



2021-05031

Förstudie: identifiering av komponenter för uppfyllelse av smart laddning för tunga fordon

Sammanfattning

För att kunna hantera den snabba utbyggnaden så kommer det att krävas smartstyrning av laddstationerna för den tunga trafiken. Utrullningen har startat men har få användare varför det kommer att vara en kontinuerlig förflyttning av behov och möjligheter.

Initialt har vi dragit slutsatsen att optimeringen mot spotpriser kommer att vara viktigast och här kan marknaden dra erfarenheter från personbilsladdningen. Över tid är det troligt att tillgängligheten kommer att vara en än viktigare faktor eftersom detta är en känslig parameter för TCO (Total Cost of Ownership).

Projektet har identifierat de styrsignaler som är viktiga att jobba vidare med och som kommer att vara kritiska initialt och de signaler som över tiden är viktiga att ha fortsatt fokus på. Det som också har framkommit är att det med största sannolikhet kommer att ske en löpnade förändring över tid kopplat till en fortsatt volatil elmarknad.

I den fortsatta utvecklingen är det viktigt att ta med tankar om styrning och att fortsätta dialogen med intressenterna för att ständigt ligga nära kundernas behov och förväntningar.

Innehåll

Sammanfattning.....	0
Bakgrund	3
Utgångspunkt	4
Förväntat resultat.....	4
Inledande resonemang.....	5
Nya förmågor.....	6
CO2 utmaningen.....	7
TCO för lastbil	7
TCO Laddstation	8
Fasta kostnader	8
Löpande kostnader.....	9
Kostnadsreducerande/Intäktskapande	9
Elhandel.....	9
Elnät.....	9
Flexibilitet	9
Intressentmodell / Social hållbarhet	9
Chaufför.....	10
Åkeri.....	11
Fordonstillverkare	11
Fordonsservice	11
Transportkunder.....	11
Lager- & Logistikföretag	11
Drivmedelskedjor	12
Elhandelsbolag.....	12
Elnätsbolag	12
Kommun	12
Fastighetsägare/Markägare	12
Boende	12
Räddningstjänst	13
Cirkulärt tänkande.....	13
Vilka parametrar relaterar till föraren och fordonet.....	14
Körsträckor	14
Raster.....	14

Startvärde	14
Hur kan Smart Laddning skapa ett mervärde för föraren	14
Batterilager i kombination med laddning	15
Kartläggning av styrsignaler	16
Styrparametrar som är tillgängliga idag	17
Elpris	17
Klimatpåverkan.....	17
Lagringsnivå.....	18
Efterfrågad effekt från fordon.....	18
Elnätstariff	18
Bokningar.....	18
Styrparameterar imorgon	19
Ruttplanering.....	19
Styrsignaler från elsystemet.....	19
Styrsignaler från fordonet	19
Systemöversikt	20
AI/ML.....	21
Slutsats	21

Bakgrund

Transportsektorn är under stor omställning när de fossila bränslena ska ersättas med förnybara. Flera fordonstillverkare satsar nu på att ställa om till elektrifierade fordon. Power Circle bedömer att till 2030 kan varannan ny lastbil vara elektrisk och 15% av hela flottan vara utbytt. Men, för att omställningen ska kunna ske behöver utbyggnaden av laddinfrastruktur ske parallellt. Europas största branschorganisation ACEA bedömer att 10 000 – 25 000 publika och semipublika laddpunkter med hög effekt behövs redan till 2025, som idag saknas helt.

Öresundskraft AB driver nu en satsning i samverkan med Volvo för att möta upp det kommande behovet av laddning, där den första publika laddaren för tunga fordon ska etableras i Helsingborg, i nära anslutning till motorvägen och de största lederna. Syftet är att tillgodose nuvarande och förväntade laddbehovet, därav planeras en kombination av depå- och publik snabbbladdning. För att omställningen ska vara systemmässigt hållbar, krävs att laddningen är smart utformad och bidrar till ett resurseffektivt kraftsystem. Ladderbjudandet som Öresundskraft AB utvecklar ska därför kombineras med smart styrning, vilket kräver utveckling av en ny styrande mjukvara. Denna förstudie kommer att identifiera nödvändiga komponenter för att möjliggöra för smart laddning av tunga fordon, där användarens behov och beteenden är avgörande för att lyckas med omställningen. Den smarta laddningen är en förutsättning för att möjliggöra för framtidens laddning av tunga fordon, både för energibolag, fordonstillverkare och logistikbolag. På så vis kommer denna satsning bidra till att öka elektrifieringstakten.

Laddning av tunga fordon är förknippat med höga effektuttag. Standard för snabbbladdning är idag 350 kW i Europa, men högre effekter kan komma att krävas för att möjliggöra för elektrifierade fjärrtransporter. Elnäten kommer därför spela en viktig roll i att möjliggöra elektrifieringen. Redan idag råder kapacitetsbrist i delar av elnäten, där nordvästra Skåne är ett av de värst drabbade områdena. Öresundskraft AB har som nätägare stor potential att hantera dessa utmaningar genom att integrera laddning av tunga fordon i det lokala elsystemet, med lösningar som smart styrning i kombination med batterilager. Laddning kan vara smart ur flera aspekter, både ur användarens perspektiv och ur ett elsystemperspektiv. Power Circle redovisar för olika nivåer av smart laddning⁴. Den högsta nivån av smarthet innebär att laddningen är optimerad, baserat på hela elsystemet, genom flera styr signaler i elsystemet och andra elmarknader. På denna nivå kan fordonet också agera resurs i energisystemet. Denna typ av styrning kräver teknik som indikerar realtidsdata. Förutom tekniska förutsättningar, är tillgången till prissignaler och marknadsincitament viktiga för att kunna göra rätt avvägningar mellan användarens och elsystemets behov. Idag sker majoritet av all laddningen genom direkt laddning, även om lösningar med smarta inställningar börjar ta plast på marknaden. Öresundskraft AB kommer beakta nivåer av smart laddning som bidrar till ökad systemnytta, både med avseende på rådighet och klimatpåverkan. Idag finns ingen mjukvara för den här typen av smart laddning, därför förväntas resultat från denna förstudie att vara högst relevant för både logistikbolag, fordonstillverkare och energibolag. Laddstationen, som uppförs i samverkan med Volvo, kommer vidare att fungera som en pilotanläggning för att implementera och löpande utveckla funktionerna av den smarta laddningen.

Utmaningen som Öresundskrafts står inför är också att utveckla ett koncept för smart laddning som är anpassad för publik laddning av logistikfordon. Hänsyn behöver därför tas till att dessa branscher strävar efter att optimera användandet av fordonen. Därav är utrymmet att flytta eller reducera effekt mindre. Ett sätt att möjliggöra smart laddning även vid tillfällena med mindre flexibilitet är

genom att integrera ett batterilager till laddstationen. Batteriet laddar upp när tillgången på förnybar el och eleffekt är hög, för att nyttja när nätet är belastat.

Vi kan dessutom se att den gröna omställningen inte bara kommer att handla om utbyggnad och att alla parter alltid skall maximera sin affär utan att det är viktigt att de begränsade resurserna utnyttjas maximalt och koordineras. Vi har begränsningar i utbyggnadstakten av laddinfrastrukturen, effektbegränsningar och materialbegränsningar för batteritillverkning. Smart styrning kommer initialt att vara en komponent som tar utgångspunkten i ett affärsperspektiv men kan i framtiden visa sig vara en styrfunktion för den övergripande systemnyttan.

Utgångspunkt

Öresundskraft har tillsammans med en partner byggt en station för laddning av Tunga fordon. Stationen är utrustad med fyra laddpunkter med individuell styrning och är kopplade till ett bokningssystem. Denna station kommer att byggas ut för att kunna hantera 10 individuella laddpunkter. Detta kommer att innebära att den färdiga lösningen kommer att iunnehålla 4 snabbladdare (350 kW) och 6 st laddare för depåladdning, dvs laddning över natten.

