

Hur påverkar en elektrifiering av transportsektorn elsystemet?

- Vilka utmaningar och möjligheter finns med laddning av personbilar?

Energiforsk 30e Mars 2020

Maria Taljegård
Department of Space, Earth and Environment
Chalmers University of Technology
412 96 Gothenburg, Sweden



Transport- och elsystem i förändring



- Investeringar och utnyttjande av kraftverk
- Stamnätet
- Balansera elsystemet på timnivå

Slutsatser (avhandlingen)

1. Omställning av vägtransportsektorn till el är möjlig med/utan kärnkraft (eller utan en markant ökning av CO₂/ kostnader för elsystemet)
2. Endast batterier eller endast vätgas kommer båda två vara en utmaning för systemet.
3. Optimering av laddningen med/utan V2G ger ett stort värde för elsystemet, hur stort beror på elsystemets mix – osäkert hur V2G påverkar batteriets livslängd och affärsmodeller.
4. Laddinfrastruktur i hemmet med låga effekter är viktigast både för flexibilitet i elsystemet och elbilsägaren. ~5% av resorna kräver snabbladdning.
5. Elsystemet kommer aldrig betala för investeringar i stora batterier i fordon.
6. Gemensam ladd infrastruktur (snabbladdare eller elväg) kommer vara billigare om det leder till mindre batterier per fordon.

Kördata – individuella bilar med GPS

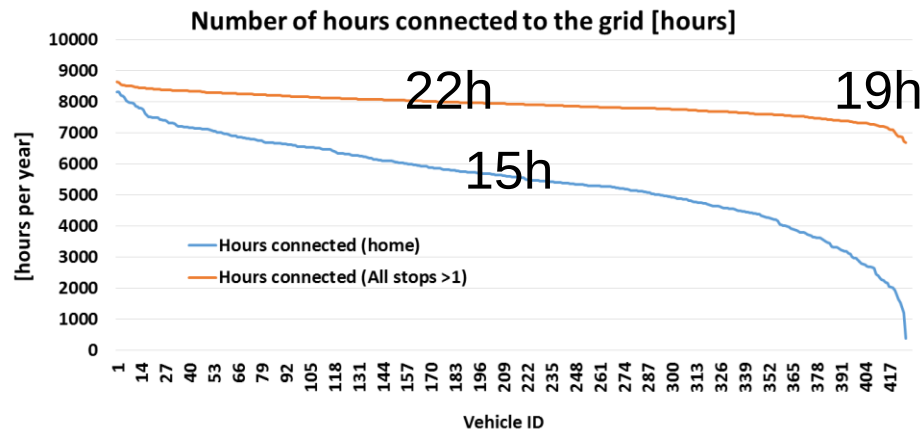
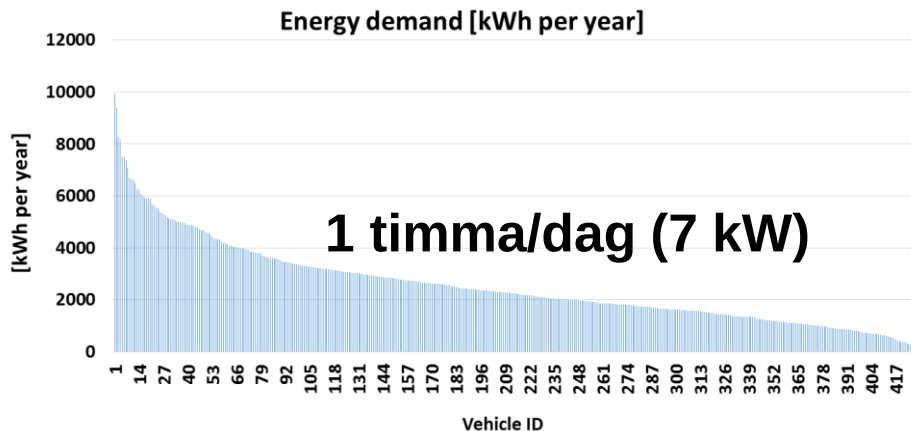
- 426 individuella personbilar (diesel och bensin) mätta med GPS under 50-100 dagar/fordon (åren 2010-2012)
- Representativ för en region i Sverige (VGR)
- Stor fördelning mellan olika årliga körbehov och körprofil

