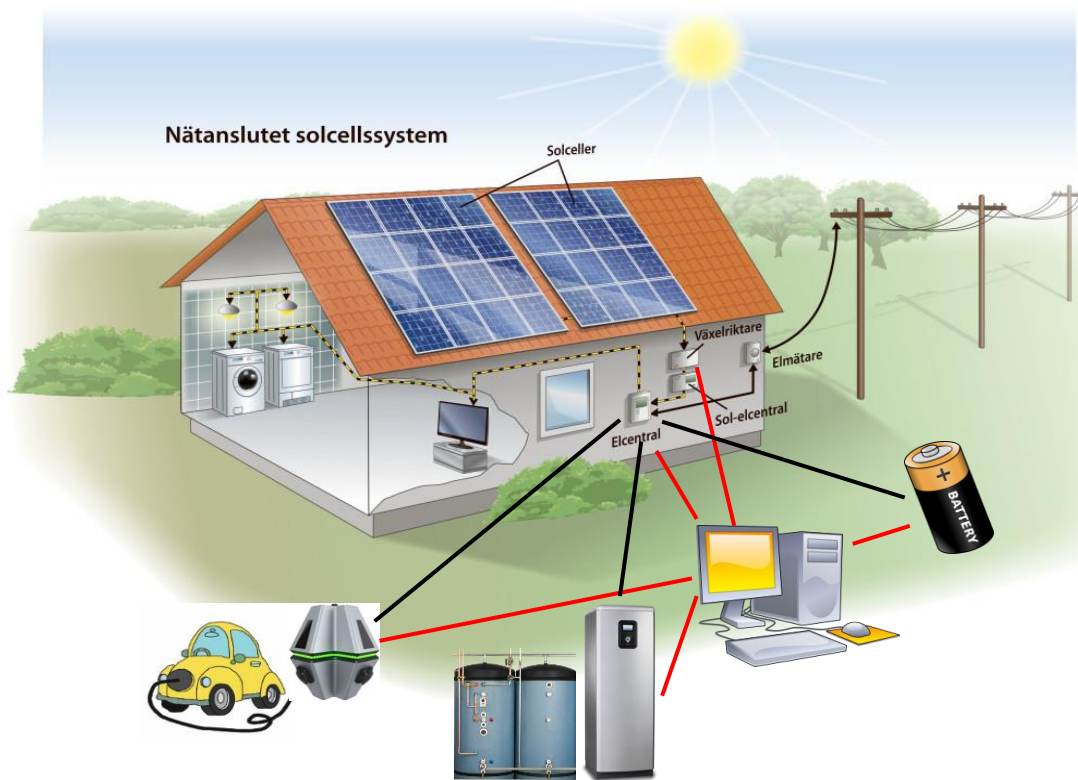


Realtidsstyrning av elbilsladdning och värmepump i elnätsperspektiv

Elnätet står inför omfattande förändringar, där elektrifiering av diverse system och förnybara energikällor allt oftare nämns som möjliggörare för att minska klimatpåverkan. Både elektrifiering av fordonsflottan och introduktionen av småskalig förnybar elproduktion är nya aspekter som till stor utsträckning påverkar lågspänningsnätet, dvs det elnät som är närmast hushållen. Ett nyligen avslutat forskningsprojekt med Tekniska Verken, som är elnätsägare i Linköping och Katrineholm, har kvantifierat påverkan på elnätet som olika laddstrategier av elbilar har på elnäts spänningsstabilitet.

Elpriset består av ett antal olika delar, bland annat energipriset (det som har slagit prisrekord i södra Sverige flera gånger under 2022), och avgiften för elnätet. Slutkunden vill minimera sin kostnad för elen, samtidigt som Tekniska Verken vill erbjuda kostnadseffektiva nät som kräver så liten utbyggnad som möjligt på grund av exempelvis elbilsladdning och solcellsinstallationer. Ett centralt sätt för elnätsägaren att påverka förbrukningen av el är genom hur prismodellerna, så kallade tariffer, designas. Utformningen av dessa visar på stora variationer på spänningsstabiliteten i elnätet.

I det nu avslutade forskningsprojektet har ett simuleringsramverk för att beräkna strömmar och spänningar i lågspänningselnät tagits fram. Som del av det används parametrar för ett existerande elnät i ett villakvarter inkluderande hushållens elförbrukning på timnivå. Det finns även modeller för elbilsladdning, och solceller. De optimeringar som har utförts har gjorts baserat på historiskt data. Nästa steg, som det här projektet primärt handlar om, är att undersöka hur en realtidsstyrning av elbilsladdningen kan designas och vilken potential ett sådant system har ur elnätsstabilitet.



