

Elektrifieringsplan för masstransporter i Stockholms län

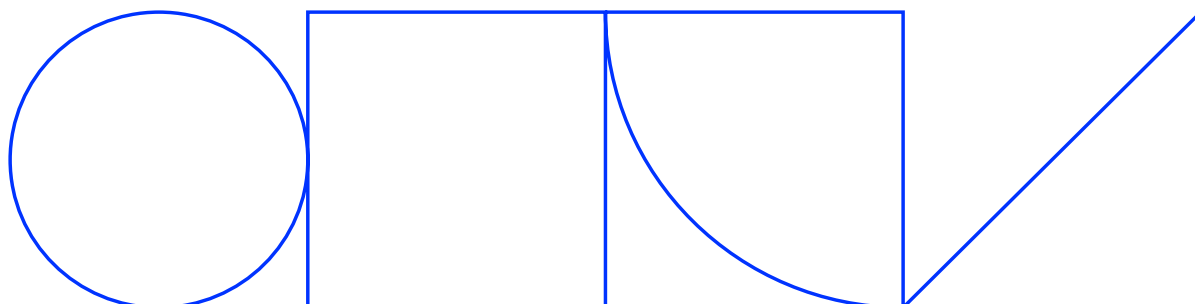
Underlag för en accelererad och strategisk omställning

Lovisa Lundgren, Alexander Virgin, Tove Winiger, Niclas Karlsson, Sonny Shankhary, Ann Segerborg Fick, Kristina Lundberg, Fabian Wrede, Sandra Vilhelmsson, Ralf Winiger Gessau Foria

2024-01-24

Medförfattare

Josefine Axelsson, Vattenfall
Luc Pages och Annika Bergendahl, Stockholm stad
Jessica Björkquist, Scania
Ludvig Elgström, Trafikverket
Albin Kjellberg, Ellevio
Frida Panzar, NCC
Henrik Nilsson och Anders Söderbergh, Skanska
Magnus Bergendal, Tobias Stenquist, Peab



ELEKTRIFIERINGSPLAN FÖR MASSHANteringSTRANSPORTER I STOCKHOLMS LÄN



Elektrifieringsplan för masstransporter i Stockholms län

Datum: 2024-01-24

Uppdragsgivare: Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF)

Status: Slutrapport

Projektnummer: 14199

FÖRORD

Denna rapport utgör slutrapporten i projektet *Elektrifieringsplan för masshanteringens transporter i Stockholms län*. Projektet är finansierat från SBUF – Svenska byggbranschens utvecklingsfond, samt av samtliga ingående projektparter. Projektet har bedrivits som ett ettårigt utvecklingsprojekt jan 2023 - jan 2024.

Aktörerna som står bakom detta utvecklingsprojekt har varit Tove Winiger på Foria i rollen som projektägare, samt Lovisa Lundgren på Ecoloop i rollen som projektledare. Övriga projektmedlemmar har varit Alexander Virgin (Ecoloop), Kristina Lundberg (Ecoloop), Ann Segerborg-Fick (Ecoloop/Busad), Sonny Shankhary (Ecoloop), Niclas Karlsson (Foria), Ralf Winiger Gessau (Foria), Sandra Vilhelmsson (Foria), Fabian Wrede (ABT bolagen), Josefine Axelsson (Vattenfall), Jessica Björkquist (Scania), Luc Pages (Stockholms stad) och Ludvig Elgström (Trafikverket). I projektets referensgrupp har Hans Säll (NCC), Frida Panzar (NCC), Henrik Nilsson (Skanska), Anders Söderbergh (Skanska), Magnus Bergendal (Peab), Tobias Stenquist (Peab), Albin Kjellberg (Ellevio) och Karolina Viksten (Ellevio) ingått.

I slutskedet av arbetet bjöd vi in till en ännu bredare förankring av resultaten, där vi presenterade projektet för en bredd av aktörer, webinariet samlade 150 deltagare - allt från åkerier, byggföretag, elektrifieringsaktörer, akademi, till representanter från nationella myndigheter, region och kommuner. Ralf Billefält, bygg- och anläggningschef på Foria avslutade webinariet med några slutord. Delar av dessa slutord bli här del av detta förord:

” Från oss som är ute i verkligheten vill vi bjuda in till en breddad diskussion och samverkan för att ta dessa och andra erfarenheter vidare till praktiskt förverkligande.

Det intressanta i det här projektet är att vi samlat hela värdekedjan och delat kunskap och erfarenheter för att skapa en klar bild av nuläge och behov. Nu behöver vi gemensamt sprida kunskapen både uppåt och nedåt i kedjan, såväl detta som andra utvecklingsprojekt, kroka arm med varandra och driva processen framåt.

Vi vet att elektrifieringen är här för att stanna, att elektrifiering är nödvändig för att nå klimatmålen och vi är i början av en mycket spännande resa.

Det här projektet erbjuder en strategiskt övergripande karta för denna resa och visar på att det finns många lågt hängande frukter att plocka redan idag - så låt oss! ”

Ralf Winiger Gessau, bygg- och anläggningschef på Foria

SAMMANFATTNING

Syftet med den här rapporten har varit att kartlägga förutsättningarna för att elektrifiera Stockholms läns masstransporter. Målet har varit att ta fram en förankrad plan för en mer strategisk och effektiv utbyggnad av laddinfrastruktur för tunga masstransporter i länet. Projektets kopplar samman insikter om var tunga jord- och bergmassor uppstår och behövs och bygger på aktivt deltagande från värdekedjan av aktörer. Genom aktörssamarbete, analys utifrån loggning av körningar av en existerande ellastbil i drift, samt kartbaserade modelleringar i GIS, har projektet resulterat i ett strategiskt underlag för en tids- och kostnadseffektiv elektrifieringsomställning av Stockholmsregionens tunga anläggningstransporter.

Projektet har identifierat **14 strategiska geografiska områden** som är särskilt lämpliga att elektrifiera. Genom att stegvis utveckla laddinfrastrukturen i dessa områden görs bedömningen att mer än **70 % av länets massor har särskild potential att transporteras med elektrifierade lastbilar till 2030.**

Projektet har identifierat tre så kallade elektrifieringsnivåer, vilka kan ses som en inriktning för stegvis omställning till elektrifierade masstransporter.

1. Elektrifieringsnivå 1 framhäver de så kallade "lågt hängande frukterna" som innebär att börja elektrifiera de fordon som med små justeringar klarar sig på en laddcykel och därmed endast behöver långsamladda nattetid. Låga investeringskostnader och ledtider för denna nivå gör att det bedöms möjligt att inom **1-2 år ställa om 10 % av fordonen**, vilket kan **reducera utsläppen från tunga masstransporter med 6 %** från dagens läge.
2. Elektrifieringsnivå 2 innebär att de strategiska områdena även kompletterar långsamladdning med mobila energilagrar vilket kan öka räckvidden för fordonen genom stödladdning dagtid. Med ett sådant upplägg uppskattas **30 % av fordonen kunna elektrifieras på 3-5 års sikt.**
3. Elektrifieringsnivå 3 innefattar även att snabbbladdare installeras, vilket gör att **50 % av fordonen väntas kunna elektrifieras** runt drygt 5 år framåt i tiden med reducerad klimatpåverkan på uppemot 45 %. För samtliga elektrifieringsnivåer lyfts att närheten till byggarbetsplatserna / målpunkterna är centralt.

Projektet konstaterar att affärsmodeller, tillsammans med utformningen av tjänsteupphandlingarna kopplade till masstransporter, kommer vara avgörande för att möjliggöra en omställning mot en högre grad av elektrifierade masstransporter. Fördjupat arbete om framtida affärsmodeller borde genomföras, förslagsvis i samband med demonstrationsprojekt.

En återkommande insikt i projektet har varit logistikens och samverkans roll i omställningen. Att minska transportbehov genom strategisk och cirkulär masslogistik förenklar och möjliggör därmed elektrifiering. För att möjliggöra elektrifiering behövs mer än bara fler ellastbilar och laddstolpar - det behövs samverkan och systematiskt arbete med att optimera masstransporten ur ett bredare perspektiv. Underlagen som tagits fram skapar förutsättningar för en aktörsgemensam planering och genomförande i elektrifieringsomställningen.

Projektet visar att elektrifiering är möjlig för många av dagens transporter och att det finns goda förutsättningar för en omfattande omställning genom ett ökat samarbete mellan aktörer, men nya affärsmodeller samt tydlig och ambitiös kravställning i upphandlingar och fler elektrifierade fordon behövs.

Det framgår slutligen också att samtliga aktörer från värdekedjan vill och kan bidra till omställningen och att fokus fram bör vara på att gå från ord till handling.

INDEX

FÖRORD	2
SAMMANFATTNING	3
1 INLEDNING.....	5
1.1 Syfte och mål	5
1.2 Metod och avgränsningar.....	6
1.2.1 Avgränsningar.....	6
2 BAKGRUND	7
2.1 Regional Masshanteringsstrategi för Stockholms län.....	7
2.2 Data och praktiska erfarenheter från en ellastbil i Stockholms stad.....	8
3 RESULTAT	9
3.1 Lastbilsdata	9
3.2 Optimal laddinfrastruktur	10
3.2.1 Identifierade platser.....	12
3.3 Elektrifieringsnivåer	15
3.3.1 Elektrifieringsnivå 1 - Kort sikt (1-2 år).....	15
3.3.2 Elektrifieringsnivå 2 - Medellång sikt (3-5 år).....	16
3.3.3 Elektrifieringsnivå 3 - Längre sikt (+5år)	17
3.4 Affärsmodeller och regelverk	18
3.4.1 Aktörsanalys	18
3.4.2 Affärsmodeller.....	20
3.4.3 Sammanfattning kring ägande av laddinfrastruktur.....	21
3.5 Klimatnytta.....	23
3.6 Aktörsperspektivet.....	25
4 SLUTSATSER	31
5 REFERENSER.....	33

1 INLEDNING

Transportsektorn står för nära en tredjedel av utsläppen av växthusgaser i Sverige och utsläppen från tunga fordon utgör en tredjedel av dessa utsläpp och alltså drygt 10 procent av de totala utsläppen i Sverige. Elektrifieringen av tunga fordon är därför ett stort utvecklingsområde för att bidra till att Sverige uppnår sina klimatmål. Det finns idag 84 000 tunga lastbilar i Sverige men bara ett fåtal är elektrifierade (Barr & Topel, 2022).

Det finns en mängd olika initiativ som driver på omställningen mot minskade växthusgasutsläpp från transportsektorn och en övergång till elektrifiering av tunga transporter. Exempel på nationella initiativ är Fossilfritt Sverige där fordonsindustrin ställt upp mål för fossilfrihet för tunga transporter. Enligt detta mål ska 50 procent av försäljningen av nya tunga lastbilar, över 16 ton, vara elektriska lastbilar 2030, givet en tillräckligt väl utbyggd infrastruktur. REEL (Regional electrified logistics) är ett annat nationellt initiativ där ledande svenska aktörer har gått samman för att accelerera omställningen till elektrifierade emissionsfria tunga transporter på våra vägar. REEL samlar transportköpare, speditörer och distributörer, åkerier, terminaloperatörer, laddpunktsoperatörer, elnätsföretag samt leverantörer av lastbilar, laddutrustning, och ledningssystem. Dessutom medverkar regioner, nationella myndigheter och universitet. Det finns också stora satsningar på europeisk och nationell nivå för att säkerställa regelbunden snabbbladdning längs det strategiska TEN-T vägnätet (transeuropeiska transportnätverket) utifrån förordningen om infrastruktur för alternativa drivmedel (AFIR) (Energimyndigheten, 2023).

På lokal nivå finns andra exempel såsom Elektrifieringspaketen (Stockholms stad, 2023) där Stockholms stad tillsammans med Ellevio, Scania och Volkswagen Sverige tagit fram gemensamma mål att skynda på arbetet med att få stadens transportsektor helt fossilfri till år 2030.

Dessa, och andra initiativ är viktiga. Dock anser vi alla involverade parter i projektet att det saknas ett systematiskt och aktörsgemensamt angreppssätt för att möjliggöra elektrifiering av de *regionala* tunga anläggningstransporterna – med fokus på att agera nu. Omställning till elektrifiering av tunga regionala anläggningstransporter går långsamt trots att de utför en stor andel av transporter. Cirka 25% av alla tunga transporter i urban miljö kör anläggningsmaterial såsom sten, grus och jord. Omställning till elektrifieringen av dessa transporter är låg och omställningen utmanande. Frågor såsom tillgång till platsmark, höga investeringskostnader och elnätskapacitet utmanar också en snabb etablering (Closer, 2022). Utöver detta kämpar anläggningstransporterna med låga fyllnadsgrader och, speciellt i storstadsregionerna, en trend att transportsträckorna ökar.

1.1 Syfte och mål

Syftet med den här rapporten är presentera kunskap och underlag som kan bidra till en snabbare och systemövergripande elektrifiering av regionala masstransporter, det vill säga tunga transporter med berg, sten, grus och jord. Det övergripande syftet är att bidra till omställningen av ett fossilfritt samhälle och att nå nationella och internationella klimatmål genom att sträva mot nollemissioner för transporter.

Målet är att ta fram en med värdekedjan förankrad plan för en mer strategisk och effektiv utbyggnad av laddinfrastruktur för tunga masstransporter i Stockholms län. Planen ska kunna fungera som underlag för vidare praktiskt genomförande samt som strategiskt inspel till privata och offentliga aktörers planer och strategier, på såväl kort som längre sikt.

1.2 Metod och avgränsningar

För att kunna uppnå en mer strategisk och effektiv utbyggnad av laddinfrastruktur för tunga masstransporter har projektet gjort analyser utifrån 1) kartläggningar och prognoser över vart i Stockholmsregionen det kommer hanteras och transporteras stora mängder berg, sten, grus och jord 2) data och praktiska erfarenheter från en ellastbil som använts för masstransporter i Norra Djurgårdsstaden och Slakthusområdet samt samlade erfarenheter kring logistikupplägg från lastbilbilsföretag inom bygg och anläggning i regionen. Utifrån dessa underlag har en plan för en strategisk och effektiv utbyggnad av laddinfrastrukturen tagits genom dialog i projektgruppen och med referensgruppen som består av nyckelaktörer i hela värdekedjan.

