

Energimyndighetens titel på projektet – svenska Cloud Socket	
Energimyndighetens titel på projektet – engelska Cloud Socket	
Universitet/högskola/företag Ochno AB	Avdelning/institution
Adress Kopparbergsvägen 6, 722 13 Västerås	
Namn på projektledare Olof Ermis	
Namn på ev övriga projektdeltagare	
Nyckelord: 5-7 st USB-C, solpaneler, batterier, likström, energieffektiva fastigheter	

Förord

Cloud Socket är ett projekt som drivs av det unga bolaget Ochno AB och beläget i Västerås. Projektet har finansierats av Ochno och Energimyndigheten och med ytterligare stöd och rådgivning från det lokala innovationssystemet i Västerås, framförallt Create Business Incubator.

Ett extra tack riktas till:

- Ulf Näslund, Teknikutvecklingschef, Vasakronan, för värdefulla insikter om problem och möjligheter att introducera USB Type-C i kommersiella fastigheter.
- Bo Normark, Thematic Leader Smartgrid and Storage, KIC-InnoEnergy, för
- Jonas Anund Vogel, Forskare KTH,
- Miguel Igual, Student, KTH,
- Erik Asph Hennerdal, f.d. VD Create Business Incubator,

Innehållsförteckning

Förord.....	2
Innehållsförteckning	3
Sammanfattning	4
Summary	5
Inledning/Bakgrund	6
Genomförande	7
Teknisk utveckling.....	7
Produktutvärdering	8
Mätningar	9
Simulering.....	11
Resultat	12
Mål i projektet:.....	12
Resultat	12
Minskade konverteringsförluster	12
Tillgängliga enheter och dess funktion.....	14
Laststyrning av laddning och urladdning.....	15
Demonstrationer och spridning av resultat	16
Diskussion.....	18
Referenser, källor.....	21

Sammanfattning

Cloud Socket är ett projekt som drivs av det nystartade bolaget Ochno AB och beläget i Västerås. Ochno utvecklar en integrerad, smart eldistribution- och IoT-plattform för fastigheter baserat på den nya USB Type-C (USB-C) standarden.

Problemet som detta projektet har adresserat är att i framförallt fastigheter med lokala solpaneler och där mycket elkonsumention sker via LED-belysning, elektronik och IT-utrustning så sker mycket förluster via DC / AC och AC / DC konverteringar. Att realisera DC-baserad infrastruktur i en byggnad har dock tidigare varit komplicerat då det inte har funnits någon standard / de-factostandard för hur enheter ska strömförsörjas via DC. Med introduktionen av USB-C som en standard för strömförsörjning av elektronik så har en sådan möjlighet börjat skönjas.

För att ta detta ett steg vidare så har projektet också adresserat ett antal andra område:

- Kan man också använda USB-C för DC-matning och kontrol av LED-belysning?
- Vilka möjligheter finns det att använda USB-C baserade enheter med inbyggt batteri som en del i ett distribuerat energi lager i byggnader?
- Hur mycket enheter med USB-C finns det på marknaden nu och vad kan man anta om framtiden?

För att undersöka dessa frågor så har en testanläggning utvecklats där olika former av mätningar, produktundersökningar och simuleringar har utförts. Denna installation har också varit en del i diverse demonstrationer som har haft som mål att etablera parnterskap med relevanta aktörer för att sprida medveten av vad USB-C standarden kan användas till i framtidens energieffektiva och smarta fastigheter.

Viktiga resultaten från projektet är i korthet:

- Mellan 5%-10% minskad elanvändning i kontorsfastighet med lokala solpaneler om man använder sig av en DC-infrastuktur och USB-C anslutning av IT, belysning och annan elektronik.
- Över 80% av nya laptops, mobiler och tablets kan använda sig av USB-C för strömförsörjning och det går kontrollera båda laddningseffekten och urladdningseffekten.
- P.g.a. möjligheten att via USB-C exakt ”beställa” vilken spänningsnivå en enhet vill ha är det möjligt att implementera extremt billiga, flexibla och energieffektiva LED-drivdon.
- Kostnaden för att installera Li-Ion energilager i en fastighet baserat på USB-C är avsevärt mycket billigare än dagens dedikerade och centraliserade energilagerlösningar.

Projektet kommer nu gå över i en pilotfas där installationer kommer göras under hösten 2018 i bl.a. HSB Living Lab, KTH Live-In lab och Vasakronans kontor i Stockholm.

Summary

Cloud Socket is a project run by the newly established company Ochno AB and located in Västerås. Ochno develops an integrated, smart power distribution and IoT platform for initially office buildings based on the new USB Type-C (USB-C) standard.

The problem that this project is addressing is that for buildings with local solar panels, electricity used by LED lighting, electronics and IT equipment, losses are caused by DC / AC and AC / DC conversions. However, realizing DC-based infrastructure in a building has previously been complicated since there has been no standard / de-facto standard for how devices are powered by DC. With the introduction of USB-C as a standard for power supply of electronics, such an opportunity has begun to be discerned.

To take this one step further, the project has also addressed a number of other areas:

- Is it possible to also use USB-C for DC power supply and LED lighting control?
- What are the possibilities to of using USB-C based devices with built-in battery as part of a distributed energy storage in buildings?
- How many devices with USB-C are there on the market now and what can be assumed about the future.

