



Kvantitativ analys av nyttjandet av publika laddplatser i Stockholm stad under perioden 4Q2015- 3Q2016

Författare: Dr. Peter Georén, med analyshjälp av Li Ling,
Joram Hendrik Maarten Langbroek

Sammanfattning

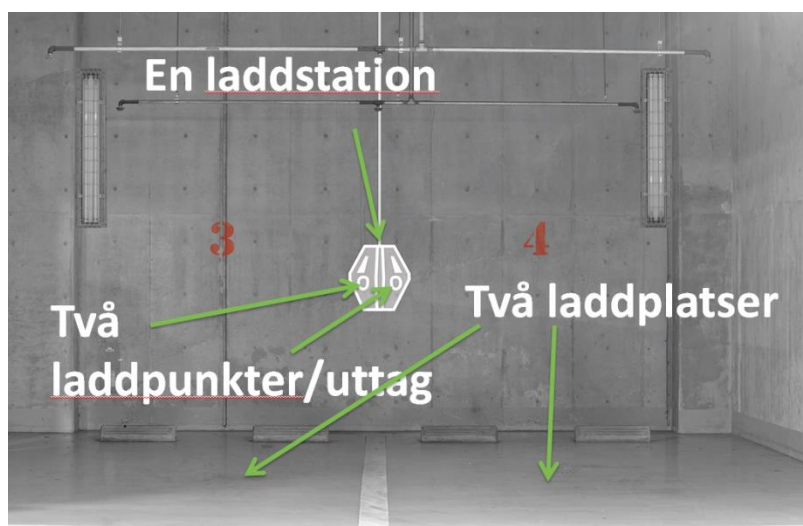
På uppdrag av Stockholm stad, miljöförvaltningen genomförde KTH/ITRL en analys av statistik för publika normal- och snabbladdningsstationer i Stockholm för perioden fjärde kvartalet 2015- tredje kvartalet 2016 (=4Q2015-3Q 2016). En liknande analys har tidigare gjorts inom ramen för forskningsprojektet ”Laddinfrastruktur för elfordon – hur kan en stad ta initiativ och agera?” finansierat av Energimyndigheten. Denna analys är en uppföljning.

I punktform kan resultaten grovt sammanfattas som följer:

- Totalt loggades en överföring av 165 000 kWh el till laddbilar från publika laddplatser i Stockholm under 4Q2015-3Q2016. Det motsvarar ca 99 ton minskad CO₂-emission.
- Mängden överförd energi, dvs tankade elkilometer, är lika stor för de 7 snabbladdningsplatserna som för de 253 loggade normalladdningsplatserna i publik miljö.
- De tre mest utnyttjade normalladdningsstationerna är Galleriangaraget, Högalidsgaraget och Norr Mälarstrand. Dessa står för hälften av antal sessioner och överförd energi för normalladdarna.
- Skillnad i överförd energi och antal sessioner mellan olika snabbladdningsplatser är ungefär en faktor fyra, dvs de mest använda stationerna används fyra gånger mer än de som används minst.
- Skillnad i överförd energi och antal sessioner mellan den mest och minst utnyttjade normalladdningsstationen är ca en faktor 40!

Innehåll

Sammanfattning	2
Inledning och Bakgrund	4
Underlag- loggande laddstationer	5
Resultat Snabbladdare.....	5
Installerade snabbladdare inom ramen för uppdraget	5
När på dygnet påbörjas laddningen? -Vem är användare?	6
Snabbladdarna används främst dagtid under vardagar -	6
Hur länge och mycket laddar man vid snabbladdare?	6
Utnyttjandet av snabbladdare	7
Resultat Normalladdare	8
Utveckling över året	8
Starttid - när påbörjas normalladdningen?	8
Laddning på vardagar dominerar	9
Energioverföring och längden av laddning.....	9
Olika laddplatser har används olika mycket.....	10
Galleriangaraget och Högalidsgaraget är de populäraste normalladdningsplatserna	12
Miljönytta, snabb- och normalladdare	12
Sammanfattning i punktform	12



Figur 1. Förklaring av begreppen *laddplats*, *laddpunkt* och *laddstation*.

Definitioner (se figur 1 ovan): En **laddstation** är en plats där en eller flera eldrivna fordon kan ladda. På bilden ovan kan laddning ske från laddboxen på väggen som har två laddpunkter/uttag. Detta är då en laddstation. Om det till exempel dessutom finns möjlighet att ladda även på plats 1, 2, 5 och 6 är alla dessa (dvs 6 olika laddplatser) är en och samma laddstation. En **laddpunkt** är samma sak som ett ladduttag där en elbil kan ladda i taget. En **laddplats** är den parkeringsplats där elbilen parkerar under laddning.

Källa: www.fixaladdplats.se

Inledning och bakgrund

I Stockholms stads budget för år 2014 fick trafiknämnden i uppdrag att i samverkan med miljö- och hälsoskyddsnämnden m.fl. medverka till anläggning av 10 nya platser för snabbladdning av elbilar samt 100 platser för normalladdning. Sju snabbladdningsstationer på gatumark (anlagda av Vattenfall och Fortum) och över 100 normalladdningsplatser (i Stockholm Parkering ABs anläggningar) tillkom inom ramen för uppdraget fram tom år 2015.

