



FOI MEMO

Projekt Sidnr
Robusthet inom elektrifierade transporter 1 (24)
– förstudie

Projektnummer Uppdragsgivare
E13981 Energimyndigheten

FoT-område
Inget FoT-område

Författare
Johanna Enström
Rebecka Stappe Renner
Sofia Da Alesandro

Datum Memo nummer
2025-12-15 FOI Memo 8980

Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

1 Inledning

Enligt Trafikverkets prognoser väntas omkring 46 procent av personbilarna och 56 procent av bussarna i Sverige vara eldrivna år 2035, givet redan beslutade styrmedel.¹ Utvecklingen drivs dels av teknikutveckling som gör elfordon mer konkurrenskraftiga i relation till andra fordon, dels av styrmedel kopplade till EU:s miljömål. Därutöver driver utbyggnaden av laddinfrastruktur på utvecklingen. När en allt högre andel av transporter är beroende av laddning blir laddinfrastruktur en kritisk komponent i transportsystemet med omfattande konsekvenser för samhället vid ett bortfall. Detta bör beaktas i utbyggnaden av laddinfrastruktursystemet.

Vid långa och omfattande strömavbrott kommer elektrifierade transporter att påverkas. Sådana omfattande strömavbrott har återkommande uppstått i Ukraina efter Rysslands fullskaliga invasion och under efterföljande attacker.² Utifrån ett beredskapsperspektiv är det därför relevant att uppmärksamma transportsystemets beroende av elsystemet. Dock har antalet elbilar i Ukraina ökat kraftigt sedan den fullskaliga invasionen 2022, vilket indikerar att eldrivna fordon kan ha fördelar i ett krigsdrabbat land.^{3,4} Ur ett beredskapsperspektiv är vissa transporter viktigare än andra och sådana prioriterade transportbehov återfinns bland annat inom offentlig verksamhet, exempelvis inom kollektivtrafik och hemtjänsten. Inom dessa områden finns det särskilda krav på upphandling av utsläppsfria transporter.⁵

Energimyndigheten har fått i uppdrag av regeringen att presentera hur stödet till laddinfrastruktur kan utvecklas för att främja robusthet.⁶ Detta genom att exempelvis identifiera platser där det kan finnas behov av extra laddkapacitet, utöver vad som krävs i ett normalläge, och möjlighet till ö-drift⁷. Regeringsuppdraget ska slutredovisas 15 december 2025 och denna rapport är avsedd att utgöra en del av kunskapsunderlaget i arbetet.

Energimyndigheten behöver en metod för att kunna identifiera grundläggande krav på laddinfrastrukturen för en robust energiförsörjning för elektrifierade transporter. I detta arbete har Energimyndigheten efterfrågat FOI:s stöd med kunskapsunderlag utifrån perspektivet robusthet under krig och kris.

FOI:s uppdrag har varit att leverera en förstudie om beredskap för elektrifierade transporter. Syftet med studien har varit att lägga grunden för en metod för att identifiera behov av robust laddinfrastruktur. Följande två frågeställningar har varit i fokus:

- Hur kan en metod utformas för att identifiera grundläggande krav på robust laddinfrastruktur som bidrar till ett robust transportsystem med hög förmåga till funktionalitet i kris och krig? I detta ingår att identifiera, sortera och värdera relevanta parametrar, antaganden och principer som behövs för att bygga upp en metod för detta.
- Vilka analysmoment och frågeställningar är av särskilt stor betydelse när perspektiv från elsystem och transportsystem möts?

Studien adresserar hur samhällets behov av robust laddinfrastruktur kan identifieras, vilket är ett nödvändigt steg mot att, i det fortsatta arbetet, söka tekniska lösningar på dessa behov.

¹ Trafikverket. *Prognos för persontrafiken 2045: Trafikverkets basprognoser 2024*. (Trafikverket, 2024).

<https://bransch.trafikverket.se/contentassets/7e1063efbcd4b34a4591b0d4e00f855/2024/prognos-for-persontrafiken-2045--trafikverkets-basprognoser-2024.pdf>

² A. Odell, A. Lioufas, M. Olsén, K. Mossberg Sonnek, F. Welander & A. Hörnedal. *Russian attacks on the Ukrainian power system*. (FOI 2024). <https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5596--SE>

³ Ukraine Business News (2025). <https://ubn.news/ukrainians-have-increasingly-switched-to-electric-cars-in-recent-years-and-here-is-why/> (Besökt 2025-09-05).

⁴ Några studier som undersökt orsakssamband har inte hittas. Behovet av sådana studier diskuteras i kapitel 4.

⁵ SFS (2011:846). Lag om miljökrav vid upphandling av bilar och vissa tjänster inom vägtransportområdet.

⁶ Regeringen, *Uppdrag om effektivare stöd för laddinfrastruktur* (Regeringsbeslut KN2024/01680, 29 augusti 2024) <https://www.regeringen.se/contentassets/23995284d5014af49711a5df2e244f64/uppdrag-om-effektivare-stod-for-laddinfrastruktur.pdf>

⁷ Möjlighet att driva ett mindre elnät bortkopplat från det nationella, baserat på en eller flera lokala energikällor.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Studiens tillvägagångsätt

För att skapa en bild av kunskapsläget och nuvarande arbetsmetoder inom området laddinfrastruktur och robusthet, främst hos svenska myndigheter, genomfördes intervjuer med Energimyndigheten, Trafikverket, Sveriges kommuner och regioner (SKR), Svenska Miljöinstitutet (IVL), Sveriges forskningsinstitut (RISE), samt Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI). Dessa intervjuer gav en bild av myndigheternas och organisationernas aktuella arbete med robusthet och elektrifieringen av transporter samt resulterade i en lista över myndighetsrapporter och pågående projekt som bedömdes relevanta för ämnet.

Litteratursökningar har genomförts i databaserna Scopus och Google Scholar, men då resultatet varit begränsat bygger arbetet i stor utsträckning på underlag från statliga rapporter, utredningar och lagstiftning samt expertintervjuer.

Baserat på det inhämtade kunskapsunderlaget urskildes viktiga delfrågeställningar för att kunna identifiera behov av robusthet i laddinfrastrukturen. Dessa kopplades samman med underlag som kan utgöra grund för att besvara frågeställningarna. Två huvudsakliga perspektiv i arbetet har utgjorts av **för vem** robust laddning är som mest kritiskt, och **var** de robusta laddmöjligheterna behövs som mest utifrån transportsystemets funktionalitet. Genom ett iterativt arbete växte en metod i fem steg fram som inkluderar identifierade frågor och underlag.

Disposition

I kapitel 2 diskuteras begrepp som är nödvändiga för förståelsen av området och som används i senare kapitel. I kapitel 3 presenteras den metod som växt fram för att identifiera behoven av robust laddning i händelse av kris eller krig. Kapitel 4 kompletterar metoden med att lyfta frågor om integrationen mellan elsystemet och transportsystemet. Där presenteras viss pågående forskning samt forskningsfrågor som bedöms vara betydande för att, på ett djupare plan, kunna besvara frågorna i metoden och i förlängningen lyckas med integreringen av de två systemen.

2 Viktiga begrepp och definitioner

Resiliens och robusthet

I frågan om komplexa system, som exempelvis transportsystemet, är det vanligt att använda begreppet resiliens, särskilt inom akademisk litteratur. En definition av resiliens som kondenserats fram inom projektet BULT⁸ är följande:

Ett systems förmåga att förbereda sig inför en disruptiv händelse, motstå påverkan av den, samt återhämta sig ifrån den och återgå till normala operationer, eller till ett mer önskvärt tillstånd, på ett snabbt och kostnadseffektivt sätt.⁹

Disruptiva händelser karakteriseras av att de inträffar så sällan att det inte är meningsfullt att diskutera sannolikheter för inträffandet och att de kan få mycket omfattande konsekvenser för systemet i fråga.

Robusthet definieras som; *Ett systems förmåga att vidmakthålla sin funktion oberoende av disruptiva händelser.*¹⁰ Att bygga robusta laddplatser innebär i detta sammanhang att bygga laddplatser som står emot störningar.

⁸ BULT (Beredskapshänsyn i transportsystemet) är ett projekt som syftar till att bygga beredskapshänsyn i transportsystemet. Projektet finansieras av Trafikverket och drivs av FOI i partnerskap med VTI, LiU och KTH.

⁹ P. Eriksson m.fl. *GrundBULT - Utgångspunkter för forskning om beredskapshänsyn i transportsystemet*. (FOI, 2025). <https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5672--SE>

¹⁰ Eriksson m.fl. *Grundbult*.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Laddinfrastruktur utgör en del av transportinfrastrukturen, vilken är en bärande del av transport-systemet, vilket i sin tur möjliggör transporter som funktion. Enskilda laddplatser är alltså endast en komponent i ett större system. I denna rapport kommer ordet robust att användas för att beskriva att en enskild laddplats klarar av störningar (i viss utsträckning) medan resilient används för att beskriva att laddinfrastruktur-systemet som helhet klarar av att fylla sin funktion över tid trots störningar. Tillgång till robust laddinfrastruktur, på rätt plats, anpassat efter de viktigaste användarna ur beredskapssynpunkt, bidrar således till ett resilient transportsystem.

Det finns många olika sätt att bygga ett resilient system. Det kan handla om att skapa redundans exempelvis genom fler laddstationer, eller fler sätt att elförsörja laddplatserna. Det kan också innebära att skapa flexibilitet, exempelvis genom mobila laddstationer eller smarta sätt att fördela resurser, alternativt att ha en god reparationskapacitet.¹¹

Viktig samhällsfunktion och samhällsviktig verksamhet

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) har tagit fram en lista över viktiga samhällsfunktioner, där även exempel på samhällsviktiga verksamheter som bär upp de viktiga samhällsfunktionerna anges.¹² Definitionerna av viktig samhällsfunktion och samhällsviktig verksamhet fastslogs i Förordningen (2022:524) om statliga myndigheters beredskap.¹³

Viktig samhällsfunktion: En viktig samhällsfunktion är nödvändig för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet. Inom beredskapssektorn Transporter nämns kollektivtrafik, land-, luft- och sjötransporter samt terminaler som viktiga samhällsfunktioner. De viktiga samhällsfunktionerna består av en samling verksamheter som möjliggör att funktionen upprätthålls (se illustration i Figur 1).

Samhällsviktig verksamhet: En verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet. I detta sammanhang ska verksamhet förstås som ett vidare begrepp. Verksamhet, tjänst eller infrastruktur inkluderar exempelvis även anläggningar, processer, system och noder.