- 1. När, hur ofta och hur snabbt (effekt) laddas elbilarna?**
- 2. Hur mycket (kWh) laddas elbilarna?**

(körprofil, beteende, batteristorlek, tillgång på laddinfrastruktur, körsträcka)

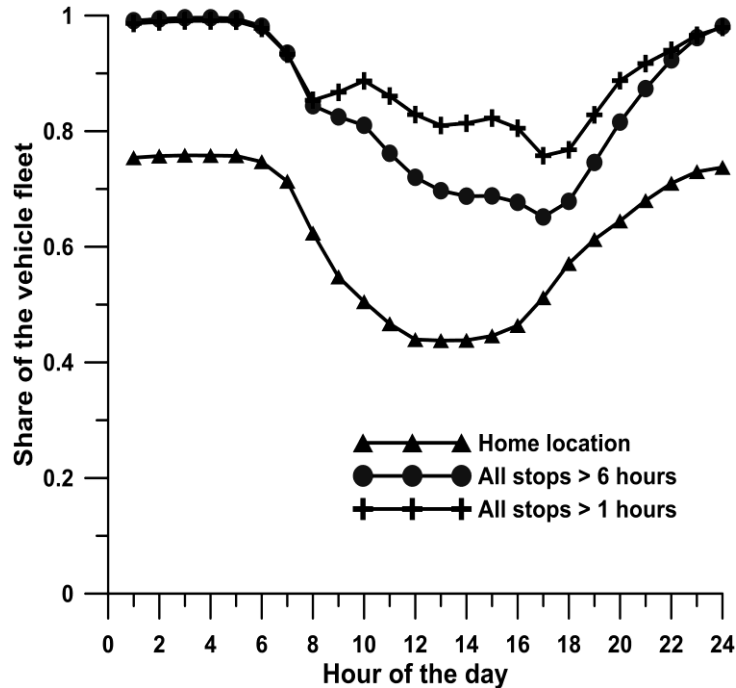
Kördata – individuella bilar med GPS

- 426 individuella personbilar (diesel och bensin) mätta med GPS under 50-100 dagar/fordon (åren 2010-2012)
- Representativ för en region i Sverige (VGR)
- Stor fördelning mellan olika årliga körbehov och körprofil



När är fordonen parkerade?

- ⊗ Flesta fordon är parkerade på **natten**.
- ⊗ Åtminstone **40%** av fordonen står parkerade **hemma** vilken timma som helst på dygnet.
- ⊗ Batterikapaciteten tillgänglig till elsystemet beror på:
 - Infrastruktur–vart kan jag ladda?
 - Beteende och attityd
 - Slitage på batteriet



Vilken laddeffekt krävs? (elsystem och elbilsägars perspektiv)

- ⚙ ~5% av resorna och ~10% av distansen kräver snabbladdning
- ⚙ 90% av laddningen sker med mindre än 7 kW and 85% med mindre än 3.7 kW (modellering)
- ⚙ Bättre för batteriet med låga i och urladdningseffekter
- ⚙ Billigare laddinfrastruktur (och elnätskostnader?) med låga laddeffekter

Elsystemets behov av elbilsbatterier för elsystemtjänster

Exempel:

Pris område SE3 (Stockholm)