Den kartläggning för massor och masstransporter som använts som underlag har gjorts för Stockholms län på uppdrag av Länsstyrelsen, Region Stockholm, Trafikverket, StorSthlm och Stockholm stad (Lundberg, et al, 2022). Den kartläggningen sträcker sig fram till 2030 och visar vart geografiskt, samt hur stora mängder, jord- och bergmassor förväntas uppstå och behövas i Stockholmsregionen fram till 2030. Detta underlag grundar sig i transportplaner, detaljplaner och kommunala översiktsplaner. Utöver detta material har projektet använt sig av Ecoloop ABs kartläggningar av regionens täkter, återvinningsanläggningar och deponier. Även Nationella Vägdatas kartunderlag för bärighetsklasser i regionen har använts. En kartläggning av befintlig och planerad publik- och semipublik laddinfrastruktur har även gjorts och grundar sig i öppen data från exempelvis Nobil.no (2024) samt från data erhållen i kommunikation med bland annat Energimyndigheten.

För att beräkningar kopplade till bland annat räckvidd och körmonster ska vara tillförlitliga och tillämpbara på masstransporter har en fallstudie av en el-lastbil genomförts i Norra Djurgårdstan och Slakthusområdet. Under våren 2023 har data samlats in från olika typer av körningar inom en arbetsplats men även längre körningar till deponier. Data som samlats in avser bland annat laddmönster, transportavstånd, lastvikt samt mer kvalitativa dataunderlag kopplade till förarens upplevelse. Denna data har sedan kunnat jämföras med ett dieseldrivet referensfordon. Analysen av denna data ligger till grund för extrapolerade antaganden om räckvidder för el-lastbilar samt varit en viktig del i framtagandet av scenarier för förverkligande av det strategiska kartunderlaget.

Samtliga kartläggningar och modeller som tagits fram inom ramen för detta projekt har gjorts i GIS. En central metod som projektet nyttjat för att identifiera geografiska platser som lämpar sig väl för laddinfrastruktur är multikriterieanalys, där olika faktorer kartlagts och viktats mot varandra. På så sätt kan en helhetsbild erhållas över en viss plats lämplighet. Viktningen av faktorerna har skett huvudsakligen med intervjustudier som underlag men även med bistånd från litteraturstudier. I multikriterieanalysen har ISO area interpolation och nätverksanalyser tillämpats i GIS. Resultatet har sedan känslighetstestats genom analys av platserna i relation till GIS-lager som illustrerar mängden jord- och bergmassor som uppstår eller mängd ballast som behövs i regionen fram till 2030.

För att tolka data samt göra så tillförlitliga prognoser som möjligt på framtida scenarier för elektrifiering av masstransporter, har antaganden alltid gjorts i samråd med relevanta branschaktörer, både inom projektgruppen, i referensgruppen och externt från projektet.

1.2.1 Avgränsningar

I framtagandet av projektets modeller för lokalisering av lämpliga platser för laddinfrastruktur samt i insamlandet av data från el-lastbilen har vissa avgränsningar varit nödvändiga.

I utvecklandet av modellen för identifierande av platser lämpliga för etablering av laddinfrastruktur har flera avgränsningar gjorts, bland annat med avseende på existerande laddinfrastruktur och dess effekt. För kartläggningen av existerande publika laddningsstationer fanns ett stort dataunderlag, för semi-publika laddstationer, alltså sådana lokaliserade på exempelvis deponier och tåktäck, nyttjade av åkarna som besöker dessa, var dataunderlaget mer begränsat. För den planerade laddinfrastrukturen avgränsades kartläggningen till snabbladdningsstationer bekräftade av Energimyndigheten. Det är troligt (och ett av målen med detta projekt) att fler laddningsstationer ska etableras de kommande åren. Dessa kommer av naturliga skäl göra att modellen kommer behöva vara levande och appliceras på nytt om några år.

Även med avseende på den massbalansanalys som projektet utgår från har en avgränsning behövts göras då samtliga byggprojekt som kommer påbörjas innan 2030, inte har inkluderats i en detaljplan eller annan typ av plan. Precis som med kartläggningen av existerande laddinfrastruktur kommer en uppdaterad analys kräva en uppdatering av dessa faktorer.

Med avseende på el-lastbilen utgör fallstudien endast data från en lastbil och under en begränsad tid. För att insamlad data ska vara så representativ som möjligt har olika typer av körningar gjorts, laddning har skett under olika tider på dygnet och med olika kraftfulla laddare. Samtidigt är det data från en existerande el-lastbil som använts. Då projektets prognoser kopplade till scenariomodellerna sträcker sig nästan tio år fram i tiden kan tekniska framsteg påverka utfallet av dessa prognoser. Även utvecklingar på elmarknaden som har en stor påverkan på framtidens elpris kan ha en stor påverkan på elektrifieringens potential de kommande åren, och därför även på projektets antaganden.

Då insamling av data från el-lastbilen har skett genom förande av loggbok har avgränsningar behövts göras i hur ofta och i vilken utsträckning data kan loggas. För projektets syften anses det insamlade dataunderlaget vara tillräckligt.

2 BAKGRUND

2.1 Regional Masshanteringsstrategi för Stockholms län

Länsstyrelsen i Stockholms län, Region Stockholm, Storsthlm, Trafikverket och Stockholms stad har gemensamt tagit fram en, för Sverige unik, regional strategi med syftet att skapa förutsättningar för cirkulär och resurseffektiv hantering av massor i länet. Målsättningen är att projektgenererade massor av ballastkvalitet ska användas av marknaden där det är lämpligt. Användningen av ska vara så högkvalitativ och lokal som möjligt samtidigt som transportarbetet effektiviseras och miljö- och klimatpåverkan från masshantering minskar.

Den regionala strategin konstaterar att bristande logistik och samordning samt brist på ytor leder till långa, tunga masstransporter i regionen och därmed negativa konsekvenser för miljö och klimat i form av utsläpp. Redan idag uppskattas masstransporterna stå för cirka 28 procent av koldioxidutsläppen från tunga transporter i Stockholms län och det finns risk att dessa utsläpp kommer öka ytterligare (Ecoloop, 2022). Transport av massor medför dessutom påverkan på länets trafikflöden och -kapacitet.

Den regionala strategin lyfter tre övergripande effektmål för regionen:

1. Bred regional samverkan kring masshanteringen som säkrar konkurrensneutralitet och lika villkor

2. Hantering och transport av massor sker med så liten klimat- och miljöpåverkan som möjligt

3. En resurseffektiv, cirkulär och samhällsekonomisk optimerad hantering av berg- och jordmassor

För att uppnå mål två om hantering och transport av massor med så liten klimat- och miljöpåverkan som möjligt är elektrifiering en viktig pusselbit. Att elektrifiera regionala masstransporter kräver dock utveckling av laddinfrastrukturen.

Masstransporter fungerar annorlunda än tex distributionstransporter eftersom de går fulla och lastas tungt som leder till stora effektbehov under körningen. Den tunga, intensiva delen av transportarbetet kan kräva snabbladdning under dagen för att fungera under hela arbetspasset. Redan idag går två elektrifierade lastbilar med massor i Norra Djurgårdsstaden och Slakthusområdet. Där bygger Stockholms stad tillsammans med ABT bolagen och Ecoloop AB kunskap kring vilka behov som finns för att nå funktionella transporter med elektrifiering. I länets framtagna regionala masshanteringsplan byggs kunskap om vilka områden som kommer ha mycket masstransporter i framtiden, vilka sträckor osv. Med den kunskapen kopplat till behov för elfordonen kan man kartlägga strukturen för hur elektrifierade, och därmed koldioxid- och emissionsfria, masstransporter kan utvecklas i regionen. Kartläggningen ska fungera som underlag för diskussioner mellan entreprenadbranschen, fordonsbranschen, offentliga aktörer och elnätsägare om ansvars- och riskfördelning för att bygga upp en laddinfrastruktur där en viktig del blir att förstå de olika affärsmodellerna för lyckad elektrifiering för masstransporter.

2.2 Data och praktiska erfarenheter från en ellastbil i Stockholms stad

Med start den 6e februari 2023 och löpande under projekts gång har data samlats in från den ellastbil som har transporterat massor inom Slakthusområdet, Norra Djurgårdsstaden, samt mellan dessa platser och Ragn-Sells anläggning i Högbytorp. Vid körstart och körstoppnoterade föraren information avseende en rad parametrar in, bland annat körd sträcka, lastad vikt, batterinivån, utetemperaturen, mellan vilka tider och med vilken effekt laddning skett. För ett exempel på den data som samlats in under en vecka, se tabell 1 nedan.

Tabell 1. Insamlad data första veckan.

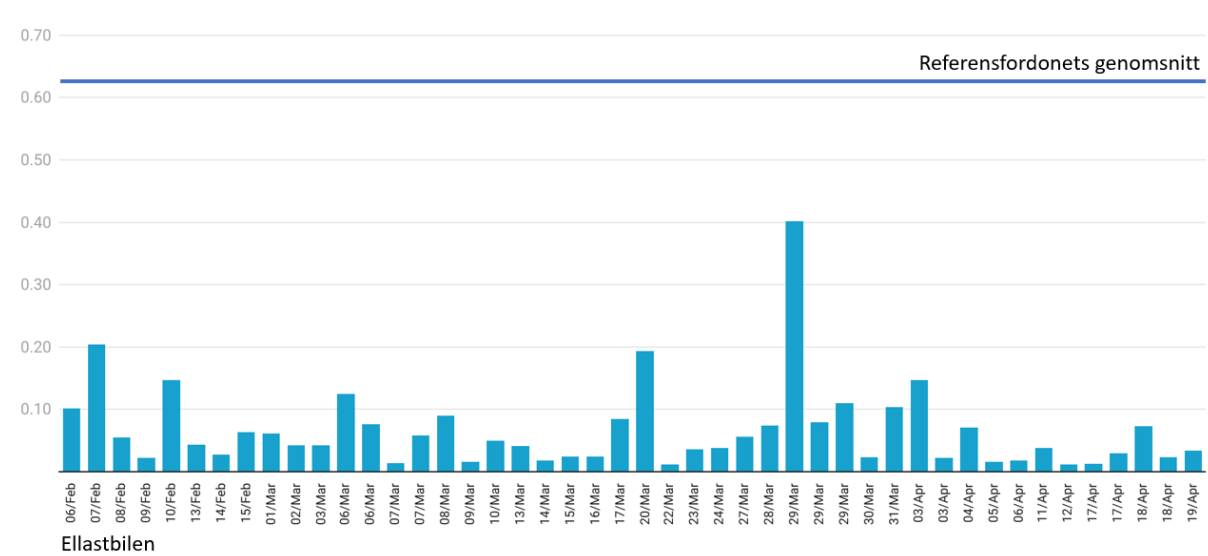
Datum	Vid körstart			Vid körstopp				Beräknad Förbrukning (kWh)	Vid laddning		
	Starttid körning	laddningsnivå start (%)	°C ute	Stopptid körning	laddningsnivå vid stopptid (%)	Sträcka körd (mil)	Total vikt (ton)		Starttid laddning	Stopptid laddning	Effekt
2023-02-06	07:40	100%	-4	15:50	62%	0,9	92	83,6	15:55	07:40	20kW
2023-02-07	07:05	100%	1	15:30	70%	0,9	36	66,0	16:01	07:05	20kW
2023-02-08	07:05	69%	2	15:20	23%	3,2	58	101,2	15:40	07:05	20kW
2023-02-09	06:55	100%	1	15:35	56%	2,1	212	96,8	15:35	06:55	20kW
2023-02-10	06:50	100%	0	12:30	72%	2,2	19	61,6	15:55	06:45	20kW

3 RESULTAT

3.1 Lastbilsdata

Under de tre månader som loggar från el-lastbilen analyserades transporterade den totalt över 4000 ton schaktmassor, dels inom NDS och Slakthusområdet, dels längre sträckor, som till Högbytorp återvinningsanläggning. Under denna period uppvisade el-lastbilen goda resultat med en genomsnittlig transporteffektivitet på cirka 0,07 kWh/tonkm medan det dieseldrivna referensfordonet uppvisade relativt konsekvent 0,62 kWh/tonkm. För ellastbilen har två avvikande loggar exkluderats, det ena avsåg en dag då bilen åkte utan last till service och tillbaka och en annan där bilen åkte kortare än 1 km under en hel dag.

Utöver detta bör det poängteras att körningarna för de två fordonen inte speglade varandra. El-lastbilen hade en högre andel av körningarna som utgjordes av kortare turer inom arbetsplatsen. För de längre turerna observerades dock en transporteffektivitet kring 0,2 (0,15-0,25) kWh/tonkm, vilket fortfarande indikerar god effektivitet även vid längre turer, även om antalet längre turer inte var tillräckligt för att statistiskt säkerställa. Båda fordonen kördes i Stockholmsområdet och under samma tidsperiod.



Figur 1. Transporteffektiviteten för el-lastbilen för vardera loggtillfälle, jämfört med det dieseldrivna referensfordonets genomsnittliga transporteffektivitet (uttryckt i kWh/ton km).

Som framgår av figur 1 är det ett par loggtillfällen som sticker ut med avsevärt sämre transporteffektivitet än övriga tillfällen. Detta kan bero på att dessa körningar präglats av mycket små laster och långa körningar men kan även bero på bristande loggförande.

Tre viktiga faktorer som bidrar till el-lastbilens goda transporteffektivitet i förhållande till diesellastbilen är:

1. Energieffektiv tomgångskörning.
2. Elmotorns verkningsgrad.
3. Gynnsamma körningar.

Med avseende på tomgångskörningen utgjorde uppemot 40% av tiden för referensfordon att lastbilens motor gick men att den inte körde, exempelvis vid av- eller pålastning. Även vid tomgångskörning är bränsleåtgången för en diesebil relativt hög. För el-lastbilen innebär

tomgångskörning att mycket lite energi förbrukas. Ju mer tomgångskörning de två lastbilarna genomgår, desto bättre kommer el-lastbilen att prestera i relation till diesellastbilen.

