

Teknikupphandling Likströmsapplikationer

Förstudie

Version: Version 1

Alla BeBo-rapporter finns att hitta på www.bebostad.se

2018_12 / 10271415

Författare: Manuela Stierna

Granskare: Emma Karlsson

WSP Sverige AB

2018-12-17

WSP Sverige

Förord

BeBo (Energimyndighetens beställargrupp för energieffektiva flerbostadshus) har funnits sedan 1989 och är ett nätverk av fastighetsägare och med Energimyndigheten som huvudfinansiär.

BeBos aktiviteter ska genom en samlad beställarkompetens leda till att energieffektiva system och produkter tidigare kommer ut på marknaden. Utvecklingsprojekten ska visa på goda exempel med effektiv energianvändning samtidigt som funktion och komfort inte försämras utan snarare förbättras.

Denna förstudie har genomförts baserat på diskussion inom Fördjupningsområde Solenergi.

Vi vill rikta ett stort tack till alla som medverkat i de intervjuer som ligger till grund för slutsatserna i denna förstudie. Speciellt vill vi tacka Torbjörn Thiringer och Patrik Ollas från Chalmers, som tog sig tiden att läsa rapporten och komma med synpunkter.

Sammanfattning

Den svenska solemarknaden fortsätter att öka kraftigt, 2017 installerades 118 MW solel vilket är en ökning på 50% jämfört med 2016 (IEA 2018). Marknadsökningen följer den nationella och internationella trenden på fortsatt utbyggnad av solel, som en del i omställningen mot en fossilfri energiproduktion.

Alla solceller genererar likström vilket omvandlas till växelström via växelriktaren då den kopplas in till byggnadens elanvändning. Anledningen till omvandlingen från likström till växelström är standardisering på interna växelströmsnät, även om mycket av den elektronik som används idag drivs av likström. Omvandlingsförlusterna för hela systemet från likström till växelström motsvarar 2% till 20% av solelproduktionen (Gerber m.fl. 2018).

Förstudiens syfte var att sammanställa befintlig kunskap samt aktuell syn inom branschen på att öka egenanvändningen av solel genom att bygga interna likströmsnät och koppla anpassad elektronik till detta. Förstudien undersökte också marknadens intresse för en teknikupphandling av likströmsteknik. Tio telefonintervjuer med fastighetsägare, forskningsinstitut samt systemleverantörer visade på att likströmsprodukterna som hade störst acceptans och behov av en teknikupphandling var laddstolpar samt applikationer kopplat till fastighetsel såsom ventilation, LED-belysning och hissar.

Förstudien pekar på ett ökat intresse kring likströmsområdet kopplat till solel. Dock begränsas utvecklingspotentialen i nuläget på grund av brist på likströmsdriven elektronik, marginell energieffektiviseringspotential, kunskapsbrist och begränsande regelverk.

Förstudiens slutsats är att det finns ytterligare steg att ta innan en teknikupphandling kan komma till stånd. Frågan kommer utredas vidare, genom att t.ex. utreda möjligheterna för teknikutvecklingsprojekt tillsammans med BeBo, Belok, Energimyndigheten och andra intresserade aktörer.

Innehåll

1. Bakgrund	1
2. Syfte	1
2.1 Syfte	1
2.2 Mål för förstudien	1
2.3 Genomförande.....	2
3. Genomförande	2
3.1 Sammanställning av befintlig kunskap	2
3.2 Sammanställning av behov	2
3.3 Kartläggning av produkter på marknaden	2
3.4 Översiktlig marknadsanalys	3
3.5 Förslag på fortsatt arbete	3
3.6 Slutsatser från förstudien.....	3
4. Sammanställning av befintlig kunskap	4
4.1 Översiktlig teknikbeskrivning	4
4.2 BeBo-förstudie Solceller och likström	4
4.3 Eksta Bostads AB – Fjäråsprojektet.....	5
4.4 Vasakronan – Uppsala Science Park.....	6
4.5 RISE forskningsvilla.....	6
4.6 RISE - Likström och ödrift i Åsaliden (Växjö)	6
5. Sammanställning av behov	7
6. Likströmsprodukter.....	9
7. Marknadsanalys.....	10
7.1 Sammanfattning.....	10
7.2. Intervju med Energimyndigheten	11
7.2 Framtida marknad	12
8. Förslag på fortsatt arbete.....	13
9. Slutsats.....	14
Referenser.....	15
Bilaga	17
Intervjufrågor	17

1. Bakgrund

Den globala byggbranschen står för 30% av den slutliga energiförbrukningen och mer än 55% av den globala efterfrågan på el. Hållbara byggnader och intresset för förnybar energiproduktion ökar, men inte i tillräcklig takt med den växande byggsektorn och stigande efterfrågan på energitjänster (IEA, 2018). Intresset för förnybara energikällor, såsom sol, ökar i allmänheten och syns i både globala som nationella mål. FN:s globala mål 7, *Hållbar Energi för alla*, syftar till att säkerställa att alla har tillgång till tillförlitlig, hållbar och modern energi till en överkomlig kostnad (UNDP, 2018). Nationellt i Sverige enades 2016 Socialdemokraterna, Moderaterna, Miljöpartiet, Centerpartiet och Kristdemokraterna om den så kallade energiöverenskommelsen där målet är att ha 100 % förnybar energiproduktion år 2040 (Regeringskansliet, 2018).