To investigate these issues, a test platform has been developed in which different types of measurements, product investigations and simulations have been performed. This platform has also been part of various demonstrations that have been aimed at establishing partnership with relevant stakeholders to spread awareness of what the USB-C standard can be used for in future energy efficient and smart buildings.

Key results from the project are briefly:

- Between 5% -10% reduced power consumption for offices with local solar panels using a DC infrastructure and USB-C for supplying IT, lighting and other electronics with power.
- Over 80% of new laptops, mobiles and tablets can use USB-C for power supply and it's possible to remotely control both the charging and discharging power level.
- The cost of installing Li-Ion energy storage in a building with a USB-C infrastructure is considerably cheaper than today's dedicated and centralized energy storage solutions.

The project will now move over into a pilot phase where installations will be done in the fall of 2018 in among other places, HSB Living Lab, KTH Live-In Lab and Vasakronan's office in Stockholm.

Inledning/Bakgrund

Den stora antalet elkonsumenter i en byggnad är enheter som konsumerar likström och som mer och mer använder sig någon form av uppkoppling för styrning och övervakning. Vi får också mer fastigheter med lokala solpaneler och batterier energilager vilka också är baserade på likström. Samtidigt så använder vi fortfarande växelström för eldistribution vilket skapar komplexitet och kostnader i form av växelriktare, nätaggregat och laddare. Man har också olika parallella teknologier för hantera uppkoppling till olika digital tjänster.

USB-C är en standard som har utvecklats för att konsolidera allt kablage runt datorer och mobiler. En USB-C ansluten kan parallellt leverera upp till 100W likström, 10 Gbit/s data och 2 x 4k videosignal. Standarden stödjer också alla spänningsnivåer mellan 5VDC-20VDC och man kan även leverera el på båda hållen, dvs båda ladda och ladda ur via samma uttag.

Sammantaget gör detta att bygger man en infrastruktur i en fastighet som använder sig av USB-C för att ansluta all belysning, sensorer, audio/video, datorer, mobiler, mindre batterier och annan elektronik så får man följande fördelar jämfört med dagens lösningar:

- 1
- 2
- 3
- 4

Den plattformen som Ochno utvecklar har också en molntjänst som sköter all övervakning och styrning av dessa Cloud Socket uttag.

Beskriv bakgrund och skäl till varför projektet har genomförts. Vad är utmaningen/problemet? Orientering inom området; problembakgrund. Vad behöver göras (i energisystemet). Vilka behov i samhället eller på marknaden ska projektet hjälpa till att tillgodose och vilken nytta förväntas projektet bidra med. Lite om kunskapsläget. Hur angrips frågan i detta projekt, vad är syftet, finns det några hypoteser, osv. Huvudman, finansiering, tid som projektet pågått etc.

[Klicka här och skriv]

Genomförande

Teknisk utveckling

Den tekniska plattformen som har utvecklats i projektet består primärt av följande komponenter:

USB-C IoT Hub



Bild x: Egenutvecklad hub med 4 USB-C portar som stödjer 100W (20V/5A) dubbelriktad elleverans / port.

Har utvecklats tillsammans med elektronikbolaget Motion Control i Västerås AB. Hubben har fyra USB-C portar som alla kan både leverera och plocka in upp till 100W likström, med valbara spänningar mellan 5V-20VDC. Den har också uppkoppling till tjänsten för övervakning och styrning.

USB-C LED Driver



Bild x: USB-C LED driver som kan driva upp till 30W LED moduler.

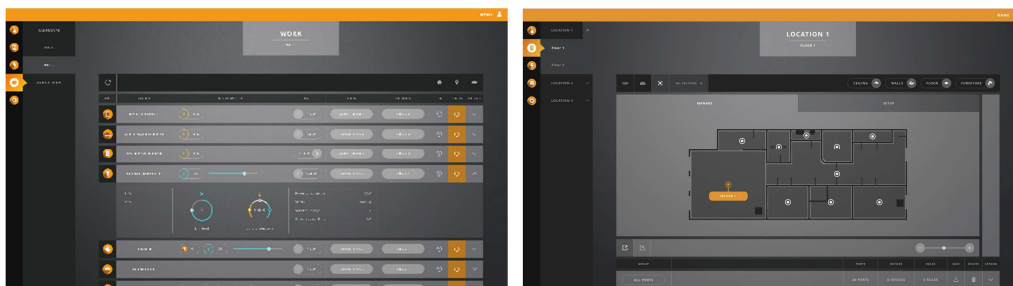
Ett antal olika styrbara USB-C LED drivers har utvecklats där focus har varit på att maximera energieffektiviteten. Styrning av styrka och temperatur på LED-modulen (mellan 2700K och 6000K) sker över USB-C kabeln.

Då USB-C stödjer att man beställer valbar spänningsnivå från USB-C hubben så kan en LED-driver göras helt utan ett DC/DC steg vilket ytterligare minskar effektförlusterna.

Max ström är 1500mA och ca 30W effekt.

Dom olika LED-drivdonen har utvecklats av Motion Control och Addiva Elektronik, båda i Västerås.

Tjänst för övervakning och styrning



Ochnos molntjänst för övervakning, styrning och optimering driftas på Amazon Web Services och servar alla anslutna USB-C IoT Hubbar och dom anslutna enheterna.