Avseende elmotorn är verkningsgraden avsevärt högre än dieselmotorns. Med dieselmotorns verkningsgrad på cirka 50% och elmotorns på cirka 90-95% kommer nästan dubbelt så mycket energi krävas för att utföra samma arbete med en diesellastbil.

Även typen av körningar som ellastbilen använts för under den angivna perioden kan ha bidragit till den höga transporteffektiviteten. Som nämns tidigare är dock resultatet för de längre turerna avsevärt bättre än referensfordonets resultat. På denna punkt är det även viktigt att lyfta aspekter kopplade till vägunderlaget samt chaufförens körsätt, som båda har stor inverkan på lastbilens förbrukning.

I samtal med föraren framgick det även att det fanns arbetsmiljömässiga fördelar med ellastbilen, framförallt kopplat till reducerade ljudnivåer i jämförelse med dieseldrivna motsvarigheter.

3.2 Optimal laddinfrastruktur

I samband med exploateringsprojekt som vägbyggen eller etableringen av nya bostäder, kommer schaktmassor att uppstå och ballastmaterial kommer att behövas på arbetsplatsen. Transporterna av dessa massor sker till och från arbetsplatsen under stora delar av projektets gång. Schaktmassorna transporteras bort från arbetsplatsen och hamnar idag antingen på en deponi, en återvinningsanläggning eller kan användas i ett annat projekt. Ballastmaterialet hämtas oftast från en täkt men kan även komma från en återvinningsanläggning där schaktmassor upparbetats till användbara produkter.

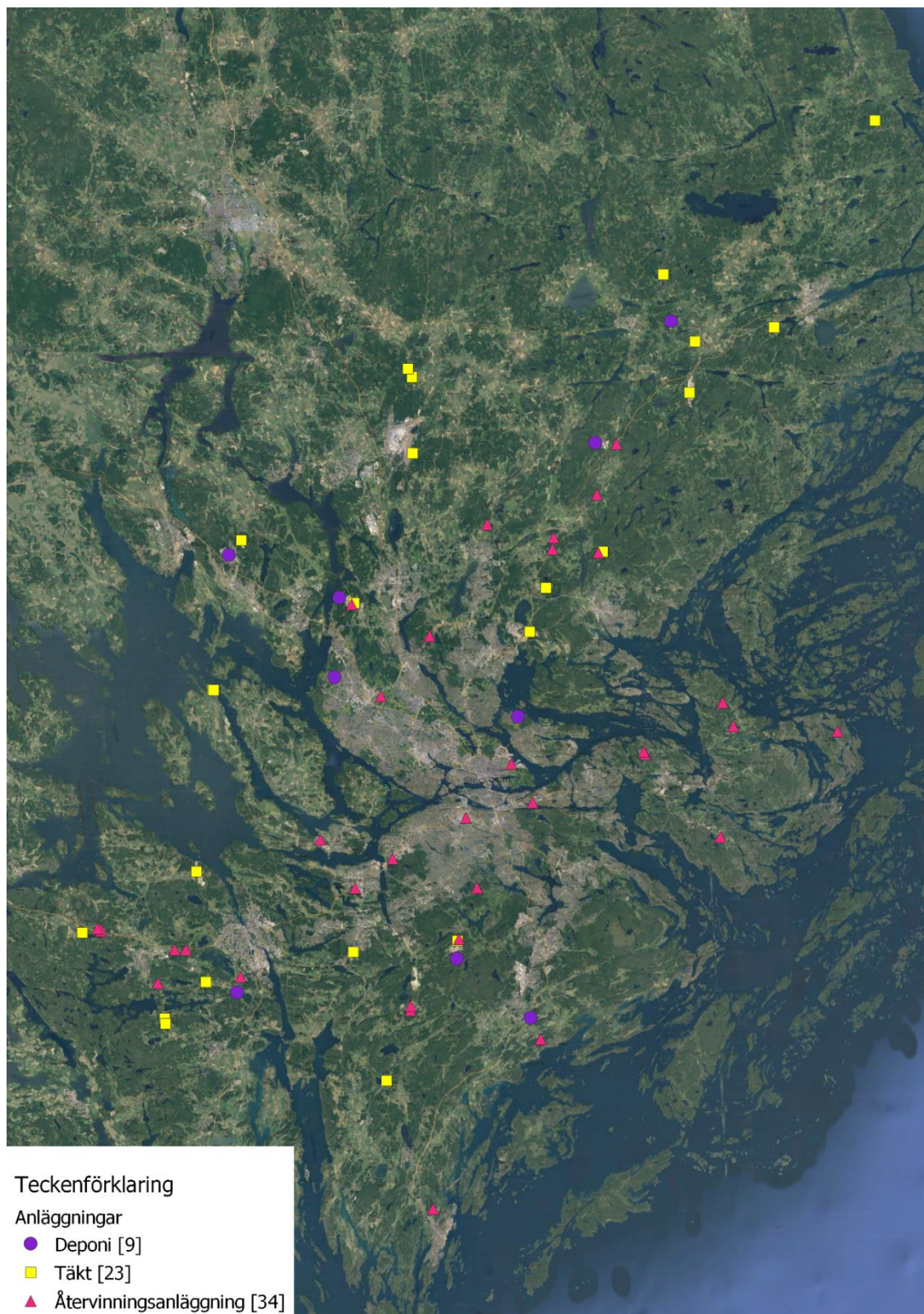
Utifrån masshanteringsstrategin som tas upp i kapitel 2.2 har en kartbaserad modell utvecklats för att identifiera 'hot spots' där laddinfrastruktur kan få maximal utväxling givet en elektrifiering av tunga masstransporter. Som grund för modellen har mängden massor för de projekt som identifierats i strategin kompletterats med följande information:

- Existerande publika och semi-publika snabbladdare (>150 kW) som utifrån fysiska begränsningar ansetts tillgängliga för lastbilar. Fysiska begränsningar i detta avseende innefattar exempelvis möjligheten att vända fordonet i anslutning till laddaren.
- Existerande laddpunkter med en effekt lägre än 150 kW.
- Rådande bärighetsklassningar för vägarna i regionen.
- Existerande täkter, deponier och återvinningsanläggningar (se figur 2)

För att identifiera strategiska platser för installation av laddinfrastruktur har detta kartmaterial sedan kompletterats med data från ellastbilen som redogörs för i kapitel 3.2. Detta har givit information om genomsnittlig räckvidd. Informationsgap som inte tillhandahållits från ellastbilens mätningar har erhållits från intervjuerna med branschaktörer. Exempelvis har uppskattningar kopplat till bland annat genomsnittliga framkörningssträckor gjorts baserat på dessa intervjuer. Vidare har det framkommit att en förutsättning för att laddinfrastruktur ska kunna användas, är att den placeras på ett sätt så att fordonet kan laddas i samband med lastning och lossning av last eller i samband med rast och nattvila.

Med nödvändiga data insamlad har modelleringar gjorts genom ISO area interpolation i GIS (Geographic Information System). Denna analys resulterade i nio strategiska platser, varav laddinfrastruktur redan har installerats på tre stycken nyligen (Norra Djurgårdsstaden, Slakthusområdet och Högbytorp). Utöver dessa punkter identifierades ytterligare fem punkter genom en klusteranalys av planerade projekt identifierade i masshanteringsstrategin. Denna klusteranalys utgick från den uppskattade mängd material som projektet bedöms omsätta.

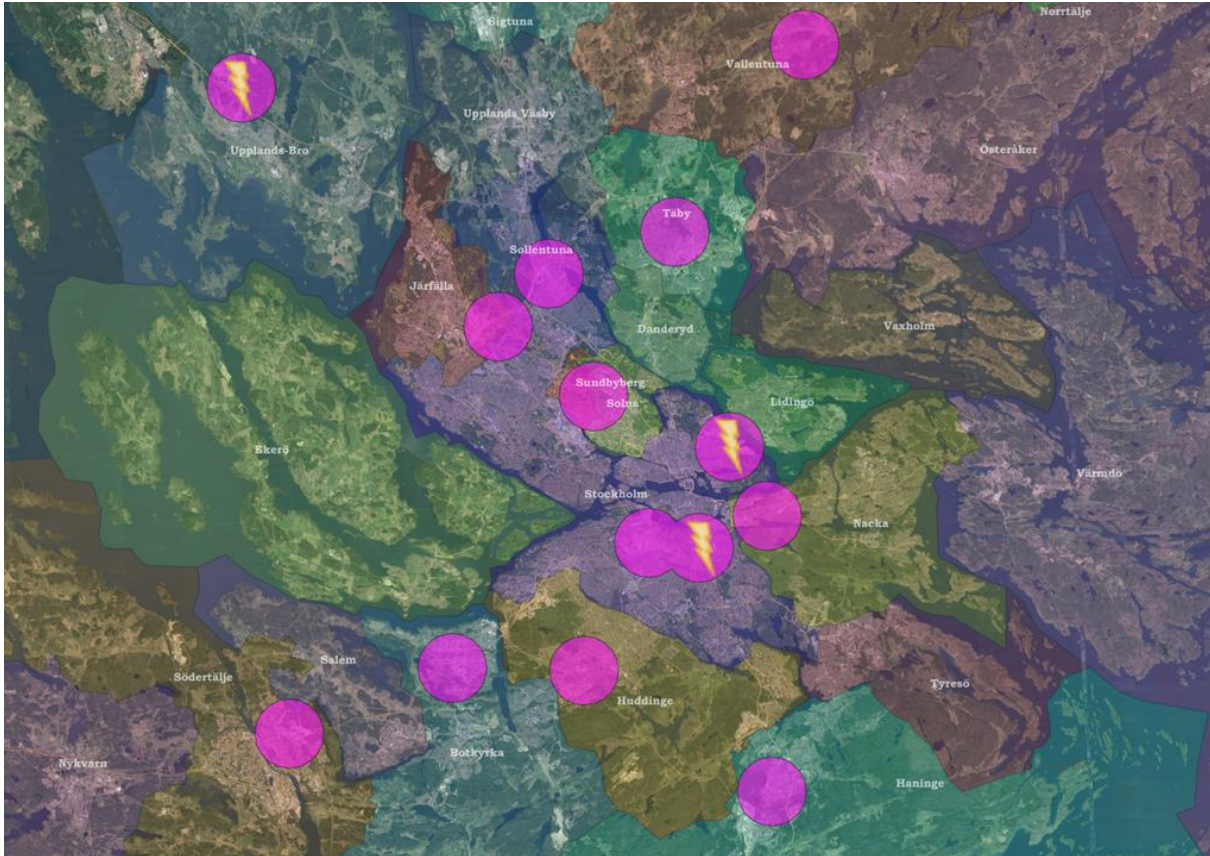
Områden där strategin påvisade särskilt högt behov av tunga masstransporter identifierades i denna klusteranalys.



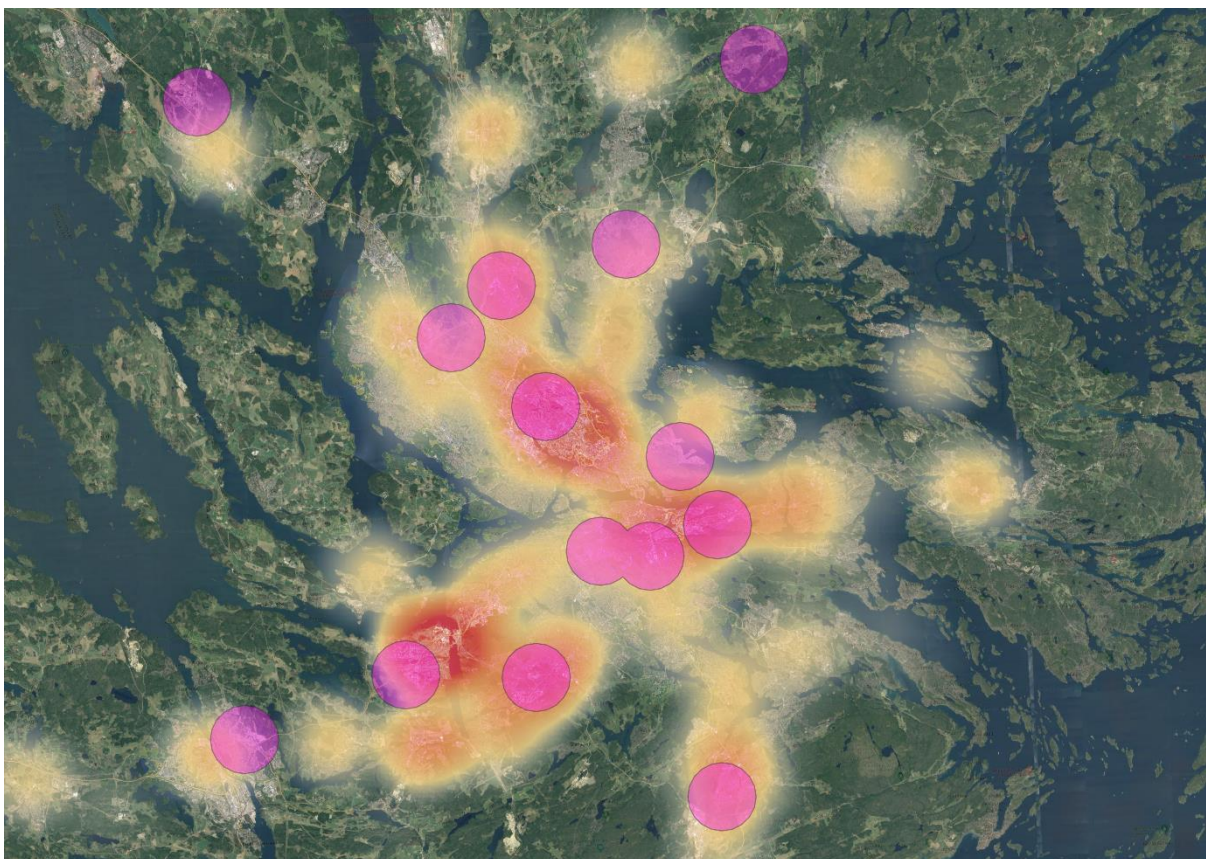
Figur 2. Deponier, täkter och återvinningsanläggningar relevanta för framtagande av modell. Dessa anläggningar har använts för att modellera avståndet från respektive projekt till en lämplig anläggning för avsättning eller upphämtning av material.