För att identifiera viktiga transporter ur ett beredskapsperspektiv måste följaktligen både viktiga samhällsfunktioner och samhällsviktiga verksamheter beaktas.

¹¹ J. Mackay, A. Munoz & M. Pepper. Conceptualising redundancy and flexibility towards supply chain robustness and resilience. *Journal of Risk Research*, 23(12), 1541-1561. (2020).

¹² MSB. *Lista med viktiga samhällsfunktioner - Utgångspunkt för att stärka samhällets beredskap*. (2023). <https://www.msb.se/sv/publikationer/identifiering-av-samhallsviktig-verksamhet--lista-med-viktiga-samhallsfunktioner/>

¹³ SFS 2022:524. Förordning om statliga myndigheters beredskap.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

färdas längre sträckor. I juli 2025 fanns det 8 622 publika laddstationer i Sverige.¹⁸ Laddning av eldrivna fordon sker även med privat laddinfrastruktur som återfinns exempelvis i hemmet och på arbetsplatsen. Det finns både statistik och analyser av användningsmönster och behov av publik laddning^{19,20}, däremot saknas tillgänglig statistik gällande privat laddning.

Hemma laddning är det som sker när fordonet är parkerat i närheten av hemmet eller på sin egen terminal och destinationsladdning sker på en plats dit ägaren åkt för att exempelvis jobba eller handla. En skiljelinje dras ofta mellan hemmaladdning och destinationsladdning gentemot laddning som sker när fordonet är på väg mellan destinationer (ofta i form av snabbaddning). Hemmaladdning kan vara privat eller publik och det har lyfts behov av att i större utsträckning möjliggöra publik hemmaladdning för den som inte förfogar över en egen parkeringsplats.²¹ Det är också viktigt att beakta tunga transporters krav, vilka inte bara gäller kapacitet och standarder utan också förutsägbarhet för att minimera driftstopp i leverantörskedjor.²² Det utrymme som krävs för tunga transporters laddning är en viktig aspekt att beakta ur beredskapsperspektiv om köer skulle uppstå.

Sammanfattningsvis är privat och publik laddinfrastruktur ömsesidigt beroende och interagerar med varandra. Vidare har privat kontra publik laddinfrastruktur olika förutsättningar och utmaningar som behöver hanteras för att skapa resiliens i laddinfrastrukturen som helhet.

¹⁸ Energimyndigheten. *Laddinfrastruktur i Sverige*. (2025) <https://www.energimyndigheten.se/klimat/transporter/laddinfrastruktur/> Besökt 2025-09-13.

¹⁹ E. von Essen, F. Telin & T Ingman. *Utvärdering av publik laddning för elbilar i Stockholms stad under 2023*. (SWECO, 2024). <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/trafik/miljobilar/publ-laddinfr-23.pdf> Besökt 2025-09-13.

²⁰ Power Circle. *Publik hemmaladdning ger el för ännu fler*. (2025). <https://powercircle.org/wp-content/uploads/2025/01/250131-Publik-hemmaladdning-ger-el-for-annu-fler.pdf> Besökt 2025-09-13.

²¹ Energimyndigheten. *Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas – Slutrapport. ER2023:23*. (2023). urn:nbn:se:trafikverket:diva-12321

²² International Energy Agency. *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions*. (IEA, 2023). <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf> Besökt 2025-09-13.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

3 Metod för att analysera behov av robust laddinfrastruktur

I detta kapitel presenteras en metod i fem steg som kan utgöra en stomme i att identifiera behov av robust laddinfrastruktur för att öka resiliensen i ett framtida elektrifierat transportsystem.

Dessa är: 1) Framtidsperspektiv och utveckling inom elektrifiering, 2) Dimensionerande hotbild, 3) Identifiering av vem som har behov av robust laddning, 4) Identifiering av var robust laddning behövs utifrån transportsystemets perspektiv, samt 5) Analys av hur robust laddning kan åstadkommas.

Under varje steg presenteras frågeställningar som bedöms vara centrala för arbetet samt förslag på material eller angränsande metoder som bedöms vara till nytta för att arbeta med frågeställningarna. Metoden ska inte ses som statisk utan kommer att behöva utvecklas i takt med att den används och i takt med att förutsättningarna förändras. I huvudsak utgår rapporten från ett nationellt perspektiv, men kring vissa frågor tas även betydelsen av lokala perspektiv upp då beredskapsansvar även finns lokalt.

Steg I - Framtidsperspektiv och utveckling inom elektrifiering

Elektrifieringen av samhället är en pågående process, och beroende på var i denna process man siktar kommer beroendet av laddinfrastruktur att se olika ut. Därför är det viktigt att identifiera tidsperspektivet för analysen och, utifrån tillgängliga data, göra bästa möjliga bedömning av det framtida läget. I samråd med Energimyndigheten, har fram till år 2035 valts som perspektiv.

Baserat på fastslaget tidsperspektiv föreslås följande delfrågeställningar att utredas vid användningen av metoden:

- Hur ser utvecklingen av fordonsparken ut avseende drivmedel för olika fordonstyper inom det valda tidsperspektivet?
- Hur har laddinfrastrukturen utvecklats i detta tidsperspektiv?

Överblicken över den prognostiserade utvecklingen utgör ett viktigt underlag för att, i kommande steg, bedöma olika verksamheters beroende till olika typer av laddinfrastruktur.

Globala trender

Den globala utvecklingen av elektrifierade fordon har de senaste tio åren gått snabbt. Under 2025 förväntas cirka var fjärde såld bil i världen vara en elbil eller laddhybrid. Cirka hälften av innehavet återfinns i Kina. Däremot finns det en stor tröghet i att ersätta den nuvarande fordonsparken, varför endast cirka 4 % av alla fordon globalt var laddbara 2024.²³ I Sverige var dryga 13 % av personbilarna laddbara 2024, varav drygt hälften batterielektriska.²⁴ Bland EU:s miljölagstiftning finns ett flertal olika direktiv och förordningar som påverkar ländernas elektrifieringstakt, med målet om nettonollutsläpp 2050.²⁵

²³ International Energy Agency. *Global EV Outlook 2025 Expanding sales in diverse markets*. (IEA, 2025). <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/trends-in-electric-car-markets-2> Besökt 2025-09-15.

²⁴ Trafikanalys. *Korttidsprognoser för vägfordonsflottan 2025-2028*. (2025).

²⁵ Exempelvis Renewable Energy Directive, som senast reviderades i direktivet (EU) 2023/2413 https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules_en Besökt 2025-10-21.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

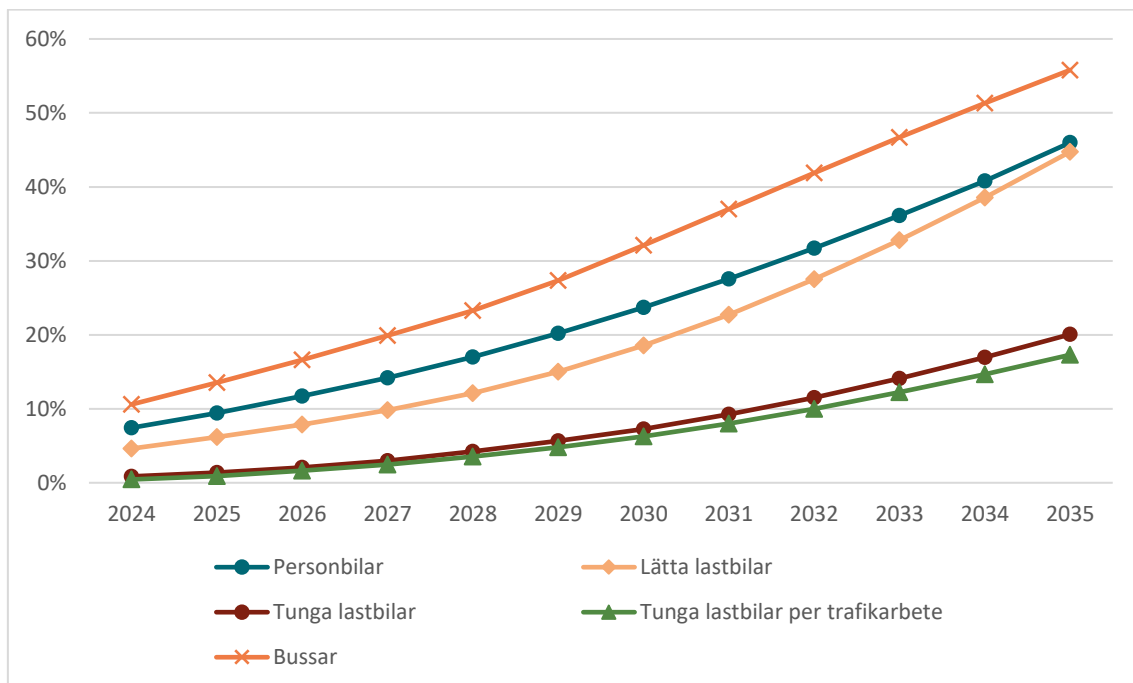
Memo nummer
FOI Memo 8980

Tillgängliga prognoser och verktyg

De svenska myndigheter som på olika sätt tar fram prognoser och scenarion för vägfordonflottans utveckling är Trafikanalys (TrafA) och Trafikverket. TrafA utkommer årligen med korttidsprognoser för de fyra olika fordonskategorierna personbilar, bussar samt lätta och tunga lastbilar. Korttidsprognoserna bygger vidare på föregående års prognoser och extrapoleras till de tre efterföljande åren, vilket innebär en viss osäkerhet. Exempel på detta är till följd av osäkerhet kring konjunkturutvecklingen, vilket ökar osäkerheten baserat på den längre extrapoleringen.²⁶

Trafikverket tillhandahåller långsiktiga trafikprognoser för alla trafikslag, så kallade basprognoser. Dessa revideras regelbundet och utgör viktiga underlag för planering av transportsystem. Basprognoserna baseras främst på politiska beslut och omvärldsförutsättningar, vilket exempelvis kan röra sig om styrmedel och fysiska åtgärder, befolkningsutveckling och ekonomisk utveckling.²⁷ Med det angivna tidsperspektivet om 10 år, bedöms basprognoserna vara mest relevanta att grunda studien i. Långsiktiga prognoser möjliggör identifiering av strukturella förändringar och övergripande samhällsliga trender. Dock finns det osäkerheter i många av de ingående faktorerna, exempelvis möjliga politiska inriktningar.