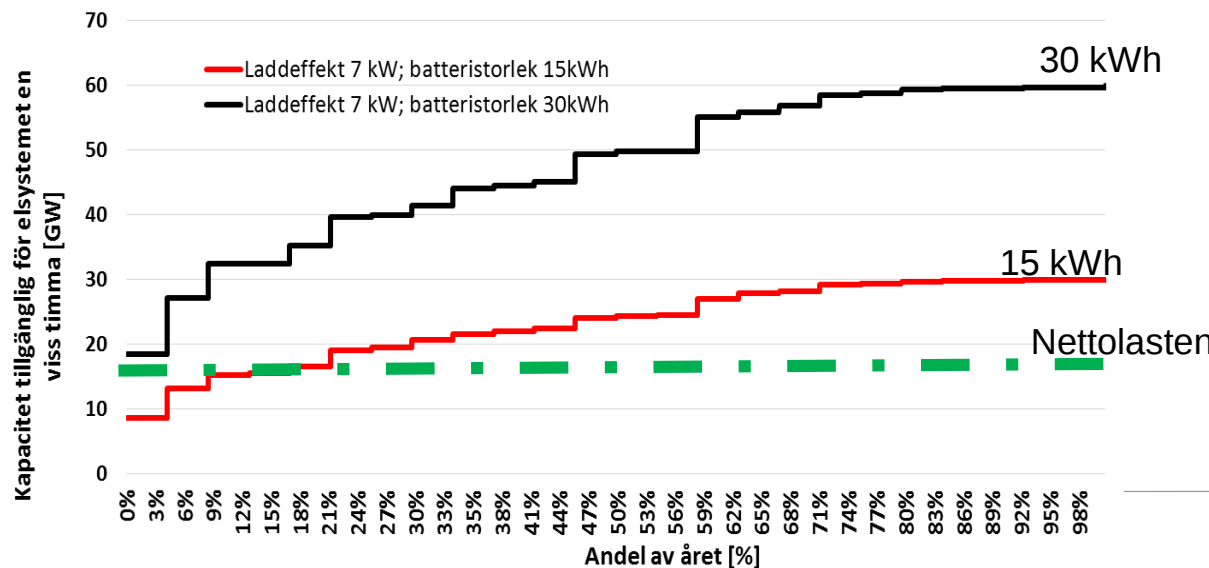
60% elbilar

Elsystem utan CO₂-utsläpp

18 GW är max nettolasten i SE3

Hänsyn tagen till körmönster!

Mycket effekt tillgängligt på kort tid även med små elbilsbatterier



Olika sätt en elektrifierad transport sector påverkar elsystemet

- ⌘ Investeringar i ny kapacitet
 - ⌘ Tim-baserade dispatchen av elsystemet (dag-för-dag användningen av kraftverk)
 - ⌘ Värdet av sol och vindkraft
 - ⌘ Behovet av flexibilitet
 - ⌘ Elpriser
 - ⌘ Behovet av topp effekt (netload)
 - ⌘ Back-up capacity on the reserve market (spinning reserves)