De stora elektriska lasterna i hushåll (och därmed dessa som har störst potential att både stabilisera och destabilisera elnätet) är elbilsladdning och uppvärmning. Därför är ett projektmål att undersöka potentialen med smart styrning av värmepump för uppvärmning och hur det kan påverka hushållens totala elkostnad och elnätsstabiliteten. En enklare termodynamisk finns redan utvecklad, men den har inte använts i det här sammanhanget tidigare.

Projektmål

- Utveckla existerande simuleringsmiljö med optimering av elbilsladdning och värmepumpsstyrning baserat på MPC. Stationära batterier och ackumulatortankar för varmvatten ska även modelleras. Simuleringsmiljön använder verkligt data för väder, solex, elkonsumention, nätkonfiguration, kabeldata, elpris etc. För att göra detta behöver prediktioner av framtida elanvändning göras baserat på historisk förbrukning.
- Utföra simuleringar och optimeringar för att utvärdera olika lösningar för realtidsstyrning av elbilsladdning och uppvärmningssystem. Känslighetsanalys ska utföras. Utvärderingen ska ske ur ett kostnadsperspektiv för de enskilda hushållen, men även påverka på spänningsstabilitet i elnätet.
- Utvärdera lösningarna utifrån hur en smart styrning skulle kunna realiseras i hårdvara.
- Dimensioneringsstudie av energilager, vilket i projektet inkluderar stationära batterilager och ackumulatortankar i uppvärmningssystemet utöver batterierna i elbilar. Detta inkluderar exempelvis vilken storlek av stationärt batteri som behövs för att erhålla ett stabilt elnät vid viss grad av solproduktion. Motsvarande undersökningar där ackumulatortankar används som energilager ska utvärderas.
- Baserat på resultaten i första delarna projektet, utveckla föreslagna elnätstariffer för att uppnå ett stabilt elnät som inte behöver byggas ut vid ökad grad av elbilsanvändande och lokal solproduktion. Inkluderar även undersöka och föreslå lämpliga parametrar i pristarifferna för att främja elanvändning i syfte att uppnå ett stabilt elnät.

Tillgängliga modeller och data

- Simulerings- och optimeringsmiljö för elnät.
- En förenklad termodynamisk modell av en villa.
- Kabeldata över verkliga elnät.
- Data över verklig elanvändning i hushåll.
- Data över elbilsladdning. Möjlighet finns att vid behov göra nya experiment att mäta och styra laddförlopp av elbilar då tillgång till laddstolpe för elbilar som kommunicerar via Matlab finns på universitetet.
- Elpris
- Väder
- Kommersiellt existerande och i tidigare projekt föreslagna elnätstariffer

Metodik

Projektet är ett simulerings och optimeringsprojekt där verkligt data finns tillgängligt. I viss mån kan det finnas möjlighet att utföra kompletterande mätningar och experiment.

Ekonomi och resurser

All nödvändig utrustning tillhandahålls av LiU. Varje projektmedlem skall spendera 240 timmar på projektet.

Kontaktpersoner

Kund: Christofer Sundström (christofer.sundstrom@liu.se)
Beställare: Jan Åslund (jan.aslund@liu.se)
Handledare: Daniel Jung (daniel.jung@liu.se)

Projektledning

Projektroller enligt behov och projektplan, minimum är:

- Projektledare
- Dokumentationsansvarig
- Testansvarig
- Designansvarig
- Mjukvaruansvarig

Rekommenderade förkunskaper i gruppen

Önskvärda kunskaper i gruppen:

- Reglerteknik, modellbygge och simulering, optimering
- Matlab/Simulink
- Programmeringskunskap (C/C++)

Leveranser

BP2 ska infalla senast tre veckor efter första föreläsningen.

Då ska följande levereras:

- kravspecifikation
- projektplan inklusive tidsplan
- utkast på designspecifikation samt muntlig presentation av systemet

Vid BP3 ska följande levereras:

- designspecifikation
- testplan

Vid BP5 ska följande levereras (ca en halv vecka innan projektleverans):

- all funktionalitet, inklusive testprotokoll
- användarhandledning
- presentation där det visas att kraven i kravspecifikationen är uppfyllda

Vid BP6, ska följande levereras:

- teknisk rapport
- efterstudie med uppföljning av resultat och använd tid
- posterpresentation samt hemsida som beskriver projektet
- film som beskriver projektet, gärna publicerad på YouTube

Tidrapporter per aktivitet och person samt statusrapportering lämnas in till beställare varje vecka.