Figur 2 visar den prognostiserade utvecklingen av andelen batterielektriska fordon (BEV) inom respektive fordonskategori, enligt Trafikverkets basprognoser. Bussar och lätta lastbilar har de brantaste utvecklingskurvorna. Här finns dock fortfarande osäkerheter gällande vilka tekniker som blir dominerande när den tunga trafiken ställer om till fossilfrihet. Andelen plug-in-hybrider (PHEV) har inte ansetts lika relevant i denna studie då dessa redan har en inneboende redundans i fråga om drivmedel. Att ett större antal fordon efterfrågar laddning kan dock ha betydelse i vissa situationer, såsom köbildning.



Figur 2. Prognoser över andelen batterielektriska fordon per kategori enligt Trafikverkets basprognoser²⁷.

²⁶ Trafikanalys. *Korttidsprognoser för vägfordonsflottan 2025-2028*.

²⁷ Trafikverket. *Basprognoser* (senast uppdaterad 2025-05-14). <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/trafikprognoser-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/>
Besökt 2025-06-30

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Idag finns endast allmän statistik, samt viss branschstatistik att tillgå, men från och med år 2026 kommer statistik för fordon som används i offentlig verksamhet att börja samlas in specifikt som en följd av kraven i EU-direktivet Clean Vehicle Directive (CVD)²⁸. Transportstyrelsen är ansvarig myndighet för sammanställandet. Direktivet gäller offentliga upphandlingar av fordon samt transporttjänsterna kollektivtrafik på väg, skolskjutsar, färdtjänst, omsorgsresor, sophämtning och postutdelning. Då många av de offentligt upphandlade transporter sannolikt kan klassas som samhällsviktiga, kan denna statistik bli betydelsefull för att få en lägesbild av elektrifieringsgraden av samhällsviktiga transporter. CVD ställer också krav på hur stor andel av de upphandlade transporter som ska ske med rena fordon, enligt direktivets definition. Direktivet ger därmed även underlag för prognostisering av utvecklingen inom offentlig verksamhet.

Beträffande laddinfrastrukturen har inga nationella prognoser kunnat hittas, även om planer ofta finns på kommunal nivå. Däremot har utvecklingen av publik laddning historiskt växt i ungefärlig takt med antalet laddbara fordon²⁹, och på EU-nivå kan man se en tydlig korrelation mellan tätheten av laddinfrastruktur och andel elfordon³⁰. Kraven i EU-direktivet AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation)³¹ kan ses som en miniminivå för den publika laddningen. Förhållandet mellan publika och privata laddare kan komma att förändras om regelverk och styrmedel anpassas för att i högre grad möjliggöra publik hemmaladdning, vilket kan påverka vilken typ av laddning olika aktörer främst är beroende av.^{32, 33}

Prioriterade åtgärder – steg I

Inledningsvis bör Energimyndigheten uppskatta den generella elektrifieringsgraden i det valda tidsperspektivet med hjälp av tillgängliga kortsiktiga och långsiktiga prognoser för respektive fordonstyp. Därefter är det angeläget att initiera prognosframtagning för elektrifiering av transporter inom offentlig verksamhet, med stöd av den statistik som kommer att bli tillgänglig genom implementeringen av CVD. Avslutningsvis måste antaganden om utvecklingen för laddinfrastrukturen göras, bland annat baserat på kraven i AFIR och aviserade styrmedel. Detta för att kunna teckna en bild av det framtida system man önskar öka robustheten i.

Steg II - Dimensionerande hotbild

Resiliens handlar i grunden om att vara förberedd på det oförutsedda, likväl måste det finnas utgångspunkter för vilket typ av störningar man avser att klara. Den dimensionerande faktorn måste ur beredskapssynpunkt vara krig, men det finns stora utmaningar i att förhålla sig till den bredd av konsekvenser som ett krig kan innebära. Energimyndigheten har därför valt att grunda sitt beredskapsarbete inom energisektorn på MSB:s och Försvarmaktens planeringsantaganden för tillgången till el³⁴, vilket innebär;

Återkommande elavbrott i hela eller stora delar av landet, minst en vecka i taget under en 3-månadersperiod. Under 50 % av denna period saknas el från elnätet och reservkraft behöver användas.

²⁸ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1161 av den 20 juni 2019 om ändring av direktiv 2009/33/EG om främjande av rena och energieffektiva vägtransportfordon.

²⁹ N. Fukushima & R. Pyddoke. *Utbyggnaden av laddinfrastruktur för elfordon - Effekter av styrmedel på laddinfrastrukturmarknaden*. (Konkurrensverket, 2024). urn:nbn:se:vti:diva-20332

³⁰ ACEA. *Automotive insights - Charging ahead: accelerating the roll-out of EU electric vehicle charging infrastructure*. (2024). <https://www.acea.auto/publication/automotive-insights-charging-ahead-accelerating-the-rollout-of-eu-electric-vehicle-charging-infrastructure/> Besökt 2025-10-20.

³¹ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/1804 av den 13 september 2023 om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel och om upphävande av direktiv 2014/94/EU.

³² Power Circle. *Publik hemmaladdning ger el för ännu fler*.

³³ Sweco. *Utvärdering av publik laddning för elbilar i Stockholms stad under 2023*.

³⁴ Försvarmakten & MSB. *Handlingskraft - Handlingsplan för att främja och utveckla en sammanhängande planering för totalförsvaret 2021-2025*. (2021). <https://www.forsvarsmakten.se/siteassets/2-om-forsvarsmakten/dokument/handlingskraft.pdf>

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Ett resilient laddinfrastruktursystem bör klara denna nivå av störningar utan allt för stor påverkan på transportsystemet och därmed på andra viktiga samhällsfunktioner, vilket är ett antagande som legat till grund för denna studie. Vid framtida analyser är det dock viktigt att fortsätta att utveckla beskrivningen av hotbilden och att då förhålla sig till de arbeten som fortsatt görs hos olika myndigheter inom området.

Underlag för vidare hotbildsanalyser

MSB publicerade år 2025 en nationell risk- och sårbarhetsbedömning (NRSB) som identifierar 26 särskilt allvarliga hot på samhällsnivå.³⁵ I denna ingår en systematisk metod för framtagande av hotbilder, vilken kan fungera som ett stöd. Hotbilderna mot transport och elsystemet uppvisar betydande variationer och kan innefatta både icke-antagonistiska hot, såsom klimatförändringar och mänskliga felhandlingar, och hot från antagonistiska aktörer, exempelvis cyberangrepp eller väpnade attacker. I NRSB lyfts fyra områden fram som särskilt allvarliga risker på samhällsnivå, varav tre bedöms vara särskilt relevanta för detta arbete: angrepp mot kritisk infrastruktur, elavbrott samt IT-störningar. Sabotage mot kritisk infrastruktur, inklusive energiinfrastruktur, lyfts fram som ett särskilt allvarligt hot. Vidare bör cyberangrepp och IT-störningar beaktas då de illustrerar det komplexa samspellet mellan digitala och fysiska miljöer. Trots att cyberangrepp saknar direkt fysisk påverkan på platser kan de orsaka betydande fysiska konsekvenser, exempelvis genom att förhindra betalningar för fordonsladdning, vilket i sin tur kan leda till förseningar i leverantörskedjor, särskilt vid längre transporter.

I september 2025 kom en uppdatering av Försvarmaktens och MSB:s planeringsantaganden i skriften *Utgångspunkter för totalförsvaret 2025-2030*, där centrala förändringar sedan 2021 har tagits hänsyn till.³⁶ Utgångspunkterna baseras på sju dimensionerande typsituationer som även kan förekomma i kombination. Dessa är hybrida hot, värdlandsstöd, begränsat anfall mot norra Sverige, anfall mot Gotland, fjärrangrepp, förstärkning av alliansens norra flank samt förstärkning av alliansen i Baltikumområdet. Dokumentet lyfter konsekvenserna för samhället inom både energiförsörjning och transporter. Där nämns bl.a. att långvarig energi- och effektbrist kan leda till ransonering eller roterande fränkopplingar med tillgång till el endast enstaka timmar per dygn. Konsekvensbeskrivningarna grundar sig i de risker som beskrivits i NRSB. Både typsituationerna och de exemplifierade konsekvenserna på samhället är dock allmänt hållna och behöver kompletteras med sektorsspecifika scenarion och analyser.

Praktiska erfarenheter från att hantera angrepp på energiinfrastruktur i krig finns att hämta från Ukraina. Rapporten *Russian attacks on the Ukrainian power system*³⁷, ger en överblick av händelserna under krigets första år. Ett utökat kunskapsutbyte skulle kunna ge värdefull information. Det kan exempelvis finnas sådana möjligheter inom Natos samverkansorgan JATEC³⁸, som syftar till att dela erfarenheter inom civilt försvar mellan Ukraina och Natoländerna.

När osäkerheten om hotbilden kombineras med en osäker bild av framtidsutvecklingen uppstår en dubbel osäkerhet. Därför är det av central betydelse för utvecklingen av ett resilient laddinfrastruktursystem att kontinuerligt integrera framtidsscenarier med aktuella och potentiella hotbilder.

Prioriterade åtgärder – steg II

Inledningsvis bör en hotbildsanalys riktad specifikt mot laddinfrastruktur arbetas fram. Den metod som utvecklats inom den nationella risk- och sårbarhetsanalysen kan användas som modell för framtagandet, även om ansatsen i fallet laddinfrastruktur är betydligt smalare. Vidare bör erfarenheter

³⁵ MSB. *Nationell risk- och sårbarhetsbedömning (NRSB) 2025*. (2025) ISBN 978-91-7927-625-6.

³⁶ Försvarmakten & MSB. *Utgångspunkter för totalförsvaret 2025-2030*. (2025).

<https://www.msb.se/sv/aktuellt/nyheter/2025/september/nya-utgangspunkter-for-totalforsvaret/>

³⁷ Odell m.fl. *Russian attacks on the Ukrainian power system*.

³⁸ NATO. *The Joint Analysis, Training And Education Centre (JATEC)*. <https://www.act.nato.int/jatec/> Besökt 2025-10-20.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

från Ukrainas hantering av laddinfrastruktur studeras för att dra konkreta lärdomar från ett aktuellt och relevant händelseförlopp. Slutligen bör den framtagna hotbildsanalysen integreras med den upprättade prognosen för att hantera den dubbla osäkerhet som uppstår vid en okänd framtid kombinerat med en osäker hotbild.