 - ⌘ Frequency regulation, Ancillary services for the TSO
-

Olika sätt en elektrifierad transport sector påverkar elsystemet

⚙ Investeringar i ny kapacitet

⚙ Tim-bilpris (baserat på elpriset) / (baserat på elpriset) / (baserat på elpriset)

⚙ Värde

⚙ Behov

⚙ Elpris

⚙ Behov

⚙ Back-

⚙ Frek-

Beror på laddstrategin (osmart/smart) (när - beetende)

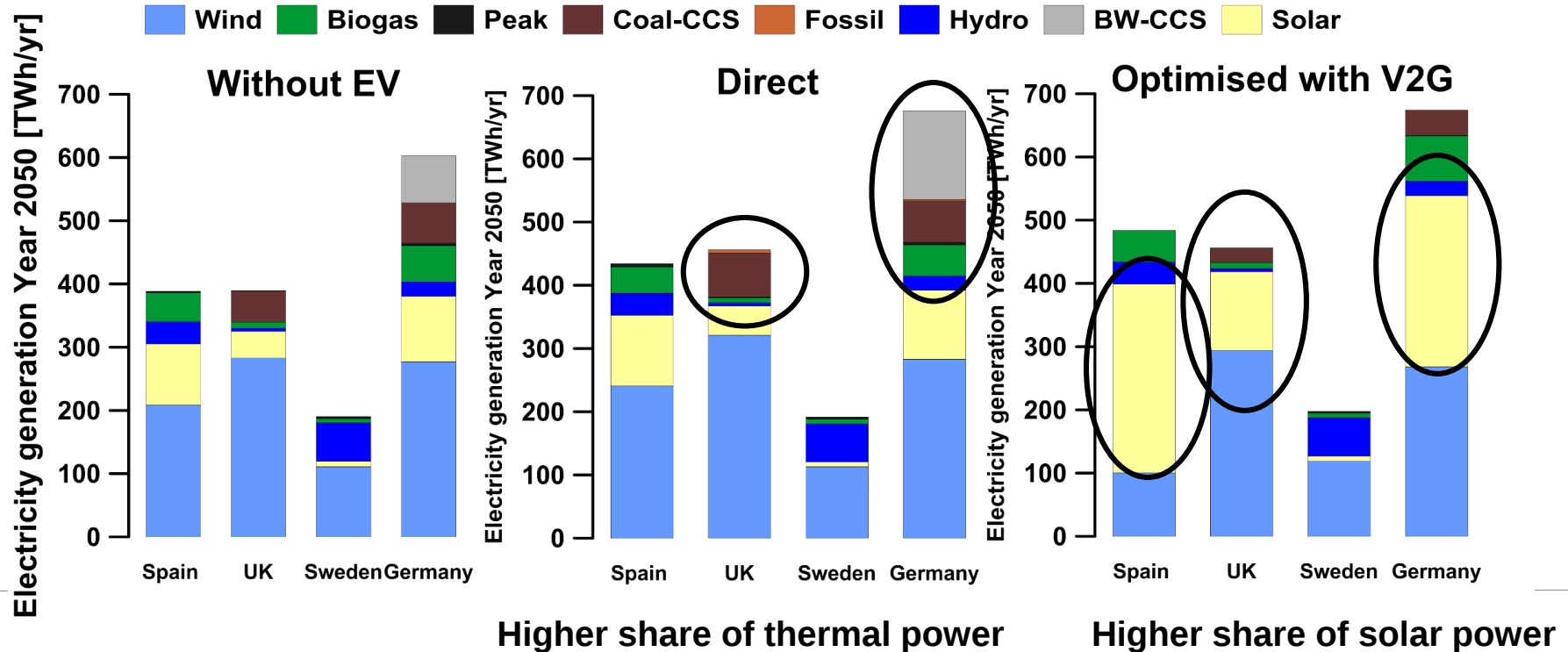
- 1. Direkt** efter körning (osmart)
- 2. Optimerad** för att minimera problemen/kostnaderna för elsystemet och förlänga batteriets livslängd
(kan kombineras med också urladdning till nät)