Stationen är belägen i Öresundskrafts nätområde och detta har lett till att vi har kunnat föra en djupare dialog med nätbolaget vilket har gett dem en ökade kunskaper kring hur den ökade elektrifieringen av transportsektorn kommer att påverka behovet av utbyggnad, förstärkning eller ändrade användarmönster.

Den hypotes som vi har arbetat utifrån är att det förväntas att laddningen är optimerad mot förväntad tid för laddning. Samtidigt är det idag väldigt volatila energipriser som om det fortsätter kommer det att ställa dagens kalkyler i nytt ljus.

Förväntat resultat

Resultatet på förstudien förväntas leda till ökad kunskap inom området för smart laddning och svara på vilka komponenter som avgörande för uppfyllandet av smart laddning. Resultatet ska vidare användas för att utveckla en mjukvara som möjliggör för styrning samt ligga till underlag för att ta fram ett koncept där smart laddning är anpassat för en publik laddstation för tunga fordon.

Mjukvaran är tänkt att i ett senare skede implementeras och utvecklas löpande på laddstationer som Öresundskraft AB etablerar. Den smarta laddningen kommer vara en viktig del i utbyggnaden av laddinfrastruktur, därför är resultatet från förstudien mycket relevant för samtliga intressenter. En framtida fråga är hur detta integreras, vem äger mjukvaran och hur stor kunskap kommer man att behöva för att vara en bra beställare.

Framåt finns också möjligheten att integrera fordonets som energiresurs i energisystemet genom vehicle-to-grid teknik, som ett sätt att hantera rådande kapacitet- och effektutmaning. Detta är en potentiell utvecklingsmöjlighet för att nå ännu högre nivåer av smart laddning längre fram i utvecklingsfasen. Detta är en aspekt som behöver tas med i resonemanget kring en ev. batterilösning.

Resultatet från förstudien är en viktig del i utvecklingen av smart laddning för tunga fordon. Ökad kunskap kring viktiga styr signaler, AI/ML-metoder och möjliga modeller för att simulera laddning och lagring i samverkan, bidrar till att flytta teknikutvecklingen av den smarta styrningen en nivå upp på "Technology Readiness Levels"-skala. Förväntat bör resultatet leda till en förflyttning från nivå 2 till nivå 3, eftersom förstudiens lärdomar är nödvändiga för att påbörja mjukvaruutveckling och utveckling av en simuleringsmodell för batteridimensionering. Det sammantagna resultatet från de

olika arbetspaketen kommer tillsammans utgöra grunden för att ta fram en projektplan för framtida utveckling av smart laddning. Nedan redovisas förväntade leverabler:

- En kartläggning av körsträckor, rast och längre pauser och fördelningen mellan lokal-, regional-, och fjärrtransporter
- Förståelse för hur smart laddning kan skapa värde för chaufförer i transportbranschen
- Svar på vilka tillgängliga modeller som finns tillgängliga för simulering av batterilagring och laddning i samverkan
- Svar på hur en modell för lagring och laddning i samverkan en möjlig produktion.
- Ökad kunskap om tillgängliga styrsignaler och API:er, som behövs för att utveckla smarth laddning med avseende på elsystemet.
- Fastställande av vilka AI/ML -metoder som är relevanta för en bättre prediktering av laddningsförhållande kopplat till åkarens beteende och behov

Inledande resonemang

Omställningen som vi står inför är omfattande och varannan lastbil som säljs 2030 förväntas vara elektrisk och tillväxten kommer att vara liknande den som vi idag ser för personbilsflottan. Det som kan komma att bromsa denna utveckling är kapacitetsbrist.

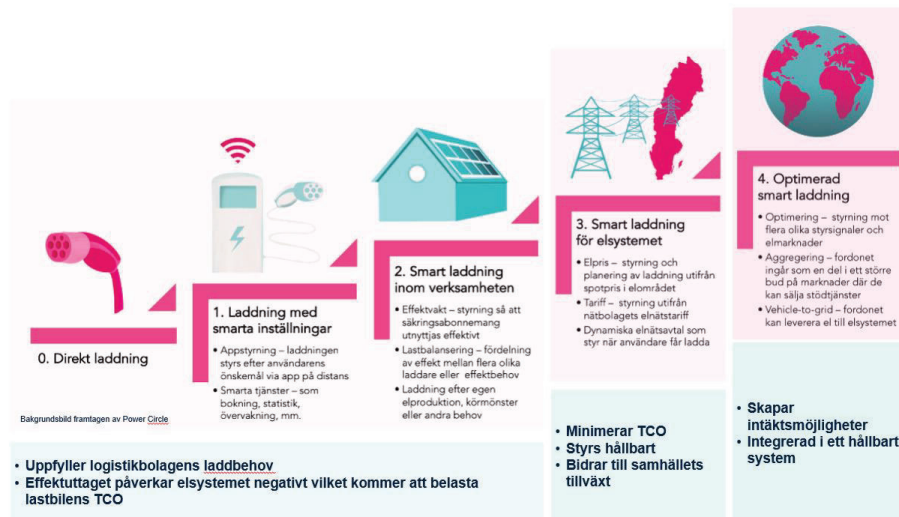
Energi och klimatmål Europa/Sverige

När kriget i Ukraina startade fick vi en ny situation på energiförsörjning i Europa. Det mindre utbudet av gas har lett till en generell prisökning på alla typer av energi. Med de uppkomna skadorna på Northstream och den position som relationerna med Ryssland har kommer dessa leveranser inte att återupptas på överskådlig tid. Detta leder i sin tur till att vi kommer att se en övergång till andra energislag och den snabbaste övergången är till el vilket kommer att sätta ytterligare press på kostnaderna.

Vi har även en stor ökning av industrier i norra Sverige som kommer att kräva mycket grön el. Det förväntade (teoretiska) behovet överstiger dagens produktion vilket kommer att ytterligare sätta press på kapaciteten.

De ökade energipriserna har i sin tur lett till att inflationen har stigit brant och en lågkonjunktur kan komma att vara i antågande vilket i sin tur kan komma att leda till att investeringstakten och betalningsviljan kan komma att sjunka och påverka takten i den transformation som vi ser. Smart laddning kan vara en pusselbit som gör att vi kan mildra inbromsningen.

Dagens intressenter kommer att påverkas när vi kan komma att se nya affärsmodeller och erbjudande där också nya intressenter kommer att adderas, nya affärsmöjligheter som flexmarknad och aggregatorer dessutom kommer marknaden får en strakare koppling till det övriga energilandskapet.



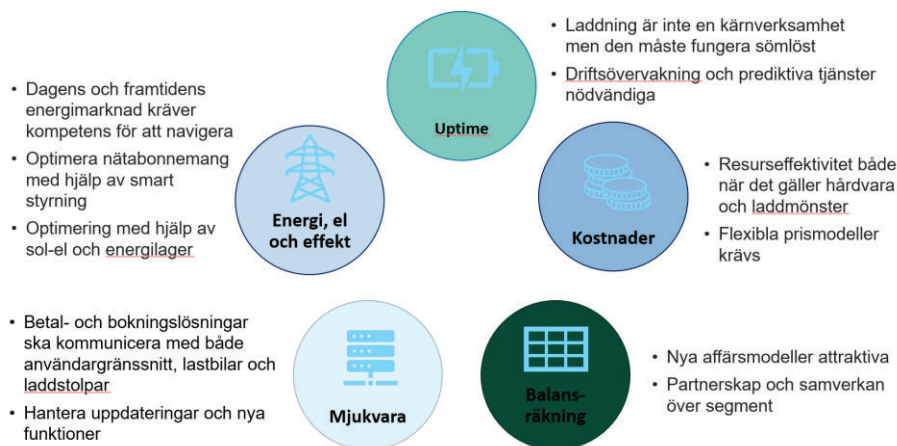
Laddtrappan som Power Circle publicerat ger en bild av den väg som laddinfrastrukturen behöver ta över tid där man över tid går från den "Direkta laddningen" till "Optimerad laddning". Detta innebär i praktiken att de tekniska systemen behöver utvecklas över tiden för att optimera resursanvändningen över tid.