Steg III – Identifiering av vem som har behov av robust laddning

I metodsteg tre är utgångspunkten att vissa användare av laddinfrastruktur är viktigare än andra i händelse av krig eller kris och att dessa användares behov bör påverka utformningen av satsningar på laddinfrastruktur. Kapitlet ger förslag på nedbrutna frågeställningar som kan vägleda arbetet och beskriver hur samhällsviktiga transporter redan identifierats inom olika processer och projekt. Att ta vara på redan existerande underlag är givetvis betydelsefullt. De metoder som använts i nedan beskrivna processer och projekt kan också nyttjas för att vid behov göra nya analyser av samhällsviktiga elberoende transporter.

Mot bakgrund av de beskrivna processerna föreslås följande tre frågeställningar vara vägledande för arbetet med att identifiera vem som har behov av robust laddning:

- Vilka transporter utgör samhällsviktig verksamhet eller en viktig samhällsfunktion?
- Hur kan graden av elektrifiering bedömas för de identifierade transporterna, det vill säga, hur beroende är dessa av laddning och i vilka tidsperspektiv är de kritiska?
- Hur ser behovet av laddinfrastruktur ut för dessa verksamheter, exempelvis avseende vilken typ av laddinfrastruktur de är beroende av?

Genom att i ett första steg identifiera all samhällsviktig verksamhet som är beroende av transporter ges en totalbild att utgå ifrån. Beroende på vilket tidsintervall man studerar och med vilken takt som elektrifieringen framskrider, kommer olika andelar av de identifierade samhällsviktiga transporterna att falla ut som elberoende.

Underlag och metoder för att identifiera viktiga transporter

I dagsläget finns ingen fullständig nationell sammanställning av samhällsviktiga transporter. Däremot ingår identifiering av samhällsviktiga transporter på olika sätt i arbeten som pågår. Det är därför lämpligt att nyttja den kunskap som tas fram hos myndigheter, kommuner och regioner. Arbetet med risk- och sårbarhetsbedömningar sker på kommunal nivå, liksom hos regioner, länsstyrelser och civilområden. Ett liknande arbete görs av alla statliga myndigheter. Slutligen aggregeras analyserna till den nationella risk- och sårbarhetsbedömningen (NRSB)³⁹. Offentlig verksamhet som genomför kontinuitetsplanering behöver följaktligen ta beroendet till elektrifierade transporter i beaktning. Som stöd i att identifiera samhällsviktig verksamhet finns, utöver MSB:s lista över viktiga samhällsfunktioner⁴⁰, också en vägledning för identifiering av samhällsviktig verksamhet.⁴¹ Den vägledning som ges i dessa skrifter utgör rimliga utgångspunkter även i arbetet med att identifiera verksamheter som är beroende av vägtransporter. Metoden går i korthet ut på att genom kartläggning ta fram en bruttolista över verksamheter, analysera deras betydelse samt bedöma om verksamheten är samhällsviktig enligt myndighetens definition. Arbetet bör ske med olika detaljeringsgrad för olika aktörer och i dialog mellan myndigheter, länsstyrelser, regioner, kommuner och näringsliv. Att hitta lämplig detaljeringsgrad bör vara av särskild betydelse när man tar sig an den oerhört breda uppgiften att identifiera samhällsviktiga verksamheter som är direkt beroende av transporter.

³⁹ MSB. *Nationell risk- och sårbarhetsbedömning (NRSB) 2025*.

⁴⁰ MSB. *Lista med viktiga samhällsfunktioner - Utgångspunkt för att stärka samhällets beredskap*.

⁴¹ MSB. *Metod för identifiering av samhällsviktig verksamhet*. (2023). <https://www.msb.se/sv/publikationer/metod-for-identifiering-av-samhallsviktig-verksamhet/>

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

En annan process där viktiga elanvändare identifieras och prioriteras är Styrel-planeringen. Det planeringsunderlag som där tas fram syftar till att säkerställa elförsörjningen för särskilt viktiga elanvändare i ett läge där förbrukare behöver kopplas bort för att skydda elnätet vid effektbrist (så kallad manuell fränkoppling, MFK).⁴² En sådan situation har ännu inte inträffat i Sverige men sker däremot återkommande i Ukraina i samband med de ryska attackerna mot elinfrastrukturen och kan anses särskilt intressant ur ett beredskapsperspektiv. I Styrel finns kriterier för hur elanvändare kan klassificeras enligt åtta prioritetsklasser, baserat på samhällets skyddsvärden. I slutänden handlar planeringen om att prioritera specifika elledningar där viktiga användare är anslutna. Det går sällan att prioritera en enskild användare utan andra som är anslutna till den aktuella elledningen kommer att följa med på köpet. Detta perspektiv kan vara relevant att ha med sig i samhällsplaneringen, exempelvis om man önskar bygga en ny laddstation med särskilt hög robusthet. Om laddstationen är ansluten till samma elledning som en högprioriterad verksamhet, kommer den sannolikt att kunna användas även i händelse av MFK. Dock är det viktigt att beakta att elavbrott sker av många andra skäl, ofta oplanerat. Att vara prioriterad i Styrel är generellt inte ett tillräckligt skydd för elberoende verksamheter, men det utgör en prioritetsordning som kan ha betydelse även vid reparationer efter stora skador.

Trafikverket har inom projektet PUST kartlagt vilken infrastruktur, i bemärkelsen vägar och terminaler, som är mest kritiska att upprätthålla för samhällets funktionalitet. Laddinfrastruktur har inte beaktats i analysen. Som ett led i det arbetet har totalförsvarsviktiga transporter identifierats. PUST beaktar främst godstransporter på det statliga vägnätet med utgångspunkt i försörjningsberedskap, men har också inkluderat akuta sjukvårdstransporter och utrymning. Vad gäller vägtrafik har persontransporter ofta fler alternativ och har därför inte beaktats. Kartläggningen inom PUST skulle därför kunna bidra med att synliggöra privata samhällsviktiga transporter, men behöver läggas samman med viktiga persontransporter och även godstransporter inom tätorter. Underlaget skulle kunna användas som utgångspunkt för att i nästa steg analysera transporternas elberoende.⁴³

Olika perspektiv på totalförsvarsviktiga transporter

Att identifiera vad som är viktigt kan göras utifrån många olika utgångspunkter och en genomgång av sådana perspektiv ges i FOI:s rapport *Identifiering av totalförsvarsviktiga företag inom transportsektorn*⁴⁴. Rapporten har, som titeln anger, ett transportperspektiv samt fokus på den privata sektorn, men resonemangen är i huvudsak allmängiltiga för totalförsvarsviktig verksamhet. Två huvudsakliga perspektiv presenteras:

1) Verksamhet som är av betydelse för samhällets funktionalitet och för andra verksamheter i samhället. Ofta beskrivet som att bortfallet av verksamheten leder till allvarliga konsekvenser, eller att det finns ett starkt beroende hos andra verksamheter av att den upprätthålls. 2) Verksamhet som aktiveras först när något inträffar (exempelvis reparationsresurser, ersättningstrafik eller distribution av nödvatten) eller verksamheter som behöver ställas om eller ersätta annan verksamhet på grund av att något skett (exempelvis taxi som ställer om verksamhet till att köra ut covidtest).

Ett ytterligare aspekt att beakta vid användningen av den framtagna metoden är hur lång tid elen förväntas eller planeras att vara borta för vissa samhällsviktiga funktioner. När det kommer till elfordon eller verksamheter som är beroende av elektrifierande fordon måste tiden dessa verksamheter kan vara utan laddmöjligheter tas i beaktning. Detta måste även ställas i relation till andra verksamheters behov av el. Transporter som enbart är beroende av hemmaladdning nattetid påverkas sannolikt inte i någon större utsträckning av några timmars avbrott, medan verksamheter som är beroende av snabbaddning påverkas direkt.

⁴² Energimyndigheten. *Styrel Handbok 2023 – 2025*. (2023). ISBN 978-91-7993-148-3.

⁴³ Daniel Bergström och Calle Holmström, Trafikverket. Personlig kommunikation 2025-06-16.

⁴⁴ Veibäck & Darin-Mattsson. *Identifiering av totalförsvarsviktiga företag inom transportsektorn*.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Att bedöma utvecklingen av elektrifiering inom samhällsviktiga transporter

Denna uppgift kopplar tillbaka till det första steget av analysmodellen – framtidsperspektivet. En stor utmaning är att de samhällsviktiga transporterna finns inom så olika segment av transportsektorn och inkluderar både privat och offentlig verksamhet, lokala-, regionala- och långdistanstransporter, tunga och lätta transporter samt kollektivtrafik. En detaljerad analys kommer därför att kräva datainhämtning från många olika utövare. I vilken mån detta kan göras beror på omfattningen och nivån av analysen.

Som föreslagits i steg I av metoden, bör särskilda prognoser för elektrifieringen inom offentliga transporter vara en god hjälp, om sådana tas fram. Detta bör underlättas av det nya kravet inom EU-direktivet CVD⁴⁵, gällande statistik av fordon inom offentliga transporter från och med 2026. Även utan prognoser kommer den nya statistiken att ge en bild av nuläget. Eftersom direktivet inte bara ställer krav på datainsamling utan även andelen rena⁴⁶ fordon inom olika kategorier, driver det på elektrifieringen inom det offentliga. Detta gör det extra angeläget att bedöma utvecklingen för dessa transporter separat. Ju högre upplösning i prognoserna, desto större möjligheter att dra slutsatser om utvecklingen för olika kategorier av samhällsviktiga offentliga transporter.

Det finns också i vissa fall branschstatistik som kan komplettera bedömningen, exempelvis gällande bussar. Vid kortare tidsperspektiv är det rimligt att lägga större vikt vid aktuell statistik och extrapolera utvecklingen, medan längre tidsperspektiv kräver mer av prognosverksamhet. Det är också stor skillnad mellan analyser som görs på nationell, regional och lokal nivå. På den lokala nivån kan vissa viktiga verksamheter tillfrågas om hur de bedömer utvecklingen inom sina transporter.

Energimyndigheten har gjort ett initialt arbete där man, på övergripande nivå, identifierat samhällsviktiga verksamheter som redan idag har en hög grad av elektrifierade transporter, baserat på MSB:s lista med viktiga samhällsfunktioner. Dialoger med SKR, MSB och andra beredskapsansvariga myndigheter har varit viktiga i deras arbete. Verksamheterna identifierades inom de tre områdena; kollektivtrafik, distribution av livsmedel samt kommunala viktiga transporter inom vård och äldreomsorg. Exempelvis var 10 % av Sveriges bussar eldrivna i slutet av 2024,⁴⁷ med en avsevärt större andel inom stadstrafiken.⁴⁸ Med hänsyn till de globala trenderna som i nuläget tyder på en ökning av eldrivna fordon förväntas allt fler verksamheter beröras.