I synergi med målen ökar den svenska solelmarknaden. 2017 installerades 118 MW vilket är en ökning på 50% jämfört med 2016 och totalt 2017 fanns det installerat i Sverige 322 MW sol (Lindahl och Stoltz, 2018). All sol producerar likström vilket omvandlas till växelström då den kopplas in till byggnaderna p.g.a. att interna växelströmsnät dominerar marknaden. Omvandlingsförlusterna för hela systemet från likström till växelström motsvarar 2% till 20% av solelproduktionen (Gerber m.fl. 2018). En effektivisering av solelproduktionen genom att använda interna likströmsnät samt likströmsapplikationer skulle därför teoretiskt bidra till att öka egenanvändningen av sol, öka solcellsinvesteringens lönsamhet och därmed bidra till att minimera bygg- och fastighetsbranschens koldioxidavtryck.

2. Syfte

2.1 Syfte

Förstudien avser att undersöka marknadens intresse av en teknikupphandling av likströmsteknik, med fokus på applikationer anpassade för likströmsdrift. Förstudien skall ses som ett komplement till den tidigare genomförda BeBo-förstudien *Solceller och likström* (Bennewitz, 2017).

2.2 Mål för förstudien

Förstudiens mål är att komplettera analysen av befintliga produkter för likström i bostadsbebyggelse och vilken utveckling som önskas av denna teknik. Inom ramen för förstudien kommer detta utredas genom kontakter med fastighetsägare och andra intressenter som identifierats under arbetet med den tidigare genomförda förstudien.

Förstudiens syfte är att sammanställa befintlig kunskap om, samt aktuell syn inom branschen på att öka egenanvändningen av egengenererad solel genom att bygga likströmsnät och koppla anpassade funktioner/el-användare till detta.

2.3 Genomförande

Förstudiens genomförande planerades enligt nedan punkter:

1. Sammanställning av befintlig kunskap inom området
2. Sammanställning av marknadens behov och önskemål
3. Kartläggning av befintliga produkter på marknaden
4. Översiktlig marknadsanalys
5. Sammanfattning i förslag på upplägg för Teknikupphandling
6. Slutsatser från förstudien

3. Genomförande

3.1 Sammanställning av befintlig kunskap

Sammanställningen baseras på litteraturstudier (internet) samt intervjuer med nyckelpersoner på både forsknings- och leverantörssidan. Kunskap om intresserade aktörer samt liknande pilotprojekt med fokus på likströmsområdet sammanställdes genom deltagande i RISE och Chalmers DC-seminarium i Göteborg den 13 september.

3.2 Sammanställning av behov

Sammanställning av behov genomfördes baserat på telefonintervjuer till fastighetsägare, forskningsinstitut samt systemleverantörer. Syftet med intervjuerna var att belysa hur aktörerna ser på dagens utbud av likströmsapplikationer för flerbostadshus och dess syn på att öka egenanvändningen av solel genom interna likströmsnät samt likströmsdrivna applikationer. Intervjuerna kartlade vilken utveckling som önskas av denna teknik, system och komponenter samt hur de arbetar med frågan idag. Målet med intervjuerna var dels att få in synpunkter om behov av teknikupphandling och dels att informera om att en teknikupphandling eventuellt kan vara på gång.

3.3 Kartläggning av produkter på marknaden

Intervjuerna bekräftar bristen på likströmsapplikationer på marknaden som följd av en låg efterfrågan. Både fastighetsägare, forskningsinstitut samt systemleverantörer har deltagit i intervjuerna och svaren från de olika kategorierna är samstämmig.

3.4 Översiktlig marknadsanalys

En översiktlig marknadsanalys genomfördes för att uppskatta marknads efterfrågan på likströmsapplikationer med hjälp av intervjuerna samt deltagande i DC-seminarium. Syftet var att sammanfatta vad branschen ser för framtida teknikutveckling och vilka marknadsförutsättningar som branschen förväntar sig för att tekniken ska utvecklas.

3.5 Förslag på fortsatt arbete

Utifrån intervjuer och tidigare erfarenheter föreslås förutsättningar och upplägg för fortsatt arbete i form av t.ex. en teknikupphandling.

3.6 Slutsatser från förstudien

Baserat på genomförande i förstudiefasen dras slutsatser kring huruvida det finns ett behov av, och ett intresse, för att ta frågan vidare till en teknikupphandling, eller om det är andra insatser som borde prioriteras.

3.7. Avgränsningar

I förstudieansökan anges även att följande aktiviteter skulle genomföras:

- Bildande av beställargrupp för ett teknikupphandlingsprojekt
- Workshop/uppstartmöte med informationsspridning till tänkbara tillverkare och (konsortier av tillverkare) och beställare

Då fokus i den begränsade förstudien lades på att i intervjuform fånga upp så många intresserade aktörer som möjligt, fick tanken om en workshop skjutas på framtiden. De intervjuade har angett intresse för att delta i ett projekt, men beställargruppen och hur avsiktsförklaringar och avtal för denna skulle se ut formellt kvarstår att utarbeta.

Diskussionen om faktiskt potentiella inköpsvolym har inte kunnat hanteras inom aktuell förstudie. I ett nästa skede bör det utredas i vilken omfattning aktuella marknadsaktörer behöver den typen av avsiktsförklaring eller kvantifierade utfästelser om inköpsvolym, som incitament för att ta fram nya efterfrågade lösningar.