Den prisutveckling som skett under 2022 gör det ännu mer angeläget att ta stegen i en snabbare takt för att inte bara utgå från lägsta pris eller TCO kostnad utan även tillgänglighet av effekt. På många ställen i landet är det begränsningar i effekt varför villkorade avtal kommer att vara legio för många och detta behöver kunna hanteras av systemen. Samtidigt ställs krav på en låg TCO vilket implicit pekar på korta stopp vilket i sin tur innebär "charge-on-demand". Smartladdning/Styrning kommer att vara av stor vikt för att kunna tillgodose marknadens önskan och antalet styrsignaler att öka i takt med att nya förmågor och begränsningar uppstår.

Vi vet att det är begränsade möjligheter till nyanslutningar i näten med dagens kapacitetsbegränsning. Detta skapar ett behov/krav på att kunna styra utnyttjandet och man skulle kunna tänka sig att det är en fördel att kunna erbjuda lagringskapacitet. Nätbolagen kan komma att införa villkorade avtal vilket innebär att nätbolagen kan beordra lägre uttag under tidsintervaller. Detta är ytterligare en komplexitet som laddoperatörerna behöver hantera.

Nya förmågor

För att skapa en Smart Styrning kommer de olika intressenterna att utveckla nya förmågor beroende på vilken roll de har idag. När vi har intervjuat personer från olika intressenter ser vi att alla har brister och ingen har en komplett bild. Därför att det troligen gemensamma initiativ som kommer att vara den bästa lösningen och att över tid bygga upp de nya förmågorna och kunna ha en gemensam sömlös lösning och dialog.



CO2 utmaningen

Världen har antagit ett ambitiöst klimatmål som har kopplats till minskade koldioxidutsläpp. Helsingborg som är den region som Öresundskraft verkar har kommunen antagit en plan för att vara koldioxidneutrala 2030.

Helsingborg är ett av de stora transportnaven i Sverige varför stora delar av utsläppen kommer från transporter. För att lyckas med omställningen samtidigt som tillgången på effekt är oklar så är laddning av elektriska fordon med Smartladdning en förutsättning.

TCO för lastbil

Elektriska drivlinor är idag dyrare än en konventionell drivlina vilket innebär att trots lägre drivmedelspris och servicekostnaden blir TCO inte nödvändigtvis en god affär. Vi har under 2022 sett en kraftig ökning av elpriserna vilket förändrat totalkalkylen mot tidigare och därför är det ännu viktigare att styrning och nyttjande av resurser blir så effektivt som möjligt trots att även dieselpreiserna också har ökat. De volatila priserna riskerar fortsätta över en länge tid framöver då utbyggnaden av elproduktionen kommer att ta tid.

Efter att ha scannat det som skrivs så ser man att det finns en förväntning om att priserna på lastbilar att sjunka över tid. Tittar vi på personbilsindustrin kan vi fortsatt se ett fokus på de dyrare segmenten och att priserna så här långt inte verkar sjunka markant. Den stora komponenten är batteriet och vi ser att det är många projekt på gång som kommer att öka utbudet på marknaden. Det återstår dock att se i vilken grad detta kommer att påverka priserna då efterfrågan på batterier stadigt ökar.

När vi har intervjuat åkerier kan man konstatera att det är en trend att initialt kommer det att vara fokus på de rutter och slingor som man kan maximera användningen av fordonet. Det som vi sett när vi analyserar mönstret i laddningen är att det ofta körs tvåskift men att det är mer sällan fordonet rullar under helgerna.

TCO Laddstation

Det kommer att skilja väldigt mycket vad en station kommer att kosta beroende på de förutsättningarna som finns på den plats som etableringen kommer att göras. En av de större kostnaderna är relaterade till behovet av att bygga ut nätet och den effekt som förväntas användas av stationen.

Återbetalningstiden för en etablering är ett vanligt mått på investeringens lönsamhet och utbyggnadstakten.

Vårt fokus ligger på den smarta styrningen av laddningen varför vi har valt att se på kostnaden i två komponenter. Dels den fasta som består av de initiala investeringskostnaderna och de rörliga kostnaderna som relaterar till driften. Den smarta styrningen kommer primärt att påverka de rörliga kostnaderna men kan på sikt även komma att påverka de fasta om man som kan realisera en lösning med switchat nät enligt den princip som tas upp i Axel Stenströms* examensarbete. Detta kommer att vara något att ha med som en tanke i kommande etableringar, inte bara för depåladdning utan även för publikladdning där samma utmaningar kan uppkomma.

Fasta kostnader

De fasta kostnaderna kommer att vara beroende på de initiala förutsättningarna.

Anslutningsavgifterna ser olika ut beroende på vem som är nätägare och de rent fysiska förutsättningarna

Platsspecifika kostnader är kopplat till den ursprungliga omgivningen. Många initiala laddstationer kommer troligen att byggas inom befintlig bebyggelse. Detta kommer att hålla nere på markkostnader etc. men på sikt kommer detta troligen att vara en icke försumbar kostnad vid upprättande av laddstationer

Elnätsanslutning har en kostnadsparameter kopplat till om det är en högspännings eller lågspänningsanslutning. Kostnaderna för dessa varierar men belastar investeringskalkylen.

Laddstolparna laddhastighet (kW) driver kostnader. Idag är snabbbladdarna betydligt dyrare men här finns en osäkerhet över tid. Dels har vi precis sett de första 350kW laddarna på marknaden och priset borde sjunka i takt med ökade volymer. Livslängden är också en osäkerhet att jobba med i kalkylen och om det kommer att finnas någon form av restvärde.

Kommenterad [DI1]: Fasta kostnader: Laddare, likriktare, (ev.station), mark - och markarbeten, anslutningsavgifter, (energilagring), (mätning), (kommunikation),

Löpande: (ev. markhyra), SLA-avtal, resultat av smart styrning,
Löpande (el): elpris, (obalanskostnader), (prissäkring), nätkostnader (effektavgift, rörlig, etc).

Andemening: hur billig kan en station vara, och hur dyr kan den bli? Vad är merkostnaden av viss funktionalitet eller utformning?

- Vid 20 procent beläggning har kostnaderna sjunkit rejält
- Inköpspriset för elen skiljer sig med 50 öre mellan de två studerade fallen men det är en stor skillnad på vilken beläggning som krävs för att komma ner i en kostnad på 3 kr per levererad kWh.
 - Lågt pris: ~45 kunder per dag
 - Høgt pris: ~105 kunder per dag



Löpande kostnader

Elnätsabonnemanget (kW och kWh) är en kostnad som kommer att vara beroende av nyttjandegraden. Det kommer troligen att driva mot att vi ser att det kommer att gå mot effekttariffer.

Elhandelskostnader (kWh) har under det senaste året varit långt ifrån stabilt samtidigt som vi är i en initial fas av utrollningen av fordon.

Övriga driftskostnader som tillkommer är kopplat till mjukvara, betallösningar, SLA och servicearbete. Dessa kostnader kommer att variera och kommer att vara viktiga för att övertid få en stabil kalkyl i samband med investeringsbeslut.

Kostnadsreducerande/Intäktskapande

För många av kostnaderna så kan vi aktivt jobba med och styra för att begränsa kostnaderna vi har i driften.

Elhandel

Köpa upp rätt mängd energi i rätt tid (prediktering) är en av de viktiga parametrarna. Här kommer framtida lärande system att kunna hjälpa till att göra analyser för att prediktera förbrukningen baserat på den individuella stationensförutsättningar.