Kategorisering av viktig laddinfrastruktur för utpekade verksamheter

Som ett försteg mot att senare överväga praktiska åtgärder för ökad robusthet behöver en analys göras över vilken typ av laddinfrastruktur som olika samhällsviktiga transporter är beroende av. Hemmaladdning är idag en förutsättning för de flesta privatpersoner och verksamheter.⁴⁹ Observera att hemmaladdning även kan innebära laddning vid egen industri eller det egna bussgaraget. Det är få transportföretag som skulle kunna planera sin verksamhet med elfordon utan att ha full kontroll över att fordonet kommer att få tillgång till laddning under den schemalagda pausen. För vissa verksamheter räcker det dock att ladda fordonen under nattvilan, vilket kan ge en viss flexibilitet om tidsfönstret är längre än vad det behöver vara för att ladda fullt. Den kontinuitetsplanering som krävs av alla samhällsviktiga verksamheter bör också innebära att det finns möjligheter att hantera elavbrott, åtminstone i ett kortare tidsperspektiv. Det är sannolikt att andelen elektrifierade fjärrtransporter, med behov av laddning längs vägen, kommer att öka framåt och att vissa av dessa sannolikt räknas till de samhällsviktiga.

⁴⁵ Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1161 av den 20 juni 2019 om ändring av direktiv 2009/33/EG om främjande av rena och energieffektiva vägtransportfordon.

⁴⁶ Enligt direktivets definition, som skiljer sig mellan olika fordonstyper och tidsperioder.

⁴⁷ Trafikanalys. *Prognoser för vägfordonsflottan 2025–2028 – bussar*. [dataset] (2025) <https://www.trafa.se/vagtrafik/forдон/>

⁴⁸ Svensk kollektivtrafik. *Kollektivtrafikens bidrag till transportsektorns klimatmål*. (2023). <https://svenskkollektivtrafik.se/app/uploads/2024/05/kollektivtrafiken-och-transporteffektiviteten-2023.pdf>

⁴⁹ Kristofferson m.fl. Access to charging infrastructure and the propensity to buy an electric car. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*. 139 (2025). DOI: doi.org/10.1016/j.trd.2024.104588

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Prioriterade åtgärder – steg III

Inledningsvis bör samhällsviktiga transporter identifieras med utgångspunkt i redan genomförda risk- och sårbarhetsanalyser (RSA). Dessa bör kompletteras med tidigare gjorda analyser av samhällsviktiga transporter inom ramen för PUST, varefter en bedömning bör göras av behovet av eventuella ytterligare kompletteringar. Samverkan bör etableras med de aktörer som ansvarar för RSA, där särskild uppmärksamhet bör riktas mot de elektrifierade transporternas roll inom totalförsvarsplaneringen. Därefter bör graden av elektrifiering för olika typer av samhällsviktiga transporter uppskattas inom det aktuella tidsperspektivet, med stöd av bästa tillgängliga prognoser för både offentliga och privata transporter. Avslutningsvis bör dessa elberoende transporter beskrivas och kategoriseras utifrån deras laddningsbehov, exempelvis med avseende på beroenden av privat respektive offentlig laddinfrastruktur.

Steg IV – Identifiering av var robust laddning behövs utifrån transportsystemets perspektiv

Att transporter definieras som en viktig samhällsfunktion i sig själv understryker dess centrala roll för samhällets funktionalitet, där en betydande del av transportererna är av samhällelig vikt och där transportsektorns övergripande funktion är nödvändig för samhällets stabilitet. Därför är frågan om var den robusta laddinfrastrukturen behövs för att skapa ett resilient transportsystem viktig.

Frågan om *Var* har delats upp i två delfrågor:

- Var är det strategiskt viktigt att ha robust laddning sett till transportsystemet som helhet?
- Var kan en station placeras så att inte lokaliseringen i sig utgör en sårbarhet?

Kapitlet ger en överblick av tillgängliga data, metoder och verktyg som kan bidra i arbetet med frågeställningarna, samt förslag på analyser som kan användas för att arbeta vidare med frågorna ur ett totalförsvarsperspektiv.

Strategiskt viktiga stråk och noder i transportsystemet

För transportsystemet i stort är det avgörande att de stora transportstråken upprätthålls, vilket inkluderar både noder och länkar. En strategiskt viktig transportnod agerar som mötespunkt mellan olika transportstråk och transportslag, medan länkar avser viktiga transportleder som sammanbinder dessa noder. Noder handlar inte nödvändigtvis om skifte av trafikslag utan inkluderar även andra viktiga knutpunkter för person- och godstrafik, till exempel terminaler för omlastning. Runt noderna finns ofta möjligheter till tankning och laddning av fordon liksom annan service. Dessa punkter är kritiska för transportsystemets funktion och utgör en sårbarhet om de skulle sättas ur funktion.

För prioriteringar av åtgärder på det svenska vägnätet finns både det av Trafikverket utpekade Funktionellt prioriterat vägnät (FPV)⁵⁰, och den svenska delen av Trans-European Transport Network (TEN-T)⁵¹. I arbetet med att ta fram FPV har Trafikverket beaktat funktionerna godstransporter, långväga personresor, dagliga personresor och kollektivtrafik. TEN-T vägnätet är ett nätverk av huvudvägar och leder inom EU som bland annat förbinder hamnar, flygplatser och gränsövergångar.

Det svenska TEN-T nätet utgör en mindre delmängd av FPV och är inte tillräckligt som utgångspunkt för arbete mot ett resilient transportsystem. Därför bör i första hand FPV användas för sådana analyser, vilket Trafikverket också gör i många projekt, exempelvis inom PUST. Samtidigt är de internationella

⁵⁰ Trafikverket. *Funktionellt prioriterat vägnät*. (2025). <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/funktionellt-prioriterat-vagnat/> Besökt 2025-09-12

⁵¹ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1679 om unionens riktlinjer för utbyggnad av det transeuropeiska transportnätet, om ändring av förordning (EU) 2021/1153 och förordning (EU) nr 913/2010 och om upphävande av förordning (EU) nr 1315/2013.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

transporterna av yttersta vikt för ett beredskapsperspektiv och dessa länkar och noder bör därför ha en särskild vikt i fråga om robusthetshöjande åtgärder, vilket också är ett syfte med TEN-T.⁵²

Metoder och underlag för att bedöma behoven i transportsystemet

I steg III, ”Vem-perspektivet”, nämndes Trafikverkets projekt PUST, som inkluderar analyser av totalförsvarsviktiga transporter på det statliga vägnätet. Projektet stannar dock inte vid att identifiera de viktiga transporterna utan har även analyserat vilken infrastruktur som bör prioriteras i ett krigsscenario baserat på dessa användares behov. Resultatet blev en omfattande kartläggning av Sveriges infrastruktur, där särskilda platser pekats ut som centrala för ett fungerande trafikflöde. PUST har haft en mycket bred ansats men har inte inkluderat laddinfrastruktur i analyserna. Den infrastruktur som identifierats som kritisk utgör dock en god utgångspunkt för vidare analyser av behovet av robust laddinfrastruktur längs identifierade vägar och noder.

Trafikverket driver även ett påbyggnadsprojekt vid namn PLATÅ, där ett förväntat resultat är en metod för att bedöma infrastrukturens kapacitet att tillgodose totalförsvarets behov. Projektet slutredovisas under 2026 och väntas bidra till ytterligare strategiska insikter kring totalförsvarets behov utifrån ett trafikflödesperspektiv.

Trafikverket har också kartlagt den publika laddinfrastrukturen längs det statliga vägnätet för att identifiera potentiella ”vita fläckar”, det vill säga sträckor där det bedöms vara för långt mellan laddstationerna. Syftet har varit att skapa underlag för en heltäckande laddinfrastruktur över hela landet. Projektet är påkallat av EU-direktivet AFIR⁵³ som ställer krav på EU:s medlemsländer att bland annat tillhandahålla en viss nivå av ladd-täckning och kapacitet.

Behov av vidare analyser

De ovannämnda projekten kan tillsammans bidra med data kring de viktigaste transportstråken, inklusive uppgifter om den publika laddinfrastrukturen längs dessa. Dessutom kan de metoder och modeller som används inom projekten utvecklas för att hantera mer specifika analyser av laddinfrastrukturen. Sådana analyser bör främst inrikta sig på vilken nivå av resiliens inom elektrifierade transporter som olika robusthetshöjande åtgärder resulterar i. Detta kan med fördel kombineras med konkreta scenarion för olika typer av hot mot transportsystem och el-system.

Ett viktigt steg i de vidare analyserna är också frågan om olika platsers sårbarhet, dvs. den andra delfrågeställningen, ”*Var kan en station placeras så att inte lokaliseringen i sig utgör en sårbarhet?*”. Frågan om klimatanpassning är viktig, både för redan existerande och nya laddstationer. Lokaliseringen för laddinfrastruktur skulle exempelvis kunna överlagras med kartor över avrinningsområden för att bedöma risker för översvämning. Dessutom bör militära hot beaktas, med tanke på att laddstationer ofta är placerade vid strategiskt viktiga transportnoder, vilka i sig kan utgöra mål för en angripare. Det kan vara fördelaktigt att prioritera laddstationer som inte ligger i nära anslutning till annan kritisk infrastruktur. Likaså att tänka över på vilken sida om en bro man bör placera en ny laddstation. Vissa noder är sannolikt så viktiga för Sverige och för det militära försvaret att de också kommer vara prioriterade att försvara, vilket också bör vägas in i analysen.

Prioriterade åtgärder – Steg IV

Inledningsvis bör möjligheten att integrera ett laddinfrastrukturperspektiv i PUST:s analysverktyg undersökas, för att möjliggöra en mer specifik och ändamålsenlig användning av det framtagna verktyget. Sårbarhetsanalyser bör genomföras för att identifiera om vissa platser utgör uppenbara

⁵² European Commission. *Trans-European Transport Network (TEN-T)*. (u.å.) <https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t> Besökt 2025-10-14.

⁵³ Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/1804 om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel och om upphävande av direktiv 2014/94/EU.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

sårbarheter, exempelvis i form av närhet till militära hot eller områden med risk för exempelvis översvämning. Avslutningsvis bör potentiella evakueringsvägar kartläggas och säkerställas, med särskild hänsyn till att inga ”vita fläckar” förekommer och att den geografiska placeringen inte utgör en sårbarhet som kan försvåra en eventuell evakuering.