3.2.1 Identifierade platser

Som omnämns i föregående kapitel identifierade modellen 14 strategiska platser lämpliga för elektrifiering. Områdena som dessa strategiska platser befinner sig i finns redovisade som cirkelareor med två kilometers radie i figur 3 nedan. I figur 4 redovisas dessa områden i förhållande till den prognostiserade uppkomsten av schaktmassor från och med 2023 och fram till och med 2030. Vidare analys och förslag på specifika platser inom dessa områden erhålles i kommande kapitel 3.4.



Figur 3. 14 identifierade strategiska platser där installation av laddinfrastruktur anses lämpligast utifrån framtagna modell. Tre av dessa har nyligen försetts med snabbladdare, dessa platser är utmärkta med en gul blix. Figuren innefattar även kommungränser.

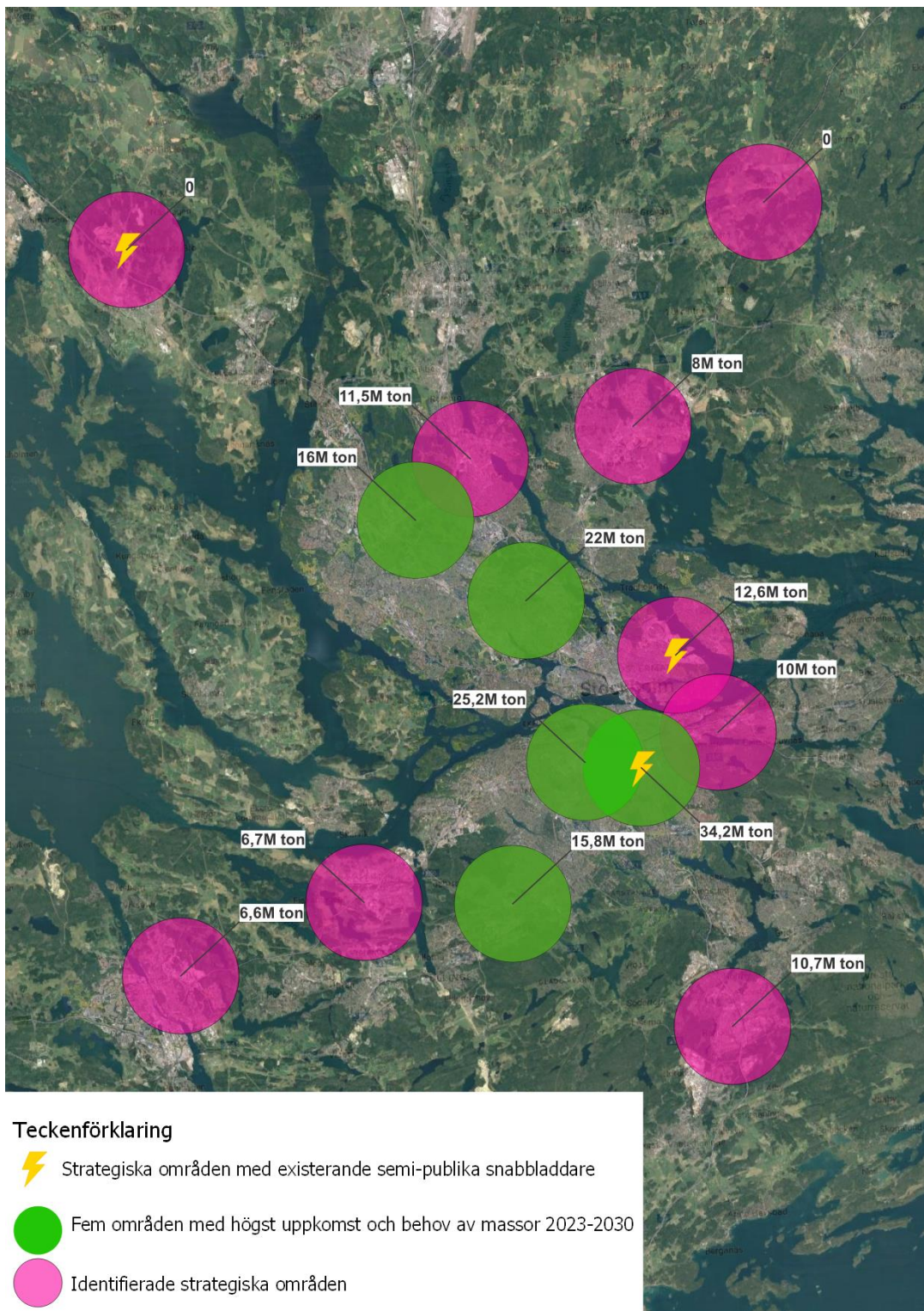


Figur 4. 14 identifierade strategiska platser för elektrifiering i förhållande till den geografiska intensiteten i uppkomsten av schaktmassor 2023-2030.

Av dessa 14 strategiska platser kunde sedan ett vidare urval göras för att identifiera en prioriteringsordning bland dessa platser. Prioriteringsordningen har i detta fall utgått från mängden massor och ballastmaterial som kommer behöva hanteras mellan åren 2023-2030. I figur 5 nedan kan den totala mängden massor (uppkomna massor samt ballastmaterial) för vardera strategisk punkt erhållas. Urvalet har gjorts utifrån en radie på 3 km från områdets center. Som tidigare nämnts är de 14 områdena identifierade utifrån fler faktorer än bara mängden massorna och ballastmaterial, vilket är varför två av områdena inte har några aktiva projekt under den givna tidsramen. Dessa områden är dock strategiska utifrån andra aspekter, där den ena utgörs av en stor mottagningsanläggning för massor och den andra som en strategisk knutpunkt för projekt i de norra delarna av länet. Figur 5 ger således en indikation vilka områden som kan vara lämpliga att börja med utifrån mängden massor som kommer behöva hanteras i närområdet.

Som figur 5 visar, och som nämnts tidigare, har vissa av dessa områden nyligen har fått snabbbladdare installerade. Dessa områden utgörs av Norra Djurgårdstaden, Slakthusområdet och Högytorp (utanför Bro). Fokus för bör således vara på de fyra områden som bedöms behöva hantera stora mängder massor de kommande åren men som än så länge inte erhållit nödvändig laddinfrastruktur. Dessa områden utgörs av:

- Barkarbyområdet
- Solna/Ursvik-området
- Årsta/Västberga-området
- Flemingsbergsområdet



Figur 5. De 14 identifierade strategiska områdena för installation av laddinfrastruktur samt de fem högst prioriterade områdena utifrån mängden massor som kommer behöva hanteras mellan 2023-2030. Existerande semi-publika snabbladdare är utmärkta med en blix.

3.3 Elektrifieringsnivåer

Laddinfrastruktur kan se ut på många olika sätt. Viktiga erfarenheter från ellastbilarna i Norra Djurgårdsstaden och Slakthusområdet och andra projektparters erfarenheter, visar på potentialen att enkelt kunna integrera ellastbilar som i princip klarar sig endast på långsamladdning (nattladdning). Detta möjliggörs tack vare ett anpassat logistikupplägg där ellastbilen sätts på många korta körningar, där det totala behovet energi ryms inom en laddcykel. Upplägget med ett masslogistikcenter i Norra Djurgårdsstaden innebär en särskilt effektiv möjliggörare för denna typ av lågt hängande frukt. Datainsamling som skett inom ramen för detta projekt bekräftar för övrigt denna bild som inblandade parter vittnat om. Viktiga fördelar med just långsamladdning är att det går att få på plats inom ramen för befintlig byggnad och går därför att installera på ett snabbt och kostnadseffektivt vis.

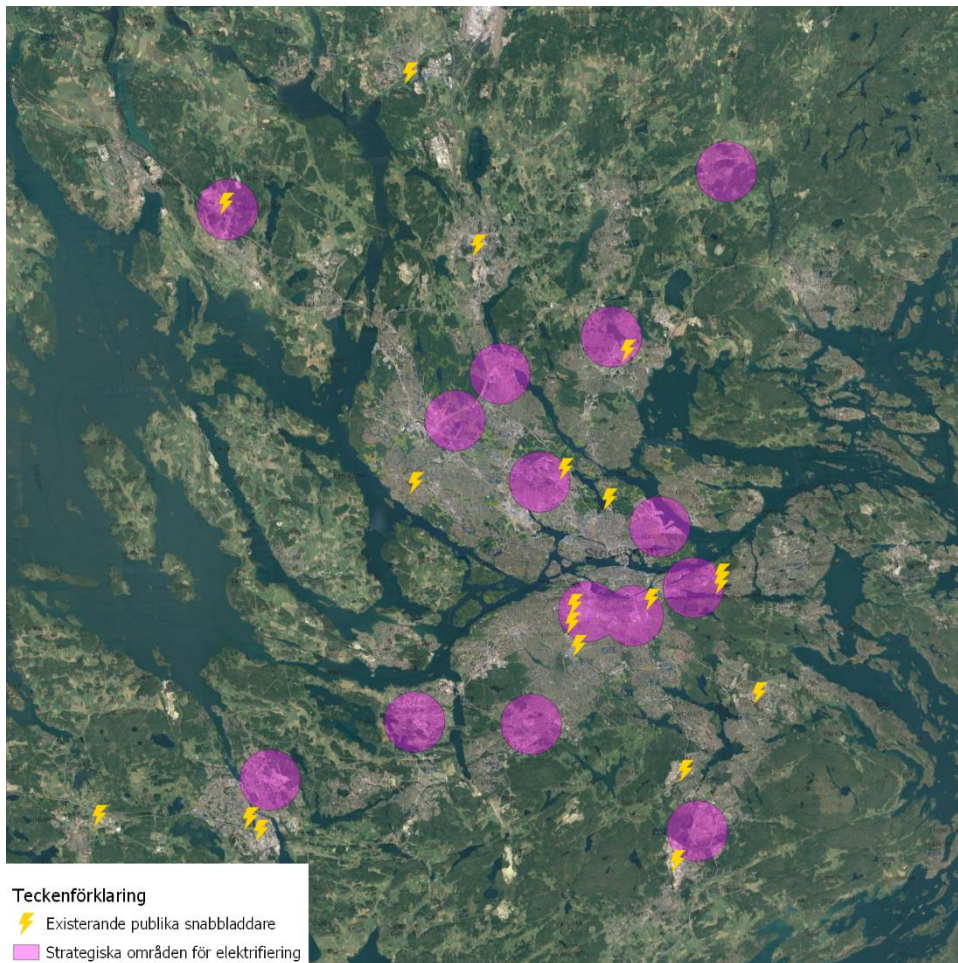
För längre körningar där behovet av energi överstiger en laddcykel behöver långsamladdningen nattetid kompletteras under dagtid. Då tid är pengar i anläggningsbranschen är tidsaspekten central. Med infrastruktur med en högre tillgänglig effekt, ofta kallade snabbbladdare, kan en stor del eller i vissa fall hela batteriet på lastbilen laddas upp under en lunchrast. Det behövs då mindre tid för att få ut samma mängd energi som vid laddning vid lägre effekter. Samtidigt är snabbbladdare dyra investeringar och ställer större krav på det lokala elnätet. I samband med intervjuer som genomfördes inom ramen för projektet framhölls även de långa ledtiderna som denna typ av laddinfrastruktur idag medför, vilket kan röra sig om år. Laddinfrastruktur med lägre effekt är billigare och lättare att etablera men gör laddning under dagen svår till följd av den förhållandevis långa tid som krävs för att fylla ett batteri.

Mobila energilagrar är ett annat alternativ som uppkommit i samtal med flera aktörer. Dessa har fördelen att kunna flyttas mellan projekt för att tillgodose ett geografiskt varierande behov på så sätt kan laddning med hög effekt möjliggöras, trots en låg effekt från elnätet. Även dessa lösningar har relativt höga investeringskostnader. Utöver detta finns andra tekniker för att tillgodose behovet av el för lastbilar, men som faller utanför denna studies avgränsning. Så kallad *'battery swapping'* är ett sådant exempel.

Omställningen mot en högre grad av elektrifierade masstransporter kommer behöva ske gradvis och i samsteg med utrustningen av elektrifierade lastbilar och arbetsmaskiner. Det är därför inte tekniskt möjligt eller affärsmässigt önskvärt att installera snabbbladdare på samtliga planerade byggprojekt redan nu. I stället kommer lägre hängande frukt att behöva plockas initialt, innan man kan skala upp elektrifieringen. Nedan presenteras tre på varandra följande elektrifieringsnivåer av en tilltänkt elektrifieringsplan för de strategiska områden som identifierats ovan.

3.3.1 Elektrifieringsnivå 1 - Kort sikt (1-2 år)

Denna nivå utgår från installation av så kallad långsamladdning/nattladdning och handlar alltså om att försöka plocka de lägsta hängande frukterna i arbetet med elektrifiering. Dessa utgörs av kortare transporter, ofta inom projektområdet – så kallade "interna körningar". Genom att anpassa logistikupplägget för körningar som "ryms" inom en laddcykel, möjliggörs kostnadseffektivt en högre grad av elektrifiering. Även existerande laddinfrastruktur vägs in i denna nivå, och kan användas utifrån behov. Som nämnts tidigare medför dock publika snabbbladdare en hög driftskostnad för åkare, vilket är varför dessa inte bedöms utgöra en betydande del av laddinfrastrukturen som är nödvändig för att elektrifiera masstransporterna i länet. Kompletterande existerande laddinfrastruktur bedöms snarare utgöras av semi-publika laddare där kostnadsräkningen kan räknas hem. På denna nivå bedöms cirka 10% av masstransporterna i Stockholms län kunna elektrifieras inom 1-2 år.