Elnät

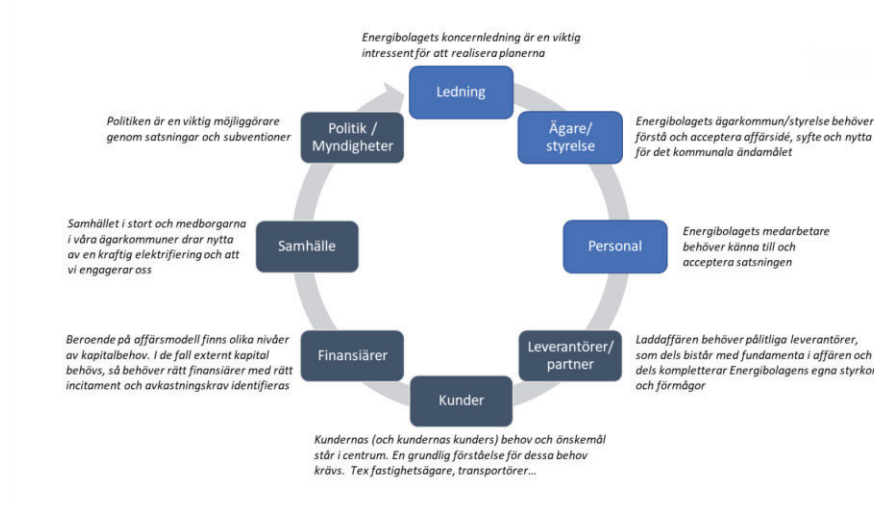
Hålla nere abonnemang/effekttoppar kommer också att vara en pusselbit i styrningen. Även här kommer det att vara viktigt att ha bra data att jobba med för att över tid kunna lära sig hur denna optimering skulle kunna användas. Vi har trots allt kunder med laddbehov och vi har ett elnät med begränsningar i vad som kan levereras.

Flexibilitet

Intäktssidan har också en möjlighet till sekundära intäkter i takt med att en aktiv flexmarknad växer fram. Det kommer att finnas olika marknader att agera på beroende på vad som passar. Det mest troliga är att man kommer att kunna vara aktiv på någon form av lokal flexmarknad framför Svks.

Intressentmodell / Social hållbarhet

Den förändringen som finns i samhället påverkar många parter och det är viktigt att reflektera över vad det kommer att innebära för dessa.



Chaufför

Dagens transportlösningar med fossila bränslen påverkar chauffören i samband med hantering. Det handlar både om ångor såväl som det fysiska bränslet.

Det generellt sätt mindre utsläppet av avgaser kommer också att ge chaufförerna en bättre arbetsmiljö när fordonet framförs. I samtal med chaufförer så upplevs dagens arbetsmiljö som tillfredsställande och de ser inte att et finns någon direkt uppsida. När man däremot talar med förare som bytt fordon så framgår det tydligt att det finns en tydlig förbättring som man värdesätter högt. Detta kan vara ett sätt att säkerställa att de personer som utbildas idag stannar kvar i yrket.

Vibrationerna från förbränningsmotorerna fortplantar sig genom fordonet och påverkar chauffören. Detta kan i sin tur resultera i förslitningsskador. Det kommer fortsatt att finnas vibrationer från vägbanan men dessa är intermittenta. Detta kommer också att påverka chauffören positivt

Energien skall på något sätt överföras till fordonet och beroende på hur lösningen ser ut kan detta komma att påverka arbetsmiljön. Idag är det mesta kabelbundet men elvägar, induktion och automatiserade lösningar är under utveckling. Det finns idag teststräckor för elvägar och en upphandling har startat för sträckan mellan Hallsberg och Örebro. På kontinenten kan vi också se olika teststräckor som växer fram med olika typer av energiöverföring.

Väljer man en kabelöverföring är mängden energi som skall överföras avgörande för kabeltjocklek vilket i sin tur kan påverka hanteringen. Detta ses som ett mindre problem idag där dimensioneringen idag är likartad mot den fossila lösningen.

Idag kan man välja var man pausar beroende på behov av service. Initialt kommer detta att vara svårare innan denna infrastruktur är utbyggd.

Påverkan av Smart Laddning på förarna är begränsade. Den viktigaste faktorn som påverkas är tiden för laddningen. Förarna har behov av pauser och tid för lunch men om tiden för att genomföra laddningen skulle överstiga 45 minuter som är den lagstadgade tiden för lunchrast kan stressen komma öka. Dagens lösning laddar bilen kring 45minuter vilket motsvarar behovet av rast. Däremot är frågan om detta sammanfaller i tid.

I intervju med arbetsgivare är det tydligt att chaufförens makt över detaljplanering och val av ställe för rast är stort. Detta är något som kan komma att påverkas i en framtida infrastruktur. Dels var laddpunkter placeras, dels av antalet laddare som är tillgängliga på varje plats.

Åkeri

Dagens åkerier har en väl inarbetad affärsmodell och har kalkylerat på investeringar löpande. Elfordonen har i grunden samma kalkyl men nya komponenter tillkommer. Den ökade initial kostnaden behöver kompenseras med ökade intäkter, minskad service eller lägre alternativkostnad för el. Under laddning av fordon står fordonet stilla och chauffören kan få en naturlig paus och här är det viktigt att lära sig vilka mönster för laddning som är optimal för respektive rutt.

Elfordonen idag har andra begränsningar i räckvidd och laddstationer är inte utbyggda vilket kommer att påverka planering av rutten och möjlighet att omdirigera efter uppkomna behov.

Fordonstillverkare

Fordonstillverkarna kommer troligen att leverera lika många fordon som tidigare och deras omsättning kommer att öka till följd av det högre priset.

Elektrifiering är en ny teknologi där ny kompetens behöver byggas upp. Dagens marknad är mogen även om innovationer introducerats över tid.

Fordonsservice

Ny kompetens kommer att behövas för att kunna utföra service. Idag finns en fullt utbyggd infrastruktur för service av fordon med förbränningsmotorer som med ett minskat behov av service behöver anpassa kostymen. Personal kommer att behöva utbildas för att addera ny kompetens vilket gjorts löpnade i takt med att nya modeller introducerats men det kommer att finnas specialkompetens som på sikt kommer att bli obsoleta.

Transportkunder

Köparna av transporter kommer att kunna använda elektrifieringen som en USP men kommer ökade kostnader att föras över på dem så är frågan vad kunderna är beredda att betala för detta? I samtal med förare och åkare är det uppenbart att kraven börjar ställas från kunderna samtidigt som det inte är några stora dialoger kring hur kostnaderna skall fördelas.

I samband med upphandlingar är det viktigt att utvärderingen inte bara sker på pris utan att de ställda miljökraven kommer till sin rätt vid utvärderingen.

Initialt finns risk för att flexibiliteten minska innan infrastruktur och mängd når en kritisk massa.

Lager- & Logistikföretag

Idag är de en last- och lossningsplats och servicen som de tillhandahåller är toaletter och ibland möjlighet till förtäring. När elektrifieringen genomförs kommer behov av att kunna ladda i samband med att lastning och lossning sker att vara en självklarhet.

Detta kan komma att driva hyreskostnader och behov av betalningslösningar beroende på hur affärsmodeller sätts upp. Företagen behöver också hitta sin roll i värdekedjan och de frågeställningar som de kommer att behöva besvara är:

- Skall vi eller fastighetsägaren investera i infrastruktur
- Hur kommer en kalkyl att se ut
- Hur kan vi fakturera våra kunder för utnyttjandet
- Skall vi låta 3:dje part hantera

Drivmedelskedjor

Det är naturligt att de kommer att erbjuda laddning på dagens befintliga anläggningar. Samtidigt som det kommer att vara längre ställtider så behöver det eventuellt finnas större ytor för uppställning. Dessutom skall det finnas faktiska möjligheter till utbyggnad av elnätet och på några ställen kan investeringen vara för stor för att lönsamhet för denna skall uppnås.