Steg V – Analys av hur robust laddning kan åstadkommas

I denna förstudie ingår inte att utreda de olika tekniska möjligheter som står till buds för att öka robustheten kring laddstationer, men de tekniska frågorna är givetvis centrala för att utforma framtida kriterier för stöd-åtgärder. Det är viktigt att förstärkningen i fråga om robusthet sker kostnadseffektivt, sett ur ett samhällsperspektiv. Olika platser har olika förutsättningar som kan möjliggöra olika lösningar att tillhandahålla laddning om det centrala elnätet drabbas av längre eller kortare störningar.

För att säkerställa en uppbyggnad av robusthet och resiliens bör, bland annat, dessa möjligheter undersökas i ett nästa steg:

- Att laddstationen inte är känslig för variationer i elkvalité, att den kan starta snabbt efter ett avbrott och är robust mot vardagliga påfrestningar.
- Att systemet håller en hög nivå avseende cybersäkerhet.
- Att reparationsberedskap finns tillgänglig (kompetens och hårdvara).
- Att laddstationen har tillgång till lagrad energi (reservkraft). Ett relativt stort energilagrar är nödvändigt om stationen ska klarar längre avbrott.
- Att laddstationen är ansluten till ett lokalt elnät med ö-driftsfunktionalitet, som inkluderar elproduktion och lagring av energi.
- Att det finns möjlighet att prioritera utvalda laddstationer i elnätet i händelse av brist som kräver bortkoppling av förbrukare (se beskrivning av Styrel under steg III, sid 12).
- Att mobila laddstationer kan placeras där behoven är störst i den aktuella situationen. Om de också har en kommersiell roll i normalläget kan det finnas goda möjligheter till kostnadseffektivitet.

De tre första punkterna innebär en grundläggande nivå av robusthet medan de senare kan ses som åtgärder på en högre nivå. Målet med de robusthetshöjande åtgärderna bör dock vara att skapa resiliens för elektrifierade transporter som system.

4 Viktiga frågeställningar när elsystem och transportsystem möts

Under projektets gång har frågor kring integrationen mellan elsystemet och transportsystemet varit centrala. Dessa har vuxit fram som två skilda system i samhället och behandlas fortfarande parallellt, trots att integrationen mellan dem i praktiken nu ökar kraftigt. För att hitta mötespunkter mellan systemen och möjliggöra en robustare helhet krävs kunskap. Det här kapitlet tar därför upp luckor i det aktuella forskningsläget och ger förslag på angelägna frågor att arbeta vidare med. Utöver litteratursökningar har intervjuer gjorts med forskare som är verksamma inom två av projekten som omtalas, vilka även bidragit med perspektiv på vidare frågeställningar.⁵⁴

⁵⁴ Francisco Márquez Fernández, VTI samt Patrik Klintbom, RISE.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastrukturMemo nummer
FOI Memo 8980

Forskningsläget idag

De litteratursökningar som gjorts visar en brist på publikationer som rör robusthet i laddinfrastruktur ur ett beredskapsperspektiv. Däremot finns studier av robusthet hos laddinfrastruktur i perspektivet översvämning,⁵⁵ samt även robusthet och tillgänglighet under normalförhållanden.⁵⁶ Raman m.fl. behandlar tillgängligheten till laddinfrastruktur om en översvämning skulle ske i Londonområdet. Artikeln utgår från normala resmönster och undersöker hur en minskad tillgänglighet på publika laddare i översvämningsområdena påverkar möjligheten att genomföra dessa resor. Målsättningen med studien var att ge verktyg till samhällsplanerare i arbetet med att strategiskt placera laddinfrastruktur.

Givet det lilla antalet studier av robusthet inom laddinfrastruktur, finns följaktligen ett behov av att adressera denna kunskapslucka inom beredskapsforskningen. Genom Energimyndighetens projekt-databas och via kontakter har fem pågående svenska projekt, med hög relevans för området, kunnat hittas. Dessa omnämns nedan. De fyra första finansieras av Energimyndigheten och är relativt nystartade, det femte finansieras av Trafikverket och leds av FOI. Fler pågående projekt kan finnas på andra håll då ingen kartläggning hos svenska forskningsutförare har genomförts. Nedan presenteras de fem projekten som identifierats som relevanta:

Projektet *Fossilfrihet och resiliens - intressekonflikter och synergier i det svenska godstransport-systemet* studerar just intressekonflikter och synergier mellan fossilfrihet och resiliens i samband med utveckling av transportsystemet, samt vilka möjliga strategier som finns för att hantera dessa. I projektet ingår att ta fram ett ramverk för att öka förståelsen kring frågeställningarna.⁵⁷

Inom projektet *SAKERT* studeras samspel mellan elsystem och transportsystem ur ett lokalt perspektiv, med resiliens som ett av fokusområdena. Exempelvis testas att använda elfordon som backup-kapacitet för elnätet. Genom att bygga digitala tvillingar av elsystem och transportsystem undersöks hur störningar i ett system påverkar det andra. Inom projektet kommer man också att kunna jämföra en elektrifierad fordonsflotta med en som är mer diversifierad ur robusthetssynpunkt.⁵⁸

Projektet *I elsystemets tjänst: Hur kan elektrifierade transporter stötta vid kris?* undersöker vilken roll elfordonen kan spela i olika elsäkerhetsscenarier. Aktiviteter och strategier utformas för att främja systemens samspel och dessa testas med hjälp av simuleringar. Projektet är inriktat på smart dubbelriktad laddning som möjliggör att elfordon kan nyttjas som en resurs av elsystemet under olika typer av störningar.⁵⁹

Projektet *CRITIC* syftar till att utveckla en metod för att identifiera kritiska transporter under olika störningsscenarier, och baserat på det även kritisk laddinfrastruktur. Detta illustreras i en fallstudie. Man avser att simulera både energisystem och transportsystem för att identifiera var kritisk laddinfrastruktur behövs.⁶⁰

Forskningsprojektet *BULT* studerar hur beredskapstänkande kan integreras i utvecklingen av transportsystemet för att öka dess förmåga och motståndskraft i kris och krig. Projektet behandlar inte laddinfrastruktur eller eldrivna fordon specifikt, men delar av projektet syftar till att ta fram scenarier

⁵⁵ G. Raman, G. Raman & J. C.-H. Peng. Resilience of urban public electric vehicle charging infrastructure to flooding. *Nature Communications*, 13(1), Article 3213. (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30848-w>

⁵⁶ H. Abdelaty, A. Foda & M. Mohamed (2023). The robustness of battery electric bus transit networks under charging infrastructure disruptions. *Sustainability*, 15(4), Article 3642. <https://doi.org/10.3390/su15043642>

⁵⁷ Linköpings Universitet. *Fossilfrihet och resiliens - intressekonflikter och synergier i det svenska godstransportssystemet*. <https://liu.se/forskning/fossilfrihet-och-resiliens> Besökt 2025-09-03

⁵⁸ Energimyndighetens projektdatabas. <https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?registrationsnummer=2024-204007> Besökt 2025-09-03.

⁵⁹ Svenska miljöinstitutet, IVL. *Critical Transports and Infrastructure in Crises*. (2024). <https://www.ivl.se/vart-erbjudande/forskning/transporter/i-elsystemets-tjanst.html> Besökt 2025-09-03.

⁶⁰ Personlig kommunikation med Francisco Márquez Fernández, VTI. 2025-09-02. Projektet är en del av Swedish Electromobility Centre.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

för framtida transportsystem samt framtida hotbilder. Resultat från BULT skulle alltså kunna bidra till arbetet med steg I och II i den föreslagna metoden.⁶¹

Samtliga ovannämnda projekt är av intresse och överlappar i viss utsträckning med de frågor som föreslås i den framtagna metoden som presenterats i kapitel 3 av denna studie. Det pågår alltså forskning som sannolikt, inom några år, kommer att ge vissa av svaren på hur transporter och elsystem kan samverka för att skapa robusthet för det civila försvaret. Forskningsområdet är dock nytt, komplext och har bäring på flera discipliner. Det är därför inte rimligt att anta att de pågående projekten skulle täcka hela kunskapsbehovet inom det mycket angelägna området. Bristen på publikationer visar att området behöver växa och mogna för att stödja beslutsfattare inom civil beredskap i framtiden.

Viktiga frågeställningar för framtiden

I detta avsnitt listas frågor och områden som är viktiga för förståelsen av elsystem och transportsystem ur beredskapsperspektiv. Det handlar om frågor som inte kan besvaras genom enbart datainhämtning och myndighetssamverkan utan där man bör dra nytta av forskningen för kunskapsbyggande. Frågorna bidrar på ett övergripande plan till förståelsen för systemens samverkan, hotbilder och skyddsåtgärder. Frågorna är många, och utgör ändå bara ett urval av viktiga infallsvinklar, men utifrån datainsamlingen som gjorts inom ramen av detta projekt lyfts frågeställningar fram som anses vara av särskild stor betydelse. Fokus ligger på områden där mer forskning behövs för att stödja myndigheter och beslutsfattare inom beredskapshöjande arbete.

- *Hur påverkar elektrifieringen av transportsektorn beredskapen?*

En av de största utmaningarna med fossila bränslen är den logistiska hanteringen. Bränsledepåer har alltid utgjort strategiskt viktiga mål under krig eftersom de är väsentliga för militären. Även om den civila elförsörjningen också utgör en måltavla i Ukraina vet vi att den till stora delar har kunnat upprätthållas och att elektrifierade transporter erbjuder ett alternativ. Fossildriven reservkraft har visserligen varit avgörande i Ukraina, men det finns en stor diversitet i hur el kan produceras och en stor flexibilitet i hur den kan användas, vilket kan innebära fördelar vid eventuella kriser. Men hur dessa fördelar kan maximeras och hur risker kan värderas och minimeras kräver ökad förståelse. Frågan behandlas av projektet *Fossilfrihet och resiliens* ovan, men är bred och berör mer än bara godstransportsystemet. Därför förordas vidare analys.

- *Vilka praktiska erfarenheter finns av elfordonsanvändning under krig i Ukraina?*

Praktisk erfarenhetsinhämtning är viktigt som underlag för förståelse. Statistiken visar att importen av elbilar har gått upp kraftigt i Ukraina sedan krigets början.⁶² En liknande utveckling syns i de flesta andra europeiska länder, men frågan är om det finns andra än rent ekonomiska faktorer som påverkar viljan att välja en elbil i ett land som befinner sig under angrepp. Sökningar i öppna källor har inte kunnat visa på några sådana analyser. Möjligheten till att använda elbilen som power-bank för hushåll eller att kunna ladda under perioder av brist på drivmedel kan antas vara en fördel, men studier om de faktiska erfarenheterna tycks saknas.