Här kan dels strömförbrukning mätas och analyseras ner på minsta nivå, dels kan ett antal automatiska optimeringsalgoritmer konfigureras för bl.a. laddning och belysning.

Utveckling av plattformen har gjorts av Olof Ermis, Erik Anderberg samt Carolina Ekström. Den finns tillgänglig på:

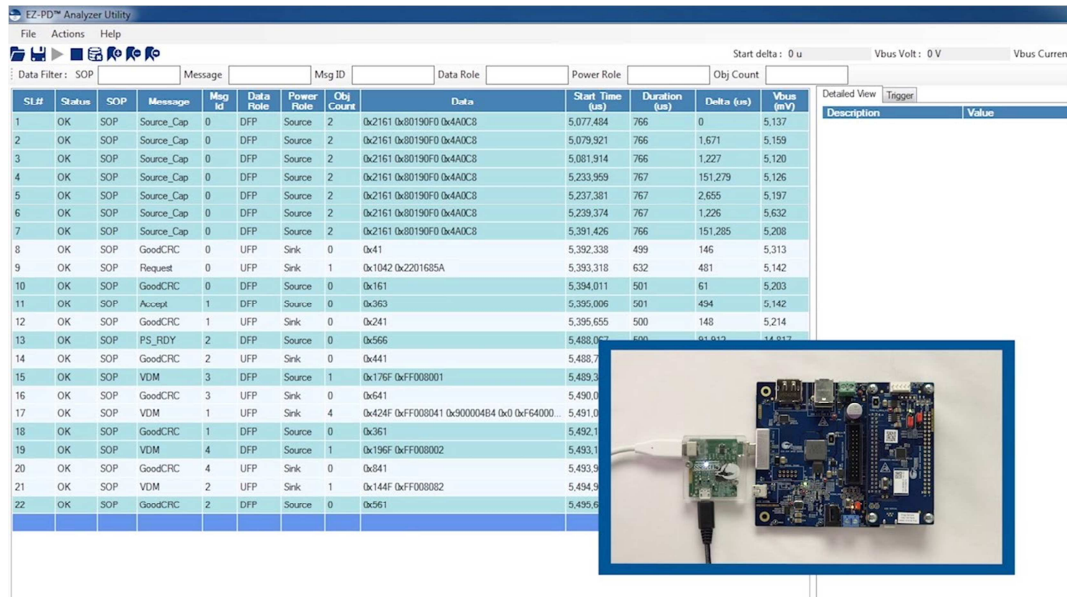
<http://operated.ochno.com>

Produktutvärdering

Produktutvärderingen har primärt fokuserat på:

- Om det går att ladda via USB-C IoT hubben, maxeffekt och det fungerar att strypa laddningshastigheten.
- Om det går att ladda ur enheten in i hubben (dubbelriktad strömförsörjning), maxeffekt och om det går att strypa hur snabbt enheten laddas ur.
- Om det går att identifiera exakt vilken produkt det är via USB-C anslutningen. Krävs för att göra avancerade regler om vilka typer av enheter som ska laddas / urladdas snabbare eller långsammare.

För att verifiera elkonsumtion och hur väl enheterna implementerar standarden så har dels ett speciellt USB-C analysverktyg använts samt egenutvecklad mjukvara.