Gissningsvis kommer de att vilja behålla sin position och de har en upparbetad infrastruktur som stödjer dagens transportvägar.

De kommer att ha en väldigt viktig roll i framtida bränsleförsörjning och kunna hantera övergången från bensin och diesel till el och vätgas och på så sätt behålla sina kunder som med ökad längd på pauserna kan öka sin omsättning och ev. erbjuda kompletterande service.

Elhandelsbolag

Produkten som säljs är generisk varför påverkan kommer att vara minimal men vi kommer att se en ökad förbrukning vilket leder till ökad omsättning.

Elnätsbolag

Utbyggnaden av elnätet är en vardag för elnätsbolagen men den takt vi ser i dagens utbyggnad, tillgänglig effekt och nätens tekniska möjligheter gör det till en utmaning. Det kommer att vara ett ökat tryck att serva kunderna och att hjälpa till att hitta lösningar för elektrifieringen. Detta kommer i sin tur att driva på att bolagen säkerställer en ökad utbyggnadstakt genom bra samarbete med entreprenörer och materialleverantörer.

Det kommer att vara ett ökat tryck på tillgänglig effekt vilket kommer att innebära ett ökat samarbete inom de befintliga samarbetsforum som finns idag.

Kommun

När kommunen planerar sker detta på låg sikt och idag är behovet av mark för laddstationer inte en aspekt som lyfts fram specifikt. I takt med att frågan lyfts ökar behovet av att likande verksamhet planeras in. Idag ställs det inte specifika krav på att tillgängliggöra platser för laddstationer.

Många kommuner har ambitiösa planer för den gröna omställningen och därför är det viktigt att de tar en aktiv del i att planera och möjliggöra etableringar som skapar förutsättningar.

Fastighetsägare/Markägare

I samband med nybyggnation behöver man ha med aspekten att det kommer att finnas behov av att ladda elfordon i en allt större utsträckning. När man pratar om laddning av tunga fordon behöver man ta ytterligare hänsyn till användarmönster. När längden på stoppen har samma längd som behovet av laddning är laddning vid kaj att föredra i annat fall behöver hänsyn tas till andra möjligheter.

Fastighetsägarna har en uppsida i att anlägga en laddstation på fastigheten eftersom denna inte inkluderas i byggytan. Genom att göra den publik och eventuellt hyra ut denna till tredje part kan ytterligare intäkter skapas.

Befintliga fastigheter kommer att behöva addera lösningar för fordonsladdning. Detta kan initialt vara en USP vid införsäljningen men kommer troligen att bli en hygienfaktor i det långa loppet.

Boende

Bullernivåerna kommer att sjunka vilket i sin tur kommer att skapa ett lägre bakgrundsljud. Det är därför viktigt att det planeras in i de detaljplaner som tas fram för att trafikflödena hamnar på rätt

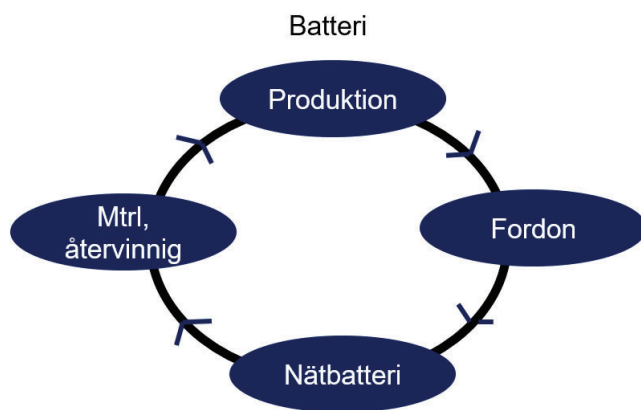
ställe. Även om ljudbilden sjunker så är tunga fordon inte något man vill ha i närheten av boende miljöer.

Räddningstjänst

Olyckor kommer alltid att ske och dessa kommer att ha en annan karaktär när det kommer till elektrifierade fordon. Det är av samma natur som för alla elfordon och räddningstjänsten är väl förberedda.

Cirkulärt tänkande

Vi har sett att det kommer att vara viktigt att redan från start ha en tanke på ROI för respektive del, inte bara från ett finansiellt perspektiv utan även från ett miljöperspektiv. Det är naturligt att se på de olika ingående komponenterna och hur vi kan använda dessa över tid. Den första komponenten man kommer att tänka på är batteriet som man på ett naturligt sätt kan komma att återanvända. De använda fordonsbatterierna har ca 80% av sin effekt kvar när de byts ut. Detta gör att de är lämpade för fortsatt användning som batteribackup på laddstationerna.

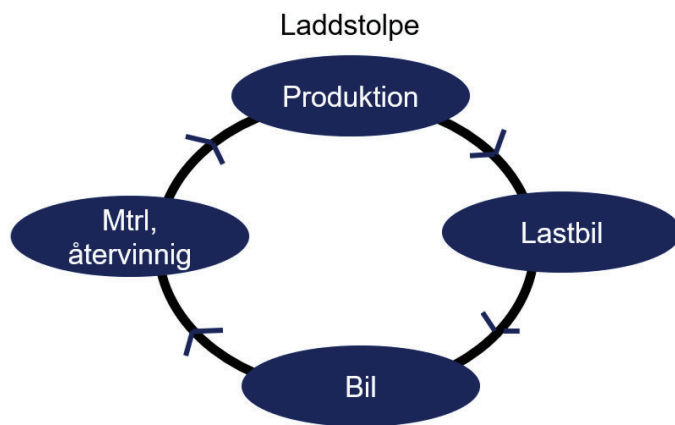


När vi tittar tillbaka på utrustningen av laddstolpar för personbilar har laddeffekterna ökat över tiden och den utrustningen som sattes upp för fyra år sedan har idag en så pass låg effekt att de är "ointressanta" att använda för publik laddning. När vi bygger laddstationer för den tunga trafiken så har denna initialt en hög laddeffekt där producenterna av fordon idag inte ser att det kommer att behövas högre effekter över tiden. Samtidigt som vi ser att några tillverkare kommer med MW laddning.

De producenter som hävdar att dagens effekter är tillräckliga resonerar i termer av att en ökad energitäthet i batterierna kommer att resultera i fysiskt mindre batterier för att minska tyngd och öka lastförmågan.

Skulle det visa sig att laddeffekterna ökar kan det vara en intressant modell att tänka cirkulärt och kunna återanvända infrastrukturen för den tunga trafiken till snabbladdning av personbilsflottan innan laddutrustningen skrotas och komponenterna återvinns.

För att få full effekt kan det vara intressant att samarbeta över gränserna för att ha ett gemensamt styr API för att enklare kunna återanvända utrustningen. Dessutom kan ett sådant samarbete på sikt skapa en win-win mellan de båda affärsområdena. Bolag som bedriver båda typerna av affär kommer troligen att ha detta inbyggt i sin affärsmodell.



Vilka parametrar relaterar till föraren och fordonet

Körsträckor

När vi intervjuar åkerier så upplevs det att det idag så är det en stor spridning på de körsträckor som bilarna färdas. Det finns en mängd studier gjorda som kan hittas på nätet som visar på spridningen för de olika

Raster

Idag är rastera styrda i lag och detta kommer inte att vara annorlunda i framtiden. Därför kommer det att vara viktigt att detta är en del av ingångsparametrarna i styrningen för att kunna optimera tiden för att stå still.

Startvärde

Under den första tiden av drift i vår referensanläggning kan vi se att de bilar som kommer in har en initial laddstatus på 20% och laddar upp till 80% och de står still strax under en timme. Mängden individer är för litet för att kunna dra några slutsatser och detta är ett relevant mönster.

Hur kan Smart Laddning skapa ett mervärde för föraren

Detta är ett område som kommer att vara intressant att utforska vidare i takt med att fler förare har kommit bakom ratten på elfordonen och infrastrukturen är testad.