⁶¹ Totalförsvarets Forskningsinstitut, FOI. (2025). <https://www.foi.se/forskning/forskningsomraden/krisberedskap-och-civilt-forsvar/transporter/beredskapshansyn-i-transportsystemet-bult.html> Besökt 2025-09-03.

⁶² Automotive Market Research Institute. *Electric cars: as many in Ukraine as in Europe. Really?* (2025). <https://eauto.org.ua/en/news/733-electric-cars-as-many-in-ukraine-as-in-europe-really> Besökt 2025-08-27.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

- *Hur kan två mycket komplexa system modelleras tillsammans?*

Fyra av de pågående forskningsprojekten ovan tar sikte på att utföra simuleringar av olika slag, och nätverkssimuleringar är generellt en vanlig metod både inom studier av transportsystem och av elsystem. Transportmodellerna används av transportforskare och transportmyndigheter medan energimodellerna används av elsystemforskare, Svenska kraftnät och elnätsoperatörer. Beroende på vad en modell ska användas till kommer dess komplexitet och detaljeringsgrad att fokuseras kring olika områden av det system som modelleras, medan andra delar måste förenklas. För att svara på frågor om hur elsystem och transportsystem påverkar varandra är det därför sannolikt att det kommer att krävas nya modeller som fokuserar på just detta gränssnitt.

- *Hur kan laddinfrastrukturen och elnätet på ett hållbart sätt följa utvecklingen av ökningen av antalet eldrivna fordon (i kombination med andra krav)?*

Inte bara transportsektorn, utan hela samhället, står inför en omfattande elektrifiering, exempelvis inom stål- och järnmalmsindustrin, tillverknings- och kemiföretag samt nya verksamheter.⁶³ Utvecklingen ställer krav på utbyggnaden av elnätet, där utformningen är beroende av faktorer såsom var och hur elen ska produceras.⁶⁴ Om utbyggnadstakts begränsningar inte tas hänsyn till vid etableringen av laddinfrastruktur påverkar detta systemets robusthet och skapar sårbarheter inom totalförsvaret. Samtidigt finns också möjligheter för transportsystemet att stödja elsystemet genom sin flexibilitet.

- *Operativa frågeställningar – hur fungerar laddning i kritiska situationer?*

Laddinfrastrukturens kapacitet och funktionalitet vid kritiska situationer, exempelvis evakuering, kräver vidare analys. Det gäller särskilt ansvarsfördelning mellan elleverantörer, operatörer och myndigheter samt genomförande av stresstester för att identifiera sårbarheter på både stations- och systemnivå. Erfarenheter kan hämtas från tidigare stora händelser såsom evakueringen av New Orleans under orkanen Katrina 2005, där tankinfrastrukturen inte kunde hantera efterfrågan av flytande drivmedel, vilket ledde till bränslebrist och köbildning.⁶⁵ Då fordonsflottan idag ser annorlunda ut är det viktigt att analysera laddningstider för olika typer av fordon i relation till antalet evakuerande och dess påverkan på infrastrukturen vid hög belastning.

- *Hur ska beredskapslagringen av flytande bränslen kompletteras?*

Vid avbrott i försörjningen av flytande drivmedel finns idag beredskapslager baserade på föregående års förbrukning av dessa. Ett elektrifierat transportsystem innebär att de flytande drivmedlen utgör en minskande del av landets energiförbrukning vilket, om inga åtgärder tas, minskar energiberedskapen. Komplement kommer att krävas, men den ökade integrationen mellan elsystem och transportsystem gör att analysen av framtidens energiberedskap bör ha ett brett fokus på att säkerställa tillgången på el snarare än att endast fokusera på transportsektorns behov. Ett robust elsystem kommer även leda till ett mer robust laddinfrastruktursystem.

⁶³ Svenska Kraftnät. *Systemutvecklingsplan 2022–2031 Vågen mot en dubblad elanvändning*. (2021). https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk_systemutvecklingsplan_2022-2031.pdf

⁶⁴ Trafikanalys. *Storskalig elektrifiering av transportsektorn – ett kunskapsunderlag*. (2024). <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/uppdrag-om-kunskapsunderlag-for-elektrifiering-14416/>

⁶⁵ D. S. Heller. Evacuation planning in the aftermath of Katrina: Lessons learned. *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 1(2), Article 5. (2010). <https://www.psocommons.org/rhcpp/vol1/iss2/5>

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

5 Slutsatser och diskussion

Som svar på studiens första frågeställning har en metod för att identifiera behov av robust laddinfrastruktur tagits fram, vilken summeras i följande fem steg:

- 1) Framtidsperspektiv och utveckling inom elektrifiering.
- 2) Dimensionerande hotbild.
- 3) Identifiering av vem som har behov av robust laddning.
- 4) Identifiering av var robust laddning behövs utifrån transportsystemets perspektiv.
- 5) Analys av hur robust laddning kan åstadkommas.

I rapporten har ett antal verktyg och underlag presenterats som stöd i användandet av metoden. Dessa inkluderar bland annat prognoser, hotbildsbeskrivningar och projekt där samhällsviktiga transporter och strategiskt viktiga platser i transportsystemet redan har analyserats. Tanken har varit att integrera dessa i de fyra första stegen för att söka svar på var robust laddinfrastruktur behövs som mest. Det femte steget tydliggör ett behov av att också arbeta vidare med tekniska lösningar. Det är rimligt att perspektiven *för vem* och *var någonstans* får styra var mer kostsamma åtgärder ska prioriteras, men eftersom möjligheterna att skapa robusthet kan vara olika kostnadseffektiva på olika platser bör även tekniska förutsättningar tas hänsyn till när prioriteringar görs. Kriterier för att stödja investeringar i robusthetshöjande åtgärder bör således sammanväga alla dessa perspektiv. De tekniska frågorna om hur man på olika sätt, och till olika kostnad, kan skapa robusthet bör därför utgöra en naturlig fortsättning på detta arbete.

De presenterade stegen innebär varierande arbetsinsatser. Under arbetets gång har steg III, som avser identifiering av samhällsviktiga verksamheters behov och utveckling, framstått som det mest komplexa. Detta då det kräver identifiering och analys av både privata och offentliga aktörer samt deras användning av olika fordonstyper, vilket i praktiken omfattar stora datainsamlingsinsatser.

Metoden är inte statisk utan kommer att behöva anpassas efter specifika situationer och förutsättningar och utvecklas av användaren över tid. Om metoden skulle användas för en lokal analys skulle exempelvis vissa generella bedömningar av samhällsutvecklingen kunna ersättas med mer specifik datainsamling från lokala samhällsviktiga verksamheter och deras planerade utveckling.

Tidsperspektivet är en central komponent i flera delar av metoden. Det påverkar både antaganden om elektrifieringsgraden i transportsystemet och hotbildsanalysen, vilket medför en dubbel osäkerhet som behöver hanteras. Därutöver bör även tidsaspekten i relation till olika verksamhetens tolerans för avbrott i elförsörjningen beaktas, vilket förutsätter en noggrann analys och integration med verksamheternas kontinuitetsplanering.

Att genom olika typer av scenarion utveckla och diversifiera hotbildsanalysen för laddinfrastrukturssystemet, kommer att vara viktigt för det fortsatta beredskapsarbetet. Utifrån sådana scenarion kan bland annat logistiska för- och nackdelar med en elektrifierad fordonsflotta analyseras. Det är inte dokumenterat varför elbilsanvändningen ökat så kraftigt i Ukraina sedan Rysslands fullskaliga invasion, men vissa antaganden kan göras om de fördelar som (civila) elfordon kan föra med sig under krigsförhållanden. Bränslelogistik utgör en sedan länge känd sårbarhet i krig, med hög dödlighet bland personal som försörjer militära förband,⁶⁶ men också med stor påverkan på civilbefolkningens tillgång på bränsle. Inhemskt producerad el kan i många fall ge mer stabil energiförsörjning och diversifiering är generellt en viktig komponent för ökad resiliens. Likaså kan ett hushålls tillgång till en laddad elbil vara betydelsefull, även för andra ändamål än transport.

⁶⁶ Army Environmental Policy Institute. *Sustain the mission project: Casualty factors for fuel and water resupply convoys: Final technical report.* (2009).
https://www.researchgate.net/publication/235140243_Sustain_the_Mission_Project_Casualty_Factors_for_Fuel_and_Water_Resupply_Convoys

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Studien har också identifierat ett antal viktiga forskningsfrågor som kan komma att behöva kraftsamlas kring, för att möjliggöra mer underbyggda beslutsunderlag gällande hur resiliens kan skapas inom elsystem och transportsystem gemensamt. Eftersom dessa två system traditionellt har behandlats separat har även forskningen skett inom olika fält. Att förena individer med expertkunskap inom respektive system och skapa övergripande forskningsmiljöer är sannolikt väsentligt för att bygga denna viktiga kunskap. Sådan kompetens kan spela en avgörande roll för att besvara frågor rörande kapacitetsförändringar och samspel mellan systemen. Arbetet med att sammanlänka elsystem och transportsystem är i ett tidigt skede och större forskningsprojekt inom området har nyligen startats. Det är därför viktigt att ny kunskap inom området kontinuerligt implementeras i arbetet, samt att robusthetsperspektivet får en betydande roll i detta.

De underlag som beskrivits, som stöd för metoden i denna rapport, utgör en grund, exempelvis för prioriteringar av viktiga noder i transportsystemet. Dock bör underlagen kombineras för att fånga alla de aspekter som tagits upp i metoden. Att kombinera dessa modeller och underlag (exempelvis från arbetena med PUST och ”vita fläckar”) bedöms vara den lägst hängande frukten i det vidare arbetet. För att sedan få en fullständig förståelse för hur olika typer av förstärkningsåtgärder påverkar elektrifierade transporter som system, behövs forskning kring hur systemen kan simuleras tillsammans. Likaså behövs arbete kring hotbildsanalysen, de operativa frågeställningarna kopplat till olika krissituationer samt de tekniska förutsättningarna. Att bygga resiliens mot olika typer av hotbilder, i olika framtider, kräver en systemsyn som inkluderar så väl individuella laddpunkter som elsystemet och transportsystemet i stort.