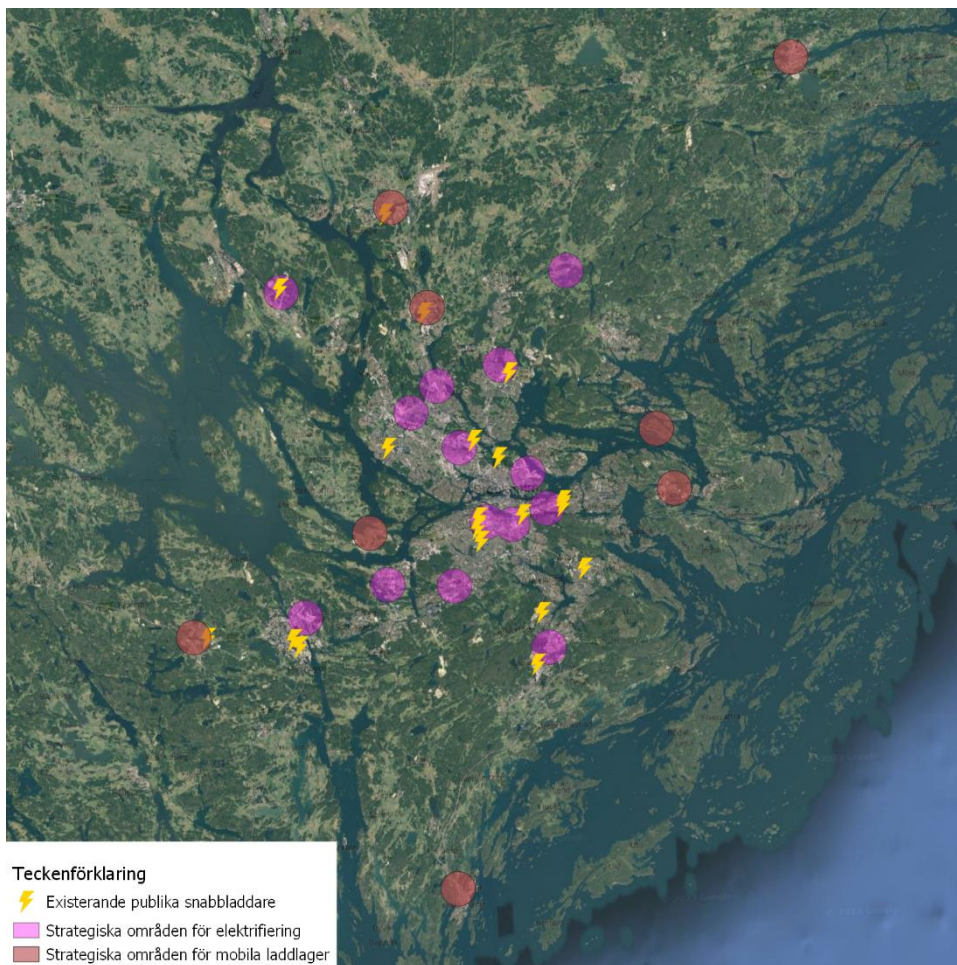


Figur 6. Strategiska områden att elektrifiera med långsamladdare på kort sikt.

3.3.2 Elektrifieringsnivå 2 - Medellång sikt (3-5 år)

Med några års längre tidshorisont bedöms laddinfrastrukturen kunna utökas och även kompletteras med till exempel mobila laddare och/eller energilager där det är kapacitetsbrist i elnätet. Laddare tillsammans med energilager kan stötta upp med effekt både dagtid och nattetid, och på områden där permanent laddinfrastruktur inte kan rättfärdigas på grund av att projektet endast pågår en kortare tid kan mobila laddare och/eller energilager vara en lösning. Ett större utbud av elektrifierade lastbilar samt anläggningsmaskiner möjliggör även att en större del av fordonsflottan kan ha hunnit bytas ut. Att skifta en fordonsflotta från fossildriven till elektrifierad sker inte omedelbart utan elektrifierade alternativ behöver fasas in allt eftersom behovet att byta ut äldre fordon uppstår.

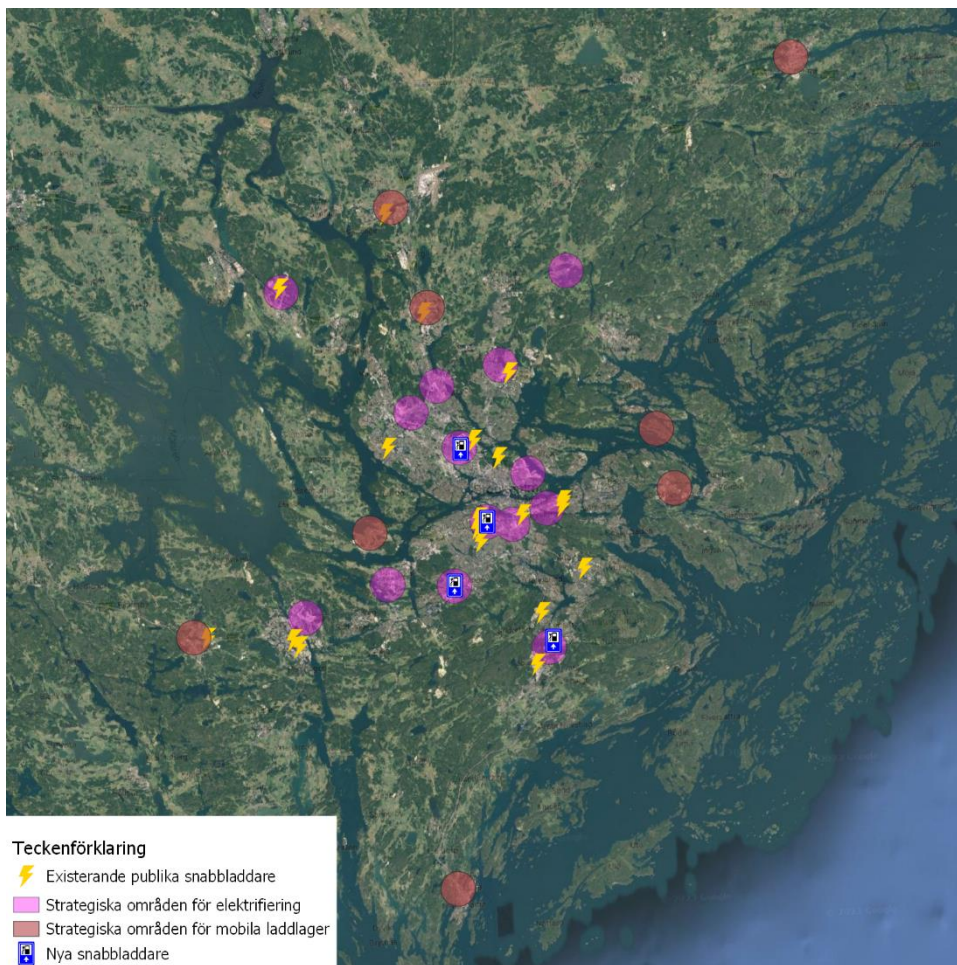
På denna nivå bedöms cirka 30% av masstransporterna i Stockholms län kunna elektrifieras.



Figur 7. Strategiska områden att elektrifiera med långsamladdare på kort sikt, samt ytterligare områden som lämpar sig för elektrifiering på medellång sikt.

3.3.3 Elektrifieringsnivå 3 - Längre sikt (+5år)

På en något längre sikt bedöms utvalda områden kunna kompletteras med snabbladdare för att möta upp mot elektrifieringen av en större andel av transporter. Dessa områden är ett urval av de 14 områden som identifierades som strategiskt viktiga att elektrifiera. Urvalet har gjorts utifrån mängden massor som förväntas uppstå i nära anslutning till dessa. I figur 8 nedan kan man se att det är fyra områden som bedöms behöva hantera störst mängd massor och som i dagsläget inte är elektrifierat med snabbladdare. Vissa områden, som de kring Slakthusområdet och Norra Djurgårdsstaden, är redan elektrifierade med snabbladdare (se figur 5). Då denna nivå identifierar nya områden att etablera snabbladdare på är dessa inte inkluderade i figur 8. Dessa laddare, i symbios med utbyggd infrastruktur för nattladdning och mobila laddare, gör elektrifieringen tillgänglig för en ännu större del av masstransporterna. Genom att använda nattladdning som grund och sedan kunna komplettera med snabbladdning under dagarna kan även längre transporter elektrifieras. De mobila laddare som introducerades tidigare kan även stötta upp med effekt längre ut i länet för att möjliggöra för elektrifiering utanför tätbebyggt område. På sikt kan det förstås finnas behov att utöka även antalet snabbladdare även i Norra Djurgården och Slakthusområdet. På denna nivå bedöms cirka 50% av masstransporterna i Stockholms län kunna elektrifieras.



Figur 8. Strategiska områden att elektrifiera med lågsamladdare, mobila laddlager, och i ett lägre perspektiv, samt förslag på nya snabbladdare.

3.4 Affärsmodeller

Detta avsnitt avgränsar sig till att fungera som en översiktlig sammanställning över tekniska och affärsmässiga förutsättningar och modeller för att elektrifiera lastbilar med fokus på laddinfrastruktur. Då fokuset för projektet inte legat på affärsmodellerna, kommer projektet inte med några uttömmande rekommendationer om vilka affärsmodeller som föreslås för förverkligande av "elektrifieringsplanen", däremot framstår semi-publik laddning som särskilt ekonomiskt fördelaktig. Affärsmodeller bedöms dock vara ett område för vidare utveckling som blir centralt för implementering, där även leasinglösningar av såväl fordon som laddinfrastruktur också är ett stort område där aktörer redan idag erbjuder denna typ av tjänster. Andra områden för vidare undersökning gäller regelverk som potentiellt försvårar för entreprenörer att använda sina fordon såväl ovan som under mark.

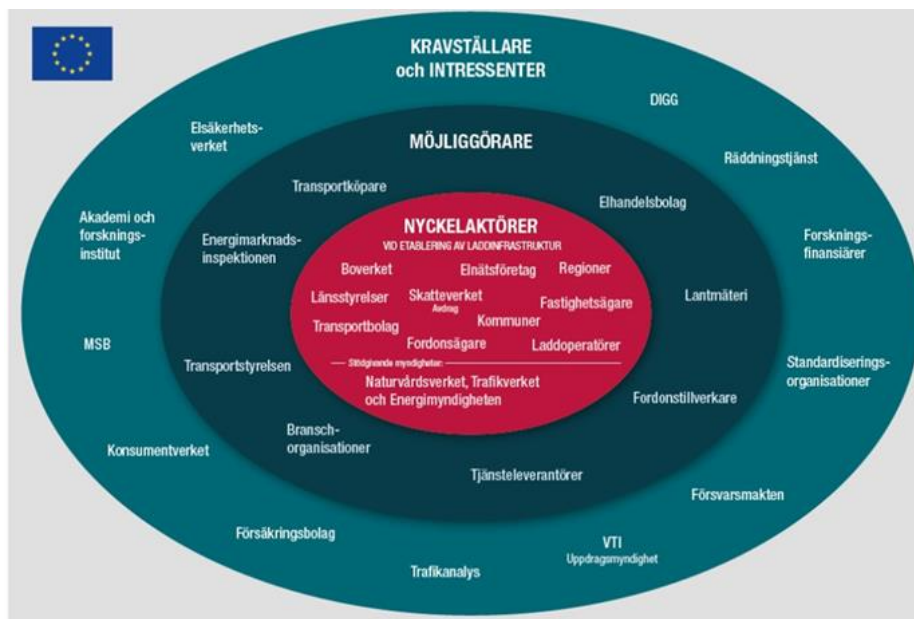
3.4.1 Aktörsanalys

Innan etablering av laddinfrastruktur

För att förstå vilka aktörer som blir involverade när man ska bygga en laddinfrastruktur har Energimyndigheten tagit fram en aktörsanalys. Se figur 9. Den beskriver nyckelaktörer, möjliggörare samt kravställare och intressenter. I myndighetens beskrivning är nyckelaktörer till stor del offentligheten såsom regioner, kommuner och länsstyrelser. Varav stödjande myndigheter är Trafikverket, Naturvårdsverket och Energimyndigheten. Med denna

beskrivning så drivs laddinfrastrukturen och elektrifieringen på av de myndighetskrav som kommer att ställas i framtiden. Trafikverket är dock ett undantag som dessutom är en möjliggörare eftersom de också har stora entreprenadprojekt. De aktörer som sedan kan göra elektrifieringen möjlig är transportköpare och fordonstillverkare där också elhandelsbolagen och elnätsbolagen blir viktiga.

De som i detta sammanhang kallas kravställare ska ingå i möjliggörare enligt vår analys. I den yttre ringen finns standardisering och säkerhetsfrågor som behöver synkroniseras samt vidareutvecklas genom forskning.



Figur 9. Visualisering av aktörer som är involverade när laddningspunkten inte ännu är etablerad Energimyndigheten (2023).

Efter etablering av laddinfrastruktur

I figur 10 har Energimyndigheten delat upp aktörerna i kravställare, möjliggörare men också de aktörer som är aktiv(a) vid laddstället. Denna figur beskriver vilka som är aktiva för att kunna ladda och det är främst transportköpare, elhandelsbolag men också fordonsägare. Myndigheten har också tagit med fordonstillverkare vilket projektet initialt ifrågasatte. Det ansågs finnas en stor risk att de inte kommer att engagera sig i själva laddinfrastrukturen utan bara leverera fordon. Efter samtal med fordonstillverkare ändras bilden eftersom de nu ökar sitt intresse för totallösningar kring transport och energi. Det betyder att de vill engagera sig i hela systemet. Möjliggörare är desamma som tidigare och samma sak gäller för kravställare att de är också möjliggörare.



Figur 10. Visualisering av aktörer som är involverade när en laddpunkt är etablerad Energimyndigheten (2023).

Denna genomgång har syftet att belysa hur komplicerad etablering av laddinfrastruktur är. Det är också viktigt att förstå hur vår sektorsansvariga myndighet inom energi kommer att hantera etableringen av laddinfrastrukturen och vilka affärsmodeller som kommer att uppmuntras. Energimyndigheten kommer under 2024 att ha fler utlysningar med andra inriktningar eftersom själva nätet av helt publika laddstationer är relativt välutvecklad.