Energimyndigheten beviljade 2014 stöd med 1,5 miljoner kronor till Stockholms stad för projektet "Laddinfrastruktur för elfordon – hur kan en stad ta initiativ och agera?". Miljöförvaltningen var projektledare och drev projektet tillsammans med trafikkontoret, Stockholm Parkering AB och KTH. Projektets syfte var att dra lärdomar av arbetet med 10+100 publika laddare. Rapporten "Erfarenheter från etablering av publik laddning för elbilar i Stockholm" från februari 2016 redovisar erfarenheterna från etablering samt första tidens drift av laddinfrastrukturen.

Den här rapporten redovisar en kvantitativ analys av ytterligare ett års (oktober 2015 tom september 2016) drift och utnyttjande av både snabbladdare och normalladdare. Samma metodik som i det föregående forskningsprojektet har använts. I den här rapporten redovisas endast resultatet från sammanställning och analys av driftsdata.

Ett stort antal publika laddpunkter är, genom det tidigare stödet från Energimyndigheten uppkopplade mot "molnet" och KTH har på så sätt tagit del av data och genomfört kvantitativa dataanalyser i flera etapper baserat på loggade data från uppkopplade normal- och snabbladdare. Normalladdarnas data loggades genom Chargestorms portaltjänst och snabbladdarnas data erhöles från Vattenfall och Fortum (via separata överenskommelser som miljöförvaltningen har med Vattenfall resp. Fortum).

Den här rapporten är framtagen av KTH på uppdrag av miljöförvaltningen i Stockholm.

Frageställningarna som KTH försökt besvara genom analysen:

- När på dygnet är användandet högst?
- Skiljer sig dag- och kvällsanvändning?
- Skiljer sig bruk av normalladdare mot snabbladdare?
- Hur stor beläggning har laddarna?
- Hur mycket laddas totalt per stolpe och vid olika lokaliseringar?
- Hur ser användarprofiler ut för olika lokaliseringar?

Huvudsakliga KPI:er som studerats är:

- kWh överfört per laddning
- starttid för laddning
- laddtid
- kWh totalt per stolpe

Perioden för datainsamling är ett år, från 4Q15 till 3Q16. Under perioden var beståndet av laddpunkter nästan oförändrat (endast en förändring: laddplats Gallerian utökades med 40 laddpunkter i Q1-2016). Betalmodellen var också konstant vilket gjort tolkningen av resultat lättare än föregående år. Värt att notera är att antalet laddbara bilar registrerade i Sverige och Stockholm har fördubblats från Q1-2015 till Q1-2016 (www.elbilsstatistik.se). Under det analyserade året 2016 fortsatte ökningen av laddfordon och vid utgången av 2016 hade antalet registrerade laddfordon i Stockholm ökat med ca 6 700 fordon (<http://powercircle.org/nyhet/12-151-nya-laddbara-bilar-sverige-2016>), en ökning på 90%, dvs nästan ytterligare en dubblering. Ökningen av antalet fordon och brukare ger genomslag i analysen.

Underlag- utvärderade laddstationer

Tabell 1. Dataunderlag (snabb- och normalladdare), samt adresser för normalladdare.

Typ	Plats	Kategori (a=arbets, b=bo/arbet, c=boende, d=aktivitet)	Antal loggande laddpunkter	Antal laddpunkter tot	Driftsättnings- datum	Totalt antal loggade sessioner	Medel antal sessioner /dag	Medel energi (kWh)/dag	Total energi (kWh)	Ekvivalent kört sträcka(km) (200Wh/km)	Kilogram CO2 reduktion (120g/km)
Snabb	Total (Vattenfall+Fortum)					6996	19,1	216,9	79179	395897	47508
Normal	Total					10357	28,41	235,13	85822,45	429112,25	51493,47
normal	Gallerian	a	5	40	20160215	2346	6,45	66,45	24254,25	121271,25	14552,55
normal	Högalidsgaraget	b	10	209	20111001	1426	3,92	28,00	10220,00	51100,00	6132
normal	NorrMälarstrand	b	2	2	20150612	580	1,59	15,50	5657,50	28287,50	3394,5
normal	Norralatin	a	14	14	20140725	518	1,42	11,48	4190,20	20951,00	2514,12
normal	Vartofta	b	4	4	20151216	473	1,30	9,93	3624,45	18122,25	2174,67
normal	Solurgaraget	d	4	4	20140509	429	1,18	6,52	2379,80	11899,00	1427,88
normal	PalmfeltCenter	a	6	6	20141219	407	1,12	9,51	3471,15	17355,75	2082,69
normal	Räcksta P-Hus 104839	b	12	12	20150506	385	1,06				
normal	Åregaraget 104468	d	4	4	20140509	368	1,01				
normal	Stigbergsgaraget 104341	b	58	58	20150623	290	0,80				
normal	Humlegården P-hus 103636	b	4	4	20141013	272	0,75				
normal	Eriksdals Nya Simstadion 201637	d	8	8	20150312	258	0,71				
normal	Norra Real P-hus 103683	b	10	10	20140926	244	0,67				
normal	Herkulesgatan 10001=Gallerian	a				207	0,57				
normal	Sjöstaden, P-hus 104352	b	4	4	20141028	204	0,56				
normal	Åsögaraget 101546	b	6	6	20141109	200	0,55				
normal	Farsta Sim och Idrottshall 204637	d	6	6	20141219	190	0,52				
normal	Fleminggatan P-hus 103617	b	6	6	20141201	187	0,51				
normal	S:t Eriksplan, P-hus 104232	b	4	4	20141204	160	0,44				
normal	Enskedehallen 201942	d	4	4	20141218	151	0,41				
normal	Mälarhöjdens IP 204586	d	4	4	20141219	116	0,32				
normal	David Bagare 101671	b	8	8	20141201	99	0,27				
normal	Spånga Tennishall Infarts P 204416	a	2	2	20141020	92	0,25				
normal	Väderkvarnen 101676	b	4	4	20140922	78	0,21				
normal	Farsta infarts P 203676	d	8	8	20150428	76	0,21				
normal	Glasbruket 201951	a	2	2	20140818	72	0,20				
normal	Rådhusgaraget 103871	b	2	2	20140915	61	0,17				
normal	Stora Mossen IP 204371	d	4	4	20141216	61	0,17				
normal	Djurgårdsbrunnns Wårdshus 201567	d	2	2	20140929	58	0,16				
normal	Kölnan P-hus 104374	b	4	4	20141023	58	0,16				
normal	Norr Mälarstrand M1035710	b	2	2		57	0,16				
normal	Ropsten Shell Infarts P 203246	a	6	8	20150428	48	0,13	< 1 session/ vecka			
normal	Rågsveds Infarts P 203642	a	2	2	20141204	38	0,10				
normal	Västertorpshallen 201941	d	6	6	20150122	35	0,10				
normal	Väll-in 102322	a	6	6	20141023	30	0,08				
normal	Åkeshov, P-hus 104484	a	4	4	20141021	27	0,07				
normal	Älvsjö IP/Infart 201523	d	8	8	20150520	26	0,07				
normal	Slakthusplan 201933	d	4	4	20141027	18	0,05				
normal	Viking P-hus 101710	d	4	4	20140926	12	0,03				