Referenslista

Abdelaty, H., Foda, A. & Mohamed, M. The robustness of battery electric bus transit networks under charging infrastructure disruptions, *Sustainability*, vol. 15, no. 4, 2023, Article 3642.
<https://doi.org/10.3390/su15043642>

ACEA. *Automotive insights – Charging ahead: accelerating the roll-out of EU electric vehicle charging infrastructure*. (2024).
<https://www.acea.auto/publication/automotive-insights-charging-ahead-accelerating-the-rollout-of-eu-electric-vehicle-charging-infrastructure/> (Besökt 2025-10-20).

Army Environmental Policy Institute. *Sustain the Mission Project: Casualty Factors for Fuel and Water Resupply Convoys: Final Technical Report*. (2009).
https://www.researchgate.net/publication/235140243_Sustain_the_Mission_Project_Casualty_Factors_for_Fuel_and_Water_Resupply_Convoys

Automotive Market Research Institute. *Electric cars: as many in Ukraine as in Europe. Really?* (2025). <https://eauto.org.ua/en/news/733-electric-cars-as-many-in-ukraine-as-in-europe-really> (Besökt 2025-08-27).

Energimyndigheten. *Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas – Slutrapport (ER2023:23)*. (2023).
URN: urn:nbn:se:trafikverket:diva-12321.

Energimyndigheten. *Styrel Handbok 2023–2025*. (2023). ISBN 978-91-7993-148-3.

Titel
Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer
FOI Memo 8980

Energimyndigheten. *Laddinfrastruktur i Sverige*. (2025).

<https://www.energimyndigheten.se/klimat/transporter/laddinfrastruktur/> (Besökt 2025-09-13).

Energimyndighetens projektdatabas. (u.å.).

<https://www.energimyndigheten.se/forskning-och-innovation/projektdatabas/sokresultat/?registrationnummer=2024-204007> (Besökt 2025-09-03).

Eriksson, P. m.fl. *GrundBULT – Utgångspunkter för forskning om beredskapshänsyn i transportsystem*. (FOI, 2025).

<https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5672--SE>

European Commission. *Trans-European Transport Network (TEN-T)*. (u.å.).

<https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/infrastructure-and-investment/trans-european-transport-network-ten-t> (Besökt 2025-10-14).

Europaparlamentets och rådets direktiv (EU) 2019/1161 av den 20 juni 2019 om ändring av direktiv 2009/33/EG om främjande av rena och energieffektiva vägtransportfordon.

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2023/1804 av den 13 september 2023 om utbyggnad av infrastruktur för alternativa drivmedel och om upphävande av direktiv 2014/94/EU.

Europaparlamentets och rådets förordning (EU) 2024/1679 om unionens riktlinjer för utbyggnad av det transeuropeiska transportnätet, om ändring av förordning (EU) 2021/1153 och förordning (EU) nr 913/2010 och om upphävande av förordning (EU) nr 1315/2013.

Fukushima, N. & Pyddoke, R. *Utbyggnaden av laddinfrastruktur för elfordon – Effekter av styrmedel på laddinfrastrukturmarknaden*. (Konkurrensverket, 2024).

URN: urn:nbn:se:vti:diva-20332.

Försvarsmakten & MSB. *Handlingskraft – Handlingsplan för att främja och utveckla en sammanhängande planering för totalförsvaret 2021–2025*. (2021).

<https://www.forsvarsmakten.se/siteassets/2-om-forsvarsmakten/dokument/handlingskraft.pdf>

Försvarsmakten & MSB. *Utgångspunkter för totalförsvaret 2025–2030*. (2025).

<https://www.msb.se/sv/aktuellt/nyheter/2025/september/nya-utgangspunkter-for-totalforsvaret/>

Heller, D. S. "Evacuation planning in the aftermath of Katrina: Lessons learned." *Risk, Hazards & Crisis in Public Policy*, 1(2), artikel 5. (2010).

<https://www.psocommons.org/rhcpp/vol1/iss2/5>

International Energy Agency (IEA). *Global EV Outlook 2023: Catching up with climate ambitions*. (IEA, 2023).

<https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf> (Besökt 2025-09-13).

International Energy Agency (IEA). *Global EV Outlook 2025: Expanding sales in diverse markets*. (IEA, 2025). <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025> (Besökt 2025-09-15).

Kristofferson, M. m.fl. "Access to charging infrastructure and the propensity to buy an electric car." *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 139 (2025).

<https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104588>

Titel

Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer

FOI Memo 8980

Linköpings Universitet. *Fossilfrihet och resiliens – intressekonflikter och synergier i det svenska godstransportsystemet*. <https://liu.se/forskning/fossilfrihet-och-resiliens> (Besökt 2025-09-03).

Mackay, J., Munoz, A. & Pepper, M. "Conceptualising redundancy and flexibility towards supply chain robustness and resilience." *Journal of Risk Research*, 23(12), 1541–1561. (2020).

MSB. *Lista med viktiga samhällsfunktioner – Utgångspunkt för att stärka samhällets beredskap*. (2023). <https://www.msb.se/sv/publikationer/identifiering-av-samhallsviktig-verksamhet--lista-med-viktiga-samhallsfunktioner/>

MSB. *Metod för identifiering av samhällsviktig verksamhet*. (2023). <https://www.msb.se/sv/publikationer/metod-for-identifiering-av-samhallsviktig-verksamhet/>

MSB. *Nationell risk- och sårbarhetsbedömning (NRSB) 2025*. (2025). ISBN 978-91-7927-625-6.

MSB. *Vägledning för att identifiera samhällsviktig verksamhet som är nödvändig för totalförsvaret*. (2023). <https://www.msb.se/sv/publikationer/vagledning-for-att-identifiera-samhallsviktig-verksamhet-som-ar-nodvandig-for-totalforsvaret/>

NATO. *The Joint Analysis, Training And Education Centre (JATEC)*. <https://www.act.nato.int/jatec/> (Besökt 2025-10-20).

Odell, A., Lioufas, A., Olsén, M., Mossberg Sonnek, K., Welander, F. & Hörnedal, A. *Russian attacks on the Ukrainian power system*. (FOI, 2024). <https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5596--SE>

Power Circle. *Publik hemmaladdning ger el för ännu fler*. (2025). <https://powercircle.org/wp-content/uploads/2025/01/250131-Publik-hemmaladdning-ger-el-for-annu-fler.pdf> (Besökt 2025-09-13).

Raman, G., Raman, G. & Peng, J. C. H. "Resilience of urban public electric vehicle charging infrastructure to flooding." *Nature Communications*, 13(1), artikel 3213. (2022). <https://doi.org/10.1038/s41467-022-30848-w>

Regeringen. *Mål för civilt försvar*. (2024). <https://www.regeringen.se/regeringens-politik/civilt-forsvar/mal-for-civilt-forsvar/>

Regeringen. *Uppdrag om effektivare stöd för laddinfrastruktur* (Regeringsbeslut KN2024/01680, 29 augusti 2024) <https://www.regeringen.se/contentassets/23995284d5014af49711a5df2e244f64/uppdrag-om-effektivare-stod-for-laddinfrastruktur.pdf>

Renewable Energy Directive (EU) 2023/2413. https://energy.ec.europa.eu/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive-targets-and-rules_en (Besökt 2025-10-21).

SFS (2011:846). *Lag om miljökrav vid upphandling av bilar och vissa tjänster inom vägtransportområdet*.

SFS (2022:524). *Förordning om statliga myndigheters beredskap*.

Titel

Metod för att bedöma behov av robust laddinfrastruktur

Memo nummer

FOI Memo 8980

Svenska Kraftnät. *Systemutvecklingsplan 2022–2031 – Vägen mot en dubblerad elanvändning*. (2021). https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2021/svk_systemutvecklingsplan_2022-2031.pdf

Svenska Miljöinstitutet (IVL). *Critical Transports and Infrastructure in Crises*. (2024). <https://www.ivl.se/vart-erbjudande/forskning/transporter/i-elsystemets-tjanst.html> (Besökt 2025-09-03).

Svensk Kollektivtrafik. *Kollektivtrafikens bidrag till transportsektorns klimatmål*. (2023). <https://svenskkollektivtrafik.se/app/uploads/2024/05/kollektivtrafiken-och-transporteffektiviteten-2023.pdf>

Totalförsvarets forskningsinstitut (FOI). *Beredskapshänsyn i transportsystemet (BULT)*. (2025). <https://www.foi.se/forskning/forskningsomraden/krisberedskap-och-civilt-forsvar/transporter/beredskapshansyn-i-transportssystemet-bult.html> (Besökt 2025-09-03).

Trafikanalys. *Korttidsprognoser för vägfordonsflottan 2025–2028*. (2025).

Trafikanalys. *Prognoser för vägfordonsflottan 2025–2028 – bussar*. [Dataset] (2025). <https://www.trafa.se/vagtrafik/fordon/>

Trafikanalys. *Storskalig elektrifiering av transportsektorn – ett kunskapsunderlag*. (2024). <https://www.trafa.se/etiketter/transportovergripande/uppdrag-om-kunskapsunderlag-for-elektrifiering-14416/>

Trafikverket. *Basprognoser (senast uppdaterad 2025-05-14)*. <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/Planera-och-utreda/Samhallsekonomisk-analys-och-trafikanalys/trafikprognoser-och-trafikanalys/Kort-om-trafikprognoser/> (Besökt 2025-06).

Trafikverket. *Funktionellt prioriterat vägnät*. (2025). <https://bransch.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/vag/funktionellt-prioriterat-vagnat/> (Besökt 2025-09-12).

Trafikverket. *Prognos för persontrafiken 2045: Trafikverkets basprognoser 2024*. (Trafikverket, 2024). <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/7e1063efbafd4b34a4591b0d4e00f855/2024/prognos-for-persontrafiken-2045--trafikverkets-basprognoser-2024.pdf>

Ukraine Business News. (2025). <https://ubn.news/ukrainians-have-increasingly-switched-to-electric-cars-in-recent-years-and-here-is-why/> (Besökt 2025-09-05).

Veibäck, E. & Darin-Mattsson, K. *Identifiering av totalförsvarsviktiga företag inom transportsektorn*. (FOI, 2025). <https://www.foi.se/rapportsammanfattning?reportNo=FOI-R--5762--SE>

von Essen, E., Telin, F. & Ingman, T. *Utvärdering av publik laddning för elbilar i Stockholms stad under 2023*. (Sweco, 2024). <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/trafik/miljobilar/publ-laddinfr-23.pdf> (Besökt 2025-09-13).