4. Sammanställning av befintlig kunskap

4.1 Översiktlig teknikbeskrivning

Ett av de vanligaste argumenten mot solceller har tidigare varit att det inte går att bestämma när de skall producera solel, och att produktionen inte alltid matchar behovet, vilket leder till att solelen i många fall matas ut på elnätet istället för att användas i byggnaden. Utifrån dagens svenska lagstiftning och elmarknad är graden av egenanvändning en faktor som i stor utsträckning påverkar en solcellsanläggnings lönsamhet. I syfte att nå en hög egenanvändning av solel inom en fastighet används idag ett flertal metoder för att anpassa elanvändning till solelproduktion via energilagring eller styrning av laster.

Solcellerna genererar likström, likströmmen omvandlas till växelström innan den kopplas in till byggnaden p.g.a. interna växelströmsnät vilket genererar omvandlingsförluster som motsvarar 2% till 20% av solelproduktionen (Gerber m.fl. 2018). Mycket av den elektronik som används idag drivs av likström såsom t.ex. LED belysning, elektronik eller IT utrustning, men eftersom det är växelström som matas fram till eluttagen så finns ett likriktarsteg installerat på produkten. Omvandlingsförlusterna i likriktarsteget har beräknats till 2 till 5% (Anandaguru m.fl. 2017).

BeBo förstudien *Solceller och likström* (Bennewitz, 2017) visade på en brist på likströmsdrivna produkter på marknaden, dvs. applikationer som drivs av likström utan likriktarsteget. Dessutom saknas standard på hur enheter ska strömförsörjas via likström. En ny intressant möjlighet för att använda lågspänd likström har uppkommit i och med att företaget Ochno lanserar möjligheten att använda USB-C standarden för distribution under 20 V och 100 W (Ermis, 2018).

Om antalet solcellsanläggningar ökar samt likströmsapplikationer, så finns möjligheten att minska kostanden och öka effektiviteten genom att använda interna likströmsnät istället. Nedan beskrivs olika projekt som utreder potentialen med likströmsapplikationer samt likströmsnät.

4.2 BeBo-förstudie Solceller och likström

Under hösten 2017 genomförde Charlotta Winkler och Peter Bennewitz en BeBo-förstudie vars syfte var att kartlägga och sammanställa befintlig kunskap och erfarenheter inom användningsområdet för likströmsapplikationer vid användningen av solel i flerbostadshus samt att beskriva ett system för ett fallobjekt, Örebrobostädens huvudkontor. Resultatet från förstudien står till grund till denna förstudie.

Litteraturstudien visade att det finns potentiella vinster att göra med införandet av lokala likströmsnät i fastigheter med solceller och batterilager men att storleken på dessa vinster beror på vilka energiflöden som dominerar i systemet. Vidare visade fallstudien att i ÖBOs fall finns fortfarande potential för fler energibesparingar genom att utöka likströmsnätet till att även inkludera likströmsladdare.

Förstudien visade också att det finns en brist på likströmsdrivna produkter på marknaden samt likströmsprodukter som drivs av likströms utan likriktarsteg, dvs produkter som direkt kan mata in likström. För att antalet likströmsapplikationer skall kunna öka och därmed ge ökad nytta av användning av ett likströmsnät och solet, måste fler produkter finnas tillgängliga på marknaden. Detta kräver att standardiseringar av IEC och IEEE görs vilket i sin tur kräver ökad samverkan mellan myndigheter, industri och näringsliv (Bennewitz, 2017).

4.3 Eksta Bostads AB – Fjäråsprojektet

Med finansiering från Energimyndigheten driver Eksta Bostads AB sedan 2016 ett projekt där teknik och systemlösningar testas för att maximera lönsamheten och nyttan med solcellsanläggningar i nybyggnation kopplat till befintlig bebyggelse.

Projektet ”Utveckling av helhetslösning för solet i bebyggelsen”, syftar till att påvisa potentialen för ökad soletutbyggnad i Sverige genom möjliggörandet av delning av solet. Teoretiska beräkningar på potentialen för ökad egenanvändning av solet då överskottet överförs mellan byggnaderna räknas fram för två fall: de nybyggda flerbostadshusen sammankopplade (det som faktiskt byggts), samt alternativet att sammankoppla även resten av området inklusive befintliga byggnader (förskolan, äldreboendet, gruppboendet, kontoret och nybyggnationen). Potentialen påvisas genom att mäta och utvärdera de aktuella soletanläggningarna och elbehovet, både på de nya byggnaderna och i de befintliga.

Projektets första resultat presenterades i samband med ett examensarbete från LTH, *Theoretical optimization of solar electricity using a DC-microgrid* (Stierna, 2017) som visar att egenanvändningen i hela området (förskolan, äldreboendet, gruppboendet, kontoret och flerbostadshus) ökar från 57% till 89% då soletsöverskottet delas mellan byggnaderna med hjälp av ett likströmsnät. Den årliga potentialen till ökad egenanvändning räknades fram till 28 000 kWh/år för hela området.

Tekniken för soletanläggningar som fysiskt kopplas i mikronät bygger på delning av elen i likström och baseras på teknik från företaget Ferroamp, där soleten skickas till momentant behov genom särskild teknik och styrning. Ett mervärde utöver ökad egenanvändning av producerad solet är möjligheten till förskjutning av laster vilket ger möjlighet att minimera säkringar i anslutningspunkter till elnätet (Winkler, 2018).

4.4 Vasakronan – Uppsala Science Park

Fastighetsbolaget Vasakronan har byggt ett likströmsnät mellan fyra kontorsfastigheter med solcellsanläggningar på området Uppsala Science Park. Tekniken är baserad på företaget Ferroamps lösningar. Syftet är, precis som för Eksta Bostads AB:s projekt, att öka egenanvändningen av solel och samtidigt minska effekttopparna.