Resultat snabbaddare

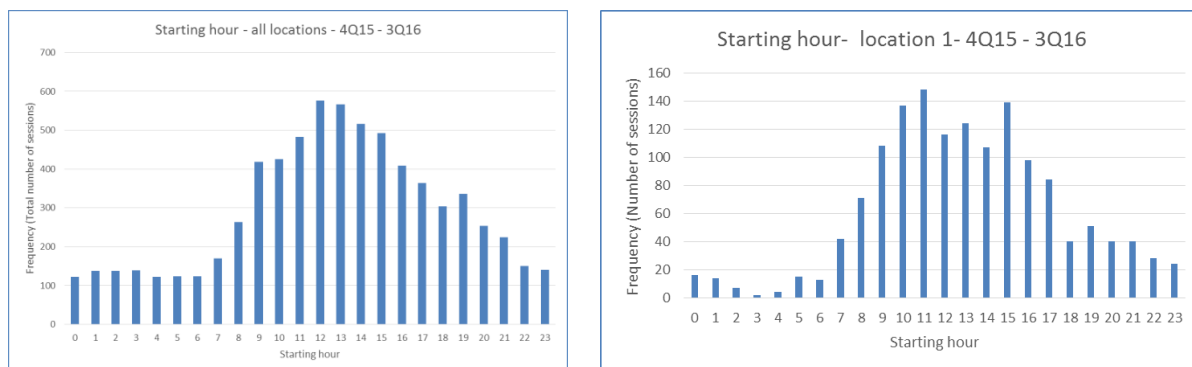
Installerade snabbaddare inom ramen för uppdraget

Tabell 2. Adresser för snabbaddare

Plats	Privat aktör	Installation
Roslagstull; Vallahallav 1	Fortum	2014-02-17
Kampementsbadet/Sandhamnsgatan	Vattenfall	2014-09-16
Tanto/Zinken, Ringvägen 35	Vattenfall	2014-09-16
Liljeholmen, Nybohovsbacken 17	Vattenfall	2015-03-06
Kista, Danmarksgatan 8	Vattenfall	2015-03-06
Malmgårdsvägen/Ringvägen 162	Vattenfall	2015-03-06
Norra Djurgårdsstaden, Kontorsvillan, Gasverksvägen 15	Vattenfall	2015-03-31
Summa (per oktober 2016)	7 st	

När på dygnet påbörjas laddningen? Vem är användare?

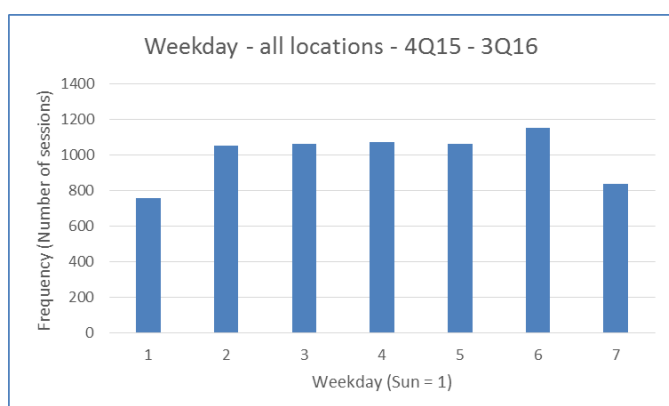
För snabbbladdare påbörjas laddningssessioner under hela dygnets timmar, med övervikt dagtid och med ett förhållande 3 till 1 i sessioner som startar dag jämfört med natt. Beroende på placering av snabbbladdare fördelas dygnsanvändningen olika. Nedan visas fördelning av starttid för laddsessioner för samtliga snabbbladdare aggregerat. Ett par enskilda snabbbladdare uppvisar ett tydligt dagutnyttjande, se exemplet till höger nedan.