Men med den information som finns i olika system så kommer det att vara möjligt att ge tider för hur länge ett stop kommer att vara och ge möjlighet att optimera på tid och/eller pris beroende på behov.

Det kommer också ges möjlighet att dirigera till rätt station beroende på beläggning. Här är det kanske längre till ett genomförande beroende på de fåtalet stationer. Samtidigt är önskan om att kunna boka tid en av de främsta.

Redan idag mäts olika förares förmåga att köra klokt detta är naturligtvis något som kommer att fortsätta för att lära sig att vara resurssnål.

Batterilager i kombination med laddning

En vanligt förekommande tanke är att installera ett batteri i anslutning till laddstationen. Tanken bakom detta är att använda batteriet för att kapa toppar och på så sätt hålla nere effektbehovet. Över dygnet under 2022 har vi sett att det är tydliga prisskillnader mellan dygnets timmar vilket indikerar att det skulle vara möjligt att spara kostnader på att få tillgång till den billigare elen och nyttja den under de dyrare timmarna.

Enkelt beskrivet skulle batteriet laddas under natten och under dagtid när priset är lägre för att laddas ur på morgonen och övriga tider med högre priser. Dessutom finns det en möjlighet att sälja tillbaka el till nätbolaget som ett sätt att delta i den lokala flexmarknaden.

Däremot är det en del saker som man behöver ta med sig i samband med planeringen för stationen. Det måste finnas plats både bredvid stationen och lediga fack vilket måste tas med redan i designfasen.

Idag levereras batterimodulerna i form av containerlösningar. Dessa är lätta att hantera och har en bra modularitet som ger möjlighet att bygga ut förmågan över tid. Här finns behov av att ha en dialog med räddningstjänsten. Placering av batterierna och skyddsavstånd mellan modulerna gör att det kan vara en utmaning att designa in de modulerna som önska och att på sikt kunna bygga ut anläggningen.

Värt att peka på att det finns mer platsspecifika förutsättningar som vattentäkter som kommer att göra det omöjligt att placera ett batteri där man önskar.

De huvudsakliga anledningarna till att placera ett energilager i kombination med en snabbbladdningsstation är att undvika kostsamma nätförstärkningar samt sänka effektkostnaderna för stationen. Kostnaden för effekt är oftast dyr. Som ett exempel presenteras Öresundskrafts kostnader för högspänningsanslutning 20-6 kV, N3.

Kostnadspost	Storlek
Fast avgift [kr/år]	14 000
Abonnemangsvavgift [kr, kW,år]	371
Effektavgift [kr, kW,år]	238
Elöverföring [öre/kWh]	6,2

Sen kan det vara möjligt att få in fler laddare på varje laddplats alternativt att kunna bygga innan nätförstärkningar kommer på plats. Batteriet är ju en flyttbar asset som man förmodligen kommer att kunna hitta andra användningsområde för.

Dimensioneringen av batteriet beror på ett antal faktorer. Att dimensionera detta är svårt då de dessutom är dynamiska och beror av vilken typ av fordon som laddar på stationen. Belägningsgrad vid olika tidpunkter på dygnet, lastbilarnas laddningshastighet (kW), lastbilarnas batterikapacitet (kWh).

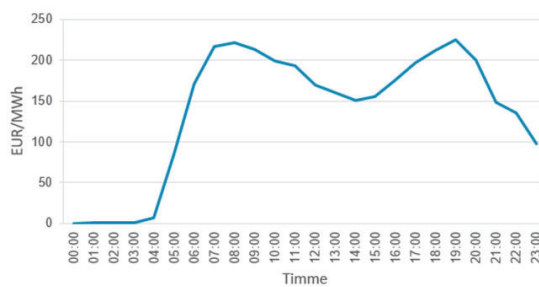
Det som driver kostnaden för batterier är batterikapaciteten, då denna direkt översätts till ett ökat antal battericeller.

Vid en låg beläggingsgrad fungerar batteriet som bäst. Då finns tid att ladda upp batteriet igen efter att topplastutjämning är gjord. Vid en hög beläggingsgrad så har batteriet däremot inte tid att ladda upp sig själv. Alternativet blir att öka kapaciteten på batteriet vilket blir kostsamt. Incitamentet för att använda ett energilager för att sänka kostnaderna för effektkomponenten minskar dock med en högre beläggingsgrad då kostnaderna fördelas ut på kundkollektivet.

Nytan av ett energilager är alltså som störst vid låg och medelbeläggning. Bidraget till en sänkt TCO-kostnad förutsätter dock att det finns andra kostnadsreducerande eller intäktsgenererande användningsområden för energilagret.

Förutsättningarna skiljer sig mellan publik och depåladdning. För depåladdning är sannolikt förutsägbarheten större än för publik, tex ruttplanering. Detta gör att simuleringsmöjligheterna är bättre, då färre faktorer som utnyttjandegrad och när i tid som laddning behöver är okända. Med fler okända faktorer kan man behöva ta höjd för dimensioneringsmässigt vilket driver kostnader.

Dessutom har vi prisvariationer över dygnet som kan stödja affären av en batterilösning.



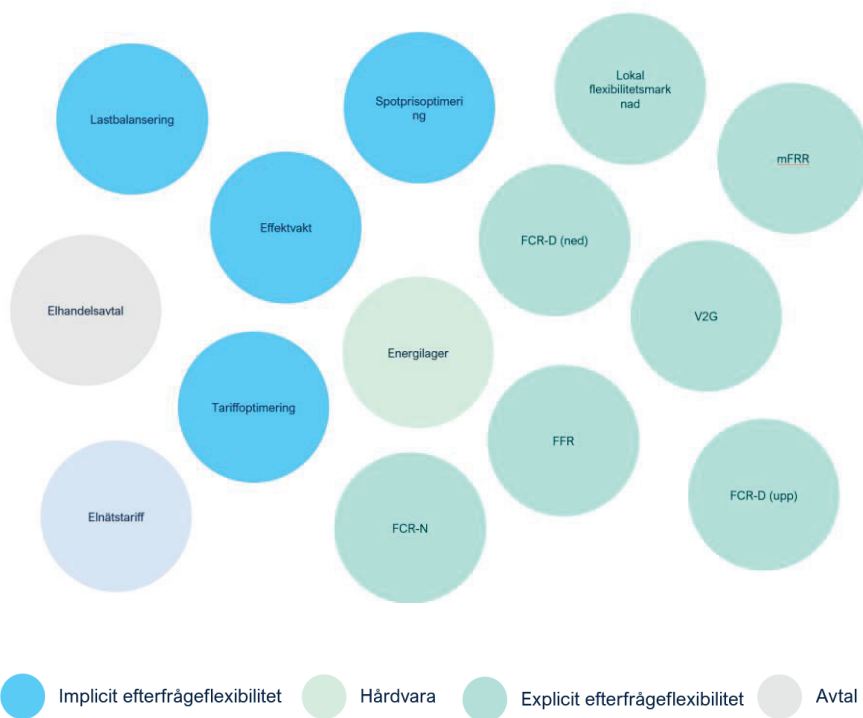
Optimeringsmodell. Parametrar en simuleringsmodell behöver ta hänsyn till:

- Elnätstariff – storlek och struktur
- Energilager - design, kemi, kostnad
- Användning – typ av fordon (kW och kWh)

Kartläggning av styrsignaler

För att få en effektiv styrning av laddning kopplat till en lagringslösning så har vi utgått från en installation utan lagring och utifrån detta tittat på vad en lagringslösning skulle tillföra. Det är inte bara en ekonomisk kalkyl utan även en fråga om tillgänglighet och tillförlitlighet.