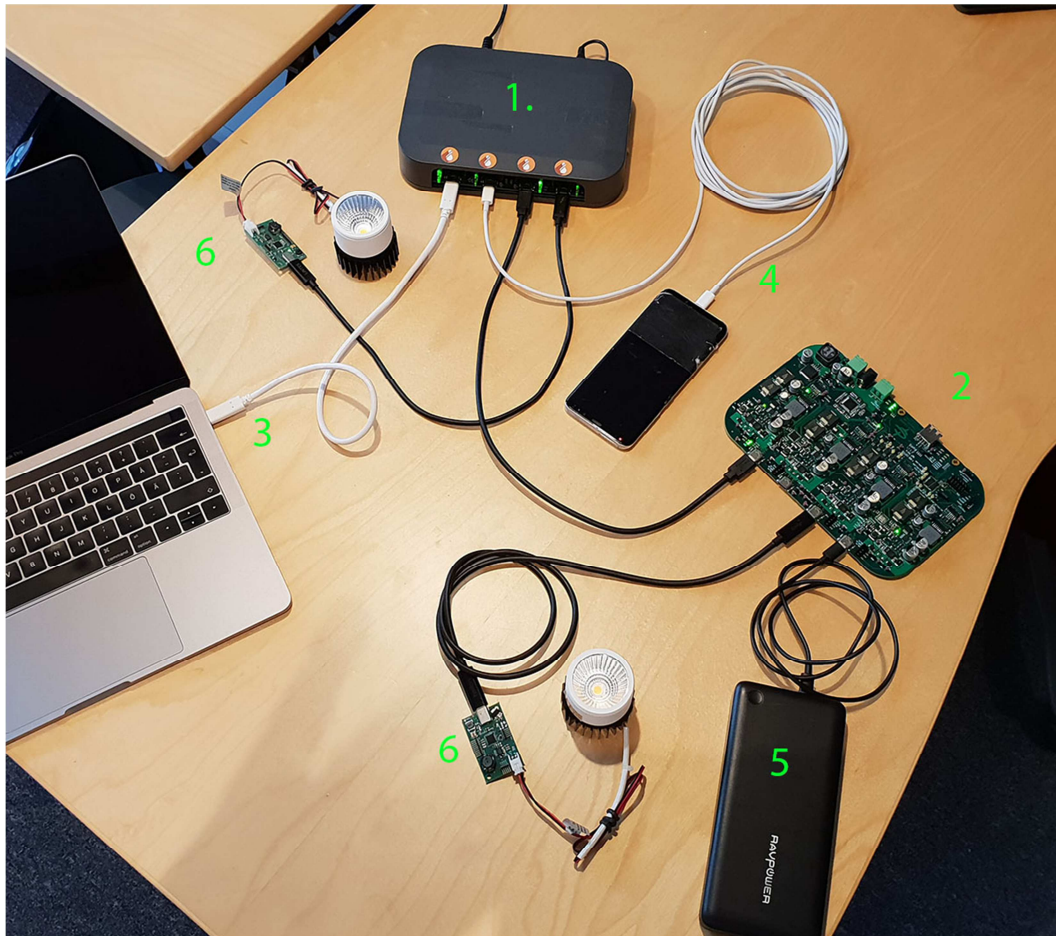
SL#	Status	SOP	Message	Msg ID	Data Role	Power Role	Obj Count	Data	Start Time (us)	Duration (us)	Delta (us)	Vbus (mV)
1	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,077,484	766	0	5,137
2	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,079,921	766	1,671	5,159
3	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,081,914	766	1,227	5,120
4	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,233,959	767	151,279	5,126
5	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,237,381	767	2,655	5,197
6	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,239,374	767	1,226	5,632
7	OK	SOP	Source_Cap	0	DFF	Source	2	0x2161 0x80190F0 0x4A0C8	5,391,426	766	151,285	5,208
8	OK	SOP	GoodCRC	0	UFP	Sink	0	0x41	5,392,338	499	146	5,313
9	OK	SOP	Request	0	UFP	Sink	1	0x1042 0x2201685A	5,393,318	632	481	5,142
10	OK	SOP	GoodCRC	0	DFF	Source	0	0x161	5,394,011	501	61	5,203
11	OK	SOP	Accept	1	DFF	Source	0	0x363	5,395,006	501	494	5,142
12	OK	SOP	GoodCRC	1	UFP	Sink	0	0x241	5,395,655	500	148	5,214
13	OK	SOP	PS_RDY	2	DFF	Source	0	0x566	5,488,067	600	61,812	4,812
14	OK	SOP	GoodCRC	2	UFP	Sink	0	0x441	5,488,717	500	148	5,214
15	OK	SOP	VDM	3	DFF	Source	1	0x176F 0xFF008001	5,489,317	500	148	5,214
16	OK	SOP	GoodCRC	3	UFP	Sink	0	0x641	5,490,067	500	148	5,214
17	OK	SOP	VDM	1	UFP	Sink	4	0x424F 0xFF008041 0x90000484 0x0 0xFF64000	5,491,067	500	148	5,214
18	OK	SOP	GoodCRC	1	DFF	Source	0	0x361	5,492,067	500	148	5,214
19	OK	SOP	VDM	4	DFF	Source	1	0x196F 0xFF008002	5,493,067	500	148	5,214
20	OK	SOP	GoodCRC	4	UFP	Sink	0	0x841	5,493,567	500	148	5,214
21	OK	SOP	VDM	2	UFP	Sink	1	0x144F 0xFF008082	5,494,567	500	148	5,214
22	OK	SOP	GoodCRC	2	DFF	Source	0	0x561	5,495,567	500	148	5,214

Figure x: Cypress EZ-PD Protocol Analyzer används för att titta på all förhandling mellan USB-C enheter.

Mätningar

För mäta effektivitet och funktion så har olika topologier skapats, i praktiken en form av väldigt små nano-grids där flödena av elektricitet kan flöda ut flera håll.

Dessa testinstallationer har använts för att dels mäta energiförluster i spänningskonverteringar, laddning, urladdning samt i vilken mån produkter som finns på marknaden just nu går att använda på det sätt som USB-C standarden föreskriver.



En typisk prototypinstallation kan se ut så här med följande komponenter och funktioner:

1. Egentillverkad USB-C IoT Hub som har anslutning till extern strömförsörjning samt har anslutet 4 enheter. Har också anslutning till tjänsteplattformen via WiFi.
2. En andra USB-C IoT Hub som får är ansluten till den första hubben. Kan antingen få ström från den hub no 1 eller strömförsörja den.
3. En Apple MacBook Pro som stödjer USB-C. Kan laddas med 20V eller 12V och kan laddas ur med 5V.
4. En Samsung Galaxy S8. Kan laddas med 5V eller 9V och kan laddas ur med 5V.
5. En RAWPower powerbank med 100Wh kapacitet. Kan laddas och laddas ur med 5/9/12/15/20V, upp till 30W.
6. Två egentillverkare USB-C LED drivers, anslutna till standard LED downlights med LED-moduler som drivs med 9V resp 18V.