Figur 2. Tid för laddstart för snabbbladdare sammanställt för perioden, till vänster aggregerat resultat för alla snabbbladdplatser, och till höger resultat för en enskild lokalisering.

Snabbbladdarna används främst dagtid under vardagar

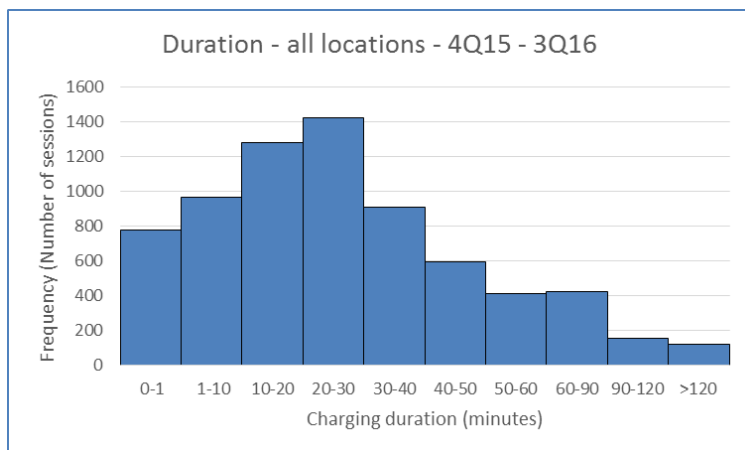
Det är inte längre (som vid förra årets sammanställning) någon tydlig lunchpeak i nyttjandet, utan användningen är hög under hela dagen, oberoende av veckodag. Dock är användningen under veckodagar svagt högre, ca 15% (med statistiks signifikans), än lördag och söndag.



Figur 3. Antal laddsessioner totalt fördelat per veckodag för perioden för snabbbladdare. Dag 1 är söndag i diagrammet.

Hur länge och mycket laddar man vid snabbbladdare?

För samtliga snabbbladdare dominerar 10-30 min laddtid. Det finns också en väsentlig andel misslyckade laddförsök, registrerade till mindre än en minut. Gemensamt för alla snabbbladdare är också att det finns en "svans" av långtids-snabbbladdning, längre än 40 minuter. Det finns ett väsentligt antal laddningar som pågår i upp till 90 minuter.

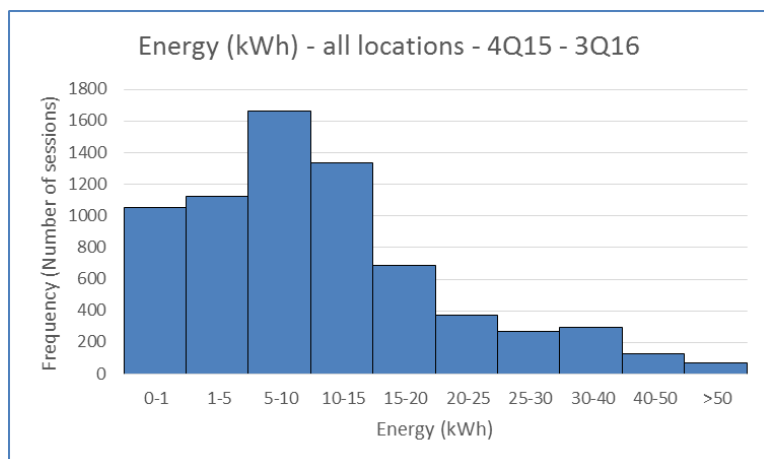


Figur 4. Histogram som visar laddtid i minuter för snabbladdare analyserat aggregerat för alla platser och hela perioden.

Statistik som visar överförd energi för snabbladdarna visas i figurerna nedan. På samma vis som för laddtid så uppvisar användningsmönstret för snabbladdarna en topp i överförd energi i intervallet 5-15 kWh, men statistiken visar också en "svans" med relativt många sessioner där energimängden överstiger 25 kWh. För vissa lokaliseringar av snabbladdare uppvisar statistiken väldigt få laddsessioner över 25 kWh, men för flertalet andra lokaliseringar finns en betydande frekvens över 25 kWh i överförd energi.

Det finns få fordon på marknaden idag som laddar mer än 25 kWh vid snabbladdning, egentligen endast fordon från bilmärket Tesla. Författarna tolkar resultatet som att det är just Tesla-bilar som laddas vid överföringar över 25 kWh.

För vissa lokaliseringar finns en kombination av laddsessioner över 60 minuter och överförd energi under 25 kWh. Det tolkas som att de långa laddsessionerna sker vid låg överföringseffekt eller att sessionen registreras fortgå trots avslutad laddning, men då med bilen parkerad.



Figur 5. Histogram som visar överförd energi för snabbladdare för perioden aggregerat resultat för alla snabbladdplatser.