Projektets första resultat presenterades i ett examensarbete från Uppsala universitet, *Lokalt likströmsnät för kontorsbyggnader försedda med solceller* (Flyckt, 2018) som visar att egenanvändningen i de fyra fastigheterna ökar från 81,6% till 99,2%. Den årliga solelpotentialen som kan användas direkt i fastigheterna med hjälp av ett likströmsnät istället för att skicka ut till nätet räknades fram till 34 MWh.

Systemet möjliggör både anslutning till närliggande fastigheter i framtiden samt användandet av likströmsdrivna applikationer i fastigheterna. Till exempel kommer likströmsdriven belysning testas under hösten 2018.

4.5 RISE Forskningsvilla

Chalmers industridoktorand, Patrik Ollas, genomför ett projekt som syftar att utvärdera kopplingen mellan solenergi och lagring tillsammans med direkt likströmsförsörjning för att minska omvandlingsförlusterna (Ollas, 2017).

Patrik Ollas presenterade bakgrund till projektet i RISE och Chalmers DC-seminarium. Projektets beräkningar baseras på data från RISE:s Forskningsvilla där följande utrustning finns installerat: ett DC system från Ferroamp, en DC värmepump från NIBE, FTX aggregat från Systemair och ett mät- och uppföljningssystem. Nästa steg i projektet är att komplettera med ytterligare likströmslaster, utvärdera vinsterna med likströmssystemet och räkna ut potential för lastförflyttning.

4.6 RISE - Likström och ödrift i Åsaliden (Växjö)

Inom EU-programmet för territoriellt samarbete (Interreg) genomförs ett pilotprojekt i ett enfamiljshus i Växjö där solceller, batterilagring, internt parallellt likströms och växelströmsnät samt likströmsapplikationer testas. Syftet med projektet är att effektivisera solelanvändningen för att möjliggöra ödrift, dvs självförsörjande på el.

Likströmsapplikationerna som finns installerade är all belysning och alla elektroniska apparater (t.ex. dator, TV, ventilation). Dessutom används ett uppföljningssystem för att visualisera systemets resultat. Nästa steg i projektet är att räkna ut energieffektiviseringen med hjälp av ett års mätningssdata samt utvärdera möjligheten att ansluta flera enfamiljshus i ett gemensamt likströmsnät (Qvarnström, 2018).

5. Sammanställning av behov

För att få en uppfattning om branschens intresse för att i det egna beståndet använda sig av likström i byggnader, samt dess syn på behovet av teknikutveckling, har tio intervjuer genomförts med både fastighetsägare, forskningsinstitut samt systemleverantörer, se tabell 1. Intervjufrågorna finns att läsa i Bilaga, Intervjufrågor.







De intervjuade personernas huvudsakliga arbetsområde varierade från tekniskt ansvarig för el och energifrågor, forskning och teknikutveckling samt en industridoktorand. Energieffektivisering med hjälp av förnybara energikällor samt smart byggande, lågenergihus och passivhus var de huvudsakliga fokusområden för företagen.

Tabell 1 Företag och personer som deltagit i telefonintervjuer

BeBo-medlemmar	Andra
Förvaltaren (Sundbyberg) – Ulrika Malmin	Vasakronan – Ulf Näslund
Örebrobostäder – Jonnas Tannerstad	Chalmers/RISE – Patrik Ollas
Familjebostäder (Stockholm) – Peter Skoog	Akademiska hus – Jonas Hansson
KFAST (Eskilstuna) – Helen Magnusson och Jonas Wansulin	A-hus – Anders Carlsson
Eksta Bostads AB (Kungsbacka) – Niklas Christiansson	OCHNO – Olof Ermis

Alla fastighetsägare förutom en hade solcellsanläggningar i fastighetsbeståndet (inkl. Forskningsvillan), med varierande effektstorlek. Andel av fastighetsbeståndet som hade solcellsanläggningar var relativt låg för alla intervjuade, 0,5 % till 20 %. Flera företag uppger att de har interna mål om att öka solcellsutbyggnaden kommande åren.

Hur solelen från de egna anläggningarna används fördelas i posterna som presenteras i figur 1. Fastighetsel var den mest förekommande posten följt av fastighetsgemensamma elposter (som ej ingår i fastighetsel enligt definitionen av specifik energi) som t.ex. tvättstuga.

Val	Svar	% av svarande	% av totalantal
 Det vet vi inte.	0	0.0%	0.0%
 Till fastighetsel	8	100.0%	88.9%
 Till andra gemensamma elposter som inte är fastighetsel (tvättstuga, belysning på gård)	5	62.5%	55.6%
 Till hushållsel/verksamhetsel	3	37.5%	33.3%
 Genom att lagras i batterier?	0	0.0%	0.0%
 Annat	7	87.5%	77.8%






Figur 1 Svar 6 telefonintervjuer

Problematiken med mikroproducentansvaret gör att flera aktörer (fastighetsägare) valt att inte använda solel till hushållsel, även om de känner till att det finns lösningar för att hantera problematiken. Exempel på sådana lösningar är individuell debitering för elanvändningen per lägenhet kopplat till hyran. Vid universitetsområden förekom inte denna problematik eftersom områdena inte är nätkoncessionspliktiga.

Alla nätkoncessionspliktiga fastighetsbyggnader med installerade solelanläggningar svarade att de hade velat ha större anläggningar om regelverket möjliggjorde en ökad användning av den producerade solelen. Dvs. möjlighet att maximera taken med bästa förutsättningar för produktion samt lönsamhet och sedan överföra solelen mellan byggnaderna.