Energimyndigheten stödjer även andra delar av transportsektorns omställning genom exempelvis Klimatpremien som underlättar inköp av tunga fordon och arbetsmaskiner och olika forsknings- och innovationsprojekt, såsom miljölastbilar, eldrivna arbetsmaskiner och miljöarbetsmaskiner. (Energimyndigheten, 2023)

3.4.2 Affärsmodeller

Som bakgrund har vi tittat på hur laddinfrastrukturen kommer att utvecklas och vilka möjliga intressenter som är med i affären.

Det vanligaste idag är att åkare själva ansvarar för sina lastbilar, således är det inte idag vanligt att åkeriet tillhandahåller egen depåladdning. Däremot ser vi i projektet att depåladdning i åkerier är en intressant modell att beakta.

Depåladdning – Hemma/Privat

Åkare (hemma) eller Åkeriers egen depå ger följande möjligheter:

- endast kostnadstäckning krävs, inte någon marginal därutöver
- laddinfrastruktur i den egna rörelsen är en ren kostnadspost
- marknadsprissatta tjänster

Nästa steg är när depåladdning inte är möjlig eller inte räcker för en hel dags körning. Då finns det semi-publika laddningspunkter/destinationsladdning.

Destinationsladdning - Semi-publik

Semi-publika sker vid den plats dit fordonet har en transport till, exempelvis vid av- och omlastning. För denna typ av laddning har fordonet antagits ta tillfället att ladda vid en semi-publik laddstation när det ändå är stillastående.

- Debiterar brukaren ett prispåslag utöver elkostnaden vid laddning.
- Påslag ska täcka avskrivningar på investeringar/anslutningskostnader, löpande kostnader och en vinstmarginal.

Publik laddning

Publik laddning med högre effekt än vid depåladdning och semi-publik laddning. Denna form av laddning ses som minst aktuell på grund av den höga kostnadsbilden, men kan möjligen användas i en övergångsperiod och/eller av de fordon som har långa dagliga körsträckor där batteriets kapacitet inte räcker till för den dagliga körsträckan eller där förarens kör- och vilotider inte möjliggör för så kallad depåladdning eller semi-publik laddning.

- Debiterar brukaren ett prispåslag utöver elkostnaden vid laddning.
- Laddstolpen finns oftast på mack.
- Ägarförhållande är att åkaren har ingen del i ägandet.
- Påslag ska täcka avskrivningar på investeringar/anslutningskostnader, löpande kostnader för infrastrukturen (reparation, underhåll etc) och en vinstmarginal.

Energilager

För att få ökad flexibilitet så kan man installera stationära energilager bakom elmätaren. Energilager är en teknologi som har hög potential att bidra till mer smart laddning för kommersiella transporter om de installeras i anslutning till laddstationer. Stationära lager ger en större flexibilitet när effekt tas ut (eller matas in) i elnätet och kan vara en förutsättning för att kunna etablera laddning överhuvudtaget, som ett alternativ till att behöva vänta på att få öka sitt effektabonnemang. Ett exempel med batterilager så sänktes effektopparna och avlastade belastningen från laddningen på det lokala elnätet med över 80 %.

3.4.3 Sammanfattning kring ägande av laddinfrastruktur

Hemma/depå – och semipublik laddning bedöms som samhällsekonomiskt mest effektiv. Långsam laddning med låg effekt under de timmar när belastningen på elsystemet är lägre är en kostnadseffektiv laddning för användaren och även positivt för balansen i elsystemet. Möjligheten till hemma- och depåladdning är också en viktig faktor för att snabba på elektrifieringen generellt då det bidrar till att fler ställer om till elektrifierade fordon. Det är samhällsekonomiskt effektivt att arbeta för en snabb utbyggnad av hemma- och depåladdning.

Den semipublika laddningen, som främst sker vid hamnar, terminaler, byggarbetsplatser, täckter och andra ställen för om- och avlastning, är viktig för elektrifieringen av de tunga transporterna som i ett första skede präglas av regionala och lokala tunga masstransporter. Kostnaden för investering i semipublik laddning är i nivå med den publika snabbbladdningen. Semipublik laddning har en annan ägarbild jmf farmartankar. Den kan ägas av ett åkeri eller att flera intressenter går samman och delar på investeringen samt avtalar ett satt elpris. Aktörerna som delar på den semipublika laddningspunkten skulle kunna stå för kostnaderna själva. Men ett stöd till semipublik laddning sänker företagets logistikostnader och gör att batterielektriska lastbilar snabbare kan bli konkurrenskraftiga jämfört med dieseldrivna lastbilar. Det betyder att kostnaden för laddinfrastrukturen blir förutsägbar vilket är nödvändigt för att kunna beräkna de nya elektrifierade transportkostnaden för entreprenören. En utbyggnad av den semipublika laddningen innebär en högre samhällsekonomisk nytta än

den publika för lokala och regionala entreprenadtransporter. Bedömningen är därför att stöd till semipublik laddning bör vara ett samhällsekonomiskt effektivt sätt att öka takten i elektrifieringen. Följaktligen bedöms semipublika laddare vara lämpligt vid elektrifieringen av de 14 strategiska områdena.

Karlsson & Grauers (2023) undersöker hur optimal batteristorlek och utvärderar lönsamheten och användningen av publika snabbbladdare för ett svenskt transportföretag. Den visar att en övergång till batterielektriska lastbilar jämfört med diesellastbilar är kostnadseffektiv om man inte har för stor andel tungt gods eller har längre körsträckor. Redan idag ser vi en bättre prisbild för transporter med elektrifierade distributionslastbilar med fyllnadsgrad på runt 40%. Urbana masstransporter som vi har studerat som går med full last och maxvikt kräver oftast snabbbladdning under dagens körning beroende på sträcka. Ett alternativ på längre sikt är dubbelt så stora batterier och ingen snabbbladdning. Det blir en dyrare och tyngre lastbil, men kan löna sig om priset på snabbbladdning inte sjunker från dagens marknadspriser.

Kritiska platser

Innan man investerar i laddinfrastruktur behöver man ta fram kritiska platser. För entreprenader har vi identifierat semipublika laddstationer som den mest kostnadseffektiva och samhällsekonomiska lösningen. Platserna behöver, utöver geografisk täckning och tillräcklig kapacitet i ett normalläge, även robusthet, tillförlitlighet och redundans i systemet. Särskilda platser kan behöva pekas ut som kritiska där exempelvis extra laddningspunkter, ö-drift i elsystemet etc. etableras. Energimyndigheten bedöms vara en lämplig myndighet för att identifiera dessa platser.

Elbehov

En annan viktig parameter med elektrifiering av tunga masstransport är tillgänglighet på el där laddinfrastrukturen kommer placeras. Laddinfrastruktur bör dimensioneras utifrån elbehovet från samtliga lastbilar i området, men elnätsägaren måste även få veta i förhand vilka effektbehoven är, och hur laddinfrastrukturen på plats kommer påverka elnätet. Utifrån behovet samt kapacitetsförutsättningar kan det komma att krävas nätförstärkningar eller flexibilitet för att möta upp behovet. Signalen från den i Stockholms län stora elnätsägaren Ellevio är att det finns möjlighet att tillgodose effektbehovet för de elektrifieringsnivåer och strategiska områden som projektet identifierat och som ligger inom deras elnätsområden.

Batteribyte

Det saknas gemensamma standarder för batteribyteteknologi vilket i praktiken innebär att batteribyteslösningarna än så länge är låsta till en specifik fordonstillverkare. Affärsmodeller för batteribyte från köp av fordon, till hyra för batteri samt flexibilitetstjänster till elnätet behöver vidareutvecklas. Projektet har inte fokuserat på denna typ av teknik, då den i nuläget i svensk kontext inte är aktuell.

Stora batterier

Större batterier i fordonen bidrar till en ökad robusthet i transportsystemet genom längre räckvidder och därmed möjlighet att klara både längre tidsmässiga störningar och avståndsmässiga avbrott i laddinfrastrukturen. Stora batterier kan vara gynnsamt vid dubbelriktad laddning om den teknologin utvecklas. Potentialen i dubbelriktad laddning kan marginellt motverkas av att man vid beteendeforskning har visat att ägare av batterielektriska fordon med större batterier laddar mindre regelbundet och accepterar en lägre laddningsnivå innan de laddar. Stora batterier kan leda till ökad robusthet i elsystemet genom att den längre räckvidden gynnar smart laddning samt efterfrågefleksibilitet. Fordon med större batteristorlek kan klara en större andel av sina resor utan att behöva ladda publikt. Detta

minskar efterfrågan på publik snabbladdning. Samtidigt är det viktigt att poängtera att ett större batteri, förutom en större kostnad, även innebär en försämring av nyttolasten då vikten på fordonet ökar.

Dubbelriktad laddning

Dubbelriktad laddning eller vehicle to everything (V2X) inkluderar lösningar där fordonets batterier används till annat än fordonets egna behov genom att tillåta urladdning till andra applikationer. Vid dubbelriktad laddning är det vanligast att elkraft återförs till elnätet men det kan även ske till byggnader, andra fordon eller andra fristående laster. Denna teknik är dock i sin linda och mer utveckling krävs innan det kan utgöra en betydande del av laddinfrastrukturen.

Betallösningar

Betallösningarna kan delas in i tre kategorier. Publik laddning har ofta engångsbetalning som inte kräver något åtagande eller ingånget avtal mellan elbilsföraren och tjänsteleverantören innan laddningen kan ske (exempelvis kortbetalning eller kontaktlös betalning). Detta gör det möjligt att ladda spontant, oavsett nationalitet eller medlemsavtal. Avtalsbaserade betalningar som kallas semi-publik laddning kräver i stället ett avtal mellan slutanvändaren och tjänsteleverantören före laddningssessionen (exempelvis via en app eller RFID-tag). Automatisk autentisering (exempelvis Plug & charge) är en process där. Kunden som kan vara delägare i laddningsstrukturen eller endast ha avtal med ägaren gör att priset är förutsägbart.

3.5 Klimatnytta

I följande kapitel beräknas klimatnyttan för de tre elektrifieringsnivåer som introducerades i kapitel 3.3. Den funktionella enheten som används är g CO₂/tonkm, alltså antalet gram koldioxid som släpps ut under användarfasen (tank to wheel) för att förflytta ett ton massor en kilometer. För dessa beräkningar har ett antal antaganden gjorts kring bland annat längden på transporter i länet samt vilka av dessa sträckor som elektrifieras först. Dessa antaganden har tagits fram utifrån samtal och intervjuer med bland annat åkare och andra branschaktörer. Antagandena finns tillgå i tabell 2-3.

Andra, mer djupgående studier, har gjorts för att jämföra eldrivna lastbilar med motsvarande diesellastbilar ur ett livscykelperspektiv, se exempelvis Scania (2021). Ur ett livscykelperspektiv kan man med en eldriven lastbil minska utsläppen med 86 % och man kan erhålla en minskning av buller om 50 %. Utöver det så blir det bättre arbetsmiljö för de som jobbar runt bilen på en arbetsplats. För chaufförens del så är förarmiljön mycket tystare och utan vibrationer som man får från en lastbil med förbränningsmotor.

Antaganden:

Tabell 2. Antaganden med avseende på de tre scenarierna som använts som utgångspunkt för beräkningar av klimatnytta.

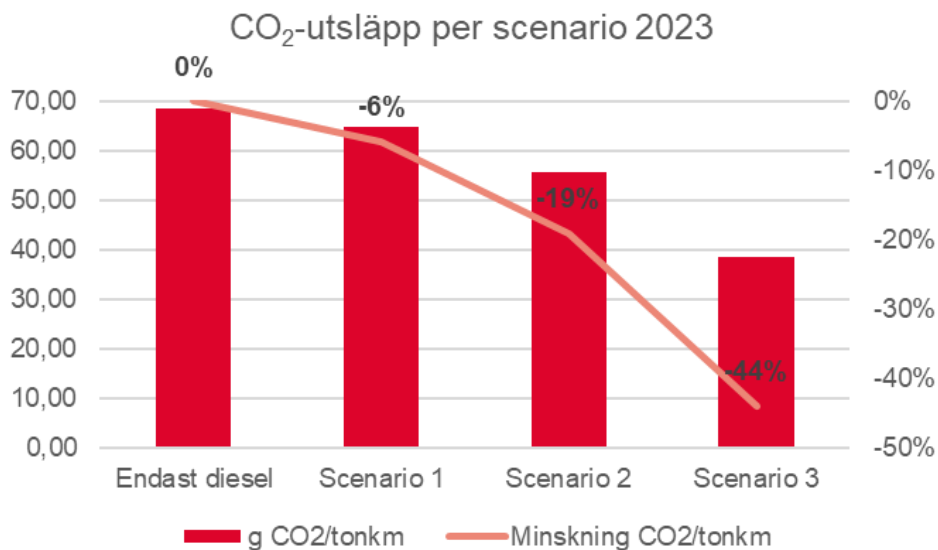
Scenario 1	Scenario 2	Scenario 3
-------------------	-------------------	-------------------

10% av den totala flottan av tunga masstransportfordon körs på el. Alla elfordon kör korta sträckor.	30% av den totala flottan av tunga masstransportfordon körs på el. De flesta transporter på el kör korta sträckor (90 %) men även några medellånga sträckor (10%).	50% av den totala flottan av tunga masstransportfordon körs på el. De flesta transporter på el kör korta sträckor (60%) men även medellånga (30%) och långa (10%).
---	---	---

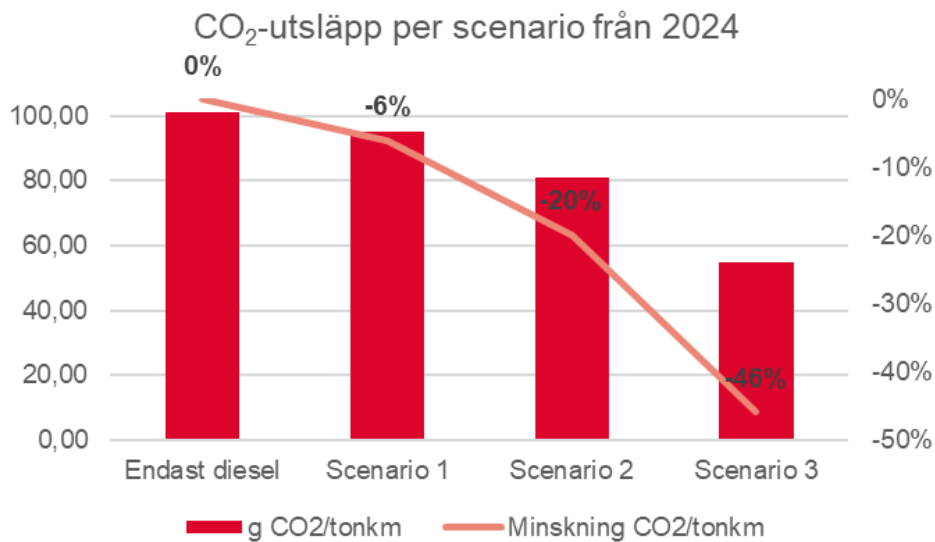
Tabell 3. Antaganden med avseende på de transportsträckor som använts som utgångspunkt för beräkningar av klimatnytta.