Olika sätt en elektrifierad transport sector påverkar elsystemet

- ⚙ Investeringar i ny kapacitet
 - ⚙ Tim-baserade dispatchen av elsystemet (dag-för-dag användningen av kraftverk)
 - ⚙ Värdet av sol och vindkraft
 - ⚙ Behovet av flexibilitet
 - ⚙ Elpriser
 - ⚙ Behovet av topp effekt (netload)
 - ⚙ Back-up capacity on the reserve market (spinning reserves)
 - ⚙ Frequency regulation, Ancillary services for the TSO
-

Impact of EVs on investments and electricity generation

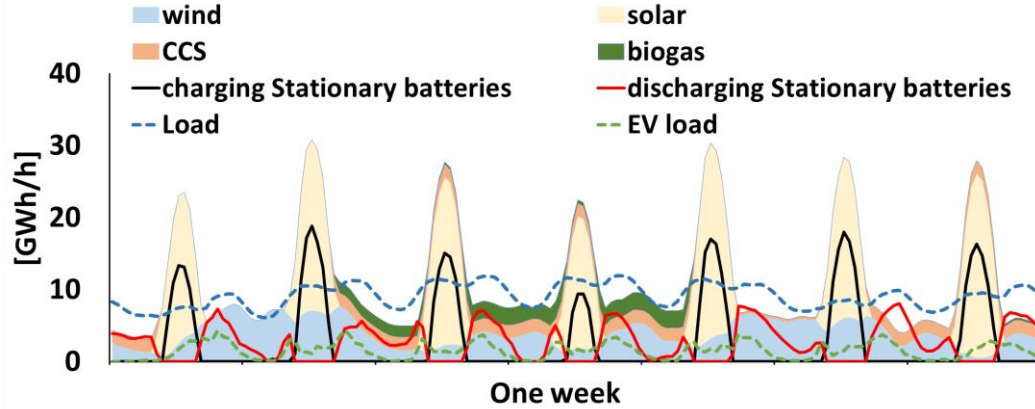
Results for several countries in Europe



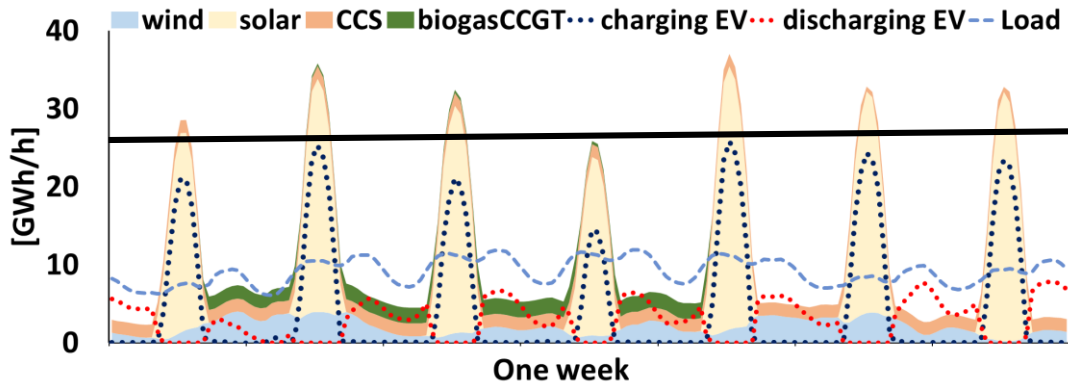
Impact on the dispatch of technologies

Results for a solar-based system (central Spain)

Direct charging strategy



Optimised with vehicle-to-grid

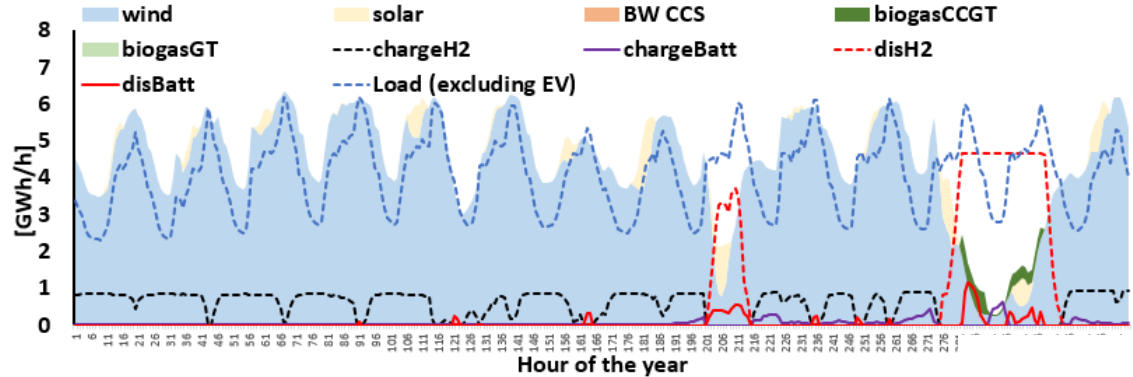


Level of solar with direct

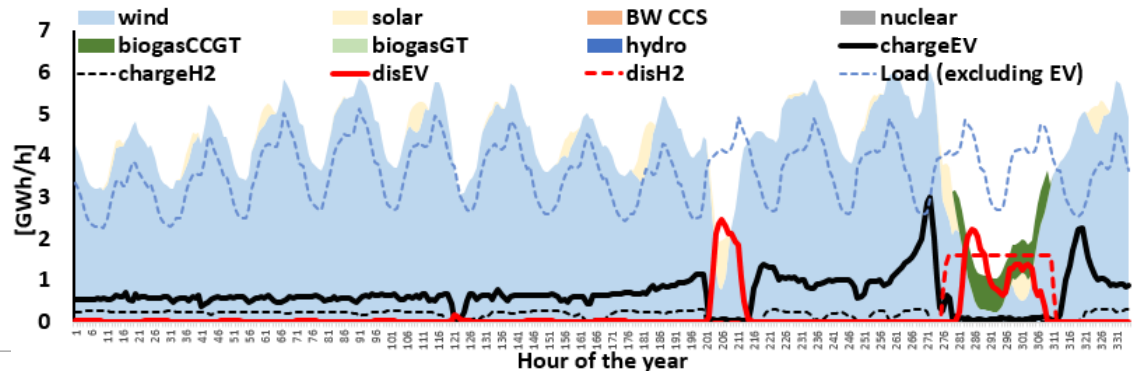
Impact on the dispatch of technologies

Results for a wind-based system (Ireland)