Med hjälp av tjänsten så kan dels LED-lamporna styras (på/av/dimmning), dels så kan all laddning och urladdning styras. Balansering av hur effekten i systemet ska

distribueras mellan olika enheter görs genom att manipulera spänningsnivåerna i den underliggande 24V ”bakplanet”.

Varje port har en dubbelriktad DC/DC konverterare som har ett antal funktioner för att på ett granulerat sett styra detta.

I projektet så har också effektiviteten av vanliga AC/DC nätadapterar, nätadapterar och LED-drivdon analyserats för att ha som referens. Detta har skett genom vanliga multimetrar före och efter konverteringen.

Simulering

För att räkna på energibesparingar så har fokus varit på att titta på kontorsfastigheter med lokala solpaneler då det i närtid är där man får bäst utväxling på denna teknik. Detta pga man i kontor har en stor mängd datorer, IT, fastighetsautomation och LED-belysning som är lämpligare att ansluta via USB-C än i en privatfastighet där man bl.a. har mindre fast installerad belysning och svårare att byta gränssnitt från 230VAC.

Samtidigt så har det gjorts ett ganska stort antal studier där man tittar på likström i fastigheter där man till varierande grad har ignorerat hur enkelt och billigt det är kommersiellt att göra dessa installationer, framförallt anslutningen mot lasterna.

Resultat

Mål i projektet:

Ett antal centrala frågeställningarna för att utröna om USB-C är en nyckelkomponent i framtidens smarta fastighetsnät har studerats i projektet:

- Hur stora är de minskade konverteringsförlusterna för en fastighet där man använder sig av en likströmsinfrastruktur och USB-C för anslutning av lågeffektsenheter jämfört med en fastighet byggd med dagens system av solpaneler, växelriktare, växelströmdistribution och ett stort antal nätaggregat / LED-drivdon
- Hur stor andel av USB-C utrustade enheter finns det nu och implementerar produkterna de funktioner som krävs för ovanstående styrning.
- Hur effektiv och vilken roll kommer USB-C spela för laststyrning och som gränssnitt mot batterier i fastigheter och hur kan laststyrningen integreras mot det fasta elnätet.
- Vad kan man anta om framtiden för USB-C för strömförsörjning av andra laster såsom LED-belysning, annan inbyggd elektronik och hur kan man stödja existerande, icke USB-C utrustade produkter. Adresseras under ”Diskussion”
- Hur mycket billigare i material och tid är det att implementera olika energibesparande funktioner med hjälp av USB-C teknik jämfört med dagens lösningar. Adresseras under ”Diskussion”.

Ytterligare mål i projektet har varit att skapa medvetenhet, intresse för tekniken och få återkoppling, både från fastighetsbolag och från produkt- och tjänstebolag som adresserar kontorsfastigheter.

Resultat

Minskade konverteringsförluster

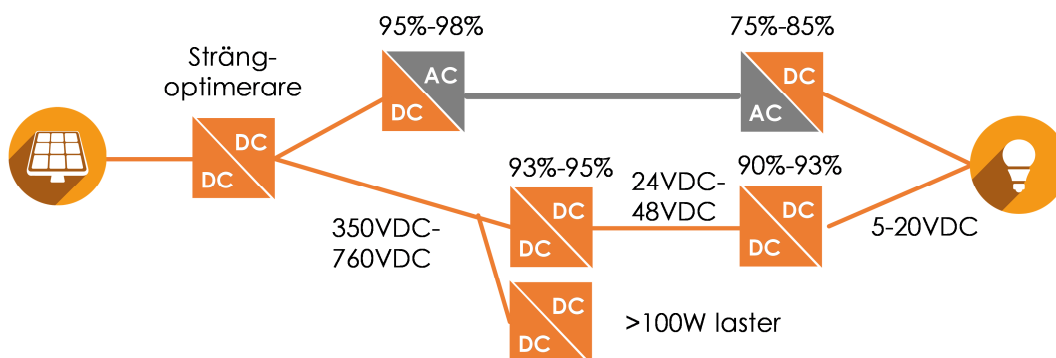
Fokus har varit på LED-belysning och strömförsörjning av elektronik som matas med likström och där det följde med en nätadapter eller laddare. Ett antal olika produkter har testats och under olika last och då effektiviteten varierar över dessa så blir det ett intervall för respektive enhet.

Produkt	Effektivitet	Kommentar
AC/DC Nätadapter / laddare	75%-85%	Typiska konsumentprodukter, lågt pris
AC/DC LED Drivdon	70%-85%	Drivdon för t.ex. LED downlights.
AC Växelriktare (10-20 kW)	95%-98%	Premium produkt
DC / DC (480W) 760V/350V > 24V	93%-97%	Premium produkt
DC / DC 24V > 5V-20V	90%-93%	Integrerad i USB-C IoT Hub'en

För växelriktare och större DC/DC konverterare så har effektiviteten hämtats ur datablad.

Notera att för DC-nät så jobbar man i praktiken med två spänningsnivåer, en på mellan 350VDC-760VDC för eldistribution längre sträckor och högre effekt. Sedan behöver det en sekundärnivå som används som bakplan för alla USB-C portar. I prototyplösningen används 24VDC men även 48VDC kan vara aktuellt.

På systemnivå får man sedan denna fördelning:



Som synes minskar alltså konverteringsförlusterna från uppskattningsvist 17%-29% till 10%-16%.