Sex av de intervjuade personerna hade erfarenhet av att använda likström. Akademiska hus har just nu ett pågående innovationsprojekt i en kontorsbyggnad där ett internt likströmsnät samt likströmsapplikationer såsom ventilation och belysning testas. En liknande lösning finns i Örebrobostädernas huvudkontor där ett internt likströmsnät har installerats med ambition att ladda elbilarna från likströmsnätet. I RISE Forskningsvilla pågår ett forskningsprojekt med ett system med solceller, batteri, parallella DC- och AC-nät samt likströmslaster kopplat till värmepump och ventilation. Eksta Bostads AB har ett pågående projekt där solel överförs mellan fyra flerbostadshus genom ett likströmsmikronät med syftet att öka egenanvändning av solelen. Vasakronan jobbar med ett liknande pilotprojekt där solelöverföringen via ett likströmsnät sker mellan kontorsbyggnader och likströmsapplikationer såsom belysning planeras installeras. USB-C tekniken kopplat till likströmsapplikationer testas i ett projekt med Familjebostäder.

Figur 2 visar likströmsprodukterna som de intervjuade företagen vill se en utveckling på och som därmed tyckts vara lämpliga för en eventuell teknikupphandling. Laddstolpar samt applikationer kopplade till fastighetsel såsom ventilation, LED belysning och hiss, hade högst acceptans och intressenivå. Flera aktörer nämnde vikten av att utgå från solelproduktionen och energibehovet, och därefter utveckla strategier för att maximera egenanvändningen.

Val	Svar	% av svarande	% av totalantal
 Laddstolpar	8	88.9%	88.9%
 Ventilation	7	77.8%	77.8%
 Belysning	8	88.9%	88.9%
 Hiss	2	22.2%	22.2%
 Hushållsmaskiner (tvätt, tork, kök)	1	11.1%	11.1%

Figur 2 Svar 13 telefonintervjuer

Alla intervjuade samt deltagare på DC-seminariet säger sig se en stor potential, och en trend av ökat intresse för likströmsapplikationer kopplade till solet. Hindren som nämns med användandet av likström är:

- Ingen infrastruktur på marknaden
- Begränsad teknik samt entreprenörer på marknad
- Begränsad likströmkunskap bland konsulter samt entreprenörer
- Begränsad likströmkunskap i byggbranschen
- Begränsande lagstiftning t.ex. nätkoncessionslagen
- Säkerhetsproblematik

Som följd kan följande behov konstateras, till vilka lösningar efterlystes:

- Standardisering för interna likströmsnät samt likströmsdrivna applikationer
- Högre acceptans på marknaden för likströmsdrivna applikationer
- Gemensam business case för likströmsapplikationer
- Lägre marknadspriser
- Informationsspridning

Under intervjuerna svarade sex aktörer att de var intresserade över att delta i en teknikupphandling kring likströmsapplikationer, tre svarade kanske och en tackade nej.

Då ett av de första stegen i att utforma en teknikupphandling skulle vara att ta fram kravspecifikationer som beskriver vilka problem de tänkta produkterna önskas lösa, har intresse för att medverka i en expertgrupp efterlysts bland intressanta parter från intervjuer och andra kontakter.

6. Likströmsprodukter

E2B2 förstudien *Besparingspotential för likspänningsdistribution*, (Thiringer et.al, 2017) beskriver att mycket av den elektronik som används i bostäder idag drivs av likström, vilket kan ses i tabell 2. Tabellen presenterar exempel på typiska laster i en bostad, deras effekt och om de arbetar direkt från en intern DC-nivå, eller om de kan använda en inkommande AC-spänning utan omvandling. Nästan all hemelektronik drivs av likström och dessutom mycket av övriga laster. Tvättmaskin, diskmaskin, vattenkokare, torktumlare och traditionella spisar använder sig dock till mindre eller större del av växelström.

Eftersom det är växelström som matas fram till eluttagen så finns ett likriktarsteg installerat i produkterna. Likriktarsteget orsakar förluster på 2% till 5% enligt ett examensarbete från Chalmers *Moving to DC-supply for end users -efficiency investigation of converters* (Anandaguru m.fl. 2017).

Tabell 2 Exempel på vanliga laster i en bostad (Thiringer et al, 2017)

Typ av last	Effekt (W)	AC/DC
Belysning	200	DC
TV	156	DC
Stationär dator	270	DC
Kyl	150	DC
Frys	150	DC
Micro	800	DC
Tvättmaskin	300	AC
Torktumlare	800	AC
Diskmaskin	1500	AC
Spis	2000	AC

BeBo förstudien *Solceller och Likström* visade på en brist på likströmsdrivna produkter på marknaden, dvs. applikationer som drivs av likström utan likriktarsteget. Dessutom, saknas standard på hur enheter ska strömförsljas via likström vilket företaget Ochno försöker lösa genom USB-C standarden (Ermis, 2018).

7. Marknadsanalys

Resultatet från intervjuerna utgör en översiktlig marknadsanalys på vilken en uppskattning av framtida efterfrågan av likströmsprodukter kan baseras.

7.1 Sammanfattning

De potentiella köparna som är intresserade av att installera ett internt likströmsnät samt likströmsapplikationer är i nuläget bostadsföretag, kontorsföretag och industrier med befintliga solcellsanläggningar samt elanvändningslasten som inträffar vid solexproduktionen.