Direct charging
strategy



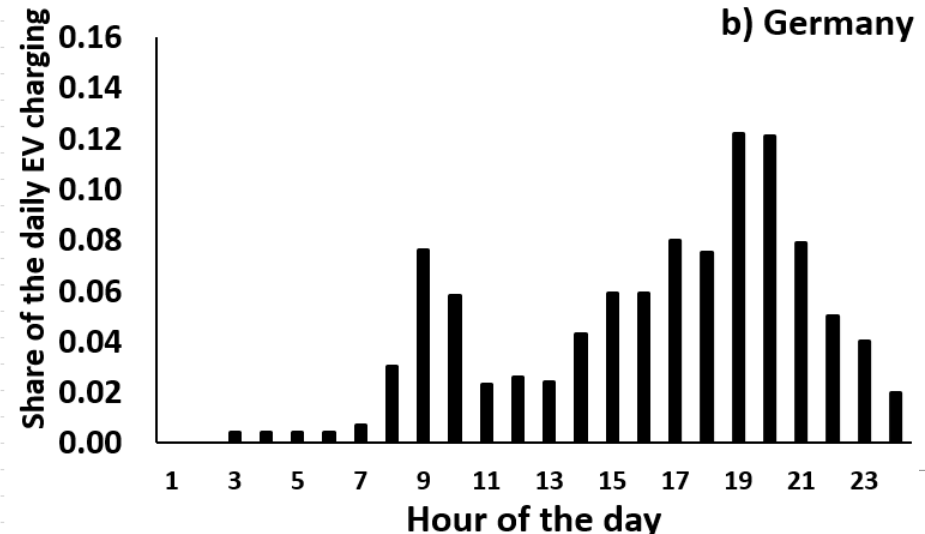
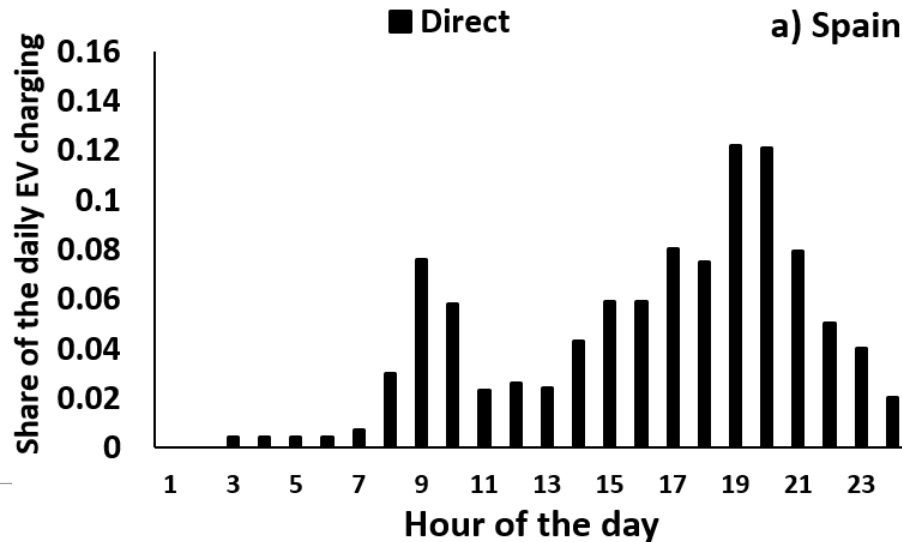
Optimised with
vehicle-to-grid