Utnyttjandet av snabbladdarna

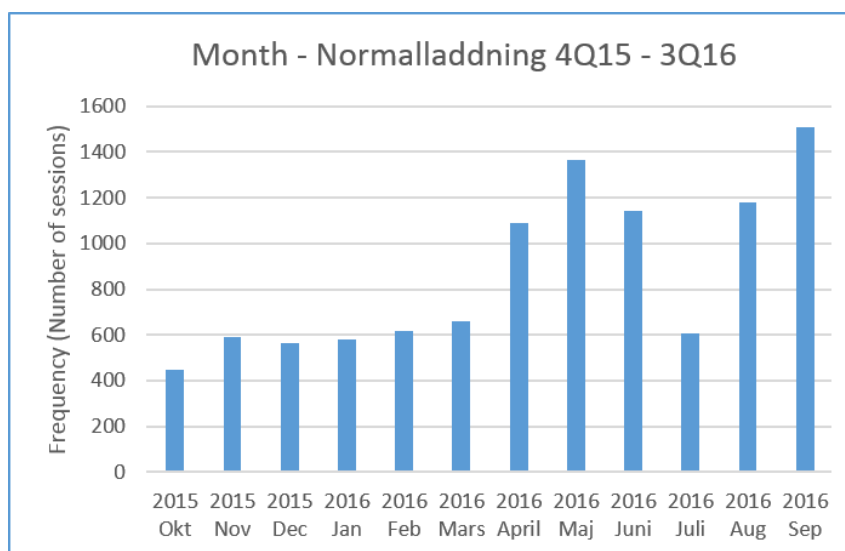
Antal laddsessioner är i medeltal 19 st per dygn för aggregerat data över hela perioden, och med 7 snabbladdare med vardera en laddpunkt betyder det 2,7 sessioner per dygn och snabbladdare/laddpunkt över hela perioden. Dock ökade användningen dramatiskt vid ingången av april månad, dvs för andra halvan av analyserat data. För perioden april-sept var medelanvändningen 26 laddsessioner per dag för snabbladdarna, dvs 3,7 sessioner per laddare/laddpunkt.

När olika platser jämförs avseende antal sessioner per dag är det en viss variation. Laddplatsen med högst bruk har ca 4ggr fler sessioner per dag än den med lägst användande.

Resultat normalladdare

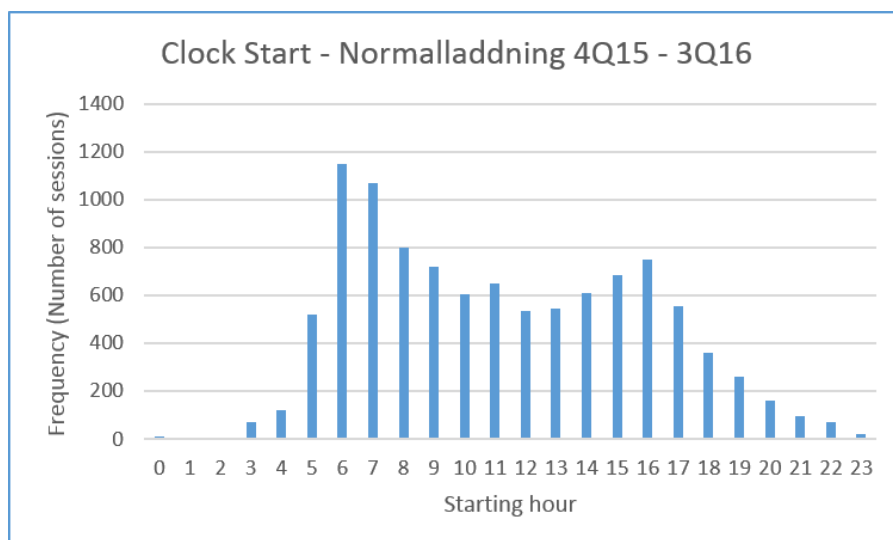
Utveckling över året

Under perioden för uppdraget, 4Q2015 till 3Q2016, framgår i figuren nedan laddfrekvensen per månad. Figuren visar att laddfrekvensen plötsligt ökade från mars till april 2016. Orsaken till denna ökning är inte helt klarlagd, men kan delvis förklaras av att antalet laddpunkter ökades på den mest frekventa laddplatsen Gallerian. Tidpunkten sammanfaller också med en kraftig ökning för snabbladdarna. Eftersom laddfrekvens ökar för både normal och snabbladdare vid samma tidpunkt görs tolkningen att anledningen är ett hastigt ökat bestånd av laddbilar drivet av den nya omgången supermiljöbilspremie nära den tidpunkten. Noterbart är nedgången av laddfrekvens under semestermånaden juli.



Figur 6. Laddfrekvens per månad över den studerade perioden som analyserats summerat samtliga normalladdare.

Starttid - när påbörjas normalladdningen?



Figur 7. Histogram för start-tider för samtliga normalladdare under hela det studerade året..

För att studera vid vilken tid laddningar påbörjades användes histogram som visar starttid. Under den studerade perioden var det inga större skillnader mellan starttider inom de olika kvartalen av data. I figuren nedan visas starttid som histogram för samtliga normalladdare sammanslaget för hela perioden. Laddmönstret visar att laddning som påbörjas på morgonen dominerar och därefter startar laddningarna ganska jämt fördelade över dagen fram till kl. 20. Nattetid påbörjas endast ett fåtal laddningar.