Syftet med investeringen är att effektivisera solcellsanläggningarna genom att minska omvandlingsförlusterna och därmed öka egenanvändningen av solex. Högre egenanvändning ökar solcellsanläggningens lönsamhet utifrån dagens svenska lagstiftning och elmarknad, där egenanvänd solex har ett högre värde än köpt solex pga. att den köpta elen innehåller skatter och avgifter. Om solcellsinvesteringen blir mer lönsam kommer större solcellsanläggningar att installeras vilket ökar solexproduktionen och därmed bidrar till det nationella målet att ha 100% förnybar energiproduktion till 2040 (Regeringskansliet, 2018).

De potentiella köparna är intresserade av att genomföra en teknikupphandling på fastighetselektronik såsom LED belysning och ventilation samt laddstolpar för elbilar.

Anledningarna varför telefonintervjuerna visade på ett behov att testa just den elektroniken är att den redan drivs med likström och dessutom är det lätt att genomföra investeringen ur ett ekonomiskt, administrativt och regelmässigt perspektiv.

Likströmsinvesteringen är mer komplicerad för användning inom hushållsel samt verksamhetsel pga. problematiken kring mikroproducentansvaret kopplat till solel. Dessutom drivs i dagsläget många stora hushållslaster med växelström såsom tvättmaskin, torktumlare, diskmaskin och traditionell spis.

Marknadspriserna för likströmsnät samt applikationer är idag högre än motsvarande växelströmsteknik pga. ny teknik, liten marknad, begränsad kunskap m.m. Från telefonintervjuerna och deltagandet i DC-seminariet efterlystes konkurrenskraftiga marknadspriser för likströmsinvesteringen som möjliggör en ökning på solcellsanläggningens lönsamhet genom en ökad egenanvändning av solel.

Likströmsinvesteringen är mest lämplig för nybyggnation och blir mest effektiv då likströmstekniken är med i projekteringsfasen kopplat till solcellsinstallationen och byggnadens elanvändning.

7.2. Intervju med Energimyndigheten

Energimyndighetens synpunkter kring behovet av en eventuell teknikupphandling inom likströmsområdet sammanställdes genom en telefonintervju med Fredrik Lundström som arbetar med smarta elnät, integrerade energisystemfrågor samt ansvarig för det nationella forskningsprogrammet SampsEl.

Diskussionen med Energimyndigheten visade på ett ökat intresse kring likströmsområdet pga. likströmsmöjligheter både i produktion (solcellsanläggningar), lagring (batteri) samt använda sidan (t.ex. elfordon). De största hindren med användandet av likström diskuterades vara brist på likströmsdrivna apparater, en marginell energieffektiviseringspotential, kunskapsbrist och begränsande regelverk. Dock går Energimyndighetens forskningsportfölj hand i hand med utvecklingen av likströmsapplikationer samt likströmsmarknaden såsom, tex. LED belysning.

En teknikupphandling skulle kunna ha betydelse för utvecklingen av likströmsmarknaden men i dagsläget går det inte att motivera denna typ av satsning bara ur ett energieffektiviseringsperspektiv. Energimyndigheten påpekade att det är viktigt att kombinera energieffektiviseringsfrågan med den om hur en utvecklad likströmsteknik skulle kunna minska elsystemets sårbarhet, öka flexibilitet och öka systemnytta på en högre nivå. Under telefonintervjun diskuterades också att det förmodligen inte är inom den likströmteknik som efterfrågas av flerbostadshusägare som den tekniska utvecklingen kan göra störst nytta, och därmed är det inte där den

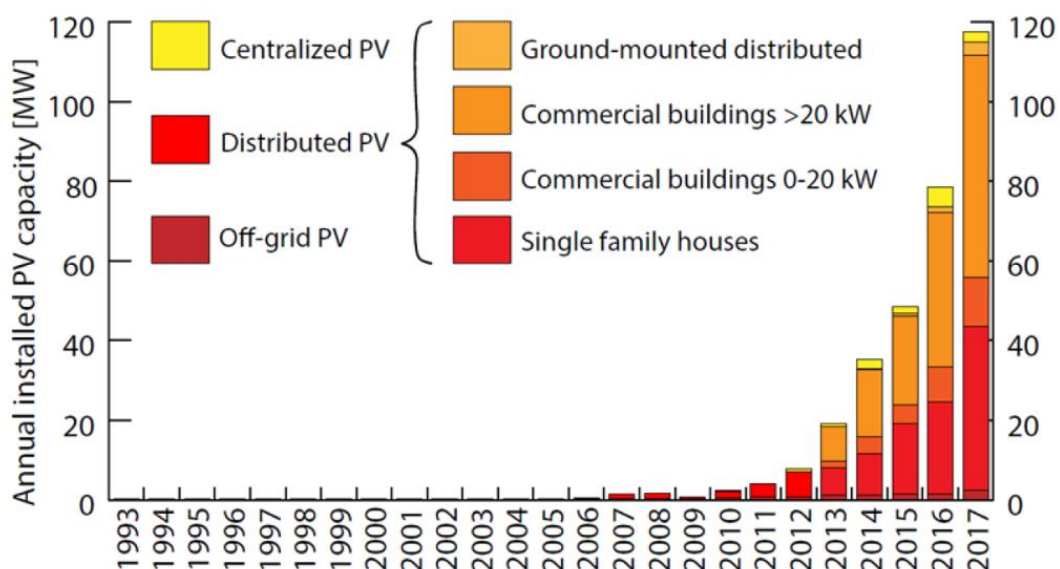
största marknadspotentialen finns. Vad som är tydligt är dock att det finns ett stort behov av kompetensökning för att överhuvudtaget skapa likströmsmarknaden.

