



Optimering af smart energi- og opladningsinfrastruktur til den tunge transport i områder med begrænset netkapacitet

Copenhagen Electric Webinar

Fredag d. 25. august 2023 kl. 10:00-11:30

Velkommen! Vi starter kl. 10:00

Hav gerne mikrofon og billede slukket under oplæggene.

Du må gerne tænde når vi har spørgerunde til sidst.

Tip: For at kunne se hele præsentationen, uden beskæringer i siderne, bedes du højreklikke og vælge "tilpas ramme".

PROGRAM

- 10:00 Introduktion, v. **Gent Grinvalds, Copenhagen Electric**
- 10:05 Sådan kommer den tunge transport videre med omstillingen til el, v. **Søren Jakobsen, Green Power Denmark/Dansk e-Mobilitet**
- 10:20 Rapport om depotopladning, v. **Ole Kveiborg, Cowi**
- 10:35 Systemydelse og integrering af solceller, v. **Mattia Marinelli, DTU**
- 10:50 Dynamisk opladning til tung transport og kompleks energiforsyning, v. **Torben Fog, Spirii**
- 11:00 Erfaringer med batteritilslutninger, v. **Jeppe Arnsdorf Pedersen, Clever**
- 11:10 Spørgerunde
- 11:30 Tak for i dag, v. **Gent Grinvalds, Copenhagen Electric**

PROGRAM

- 10:00 Introduktion, v. **Gent Grinvalds, Copenhagen Electric**
- 10:05 Sådan kommer den tunge transport videre med omstillingen til el, v. **Søren Jakobsen, Green Power Denmark**
- 10:20 Rapport om depotopladning, v. **Ole Kveiborg, Cowi**
- 10:35 Systemydelse og integrering af solceller, v. **Mattia Marinelli, DTU**
- 10:50 Dynamisk opladning til tung transport og kompleks energiforsyning, v. **Torben Fog, Spirii**
- 11:00 Erfaringer med batteritilslutninger, v. **Jeppe Arnsdorf Pedersen, Clever**
- 11:10 Spørgerunde
- 11:30 Tak for i dag, v. **Gent Grinvalds, Copenhagen Electric**



Introduktion

Gent Grinvalds, Copenhagen Electric

Copenhagen Electric et regionalt videncenter for e-mobilitet

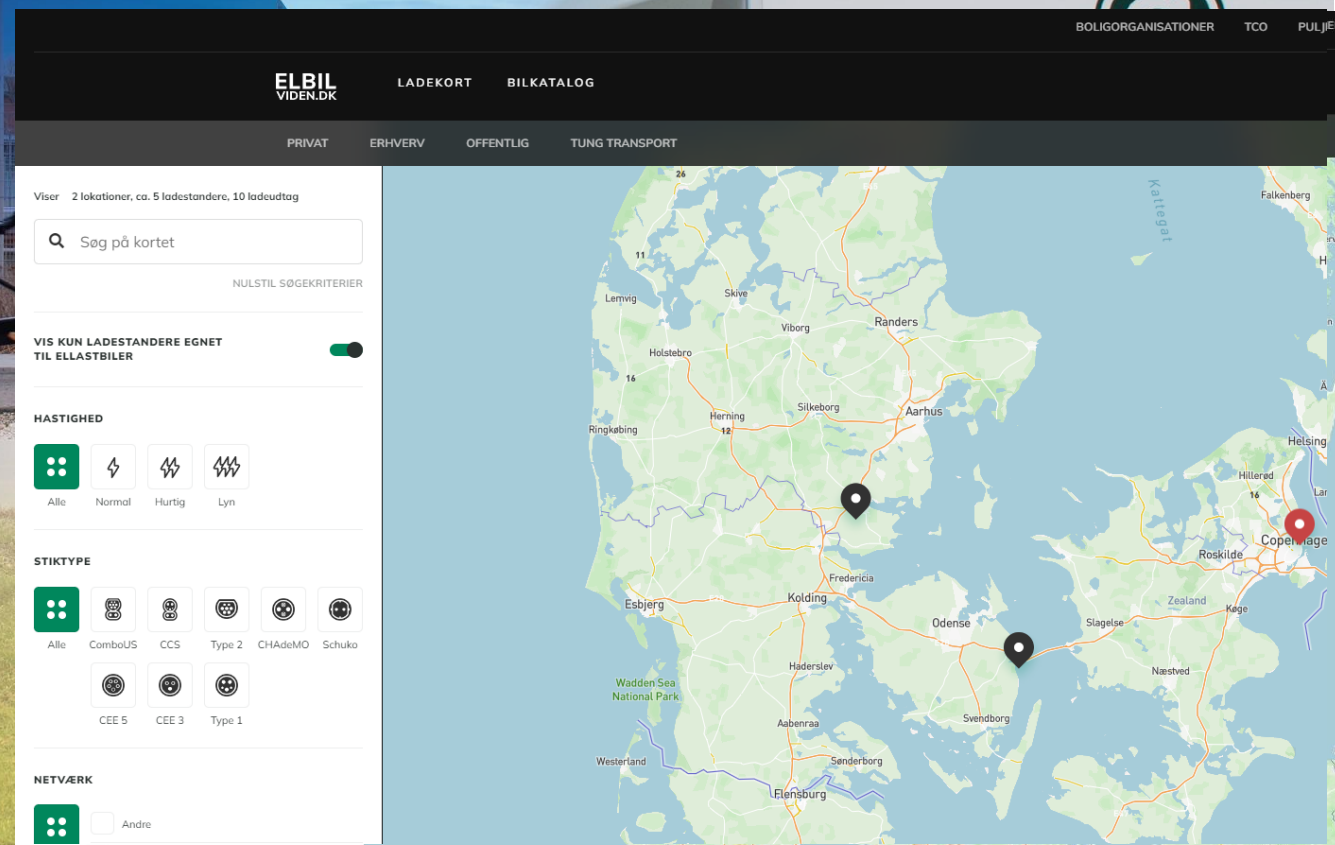
- øge vidensniveauet og sikre formidling til relevante af aktører
- facilitere og styrke samarbejdet på tværs af aktører
- medvirke til at sænke barrierer for praksisnær implementering