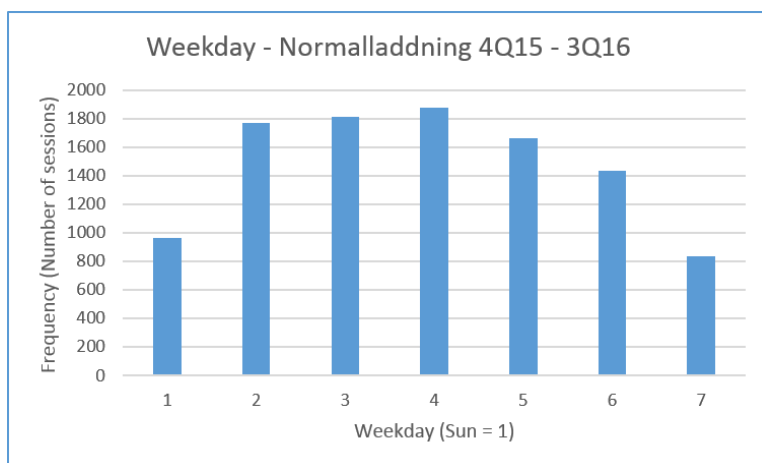
Under projektets första tre kvartal (2Q14 – 1Q15, redovisat i den tidigare rapporten ”Erfarenheter från etablering av publik laddning för elbilar i Stockholm”) var starttiden för normalladdningar ganska jämnt spridda från kl. 9 på morgonen fram till kl. 20 på kvällen med en viss dominans (37% av laddsessioner) mellan kl. 17 – 19. Starttiden under de två sista kvartal (2Q15 – 3Q15) var också jämnt spridda under ungefär samma tidsperiod, dock skedde ett tydligt skift av dominstiden från eftermiddag till tidig morgon mellan kl. 6 och kl. 7.

Den mest sannolika anledning till skiftet av starttid för den aggregerade statistiken är att antalet laddare ökades rejält i Galleriangaraget vilket i sin tur ledde till ökad laddning där. Galleriangaraget har en tydlig morgonladdningsprofil dvs många som arbetar i området kommer till jobbet tidigt på morgonen och påbörjar då sin laddning. Laddningen i Galleriangaraget dominerade data under 2Q15 – 3Q15, medan Högalidsgaraget med en tydlig eftermiddagsladdningsprofil dominerade data tidigare under projektet. Värt att notera är att laddningen började lite tidigare i både Gallerian och Högalidsgaraget under 2Q15 – 3Q15 i jämförelse med 2Q14 – 1Q15.

Vidare kan skiftet av dominerande starttiden jämfört med föregående års analys i den aggregerade statistiken även ha påverkats av en avvikande starttid för några nyanlagda laddplatser (Norrmlärstrand och Stigbergsgaraget) som etablerades andra halvåret 2015.

Laddning på vardagar dominerar

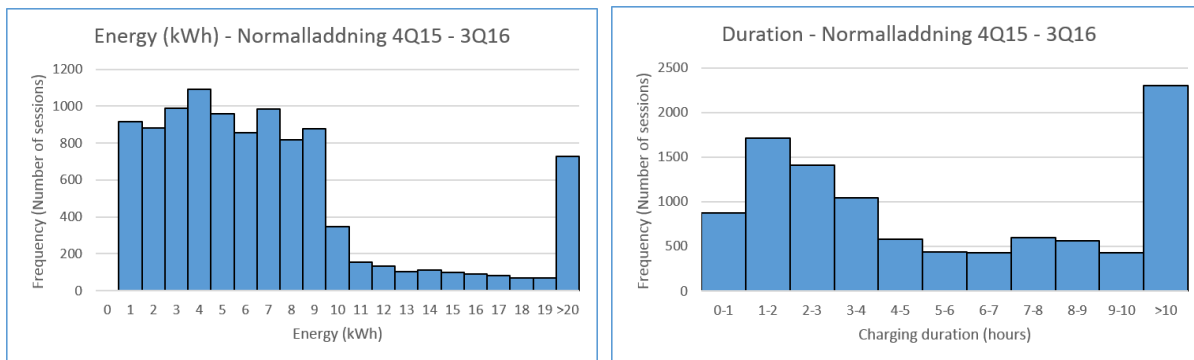
Under hela projektets gång (dvs sedan år 2014) har normalladdarna främst används under vardagar, d.v.s. måndag till fredag (dagarna 2-6 i grafen nedan. 1 är söndag)



Figur 8. Histogrammet ovan visar laddfrekvens på olika veckodagar (1=söndag) sammanslaget alla normalladdare för perioden hela året.