Kort sträcka	Medellång sträcka	Lång sträcka
25 km (ToR)	50 km (ToR)	80 km (ToR)
Utgör 60% av transportererna	Utgör 30% av transportererna	Utgör 10% av transportererna

Reduktionsplikten sänks 2024 till 6% vilket kommer öka utsläppen av växthusgaser från dieseltransporter. Det är dock svårt att idag förutspå hur mycket koldioxid som diesel och el kommer att släppa ut per enhet de kommande åren. Dels på grund av osäkerheten kring hur reduktionsplikten kommer att se ut och dels för att vi idag inte vet hur sammansättning och ursprung från de olika energislagen kommer att se ut. Därför är det svårt att göra beräkningar på hur det kommer se ut framåt, men i och med den sänkta reduktionsplikten blir det än viktigare att möjliggöra omställningen av fordonsflottan till elfordon för att få ner koldioxidutsläppen.



Figur 11. Klimatnytta för de tre scenarierna utifrån 2023 års reduktionsplikt.



Figur 12. Klimatnytta för de tre scenarierna utifrån 2024 års reduktionsplikt.

3.6 Aktörsperspektivet

Projektgruppen samt referensgruppen utgörs av representanter från nyckelaktörer i värdekedjan. I framarbetandet av projektresultatet har respektive aktör bidragit med sina unika perspektiv på frågorna, som bearbetats ihop till en helhet. Syftet med detta avsnitt är att synliggöra de olika delarna av värdekedjans perspektiv mer specifikt. Viktigt att understryka är att inspelen är övergripande och har kommit från enstaka representant/er från respektive aktörsgrupp och därför bör förstås utifrån denna bakgrund.

3.6.1. Beställare/Kommunalt perspektiv (Stockholm Stad)

Stockholms stad har ambitiösa målsättningar som handlar om att kraftigt minska utsläppen från transportsektorn genom effektivisering och elektrifiering, att bli en helt fossilfri organisation (inklusive allt som upphandlas) och att säkerställa att detta sker på ett rättvist och resurseffektivt sätt. Staden kan i sin roll som markägare och kravställare påskynda elektrifieringen av anläggningsbranschen genom att visa riktning och premiera de som ställer om. Här behöver stadens och andra aktörers affärsmodeller utvecklas och kopplas samman för att gemensamt kunna bära och dela på såväl initiala som långsiktiga kostnader och risker som finns kopplat till denna omställning. Staden kan också i rollen som långsiktig planeringsaktör och delaktig i många dialoger om stadens utveckling bidra till att centrala utvecklingsperspektiv lyfts och aktörer kopplas samman och därigenom påskynda omställningen till en utsläppsfri och klimatpositiv stad.

De underlag som har tagits fram inom ramarna för detta projekt - där större anläggningsprojekt, logistikflöden och laddbehov knyts samman är oerhört viktiga i denna omställning då de skapar förutsättning för aktörsgemensam planering och genomförande. Exempelvis kan rätt planeringsverktyg (såsom "GIS") nyttjas för att undvika onödiga, och därmed dyra, investeringar då de visar hur en plats ska kunna elektrifieras på ett relevant sätt (tidsperspektiv, nära till befintlig infrastruktur och nyttjad av flera). Det är också relevant att se hur mer flexibla lösningar, såsom mobila batteri- och energilager, kan nyttjas för att undvika dyra utbyggnader av elnät, särskilt gällande temporära platser

(tvättning/krossningsstation tex.) som behöver mycket el.

3.6.2. Byggentreprenörsperspektiv (NCC//Skanska/Peab)

Från byggentreprenörens perspektiv gäller, precis som vid övrigt miljöarbete, att minska slöseriet vid källan. Det mest klimatvänliga vi kan göra är således att minska mängden massförflyttning genom att projektera smart så att mängderna minskar. De mängder som ändå uppstår skall hanteras med minsta möjliga transportarbete, möjlighet till återanvändning i det egna projektet eller i andra projekt. Det som inte kan återanvändas efter förädling eller bearbetning behöver deponeras -förhoppningsvis på ett sätt som kan skapa mervärde av något slag. Dessa transporter skall självklart ske med passande fordon med rätt lastfyllnadsgrad.

När detta är uppfyllt så finns det flera fördelar med utsläppsfria transporter, för såväl det globala klimatet som för den lokala omgivningens påverkan och arbetsmiljön.

Men det finns också nackdelar i form av räckvidd, tillgång till laddplatser, dyrare investering mm. Detta kan sammanfattas med "ökade kostnader". Så även om vi byggföretagare är positiva till ökad elektrifiering, så är det utifrån ett ökat kostnadsperspektiv viktigt att kunder och beställare också är med och finansierar och möjliggör omställningen. I en situation där bostadsbyggen "stört dyker" har många projekt idag inte råd att vara gröna. För att lyckas få till en hållbar finansiering krävs alltså att även kunder är villiga att betala mer för mer miljövänliga alternativ.

Upphandling och kravställning

Ett annat viktigt sätt att möjliggöra elektrifieringsomställningen framför allt för offentliga beställare, men även privata, är tydliga kravställningar vid upphandling och utförande av transporter i projekt eller i kommuner och regioner. Om upphandling och kravställning sker på "rätt sätt" så kan den nödvändiga omställningen ske. Om inte kraven finns och om upphandling sker på lägsta pris så kommer transporterna även fortsättningsvis ske med dieseldrivna fordon eftersom de är billigare att använda. För att den elektriska omställningen skall ske på bredare front krävs således regulatoriska åtgärder, regionalt eller nationellt. Dessa åtgärder behöver dessutom presenteras med tydlighet och i god tid för att branschen skall kunna ställa om och att utbyggnationen av laddinfrastruktur skall kunna ske - idag upplevs kravställningen i Sverige spreta.

För att komma framåt i dessa frågor är det vara viktigt att "jobba med rätt kunder och leverantörer". Det är särskilt enkelt att vara innovativ och ta steg framåt när beställaren är ambitiös och har ett särskilt fokus på dessa frågor med "beställarkrav som gör att vi flyttar fram positionerna". Dock bedrivs denna typ av satsningar idag inte systematiskt utan framförallt på eldsjälaras initiativ. Det vore däremot önskvärt om detta arbete i stället skedde systematiskt och med tydliga riktlinjer.

Vid kravställning och tydliga regulatoriska åtgärder är det intressant att lära från vårt grannland Norge. Här följer en kort historisk sammanfattande utblick: 2019 – Oslo kommun meddelar att från 1/1 2025 är det krav på att alla maskiner i en entreprenad ska vara utsläppsfria. 2020 - De viktat 20 – 30 % av ett anbud på miljöparametrar och i synnerhet elektrifiering av fordon. 2021 - Sex stora kommuner ställer nu samma krav som Oslo. Även Statens Vegvesen har börjat ställa krav. 2024 - Marknaden har ställt om. Att ha elektrifierade fordon är nu en marknadsförutsättning i Oslo-området. För att exemplifiera har en byggentreprenör (NCC) i Oslo sju elektriska grävmaskiner, och en annan entreprenör

(Braathen Landskapsentreprenör) har elektrifierat 100 % av sin flotta av elektriska maskiner och lastbilar.

Teknikomställning i praktiken

Det finns idag utmaningar kopplade till långa leveranstider för ellastbilar, och det kan därför enligt vissa bli tal om "huggsexa" på de fordon som finns på marknaden. Andra upplever inte detta som ett större problem dock. Vid praktiska implementeringar uppstår också en massa praktiska problem längs vägen. Denna krokiga men nödvändiga läranderesor som elektrifieringen innebär är viktig att vara medveten för samtliga inblandade, från utförare till beställare.

Var och hur är bäst att ladda?

Vi byggföretag framhäver framför allt potentialen i elektrifieringsnivå 1 med långsamladdning, och bekräftar bilden att det är möjligt att elektrifiera tunga anläggningstransporter med långsamladdning redan idag. Nattladdning på byggarbetsplatsen eller nära byggarbetsplatser på depå ses som det mest fördelaktiga alternativet. Det är viktigt att åkarna startar dagen med fulladdad lastbil, vilket talar för att dagens situation, där åkarna ofta tar med lastbilen hem, behöver förändras till fördel för just strategiskt placerade depåer. Närheten till marknaden (byggprojekten) ses som prioriterat och det är viktigt att placeringen tar hänsyn till markens tillgänglighet och pris, ur kostnad- och logistiksynpunkt.

Långsamladdare kan användas under chaufförernas längre vila, natten, till skillnad från snabbaddare som installeras för att endast använda korta stunder under dagens raster. När det gäller stödladdning på dagtid uppges nämligen lunch/rast vara bästa tiden att ladda. Vid täkt/deponi stannar chauffören så kort som möjligt (max 10 minuter) för att lasta av och på. Vilket gör att dessa målpunkter ses som mindre lämpliga att elektrifiera, då laddare på dessa platser riskerar att bli nyttjade i låg utsträckning.

Mellanlagringsytor

Tillgången till mark är ofta en stor utmaning vid byggprojekt, åtminstone för vissa aktörer, vilket gör att massor ofta körs bort, trots en önskan om att hantera dessa miljömässigt klokt. Har vi istället tillgång till mellanlagringsytor där massor kan förvaras eller uppgraderas kan vi öka såväl resurs- som transporteffektiviteten. Elektrifieras också dessa ytor finns potentialen att kunna "slå tre flugor i en smäll": minska transportbehov, minska nytt råvaruttag, samt möjliggöra en ökad andel elektrifiering. Här har vi byggföretag olika syn på hur dessa mellanlagringsytor bäst organiseras, allt från att byggföretag själva har och driver denna typ av ytor och verksamhet idag – till att se värdet av att en offentlig aktör skulle kunna äga och drifta en sådan typ av yta för att öka potentialen till konkurrensneutralt och projekt- och aktörsövergripande användning.

Affärsmodeller

Ekonomi för att investera i såväl laddinfrastruktur som fordon är centrala knäckfrågor för att möjliggöra omställningen. Som tidigare nämnts är det viktigt att aktörer är villiga att dela på investeringskostnaden och att beställare tydligt krävställer och efterfrågar högre elektrifieringsgrad.

När det kommer till att realisera den här typen av utpekade strategiska områden är det viktigt att beakta potentiell snedfördelning av marknaden som kan uppstå. Det är också viktigt att komma ihåg att byggbranschen består av många fler aktörer än bara "de största". Här blir det viktigt att offentliga centrala aktörer, såsom kommuner och statliga myndigheter, ser till att det blir samma förutsättningar för alla genom att skapa konkurrensneutrala förhållanden.

Viktigt framåt

Nu gäller det att gå från teori och prat till praktisk handling!

3.6.3. Transportentreprenör (Foria/ABT-bolagen)

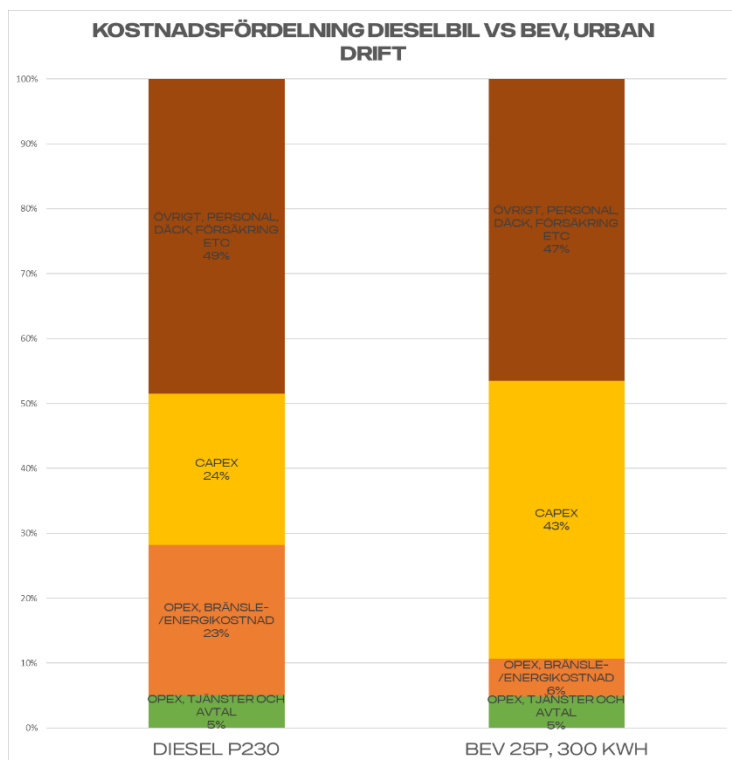
Projektets transportentreprenörer lyfter i huvudsak fem aspekter som behöver tydliggöras framöver för att möjliggöra en omställning mot en högre andel elektrifierade lastbilar:

- Lastbilarna är kostsamma att köpa, vilket kan göra det svårt att uppnå lönsamhet och balans i kalkylen för åkarna.
- Krav på högre timpenning: För att täcka de höga inköpspriserna krävs en högre timpenning för användningen av lastbilen. Detta förutsätter avtal med kunder som är beredda att betala dessa högre kostnader.
- Långsiktiga avtal och garantitimmor: Att säkra lönsamhet kräver långsiktiga avtal och möjligen inkludering av garantitimmor för att minimera ekonomisk osäkerhet för åkeriet.
- Oklarhet om laddare och elkostnader: Frågan om vem som ansvarar för kostnaderna för laddinfrastruktur och elförbrukning är inte tydligt definierad. Nuvarande lastbilar har olika överenskommelser angående dessa kostnader.
- Osäkerhet kring restvärde: Det råder osäkerhet kring restvärdet på el-lastbilar, vilket skapar ytterligare komplexitet och osäkerhet i kalkylen för åkarna.