SE ALT DET VI HAR LAVET TIL JER PÅ:

<https://www.regionh.dk/tilfagfolk/trafik/Groennekoeretoer>

Elbilviden.dk

- Elbilviden er udvidet med tung- og erhvervstransport
 - Økonomi
 - Miljø og sociale fordele
 - Erfaringer/cases
 - Guides
 - Køb og udbud
 - Ladeinfrastruktur
 - Ladekort til el-lastbiler



Hvorfor videndele om løsninger for ladeinfrastruktur i områder med "begrænset" netkapacitet?

Lokale- og regionale udfordringer
Fremdrift i marked = nye løsninger
Lang sagsbehandlingstid nettilslutning
Net forstærkning kan være dyr og tidskrævende
Uvidenhed på området
Uhensigtsmæssig regulering
Den grønne omstilling pågår nu



Hvorfor?

Fokus er på at hjælpe de virksomheder der skal til at lave en massiv udbygning af ladeinfrastruktur, for at omstille deres flåder, se bare ARC. Vi kommer til at stå i en situation hvor der skal tænkes innovativt lokalt for at komme i mål, uden at vente på at den samlede kapacitet i elnettet er på plads.

Waiting lists for power access in the Netherlands are getting longer

More than 5600 applications for power access have been on the waiting list of Dutch network operators for some time. And the number continues to rise. The reason for the long time it takes to execute the applications is that the grid expansion is too costly, there is a shortage of staff and, in general, the capacity of the power grid is insufficient, as the journalistic research platform Pointer (KRO-NCRV) has discovered.

Of the 5,600 applications in the waiting list, 2,200 applications are for a new connection and the rest are for the extension of an existing power access.

Grid congestion continues to increase in Netherlands

Solar project developers see fewer opportunities to build PV facilities in the northern Netherlands, as grid bottlenecks are becoming worse.

Hvis alle vores lastbiler skulle lades op, ville der ikke være strøm nok til Hjørring

Kom nu med en plan, der kan sætte os vognmænd i stand til at støtte den grønne omstilling, i stedet for bare flere afgifter.

Hvorfor?

	Depå	Destination	Publika pladser
			
Långväga	50 – 55%	10 – 15%	30 - 35%
Regionala	60%	20%	20%
Stadsnära	75 – 85%	10%	10%

Lang leveringstid og mangel på mandskab hæmmer elnetselskaber

Projektudviklere efterlyser hurtigere nettilslutning af bl.a. lynladestationer til elbiler og større varmepumper på fjernvarmeværker. Landets elnetselskaber forsøger at holde trit med stigende efterspørgsel, men de er påvirket af træghed i globale forsyningskæder og mangel på mandskab.

Af: Jesper Tornbjerg

MAKSIMAL TILSLUTNINGSTID FOR LADESTANDERE

Ved plads i elnettet: Mindre end 1 måned



Nyt/ombygget Kabelskab: 1-3 måneder



Behov for ny netstation eller transformerstatio.: 0,5-2 år



Depotladning

Praktikerne og forskerne peger på størstedelen af opladning skal ske ved depoter, men hvordan?