Energiöverföring och längden av laddning

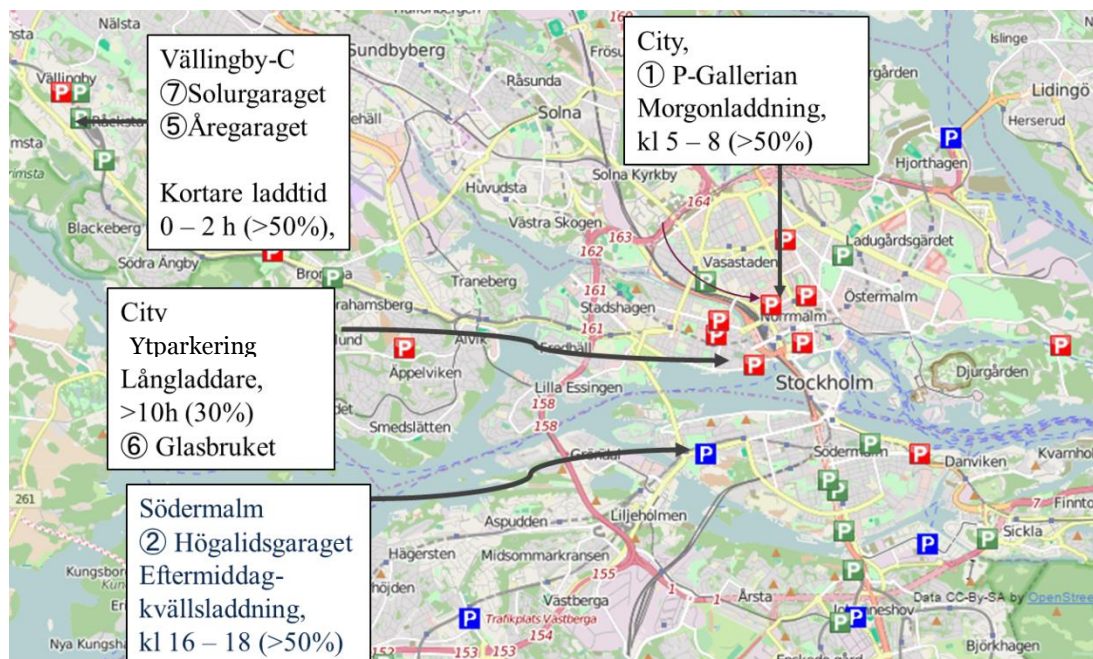
De flesta normalladdningssessionerna överförde mellan 1 – 9 kWh och pågick 1 – 5 timmar. Det framgår tydligt i nedanstående histogram. En intressant detalj är att ett flertal sessioner har haft energiöverföring på över 20 kWh och en laddtid som överstiger 10 timmar. Det är med största sannolikhet Teslabilar som har laddats och att det är förmodligen kunder med månadsabonnemang på parkeringsplatser där kunden står långa tider.



Figur 9a,b. Ovanstående två histogram visar, för samtliga normalladdare sammanslaget, överförd energi (vänster) och laddtid (höger) för normalladdare under projektets period.

Olika laddstationer har använts olika mycket

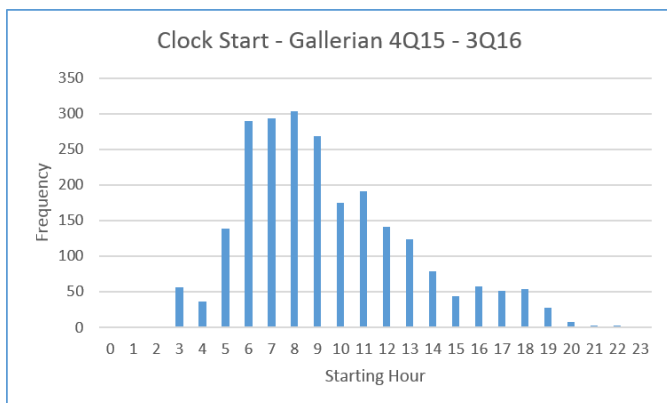
Skillnader i bruk mellan olika lokaliseringar studerades också, på samma vis som föregående års rapport. Resultaten för den studerade perioden vad gäller skillnader mellan lokaliseringar är liktydiga med dem som redovisades i föregående års rapport. Nedan visas slutsatsen den analyserade perioden grafiskt i en kartbild där några typiska lokaliseringars användning beskriv. Resultaten i figuren nedan för analyserad period är identiska med de för föregående års analys.



Figur 10. Bilden ovan visar skillnader i användning av publika normal-laddstolpar mellan olika geografiska lokaliseringar och typer under analyserad period.

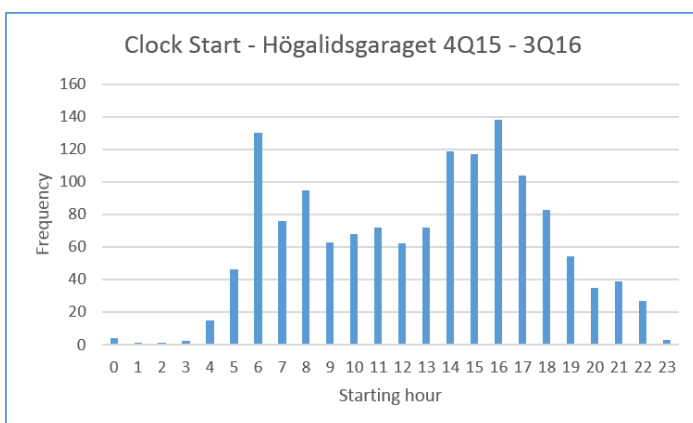
Resultaten ifrån den genomförda analysen år 2016 visar liknande svar:

1. Galleriangaraget uppvisar samma typiska "tjänstebilsladdning" med dominans veckodagar och start-tid 6-9 på morgonen (dvs när man parkerar och laddar vid sin arbetsplats). Norra Latin och Palmfelts center uppvisar samma mönster.