7.2 Framtida marknad

Senaste IEA statistik visar att den svenska solemarknaden fortsätter att öka kraftigt. 2017 installerades 118 MW vilket är en ökning på 50% jämfört med 2016, se figur 3. Totalt 2017 fanns det installerat i Sverige 322 MW solex (Lindahl och Stoltz, 2018).

Marknadsökningen följer den nationella och internationella trenden på fortsatt utbyggnad av solexanläggningar. Till exempel enades 2016 Socialdemokraterna, Moderaterna, Miljöpartiet, Centerpartiet och Kristdemokraterna om den så kallade energiöverenskommelsen där målet är att ha 100 % förnybar energiproduktion år 2040 (Regeringskansliet, 2018). Energimyndighetens färdplan för solex uttrycker en potential för solkraft i det svenska elnätet med upp till 5-10 % (7 -14 TWh) av Sveriges totala elbehov 2040 (Energimyndigheten, 2016).

Den svenska solexmarknaden är på kort sikt förväntad att fortsätta växa vilket ökar intresset för likströmsnät och likströmsapplikationer om det bidrar till en ökad egenanvändning av solex. Dock beror det på de ekonomiska incitamenten såsom subventioner, solcellsanläggningarnas priser, likströmsteknikens priser, elpriset m.m.



Figur 3 Årlig installerad solex i Sverige (Lindahl och Stoltz, 2018).

8. Förslag på fortsatt arbete

Denna förstudie är ett komplement till den tidigare genomförda BeBo-förstudien *Solceller och likström* (Bennewitz, 2017) där en teknikupphandling föreslogs på fortsatt arbete. En teknikupphandling är en typ av innovationsupphandlingsform, som använts i flera BeBo-projekt och andra satsningar med finansiering från Energimyndigheten. Exempel på produkter som utvecklats på detta sätt är värmepumpar, treglasfönster, kylskåp och miljöbilar (Noaksson, 2018). Inom BeBo har de senaste teknikupphandlingsprojekten handlat om system för värmeåtervinning i ventilationsluft samt spillvattenledningar, samt rationella metoder för tilläggsisolering.

En teknikupphandling fungerar på så sätt att en beställargrupping i upphandlingen efterfrågar leverans av en installerad fungerande enhet som idag inte finns tillgänglig på marknaden. Det som efterfrågas är alltså en innovation som ligger på, eller mycket nära, marknadsintroduktion men som inte riktigt är där ännu.

Då det varit svårt att i förstudien kvantifiera hur stor den potentiella inköpsvolymen för de efterfrågade lösningarna är – har slutsatsen blivit att istället för en att i dagsläget initiera en teknikupphandling, att föreslå att frågan utreds vidare. T.ex. kan det vara mer effektivt att initiera ett teknikutvecklingsprojekt. Syftet med förslaget är att verka för genomförande av fler demonstrationsprojekt i flerbostadshus. Detta görs genom att få med ytterligare aktörer, följa upp befintliga installationer och stödja vidareutveckling av tekniska lösningar.

Dessutom föreslås ett närmare samarbete i frågan mellan BeBo, Belok och Energimyndighetens avdelning för smarta elnät och integrerade energisystem – för att driva på frågan så att den landar i ett sammanhang där teknikens fulla potential kan realiseras. Speciellt fokus bör i detta sammanhang ligga på funktioner med behov av utvecklad ödrift och autonomi.

Tanken om en möjlig teknikupphandling eller tekniktävling kvarstår och frågan kommer att diskuteras vidare inom Fördjupningsområde Solenergi. Kopplat till BeBo planeras en tekniktävling inom ventilationsområdet där finansiering söktes av E2B2 hösten 2018. Vid beviljad finansiering kommer arbetssättet i detta projekt följas för att ta lärdom inför ett möjligt nästa skede i projektet.

9. Slutsats

Liknande projekt kring likström, tio telefonintervjuer med fastighetsägare, forskningsinstitut samt systemleverantörer och deltagandet i ett DC-seminarium visade på en trend av ökat intresse kring likströmsapplikationer kopplad till solexel. Utvecklingspotentialen för den nya tekniken begränsas av hinder kring teknikutvecklingen, marknaden och regelverk.

Fem aktörer svarade att de var intresserade av att delta i en eventuell teknikupphandling kring likströmsapplikationer kopplat till solexel. Likströmsapplikationerna som visade ha störst acceptans och behov av en teknikupphandling var laddstolpar samt applikationer kopplat till fastighetsel såsom ventilation, LED belysning och Hiss.

Till följd av behov av kompetensökning för att genomföra en teknikupphandling inom likströmsområdet samt svårigheter att kvantifiera hur stor den potentiella inköpsvolymen för de efterfrågade lösningarna är kommer inte en teknikupphandling genomföras i detta skede. Istället kommer frågan utredas vidare med t.ex. ett teknikutvecklingsprojekt tillsammans med BeBo, Belok, Energimyndigheten och andra intresserade aktörer.