Hvorfor?

Bedre udgangspunkt for opsætning af ladeinfrastruktur

Ladeoperatørerne er allerede i gang

Tesla's first Supercharger V4 station with Megapack and solar gives a glimpse at the future



Fred Lambert | Sep 12 2022 - 9:27 am PT | 0 Comments



Clever tænder for kæmpebatteri i Køge

Et kæmpebatteri med en kapacitet på 1,5 MWh skal sikre elnettet mod overbelast



Peter Engels Ryming

30. januar 2023

0

Kan læses på 2 minutter



Lads Harder-Lauridsen og Rasmus Horn Langhoff ved ladestationen i Køge (foto: Clever).



By Nuvve Holding Corp. Posted February 16, 2023 In Europe News, Press Release

Nuvve and Circle K Deploy Large-Scale
Grid Services Using EV Fast Chargers in
Norway and Denmark



Sådan kommer den tunge transport videre med omstillingen til el

Søren Jakobsen, Dansk e-Mobilitet /
Green Power Denmark

 DANSK
E-MOBILITET



Elektrificering af lastbiler

DANSK E-MOBILITET

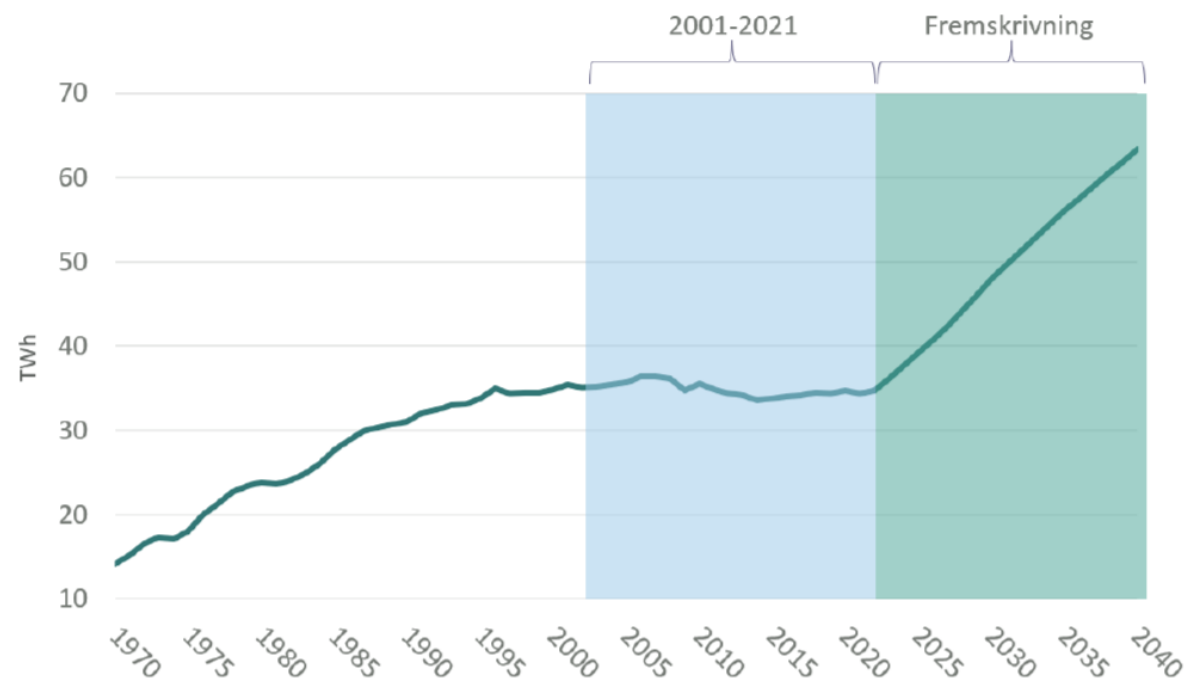
Fire spørgsmål

1. Hvorfor elektriske lastbiler?
2. Kan elektriske lastbiler klare jobbet?
3. Hvad koster det?
4. Er der strøm nok?

Stigende elforbrug stiller krav til elnettet

- Der er brug for store investeringer i elnettet frem til 2040, hvor elforbruget i distributionsnettet næsten vil blive fordoblet
- Når der tilsluttes nyt elforbrug til elnettet, så betales der tilslutningsbidrag. Tilslutningsbidraget finansierer udbygningen af elnettet. Derfor er udbygningen finansieret.
- For at undgå lange ventetider på tilslutning bør reguleringen ændres.

