uppskattningar hamna på ca 5 kr per km.

Från ett användarperspektiv får inte brukaravgiften vara högre än betalningsviljan och attraktiviteten för användaren av elvägssystemet. Fordons- och personalkostnader spelar en stor roll i totala kostnaden för att ladda ett kommersiellt fordon. Fler faktorer, som möjligheten att minska stilleståndstiden för laddning, kan medföra en ökad betalningsvilja. Däremot är behovet av ytterligare investeringar i specifik fordonsutrustning en faktor som kan minska ekonomiska incitament till elvägar.

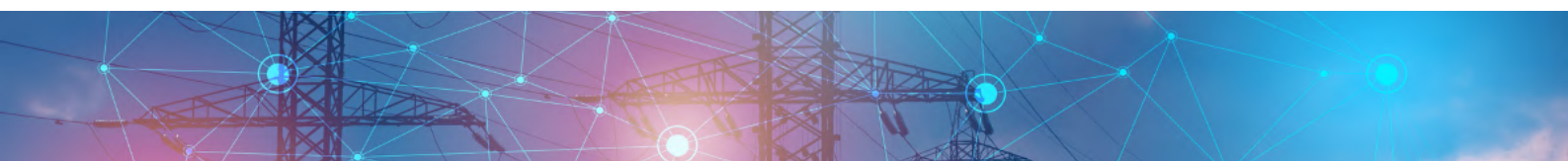
Exempel - Lokal elväg

Investeringskostnad
13 miljoner per dubbelriktad km elväg
Nätanslutningar inkluderat

Exempel - Nationell elväg

Investeringskostnad
16-22 miljoner per dubbelriktad km elväg
Nätanslutningar ej inkluderat

Brukaravgift 5 kr/km år 2030
2-3 kr/km år 2040





Sammanfattning

Elvägar har testats i Sverige sedan 2013 och flera piloter och demonstrationer har genomförts för att utveckla teknikens funktionalitet och säkerhet. Parallellt pågår ett arbete kring reglering, drift och underhåll för att möjliggöra en utbyggnad på statliga vägnät.

Dynamisk laddning via elväg har potentialen att minska behovet av batterier till transportsektorn avsevärt, vilket är fördelaktigt både tanke på råvarutillgång, utsläpp och fordonens möjliga lastvikt. Det minskar dessutom stilleståndstiden vid laddning, vilket är särskilt viktigt för kommersiella transporter.

En ytterligare möjlig fördel är att effektbehovet sannolikt kan spridas ut geografiskt och minska punktbelastningar i nätet. Samtidigt behöver hänsyn tas till att detta kan öka kostnaden för systemet.

Elvägssystem är idag dyrare än system för stationär laddning. De samhällsekonomiska analyser som gjorts har dock främst fokuserat på nationell elvägsinfrastruktur för tung trafik. Elvägstekniken fungerar dock även för statisk laddning, lätta fordon och transportflöden med kortare sträckor. För att bedöma potentialen och samhällsnyttan med elvägar bör samtliga fordonsslag som kan nyttja tekniken ingå. Lokala elvägar testas idag exempelvis vid bussterminaler och inom gruvindustrin.

Sveriges första permanenta elväg mellan Örebro och Hallsberg kommer tas i drift år 2026 och en potentiell storskalig implementering av elväg ligger fortfarande en bit in i framtiden. En förutsättning är att samhällsplanerare, teknikleverantörer, fordonstillverkare och potentiella användare fortsätter testa och utveckla elvägssystemen. Framförallt bör staten ta fram en långsiktig plan för elvägar.

Samverkan med grannländer är avgörande för att möjliggöra internationella elvägskorridorer och här har Sverige stora möjligheter att påverka den internationella utvecklingen. I väntan på en storskalig implementering kan vi få se lokala och statiska elvägssystem växa fram då de har en lägre komplexitet.