3.6.4. Fordonstillverkarperspektiv (Scania)

Batteriutvecklingen går fort framåt och möjliggör en snabb uppskalning av elektrifiering inom den tunga transportsektorn. Scania startade serieproduktion av lastbilar hösten 2020 och har sedan dess lanserat både tyngre och längre fordon med eldrift. Planen är att stora delar av byggglådan för Scantias modulära system ska vara anpassat till eldrift 2025-2026. Det innebär att de flesta applikationer och transporter då kan elektrifieras.

Den snabba batteriutvecklingen påverkar den totala kostnaden, TCO, för ett åkeris fordon. Hög kostnad för batterier ger ett högt inköpspris för fordonet. Låga energikostnader påverkar dock kalkylen positivt. Redan idag går det att räkna hem ett elektrifierat fordon jämfört med ett dieselfordon. 2025 räknar Scania med att flertalet drifter uppnår kostnadsparitet mot diesellastbilar. Scantias långsiktiga mål är därför att 50% av nybilsförsäljningen 2030 ska vara elektrifierade. Uppskalningen går fort och drivs framför allt av den lägre TCO samt hållbarhetskrav från transportköpare.



Figur 13. Exempel på en kostnadsjämförelse mellan ett dieselfordon och en BEV (Battery Electric Vehicle) i urban körning och dess ingående delar procentuellt. Jämförelsen visar att en BEV har en betydligt högre procent CAPEX (Capital Expenses eller Expenditures), dvs. nyinvestering, jämfört med Diesel, och att en Diesel å andra sidan har en betydligt högre procent gällande bränslekostnaden jämfört med BEV.

3.6.5. Elektrifieringsaktörsperspektiv (Vattenfall)

Vattenfall Network Solutions erbjuder funktionslösningar för etablering av laddinfrastruktur och annan elektrisk utrustning som krävs för att möjliggöra omställningen till elektrifierade transporter.

Utifrån vårt perspektiv ser vi en del utmaningar som gör att etablering av laddinfrastruktur kan vara både omständligt, dyrt och ta lång tid vilket påverkar möjligheten att elektrifiera transportsektorn.

Att hitta mark kan ta tid, dels att hitta någon som är intresserad av att upplåta sin mark, sedan ska markavtal förhandlas och attraktiv mark konkurrerar med många andra affärsmöjligheter vilket innebär att det kan bli väldigt dyrt. Mark- och bygglov kan även vara krångligt och ta tid beroende på de lokala förutsättningar samt kraven som ställs från kommun, region och andra myndigheter som kan variera från plats till plats.

Tid och kostnad för anslutning till elnätet varierar mycket från plats till plats och beror på en rad faktorer så som tillgänglig kapacitet, avstånd till nätet, om inkoppling ska göras till lågspänning eller högspänning, samt vilka arbeten och byggnationer som krävs. Dialogen med nätbolag kan också vara snabb eller långsam. I bästa fall kan det ta 3 månader att få nätanslutning och i värsta fall upp till 3 år.

Utöver kostnaden för laddaren och annan nödvändig utrustning kan både mark och nätanslutning driva upp investerings- och driftkostnaderna för en laddstation. Långa ledtider för mark, nätanslutning, komponenter och tillståndsprocesser driver upp kostnaderna ytterligare.

Med tanke på de höga investeringskostnaderna ser vi ett behov av finansiellt stöd till de aktörer som tar steget och ställer om till ellastbilar. Det finns en vilja att ställa om men vi är i början av en omfattande omställning och då behövs finansiellt stöd för att aktörer ska våga och kunna satsa och investera i detta.

För bygg- och anläggningsbranschen i Stockholms län ser vi att mobila laddare, i kombination med energilager på platser där det är kapacitetsbrist i nätet och/eller om behov för snabbbladdning finns, kan vara extra lämpligt. Dels kortar det ned ledtiderna avsevärt, dels finns det fördelar med tillfälliga lösningar då bygg- och anläggningsbranschen har ett tidsmässigt avgränsat laddbehov tills att byggprojektet tar slut. Detta till skillnad från till exempel logistikbranschen, som har fasta rutter eller en hemmadepå där det annars är naturligt att installera permanenta laddare.

3.6.6. Elleverantörsperspektiv (Ellevio)

Ellevio, som elnätsbolag, stödjer projektets slutsatser och anser att det är möjligt att elektrifiera alla flöden i den föreslagna takten, och till och med snabbare, om aktörer väljer att prioritera sina anläggningar/flöden. Här är några förslag för att underlätta omställningen:

1. Genom att tidigt kontakta ditt elnätsbolag kan kapacitet planeras för din anläggning i god tid, vilket säkerställer en kostnadseffektiv lösning.
2. Vid eventuell kapacitetsbrist till din anläggning, kan vi genom styrbara laddlösningar som harmoniserar och optimerar mot elnätets lediga kapacitet, erbjuda villkorade anslutningar.
3. För att möta behovet av att dubbla elnätets kapacitet under omställningen, eftersträvar vi regleringsmässiga incitament för att bygga utifrån prognoser. Detta för att säkerställa att vi kan möta både dagens och framtida behov effektivt.

Vi på Ellevio är så övertygade om att omställningen är möjlig att vi har som mål att all entreprenad utförd för Ellevios räkning ska vara elektrifierad till 2030.

4 SLUTSATSER

Detta projekts resultat utgör ett strategiskt underlag för en tids- och kostnadseffektiv elektrifiering av stockholmsregionens tunga anläggningstransporter. Resultatet bedöms vara användbart för aktörer på såväl regional, kommunal som lokal nivå i elektrifieringsomställningen genom att skapa förutsättningar för aktörsgemensam planering och genomförande.

- **14 strategiska geografiska områden i länet har identifierats. 4 bedöms vara mest betydelsefulla i närtid:** Projektet har identifierat 14 strategiska geografiska områden att utgå från vid framtagande av en elektrifieringsstrategi för länets tunga transporter. Om man utgår från en områdesradie på tre kilometer (se figur 3 och 4) täcker dessa 14 områden ungefär 6% av länets yta samtidigt som 72% av länets massor och ballast kommer hanteras inom dessa områden. Av dessa 14 områden har sedan fem av dessa valts ut som särskilt prioriterade med hänvisning till mängden massor som kommer behöva hanteras i närområdet år 2023-2030. Inom dessa områden kommer nästan hälften av länets massor och ballast hanteras. Fyra av dessa bedöms särskilt angelägna att elektrifiera.
- **Trappvis uppskalning i 3 elektrifieringsnivåer rekommenderas för att uppnå resultat snabbt – på kort, mellan och längre sikt:** För att möjliggöra en långsiktigt hållbar omställning mot en elektrifiering av länets tunga transporter, kommer en gradvis utbyggnad av infrastrukturen att vara nödvändig. Denna utbyggnad kommer behöva ske i en takt som matchar uttullningen av nya elektrifierade fordon på marknaden och även behöva ta hänsyn till var dessa fordon kommer behöva nyttjas geografiskt. I samråd med branschaktörer har tre elektrifieringsnivåer identifierats. Dessa nivåer innebär en gradvis uppskalning av laddinfrastrukturen i länet.
 - **Elektrifieringsnivå 1 – kort sikt:** Projektet identifierar och vill särskilt framhäva så kallade lågt hängande frukter för elektrifiering av tunga masstransporter. Det handlar om att börja elektrifiera de fordon som redan idag, eller med ett modifierat logistikupplägg av kortare internkörningar, kan klara sig på en laddcykel och därmed endast behöva långsamladda nattetid. Logistiken blir central, inte minst när det kommer till att öka graden lågt hängande frukt, där masshanteringsytorna visat sig vara effektiv för att möjliggöra just kortare interna körningar. På kort sikt bedöms kortare transporter (<25km) kunna elektrifieras, framför allt med så kallade långsamladdare där effekten är lägre. Lägre investeringskostnader och ledtider gör att denna nivå är möjlig redan inom 1-2 år. Klimatberäkningarna för denna nivå för elektrifiering av 10 % av fordonen innebär en reduktion av utsläppen från tunga masstransporter med 6% från dagens läge.
 - **Elektrifieringsnivå 2 – mellanlång sikt:** På lite längre sikt, 3-5 år, bedöms även vissa av de lite längre sträckorna (50-80 km) kunna elektrifieras, samtidigt som de flesta kortare sträckor nu anses möjliga att elektrifiera. Denna elektrifiering bedöms vid det här laget kunna nyttja mobila energilagrar i en i högre utsträckning än tidigare. Detta möjliggör att infrastrukturen kan flyttas mellan arbetsplatser för att tillgodose behovet av el även i delar av länet där permanent laddinfrastruktur inte är ett långsiktigt hållbart alternativ. För denna elektrifieringsnivå bedöms 30 % av fordonen kunna elektrifieras och klimatutsläppen minska med 19-20% jämfört med dagens nivå.
 - **Elektrifieringsnivå 3 – längre sikt:** I ett lite längre perspektiv, mer än 5 år, bedöms permanent infrastruktur för snabbaddning kunna vara etablerat inom utvalda områden för att inte bara möjliggöra elektrifiering av majoriteten av de

kortare transporterna men även för fler medellånga och även vissa utvalda längre transporter (>8 mil). På denna nivå bedöms 50 % av länets tunga masstransporter vara elektrifierade och klimatpåverkan minska med 44-46%

- **Att minska transportbehov genom strategisk och cirkulär masslogistik förenklar och möjliggör därmed elektrifiering.** En återkommande insikt i projektet har varit logistikens roll i omställningen. För att möjliggöra elektrifiering behövs mer än bara fler ellastbilar och laddstolpar - det behövs ett systematiskt arbete med att optimera masstransporten ur ett bredare perspektiv. Genom att mellanlagra och uppgradera massor i anslutning till de identifierade hubbarna kan material i högre grad recirkuleras och därmed minskar de längre transportbehoven, vilket underlättar ökad elektrifiering. Samarbete mellan aktörer som hittills inte haft incitament att samarbeta är nödvändigt för att göra transporterna kortare, och därmed lättare att elektrifiera, samt för att kunna samsas om infrastrukturen. Projektet visar att elektrifiering är möjlig för många av dagens transporter och för att elektrifiera resten behövs ett ökat samarbete aktörer emellan, nya affärsmodeller och inte minst fler elektrifierade fordon.
- **Den samlade bilden av aktörskedjan som deltagit i projektet tycker att viktiga förutsättningar redan finns på plats för att öka elektrifieringsgraden idag och i närtid.** Många aktörer vill och kan bidra till omställningen, tekniken och tillgången till fordon och el framstår som överkomliga hinder i den närstående framtiden, särskilt som långsamladdning och mobila energilagrar kan kapa effekttoppar. Vissa aktörer tar även konkreta steg kring tydliga och ambitiösa kravställningar om elektrifierade entreprenader 2030.
- **Nya affärsmodeller behövs – idag är det allt för otydligt för olika aktörer hur elektrifieringen ska finansieras.** För att verkligen växla in alla dessa förutsättningar till realiserad klimatnytta är det framför allt nya affärsmodeller och samarbeten, samt en bred tydlig och ambitiös kravställning i upphandlingar som behövs, så att vi kan gå från ord till handling. Frågor kring ägandeskap av bland annat laddinfrastrukturen (privat, semi-publik, publik) kommer vara avgörande för att realisera en omställning, och så även utformningen av tjänsteupphandlingarna kopplade till masstransporter. För att omställningen mot en elektrifiering av dessa transporter ska vara möjliga behöver krav ställas i beställarled, utan dessa krav finns det en risk att omställningen helt uteblir. Fördjupade studier kring bäst utformning av affärsmodell bör genomföras.
- **Praktisk validering av resultaten genom demonstration i ett utav fyra utpekade områden behövs.** Praktisk tillämpning är nödvändigt för att verifiera och integrera projektets resultat i befintliga samverkansforum. För nästa steg rekommenderas att underlaget från detta projekt tillämpas och verifieras i ett demonstrationsprojekt där en helhetsbild av transporterna inom ett projekt eller område kartläggs och åtgärder för att optimera logistiken och omställningen till en elektrifiering av masstransporterna testas i praktiken, för att sedan kunna utvärderas och skalas upp.
- **För långsiktig implementation behövs integrering i befintliga samverkansforum och elektrifieringsplaner.** Utöver integrering i kommuners, regionens och privata aktörers strategiska planer, ser vi att projektets slutsatser lämpligen matar in i det pågående regionala masshanteringsrådets arbete. Särskilt för att förverkliga mål 2 – Hantering och transportering av massor sker med så liten klimat- och miljöpåverkan som möjligt.

5 REFERENSER

Barr J. & Topel M., 2022. Långsiktiga scenarier för introduktion av elfordon. Energiforsk. ISBN 978-91-7673-899-3

Closer., 2022. REEL Regional Electrified Logistics. CLOSER at Lindholmen Science Park AB. https://closer.lindholmen.se/sites/default/files/2022-11/reel-report_0.pdf

Ecoloop., 2022. Kartläggning av massor och masstransporter i Stockholms län.

Energimyndigheten., 2023. Handlingsprogram för laddinfrastruktur och tankinfrastruktur för vätgas. ER 2023:23.

Karlsson, J & Grauers, A., 2023. Case Study of Cost-Effective Electrification of Long-Distance Line-Haul Trucks. *Energies*, 16(6), 2793.

Nobil.no., 2024. Bruk av statistikkmodul. <https://info.nobil.no/statistikk>

Scania., 2021. Life cycle assessment of distribution vehicles: Battery electric vs diesel driven

Stockholms stad., 2023. Elektrifieringspakten – för en utsläppsfri trafik i Stockholm. <https://foretagsservice.stockholm/driv-utveckling-med-staden/elektrifieringspakten/>