Figur 10: Elforbrug i det danske distributionsnet

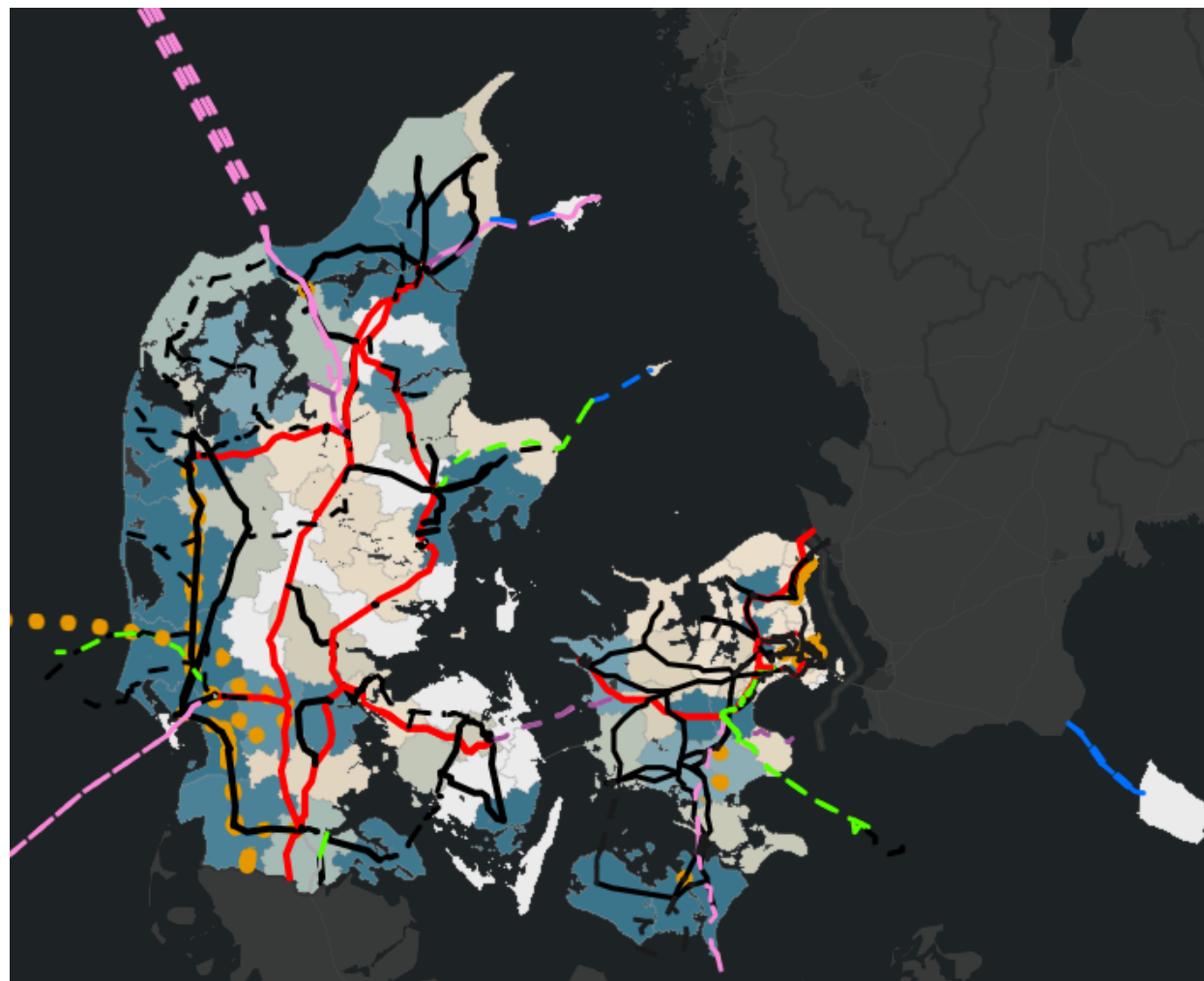


Kilde: Green Power Denmarks beregninger på baggrund af tal fra Danmarks Statistik og egen fremskrivning af elforbrug (AF21+).

Anm.: Det bemærkes, at de historiske tal for elforbruget også indeholder elforbrug tilsluttet direkte til transmissionsnettet. Mængden af elforbrug tilsluttet direkte til transmissionsnettet har dog historisk været meget begrænset.