Anledningen att man går i två steg från 350-760VDC till slutspänningen är att kostnaden för att tillverka en DC/DC som kan styra utspänningen så exakt mellan 5-20V från en sådan hög inspänningen hade blivit väldigt hög. I pilotinstallationerna för innertak så används 760VDC > 24VDC i storleksordningen 400W per aggregat och dessa 400W strömförsörjer sedan 10-20 USB-C uttag.

För laster som inte är primärt elektronik och LED-belysning som har typiskt högre effektuttag än 100W och där exaktheten i spänningsnivå inte är så central som för elektronik så använder man typiskt inte USB-C och man har dedikerade DC/DC nätaggregat.

De schablonvärden för kontorslokaler vi har valt efter dels egna mätningar, kommentarer från Vasakronan och diverse studier av andra analyser så har vi sammanställt följande nivåer:

Parameter	Enhet	Värde	Kommentar
Belysning	W/m ²	7	Endast LED-belysning
Snitteffekt IT / arbetsplats	W	63	En blandning av laptop, stationära och monitorer.
Snittstorlek arbetsplats	m ²	17	Inkl konferensrum och andra ytor
IT/laddning: Tid / år	h	1700	
Belysning: Tid/år	h	2500	

Adresserbar energianvändning	kWh/ m²/år	24	Elanvändning per år som kan realistiskt kan levereras via USB-C i en kontorsbyggnad.
-------------------------------------	----------------------------------	-----------	---

Med antagandet att energianvändandet ovan är uppmätta på växelströmssidan (dvs i mellan AC-inverter och AC/DC nätaggregated) och kombinerat med dom tidigare konverteringsförluster så får vi följande siffror:

Parameter	Enhet	Värde	Kommentar
Elanvändning, traditionell	kWh/m ² /år	24-25	Baserat på ovanstående + förluster i växelriktare
Elanvändning med USB-C och E2E DC	kWh/m ² /år	21-22	Mätt från högspänningsdelen (350-760VDC)
Minskad elanvändning	kWh/m ² /år	2-4 (8%-15%)	Intervallat har sin grund i intervallen på AC/DC & DC/DC effekten i jämförelsen

Dessa siffror har sedan tas i relation till hur mycket annan el som konsumeras byggnaden och huruvida den också kan levereras med likström. Med antagandet att ovanstående elkonsumtion står för 67% i en kontorsbyggnad med fjärrvärme så blir minskningen 5%-10% för den totala konsumtionen.

Tillgängliga enheter och dess funktion

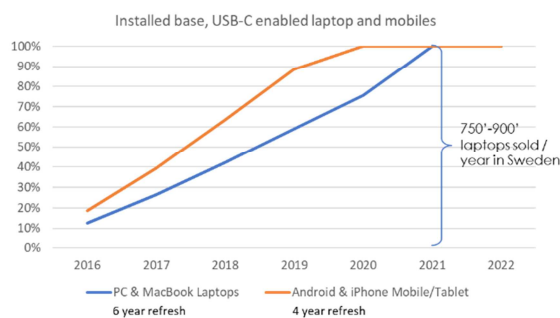
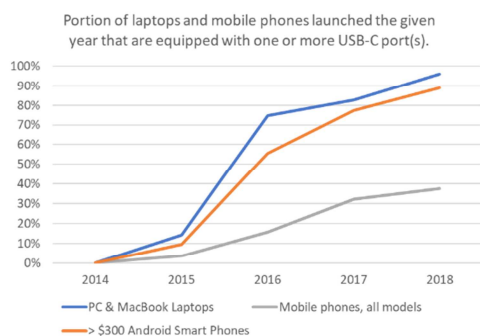
Projektet har utvärderat ett antal kommersiella produkter för att undersöka om den eftersökta funktionerna verkligen är implementerade så att det går att realisera alla vinsterna.

De funktioner som är relevanta är:

- Går det att fysisk ansluta enheten med standardkablar till USB-C IoT Hubben
- Med vilken effekt går det att ladda enheten samt i fallet att enheten har ett batteri, går det att kontrollera effekten som enheten laddas med.
- Med vilken effekt går det att ladda ur enheten i fallet att enheten har ett batteri.

Produkt	Typ	Fungerar med IoT USB-C Hub	Max effekt laddning / urladdning
Apple MacBook Pro	Laptop	Ja	87W/15W
HP Spectre	Laptop	Ja	45W/10W
HP X360	Laptop	Ja	60W/15W
Dell XPS 13	Laptop	Ja	90-100W / 15W
Dell	Monitor	Ja, med DC-adapter	34W/-
HP Envy 27	Monitor	Ja, med DC-adapter	28W/-
Samsung S8/S9	Mobil	Ja	25W/5W
iPhone	Mobil	Ja, med C-Lighting kabel	15W/-
iPad	Tablet	Ja, med C-Lighting kabel	27W/-
RAWPower	PowerBank	Ja	30W/30W
Anker	PowerBank	Ja	30W/25W
Google Wifi Mesh	WiFi AP	Ja	10W-20W/-
Microsoft Surface Pro	Tablet	Ja	45W/15W
Acer Mb169c+	Monitor	Ja	15W/-

För att bättre förstå vilken utbredning USB-C utrustade mobiler och laptops har så har projektet undersökt hur många produkter som finns på marknaden i dagsläget. Sedan baserat på en antagande om 6 års livstid för laptops och 4 år för mobiler så är antagandet att år 2021 är så strömförsörjs i princip 100% av all utrustning med USB-C.



iPhone 8 and above and iPad can charge and dock using Lightning-to-USB-C cable

Källa: Prisjakt.nu

Laststyrning av laddning och urladdning

Förutom frågan om minskade energiförluster så har en annan fråga varit huruvida man kan använda dom inbyggda styrfunktionerna i USB-C standarden för att styra ellaster, laddning och urladdning och därmed förbättra möjligheterna att få ett

stabil elnät i samband med att mängd variabel, förnyelsebar energi introduceras i olika led.