Laddning av elbilar med olika laddstrategier

Spain: solar-based system

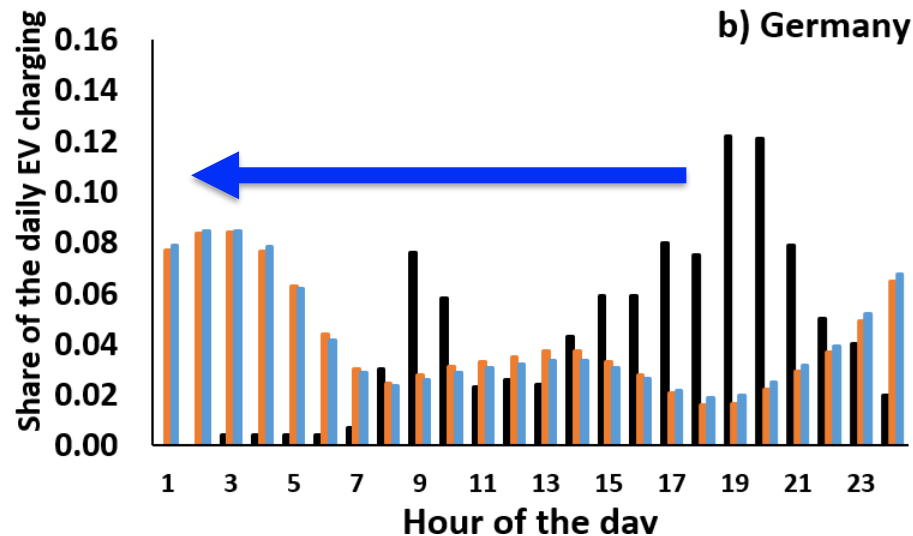
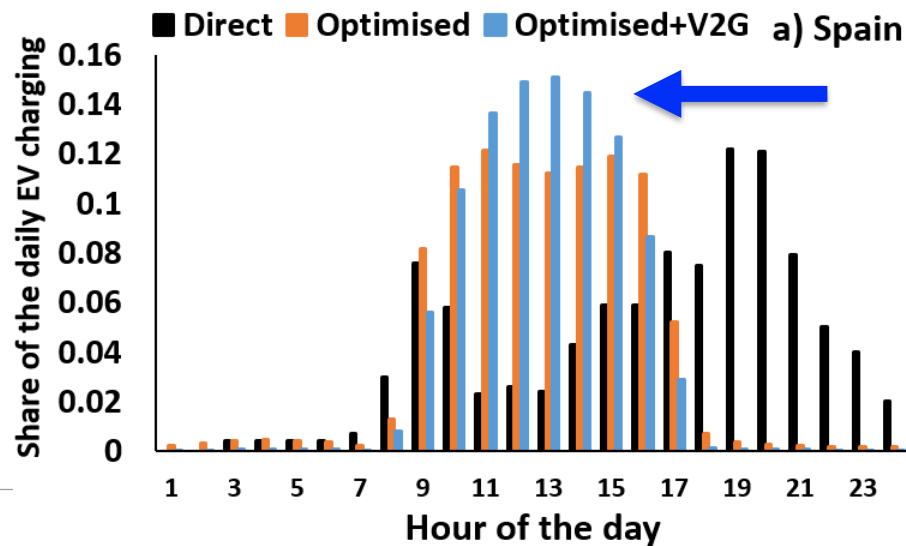
Germany: mix of wind, solar and thermal system



Laddning av elbilar med olika laddstrategier

Spain: solar-based system

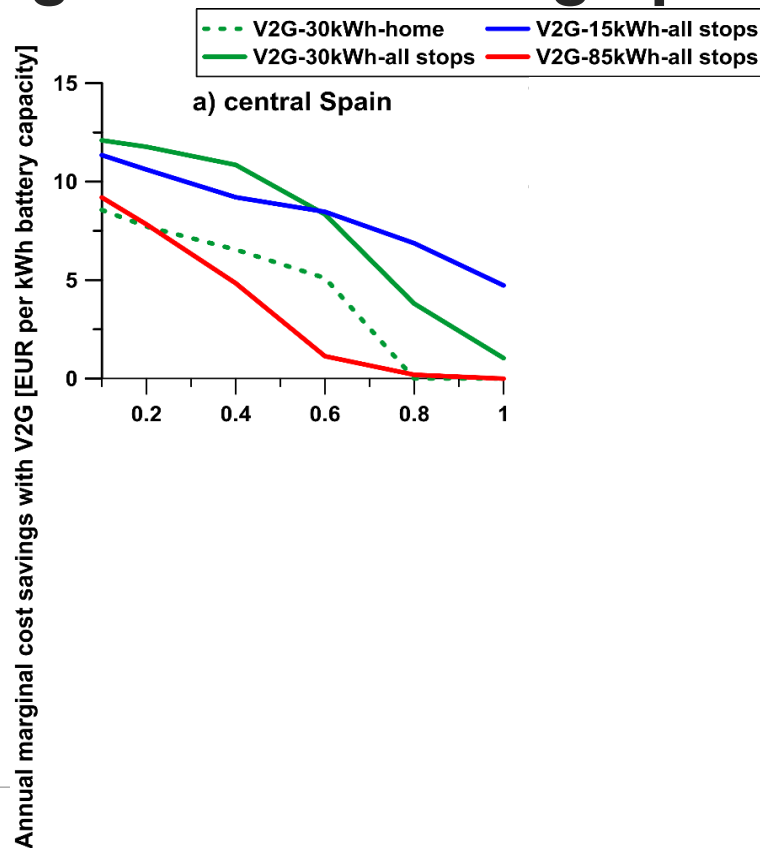
Germany: mix of wind, solar and thermal system