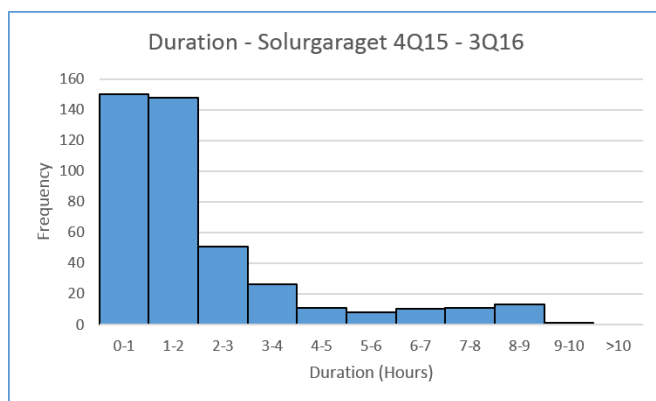
Figur 11. Histogram som visar tidpunkt för ladd-start för Gallerian, sammanslaget hela året.

- Högalidsgaraget har förändrats något jmf med 2015. I 2016 resultat finns det en jämnare fördelning över dagen avseende start-tid. Fortfarande finns en viss dominans för kvällsladdning, men det finns numera också en stor användning som startar kl 06-08 på morgonen. Det är med största sannolikhet alltså både ”boende elbilister” och ”till-arbetet elbilister”. Liknande laddmönster gäller även Solursgaraget (vid Vällingby Centrum), Norr Mälarstrand och Vartofta (Västgötagränd på Södermalm).



Figur 12. Histogram som visar tidpunkt för ladd-start för Högalidsgaraget, sammanslaget hela året.

Solursgaraget och Åregaraget (båda i Vällingby), har en tydlig profil av kortare laddningstider, mer än 50 % av laddningar var mellan 0 till 2 timmar långa och påbörjades jämt fördelat över dagtid (kl.7-17).



Figur 13. Histogram som visar fördelning ladd-tid för Solursgaraget, sammanslaget hela året.

Galleriangaraget och Högalidsgaraget är de populäraste normalladdningsplatserna

De två mest använda normalladdningsstationerna, både gällande antalet laddningar och mängden tillförd energi per dag, under projektets gång var Galleriangaraget (2 346 sessioner/helår 2016), Högalidsgaraget (1 426 sessioner/helår 2016). Som jämförelse var den tredje mest använda laddstationen, Norr Mälarstrand med 580 sessioner på helår.

Miljönytta, snabb- och normalladdare

Miljönyttan har beräknats genom att uppskatta den direkta reduktionen av CO₂-utsläpp som det innebär när elbilar kör istället för fossildrivna bilar. Antaganden för analysen är förbrukning om 200Wh/km körd och att en CO₂-reduktion om 120g/km uppnås.

Snabbladdare. Totalt för den studerade perioden så snabbladdades 79 180 kWh, vilket ger en ungefärlig reduktion av lokala CO₂-emissioner om ca 47,5 ton vilket ersätter fossil framdriving för ca 396 000 km. Resultatet avser data från totalt 7 snabbladdningsstationer. De mest utnyttjade laddstationerna uppvisade enligt statistiken fyra gånger högre användning än de minst utnyttjade.

Normalladdare. Totalt för den studerade perioden så normalladdades 85 820 kWh från de aktuella 253 laddpunkterna (39 laddstationer) hos Stockholm Parkering. Detta ger en ungefärlig reduktion av lokala CO₂-emissioner om ca 51,5 ton, vilket ersätter fossil framdriving för ca 42 900 km. (Stockholm Parkering har mer än dubbelt så många laddpunkter men många är inte utrustade med teknik för att kunna avläsa hur de används). Huvuddelen av överförd energi laddades på 7 normalladdstationer och sammanlagt 45 laddpunkter. Det är väldigt stor skillnad i användning för normalladdare med olika lokalisering, de bästa placeringarna (tex Gallerian) har mer än en session per dag och laddpunkt, och de sämsta har mindre än en laddsession per vecka.

Sammanfattning i punktform

Slutsatser av analysen kan grovt sammanfattas i nedanstående punkter:

- Totalt loggades en överföring av 165 000 kWh el till laddbilar från publika laddplatser i Stockholm under 4Q2015-3Q2016. Det motsvarar ca 99 ton minskad CO₂-emission.
- Mängden överförd energi, dvs tankade elkilometer, är lika stor för de 7 snabbladdningsplatserna som för de 253 loggade normalladdningsplatserna i publik miljö.
- De tre mest utnyttjade normalladdningsstationerna är Galleriangaraget, Högalidsgaraget och Norr Mälarstrand. Dessa står för hälften av antal sessioner och överförd energi för normalladdarna.
- Skillnad i överförd energi och antal sessioner mellan olika snabbladdningsplatser är ungefär en faktor fyra.
- Skillnad i överförd energi och antal sessioner mellan den mest och minst utnyttjade normalladdningsstationen är ca en faktor 40!