Det är den s.k. USB Power Delivery v3.0 standarden som i dagsläget definierar dessa funktioner och enheter som implementerar USB-C och USB PD kan sedan välja allt eller delar av denna standarden att implementera. Därför har det också varit viktigt att i projektet utvärdera olika produkter och hur dessa implementationer ser ut. Sammanfattningsvis så möjliggör standarden bl.a.:

- a) Max 100W, vid 20V och 5A. Andra standardiserade spänningsnivåer är 5V, 9V, 12V och 15V. Det finns också en ny funktion som möjliggör att man kan beställa valbar spänning mellan 5-20V.
- b) Bestämma riktningen på elen (laddning / urladdning) och ändra den vid valbart tillfälle.
- c) Fråga en enhet hur stort batteri den innehåller och aktuell laddstatus.

På de undersökta produkterna så fanns det ett antal problem med att from hubbens / tjänstens sida initiera ett strömriktningsbyte, framförallt baserat på att enheterna har på olika sett gjort egen logik för att bestämma om dom ska laddas eller laddas ur, exempelvis när man ansluter en powerbank till en laptop.

Ingen av de testerna enheterna hade implementerat stöd för att efterfråga efter batteriets storlek eller laddstatus.

Demonstrationer och spridning av resultat

Ett av målen har varit att demonstrera och sprida informationen om projektet till relevanta aktörer. För att genomföra detta i praktiken så har projektet etablerat ett antal samarbeten och via dessa så ska ett antal pilotinstallationer göras. Baserat på dessa så kommer det bli mycket enklare att praktiskt demonstrera och diskutera framtida steg med andra aktörer.

Följande samarbeten är etablerade av projektet:

- HSB Living Lab, Göteborg
- KTH Live-In Lab, Stockholm
- Vasakronan, Stockholm
- AteljeLyktan, Åhus
- EXIN, Västerås
- Westras/Kungsleden, Västerås

Andra relevanta publikationer och demonstrationer har varit:

- BeSmå Webseminarium.
<http://energieffektivasmahus.se/2018/05/29/presentationer-fran-besma-webinarium-16-5/>

- Examensjobb, KTH. Miguel Igual Escriche, *Assessing the feasibility of implementing DC-microgrids together with USB-C in households and offices buildings with rooftop PV for Sweden and Spain.*
- Förstudie, BeBo, Peter Bennewitz, *Solceller och likström, Förstudie om likströmsinstallationer i flerbostadshus i kombination med solcellsanläggning*

Diskussion

Den primära frågan i projektet har varit huruvida USB-C är en lämplig teknologi för att på

1. olika sätt minska energibehovet i fastigheter och
2. kan tekniken hjälpa till med att få mer styrbara laster i elnätet för att på detta sättet hjälpa till med att balansera elnätet som helhet.

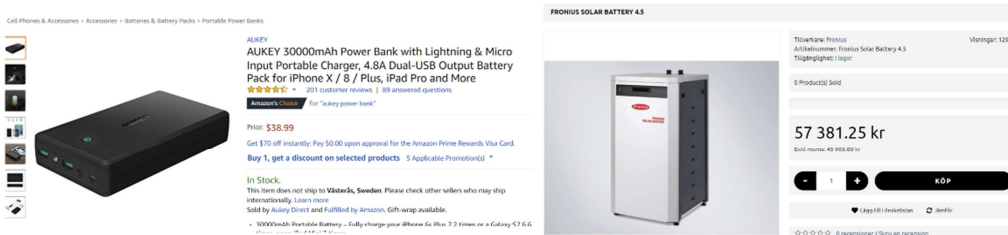
Som resultat visar så är svaret ja på båda. Samtidigt så är vinsterna i faktiska pengar i minskade kostnader för elektricitet inte speciellt stora i förhållna till andra kostnader och intäkter som fastighetsägaren har.

I diskussioner med dessa ägare av kontorsfastigheter så har det största intresset inte varit de direkta energibesparingarna ovan utan istället möjligheten att på ett mycket enklare sätt än i dagens implementera andra energibesparande åtgärder såsom dynamisk belysning, mer avancerad värmereglering och komplexa system för lokala energilager. Fastigheterna har över åren fått mer och mer automationssystem för att bli mer energieffektiva och kostnaden för att installera, konfigurera och underhålla dessa överstiger nästan alltid de sänkta kostnader för el och värme.

USB-C är en väldigt kraftfull, lättinstallerad, lättanvänd, kombinerad eldistribution- och kommunikationsbuss som är mycket lämpad som en generell infrastruktur för denna automation. Att den sedan i sig själv också minskar konverteringsförluster i en fastighet är mer av ett bonus.