Annual marginal cost savings per vehicle

- **300€ per vehicle and year**

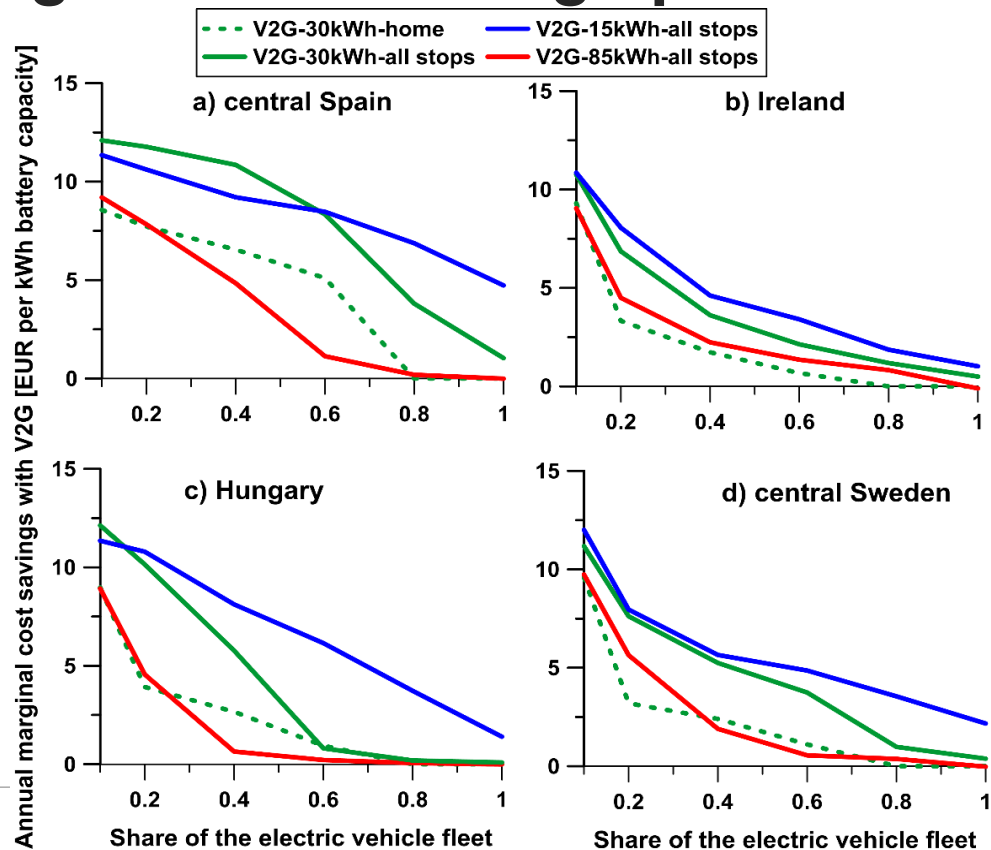
+ Value of other services not included (local grid, ancillary services)



Annual marginal cost savings per vehicle

- **300€ per vehicle and year**

+ Value of other services not included (local grid, ancillary services)



Slutsatser (avhandlingen)

- Laddinfrastruktur i hemmet med låga effekter är viktigast både för flexibilitet i elsystemet och elbilsägaren. ~5% av resorna kräver snabbladdning
- Icke-optimerad laddning leder till belastning på elsystemet timmar med hög belastning (dyrare elsystem!)
- Optimering av laddningen med/utan V2G ger ett stort värde för elsystemet, hur stort beror på elsystemets mix.
 - *Öka värdet på sol och vindkraft i elsystemet*
 - *Minskar belastningen på elsystemet under kritiska timmar*
 - *Minskar maxbelastningen på stamnätet*
 - *Ersätter annan typ av lagring/flexibilitet*
- Konsekvenser för elbilsägaren med V2G? Fungera i praktiken (affärsmodeller)?
- **Nytta för det lokala och regionala elnätet med Optimerad laddning och V2G?**

Referenser

<https://research.chalmers.se/publication/512771>

<https://research.chalmers.se/publication/514660>