Den initiala dialogen med de blivande kunderna ger en tydlig indikation att den enskilt viktigaste faktorn initialt kommer att vara priset. Därför är det viktigt att ha med de komponenter som påverkar priset i de initiala tankegångarna. Vi ser att man kan dela in dessa i fyra kategorier, Implicit efterfrågeflexibilitet, explicit efterfrågeflexibilitet, hårdvara och avtal



Oavsett vilken styrsignal som används för att styra laddning innebär det ett avsteg från det tänkta uttaget om ett energilager inte finns på plats för att kompensera för uttaget. Beroende på vilken styrsignal som används för att styra laddningen så kommer det också inverka olika på det tänkta uttaget, vilket gör att olika styrsignaler kan få olika acceptans i att användas till vilken grad.

Styrparametrar som är tillgängliga idag

Elpris

Morgondagens elpris publiceras dagligen på börsmarknaden Nord Pool kl 13:00. Att morgondagens elpris redan är tillgängligt dagen innan öppnar upp för att använda elpriset som en styrsignal. Den faktiska ekonomiska besparingen beror dock också på hur den finansiella sidan av elhandelsavtalet är utformat. Exempelvis kan en aktör som äger och driftar laddinfrastruktur vilja säkra elpriset för en längre tid framöver för att inte behöva byta elpris mot kund utifrån upp- och nedgångar i elpriset.

Om det finns acceptans i att flytta uttagsmönstret finns möjligheten att lägga flexibla bud mot Nord Pool. Det innebär att möjligheten finns att handla upp el till de timmar som är billigast. Möjligheten finns också att definiera vilka villkor som du vill ska gälla för uppköpet. Exempelvis skulle du kunna meddela att du behöver konsumera 2 MWh el mellan klockan 02:00 – 07:00. ”

Klimatpåverkan

Ett etablerat system för hantering av elens klimatpåverkan är systemet för ursprungsmärkning av el. Energimarknadsinspektionen ansvarar för att för föregående år räkna ut vad residualmixen blev för

en nordisk elmix. Systemet är inte uppbyggt för att aktörer ska agera på realtidssignaler, utan är ett system för allokering av utsläpp till aktörer som valt, eller inte valt att köpa grön el.

Det börjar tillkomma fler och fler lösningar som redovisar elens klimatpåverkan i realtid. Två företag är Renbloc och Electricitymap som via egna API:er möjliggör aktörer att ta del av informationen i realtid. Gemensamt för företagen är att de hämtar information i realtid från Europeiska TSO:er.

Generellt sett brukar elens klimatpåverkan vara högre vid morgon och eftermiddag när efterfrågan är som högst. Även säsongsbetonade skillnader finns där efterfrågan är högre under vintertid för Europa.

I praktiken krävs ingen hårdvara om en API-integration görs. Detta förutsätter dock att integrationen är gjord mot antingen ett EMS eller CPMS-system som i sin tur används för att schemalägga och vidarebefordra styrsignalen.

Lagringsnivå

Momentant SoC-värde finns idag tillgängligt men det skulle behöva kompletteras med prognos/framåtblickande för att på ett bättre sätt kunna planera.

Efterfrågad effekt från fordon

Hur mycket effekt vill fordonen ladda med? För att ytterligare effektivisera styrning behöver det kontinuerligt ske utveckling av kommunikations API som får en standardiserad form.

Fordonstillverkarna har en vana att kommunicera och samla in information men det har inte funnits något behov av att dela med sig av denna information. Här behöver marknadens parter närma sig varandra och inte vara oroliga för att dela med sig av information. Detta finns en risk innan aktörerna har tagit sin position att det inte är lika självklart att dela med sig som ett sätt att försvara och spärra sina positioner.

Elnätstariff

Elnätstariffen tas redan hänsyn till vid byggnationen av laddstationen. Beläggningsgrad och sammanlagringsfaktorer för laddningen uppskattas för att utforma hårdvara och eventuellt abonnemang mot elnätsbolaget. Dagens hård- och mjukvara har nästan alltid lastbalansering i form av statisk lastbalansering. Med en styrsignal från det överliggande eleffektuttaget kan många leverantörer också hantera dynamisk lastbalansering där eleffektuttaget mäts i realtid.

Det som skiljer olika elnätstariffer åt är oftast storleken på effekt- och överföringskomponenten. För vissa tariffer finns också en tidsdifferentiering att styra emot, oftast på säsongsnivå men ibland också på dygnsnivå. Tilläggskostnader brukar vara runt 06-20 under månaderna november till mars.

Spotprisbaserad överföringsavgift finns inte på så många ställen i dag, men skulle kunna ge högre incitament att flytta laddningen. Det vi ser är att det förekommer arbete för att se hur en sådan modell skulle kunna se ut.

Villkorade avtal som en del av nätavtalet är något som flera nätbolag har pågående arbete med. Vi vet att detta redan är på plats i vissa kundavtal och med tanke på den situation vi har i dag så kommer detta troligen att bli allt vanligare som ett sätt att inte säga nej.

Ellevio har bland annat krav på avrop i tariffen.

Bokningar

När vi har intervjuat åkerier och chaufförer så är ett av argumenten att kunna planera när laddning skall ske så antalet stopp och längden på dessa blir så få och korta som möjligt. Här ser vi att även för

den som driver laddstationen är detta intressant information för att kunna styra mot spotpriser och att kunna dra största möjliga nytta av ett batterilager. Genom att kunna erbjuda bokning får vi en ömsesidig nytta som gynnar parterna. Däremot behöver man över tid skapa förståelse för vad denna nytta är och vad den får lov att kosta.

När man pratar om bokning är det naturligt att de olika bokningssystemen som finns på marknaden kommunicerar med varandra för att kunna ruttplanera och optimera på bästa möjliga sätt.

Styrparameterar imorgon

I takt med att systemen utvecklas kommer allt fler intelligenta lösningar att utvecklas. Idag finns fordondata tillgängligt i fordonet vilket i sin tur är uppkopplat mot tillverkare och/eller ägare. Denna information kommer på sikt att kunna göras tillgänglig till diverse lösningar där laddstationer kan vara ett. För att detta skall hända så behöver det finnas en tydlig uppsida för de inblandade parterna. Vi kan se att tiden för att stå still är en viktig faktor för TCO och med de längre "tankcyklerna" kommer bokning av laddning vara en trolig förändring. Därför kommer det naturligt att växa fram kopplingar mellan de olika systemen involverade.

Vi kommer gå mer och mer mot "realtidssignaler" i takt med att sensorer och kommunikationsmöjligheter kommer på plats. Nya mobilnät är i färd att rullas ut vilket i sin tur ökar antalet sensorer och kommunikationsfrekvensen. Däremot kommer det att ta tid innan vi vet vad och hur vi kommer att kunna dra bäst nytta av dessa.

Vi ser att dagens handel kommer att förändras och gå mer mot 15 min handel i takt med att tillgängligheten av fröbrukningsvärde är tillgängliga. Den nya mätinfrastrukturen som skall vara på plats 2025 ger utökade möjligheter men det återstår att verifiera effektiviteten i näten.

Det kommer bli en mer komplex optimering med fler signaler, fler önskemål och en marknad som troligen kommer att vara fortsatt volatil. Elförbrukningen ökar och en utbyggd produktionskapacitet har långa ledtider och beslutsprocesser.

Man kommer behöva mer adaptiva sett till att anpassa styrning mot olika "value pools" (intäkter och besparingsmöjligheter).

Ruttplanering

Det skulle finnas en möjlighet att optimera tiden för laddning om man har tillgång till ruttplanering (enligt tidigare resonemang) och på så sätt ges en möjlighet att i förväg veta energiåtgången. Detta kan komma att vara en framtida möjlighet som kommer att kräva integration mellan flera olika system vilket kan komma något som marknaden behöver ha med sig när man planerar system.

Styrsignaler från elsystemet

DSO/TSO behöver flex eller stödtjänster. Dessa kan komma att ske på olika sätt, genom större incitament att anpassa sig till prissignaler (implicit) och genom större möjligheter att delta med flexibilitet på marknader och flera marknader (explicit). Kopplat till dessa finns det också ett behov av responstid och att kunna prioritera om resurser i realtid. Här kan vi se en intressekonflikt som behöver tas med i styrningsagoriterna.