Då USB-C är standard från konsumentelektroniksidan (tillskillnad från dom som används idag som är av mer industriell karaktär) så betyder det att man till mycket låg kostnad (enorma volymer) får en väldigt kraftfull infrastruktur (upp till 40 Gbit/s). Teknik som utvecklas för konsumentensidan behöver också vara väldigt enkel att använda och konfigurera vilket sällan ligger i fokus på dom mer industriella systemen.

Ett annat exempel på hur standardisering och massmarknad driver ner priserna är denna jämförelsen:



The image shows two side-by-side screenshots of product pages. The left screenshot is from Amazon, showing an AUKEY 30000mAh Power Bank with a price of \$38.99. The right screenshot is from Fronius, showing a Fronius Solar Battery 4.5 with a price of 57 381.25 kr.

150Wh för 336 SEK > **2.240 SEK / kWh**

57.381 SEK för 4.5kWh > **12.751 SEK / kWh**

Det sitter samma Li-Ion celler i båda paketen, men skillnaderna i pris / kWh är avsevärd. Det som driver ner priset är:

- Standardiserat gränssnitt och teknologi: Våldigt enkelt för vilken tillverkare som helst att massproducera och sälja en produkt som går att använda off-the-shelf utan någon komplex installation eller dylikt.
- Inga immateriala rättigheter: USB-C är en licensfri standard. Det går i princip inte att differentiera ett USB-C batteri på funktion då det i slutändan bara finns ett litet antal tillverkare av celler och elektronik som sitter i alla produkter. Dvs, volym och effektiv produktion är det enda som räknas.
- Plug-and-play: Förutom att hårdvaran är billigare är installationskostnaden lägre (ingen vs hög).
- Distribuerad arkitektur: Vad som alltid driver kostnad i elinstallationssammanhang är att konsolidera elsystemet då med ökad effekt så kommer ökade kostnader för material, installation och säkerhetskrav. Med en USB-C infrastruktur så kan man enklare plugga in batterikapacitet närmre lasterna i en fastighet vilket håller ner kostnader och komplexitet.
- DC-infrastruktur: Mindre kostnader för AC/DC och DC/AC konvertering om man håller sig inom DC så mycket man kan.

Samtidigt så implementerar dagens kommersiella USB-C batterier inte all den funktionalitet i standarden som krävs för på att tillfredställande kunna agera som ett lokalt energilager.

Sammantaget så är slutsatsen samt några hypoteser om framtiden vad det gäller USB-C för smart eldistribution i fastigheter följande:

- USB-C är utan tvekan den bäst lämpade av alla till buds stående alternativ för hur man ska kunna standardisera DC-elförsörjning av elektronik, LED-belysning och IT.
- Man minskar konverteringsförluster genom att använda sig av DC hela vägen i fastighet med solpaneler, men en större kommersiell vinst kan vara att man minskar andra direkta och indirekta kostnader genom att använda USB-C.
- Det går att med dagens produkter styra laddeffekten vilket kan göra dom till en styrbar last. Samtidigt så är den totala mängden styrbar batterikapacitet i t.ex. en kontors laptop'ar begränsad vilket beroende på användarfall får större eller mindre effekt på utnyttjandet av dom lokala solpanelerna.
- Att använda USB-C som standardiserat gränssnitt till kostnadseffektiva energilager är ett väldigt intressant möjlighet då man får högra flexibilitet och lägre kostnad. Just nu är dock problemet att dagens USB-C batterier inte implementerar de funktioner som krävs. Dock är det inget som hindrar att man tar fram USB-C batterier som gör detta och dom kommer fortfarande bli väldigt billiga.

- För att det ska bli praktiskt och kostnadseffektivt att driva LED-belysning på likström så är USB-C baserade LED-drivdon ett mycket intressant alternativ. Här kommer det dock krävas större industrisamarbete för att driva detta framåt.
- Då USB-C kontakten och standarden endast stödjer 100W (i vissa fall kan man öka något) så krävs det en annan kontakt för att ansluta större likströmslaster och batterier. Det finns i dagsläget ett antal kontakter för EV-laddning och det finns ett antal varianter på apparatkontakter för DC (t.ex. SAF-D-GRID). Dock har ingen av dessa det genomslaget och den avancerade funktionaliteten som USB-C har. Det hade därför varit väldigt intressant om man hade tittat på en lösning där man har en högspännings DC-kontakt som också implementerar USB Power Delivery protokollet för signallering mellan dom två anslutna enheterna. Då hade man fått samma nivå av plug-and-play för även t.ex. stora energilager i en fastighet och även standardiserat V2G-lösningar.

Referenser, källor

- [1] Johan Bergman, *Energikartläggning av en kontorsfastighet samt analys av energibesparande åtgärder*. 2014,
- [2] Alexander Flyckt, *Lokalt likströmsnät för kontorsbyggnader försedda med solceller*, 2017
- [3] Miguel Igual Escriche, *Assessing the feasibility of implementing DC-microgrids together with USB-C in households and offices buildings with rooftop PV for Sweden and Spain*, 2018.
- [4] Abhishek Shivakumar, Bo Normark, *Household DC networks: State of the art and future prospects*, 2015