Referenser

- Anandaguru, M. Chen, Y. Saseendran, A. Rydgård, A. Soltanipour, S. och Sun, Q. (2017). *Moving to DC-supply for end users -efficiency investigation of converters*. Chalmers, Electric power engineering.
- Bennewitz, P. (2017). *Solceller och likström*. BeBo.
- Energimyndigheten. (2016). *Förslag till strategi för ökad användning av sol*. Statens Energimyndighet.
- Ermis, O. (2018). *OCHNO*. Hämtad från OCHNO hemsida: <http://www.ochno.se/>
- Flyckt, A. (2018). *Lokalt likströmsnät för kontorsbyggnader försedda med solceller - En ekonomisk och teknisk utvärdering*. Uppsala Universitet.
- Gerber, D. Vossos, V. Feng, W. Marnay, C. Nordman, B. och Brown, R. (2018). *A simulation based efficiency comparison of AC and DC power distribution networks in commercial buildings*. Hämtad från Applied Energy: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apenergy.2017.05.179>
- IEA. (2018). *Buildings*. Hämtat från Internation Energy Agency: <https://www.iea.org/buildings/>
- Lindahl, J och Stoltz, C. (2018). *National Survey Report of PV Application in Sweden - 2017*. Hämtat från IEA: <http://www.iea-pvps.org/index.php?id=93>
- Noaksson, E. (den 12 Juli 2018). *Dags att reda ut begreppen*. Hämtat från Offentliga Affärer: <https://www.offentligaaffarer.se/2010/09/19/dags-att-reda-ut-begreppen/>
- Ollas, P. (2017). *Industridoktorand Elektroteknik*. Hämtat från Chalmers Universitet: <https://www.chalmers.se/sv/personal/Sidor/Patrik-Ollas.aspx>
- Qvarnström, T. (2018). *Smart Houses - Energy savings and cost reductions with intelligent automation systems*. Hämtat från Baltic Greenpower <https://balticgreenpower.eu/pilots/smart-houses-energy-savings-and-cost-reductions/>
- Regeringskansliet. (2018). *Överenskommelse om den svenska energipolitiken*. Hämtat från Regeringskansliet:

<https://www.regeringen.se/artiklar/2016/06/overenskommelse-om-den-svenska-energipolitiken/>

Stierna, M. (2017). *Theoretical optimization of solar electricity using a DC-microgrid*. LTH, Division of Building Physics.

Svenska Kraftnät. (den 20 Juli 2018). *Rapporter och remissvar*. Hämtat från Svenska Kraftnät - Rapporter och remissvar: <https://www.svk.se/siteassets/om-oss/rapporter/2018/kraftbalansen-pa-den-svenska-elmarknaden-rapport-2018.pdf>

Thiringer, T., et. al. (Juli 2017). *Besparingspotential för likspänningsdistribution - en förstudie*. Hämtat från E2B2 -Forskningsprojekt i E2B2: <https://www.e2b2.se/forskningsprojekt-i-e2b2/energitillfoersel/besparingspotential-foer-likspaenningsdistribution-en-foerstudie/>

UNDP. (2018). *Mål 7: Hållbar energi för alla*. Hämtat från UNDP - Globala målen: <http://www.globalamalen.se/om-globala-malen/mal-7-sakerstalla-hallbar-energi/>

Winkler, C. (2018). *Utveckling av helhetslösning för sol i bebyggelsen*. BeBo

Bilaga

Intervjufrågor

1. Vad är ditt huvudsakliga arbetsområde?
2. Vad är företagets huvudfokus kring energifrågor?
3. Har ni solcellsanläggningar i ert fastighetsbestånd?
4. Hur stor andel av beståndet har ni solcellsanläggningar på?
5. Hur stor andel av elbehovet utgör den totala solelproduktionen? Vet ni det?
6. Hur stor del av den solelen i dessa anläggningar används direkt i byggnaden?
Vet ni hur den fördelas på nedan poster?
 - a) Det vet vi inte
 - b) Till fastighetsel
 - c) Till andra gemensamma elposter som inte är fastighetsel (tvättstuga, belysning på gård)
 - d) Till hushållsel/verksamhetsel
 - e) Genom att lagras i batterier?
7. Om ni hade kunnat använda mer av den producerade solel i era byggnader (och minska andelen solel som matas in på elnätet) – hade ni haft större anläggningar då?
8. Vet du vilka omvandlingsförluster ni har genom att mata in solelen på växelströmsnätet?
9. Mäter och följer ni upp enskilt producerad likström liksom även växelström efter växelriktaren?
10. Vad är era erfarenheter av att använda likström i era fastigheter?
 - a) Har ni testat?
 - b) Har ni övervägt att testa tekniken?
 - c) Är ni ointresserade av tekniken?
11. Vad ser du som det största hindret för användandet av likström?
 - a) Det uppfattade behovet finns inte i företaget
 - b) Vår solelproduktion är för liten för att det ska vara intressant
 - c) Det kräver stora investeringar
 - d) Det finns inga produkter
 - e) Annat

12. Vad ser ni för potential till utveckling av likströmsapplikationer i framtiden?
13. Vilka produkter skulle ni vilja se utvecklade? Vilken produktkategori är lämpligast att fokusera på i en eventuell Teknikupphandling? Vilken produktgrupp har högst acceptansnivå att ändra först?
 - a. Laddstolpar
 - b. Ventilation
 - c. Belysning
 - d. Hushållsmaskiner (tvätt, tork, kök)
 - e. Något annat?
14. Skulle en teknikupphandling kunna lösa dessa problem / bidra till energieffektivitet?
15. Skulle ni vara beredda att förbinda er till att handla upp en utvecklad lösning för att demonstrera och utvärdera i någon av era fastigheter? Det behöver inte vara i full skala men t.ex. i en demoanläggning. På vilket sätt skulle ni kunna göra detta?
16. Kan du tipsa om någon annan person som bör involveras i ett eventuellt Teknikupphandlingsprojekt? T.ex. någon med kunskap om standarder rörande aktuell teknik, någon annan fastighetsägare med erfarenheter, eller någon produktleverantör.
17. Övrigt