Styrsignaler från fordonet

Förväntad tid för laddning

Vet fordonet hur länge ett fordon kommer att ha tid att stå för laddning. Det kommer inte vara en självklarhet att alla kunder kommer att invänta att tanken är fulladdad. Här kan man tänka sig att det

över tid finns en planerad stopptid som skulle kunna vara en insignal till det momentana uttaget vid stationen. De kommer att vara stor skillnad på om det är ett långstopp tex över natten eller om det är en påfyllnad i samband med andra

Laddnivå för fordon som ska ladda

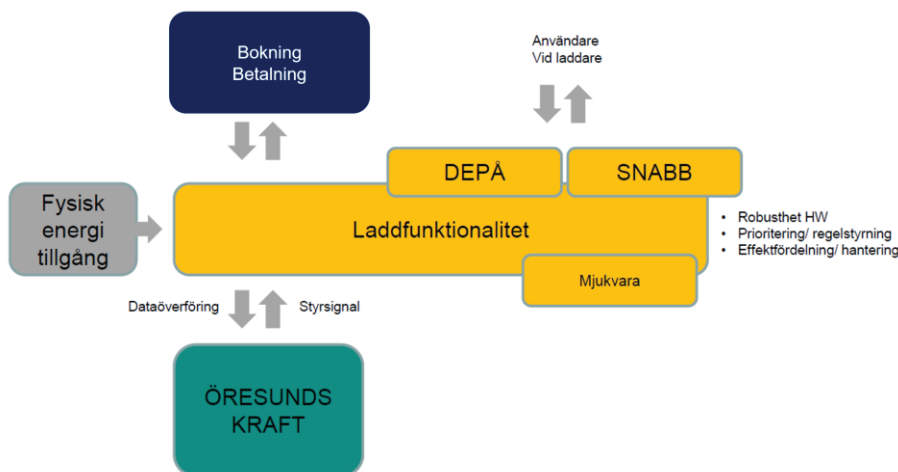
Nej men däremot hur mycket energi/effekt som behövs/är möjlig för att nå önskad laddnivå. I initieringen kommer information att utbytas och här är utvecklingen av gemensamma protokoll viktiga för att kunna maximera nyttan för kollektivet.

Körmönster

Körmönster är något som redan idag analyseras och detta kommer att vara ett underlag till att besluta hur mycket man behöver ladda vid den enskilda stationen. Detta skulle kunna bli helt automatisk på sikt.

Systemöversikt

Vi har gjort en schematisk bild av hur en lösning kan se ut och vilka dataströmmar som man kan få tillgång till och som man behöver ta hänsyn till när man definierar befintliga och nya styrsignaler.



Uppdelningen är gjord som en schematisk bild och dessa kan ligga på ett och samma företag men utgångspunkten har varit att vi skall utgå från en lösning som är flexibel så är det viktigt att redan från start kunna definiera befintliga och kommande styrsignaler utifrån funktionalitet. Det har också varit ett mål att kunna resonera kring perspektivet olika typer av laddning som vi här kallar Depå och Snabb.

Den fysiska energitillgången kan komma att begränsas av villkorade avtal och fysiska begränsningar. Därför kom vi till slutsatsen, för att kunna styra ner på så behöver vi veta vad vi plockar ut. För att kunna göra detta är det viktigt att vi kan plocka ut informationen i realtid vilket ställer krav på vilken typ av mätning som behöver vara tillgänglig och typ av kommunikation som behövs.

En annan fråga som behöver hanteras är var i systemet som den smarta styrningen skall finnas och vem som driver utvecklingen och vem som äger funktionaliteten. Det är förmodligen också viktigt att denna på sikt får någon form av generiska API och att i takt med att nya styrsignaler tas fram öppnar upp för att kunna inkludera de som man väljer att använda för den enskilda stationen. Däremot kan

vi se att behovet av kompetens att öka för att kunna vara en god kravställare i samband med upphandling och vidareutveckling. Dagens elhandels och elnätsbolag är duktiga på att kravställa projekt inom ramen för dagens verksamhet men behöver stärka kunskanndet för att kravställa IT och kommunikations relaterade projekt.

AI/ML

Dagens system och styrning är en första generationens system där man säkerställer att laddning sker och att det kan ske på kortast möjliga tid. Vi ser redan idag att behovet av att bygga upp styrning baserat på resonemangen ovan är stort.

Vi har haft kontakt med fyra leverantörer som har specialiserat sig på att inkludera AI/ML i olika beslutsprocesser för att se hur detta skulle kunna vara en väg för framtida lösningar. Tillsammans har vi resonerat om krav och behov för att kunna använda denna teknologi på bästa sätt.

Den första slutsatsen som vi har dragit är att det är viktigt att kunna identifiera en tydlig kravbild och förväntan på vad det är man letar efter för samband.

Den andra slutsatsen är att det behöver finnas välstrukturerad data för att kunna bygga modeller.

Den tredje slutsatsen är att det behövs en datamängd för att kunna genomföra analyser och leta efter samband.

De slutsatser som vi kan dra från detta är att vi idag samlar in data på ett strukturerat sätt och sparar detta på ett sätt som ger oss en möjlighet att på sikt använda dessa som underlag.

Vi har samtidigt konstaterat att vi har för få datapunkter för att kunna initiera en meningsfull analys. Det finns idag för få elektrifierade tunga fordon vilket i sin tur leder till att det är få individer som laddar på en och samma laddstation.

En konsekvens av dialogen är att vi har gått igenom mängden mätpunkter som vi har på vår testanläggning för att över tid lära och addera fler punkter i analysen. Dessutom har vi haft med oss vår lärdom när vi pratat med leverantörer av komponenter, både HW och SW, för att säkra att vi får tillgång till datapunkter. Dessutom är det viktigt att det finns en önskan att vara en del i att bygga upp ett mer automatiserat beslutssystem.

När vi startade arbetet var det baserat på en installation och under året har det blivit ett nätverk av stationer. Detta ställer i sin tur ytterligare lager av komplexitet och förståelse som behöver inhämtas. Under de kommande åren förväntar vi oss att kunna göra jämförelser och se om det är möjligt att hitta likheter som gör att man kan behandla alla lika, som kollektiv eller om alla kommer att vara unika individer.

Slutsats

Under arbetet har vi kunnat dra slutsatser som gör att styrning av infrastrukturen kommer att vara viktig för att kunna lösa många av de utmaningarna som finns idag och som kan förväntas uppkomma över tid. Investeringar, löpande kostnader, tillgänglighet och effektbrist är några av dessa.

Användarna är få och därför är förväntningen att laddning skall fungera på samma sätt som tankning fungerar idag. Det kommer att ta något år innan tillräckligt många fordon finns i trafik för att åkare, chaufförer och marknadens aktörer skall ha anpassat sig till de nya förutsättningarna.

Det är också en stark teknikutveckling där batteristorlek, laddeffekter och batterityper är i stark förändring. Däremot kan man med säkerhet säga att vi kommer att ha en effektproblematik under en längre tid.

Vi har kunnat identifiera en mängd styrsignaler som kan komma att vara användbara för att implementera en framtida smart laddning. Dessa kommer att ligga till grund för vårt fortsatta arbete med att skapa den smarta laddningen.

Det är också tydligt att det är en omogen marknad där systemkomponenterna inte alltid är klara. Många komponenter finns i andra tillämpningar som bokning och betallosningar men dessa är inte anpassade till de funktioner som är specifika.

Slutsatsen som vi drar är att det händer under tiden vi bygger. Vi konstaterar att många av de idéer som vi hade inför projektet när det gällde att modulera stationer med lagringskapacitet i stället har omsatts i en verklig lösning. Vi tror att det kommer att se ut så här framöver eftersom det kommer att krävas en aggressivutryllning och att det är många aktörer involverade.