Stort forbrug kan aflaste nettet

- I nogle områder er elproduktionen langt større end forbruget. Her vil øget forbrug aflaste det overordnede elnet.
- Men der kan stadig være betydelige omkostninger forbundet med tilslutning, hvis tilslutningen ligger langt fra eksisterende elnet.



Vores ambition

Hvorfor Net til Tiden

Vores ambition med de 7 initiativer er, at vi kan yde en bedre og hurtigere netkundeservice af de individuelle netkundebehov.

Det vil vi opnå gennem

- styrket **dialog** med vores netkunder om afklaring af behov
- **standardisering** af netkundetilbud og processer
- **design** af nye netkundetilbud
- **øget transparens** om fremtidige muligheder og begrænsninger i nettet
- samt **øget samarbejde** indbyrdes mellem Energinet og netselskaberne

Konkret er det vores mål, at vi med de syv initiativer kan garantere at vi inden for 12 måneder kan oplyse kunden om tilslutningspunkt og tilslutningstidspunkt fra det tidspunkt, hvor netkunden har givet os alle nødvendige informationer, til der underskrives en nettilslutningsaftale. (Det forventer vi at kunne levere i 90 % af de standardiserede tilslutningssager, når initiativerne er færdig implementeret). Ved simple tilslutningssager i distributionsnettet oplyses tilslutningspunkt væsentligt hurtigere end 12 måneder.

7 INITIATIVER



1
Tydeligere proces
og rollefordeling



2
To mulige spor for
tilslutning



3
Styrket samarbejde mellem
netselskaberne og Energinet



4
Tilbud om midler-
tidige tilslutninger



5
Mere transparens og
dialog om langsigtede
netudbygninger



6
Styrket dialog
og proces med
myndigheder



7
Rammer der understøtter
hastighed og langsigtede
investeringer

INITIATIV

2 To mulige spor for tilslutning

Ét for de modne projekter og ét for øvrige projekter, hvor netkunderne vægter mere dialog og vejledning fra vores side



Er der strøm nok?

10.000 elektriske lastbiler vil bruge 653 GWh per år, svarende til elforbruget i et mindre datacenter af den type som Apple og Facebook har bygget i Danmark de senere år.

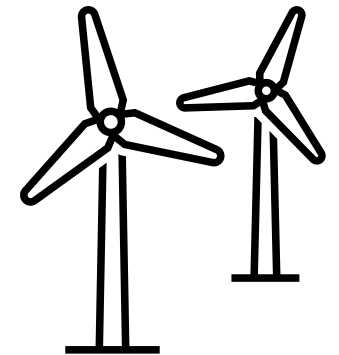
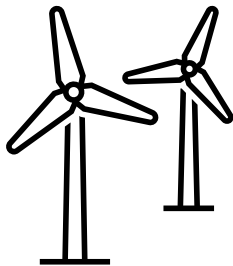
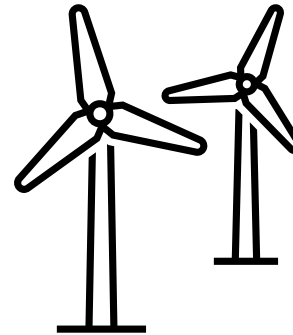
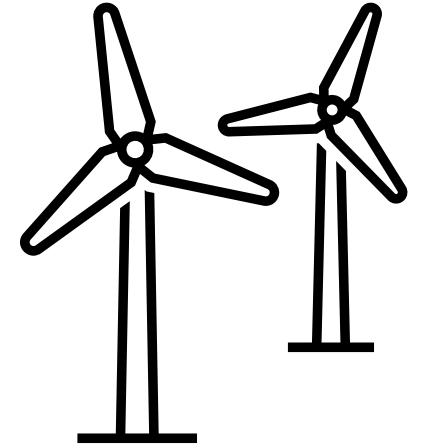
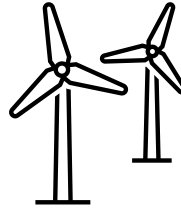
Hvis samtlige 42.000 danske lastbiler elektrificeres vil de bruge 2.743 GWh, eller lidt mere end et af de største datacentre, som ifølge Energistyrelsen bruger op til 2.632 GWh (300 MW).



10 havvindmøller er nok

10.000 ellastbiler bruger
strøm svarende til
produktionen fra 10
store havvindmøller

10.000 elektriske lastbiler, svarende til 1 ud af 4 lastbiler på de danske veje
...kører 522 millioner kilometer om året, eller 13.000 gange rundt om jorden
...og bruger 653 GWh, eller 0,6 procent af Danmarks elproduktion i 2030
...som kan leveres af 10 havvindmøller på 15 MW



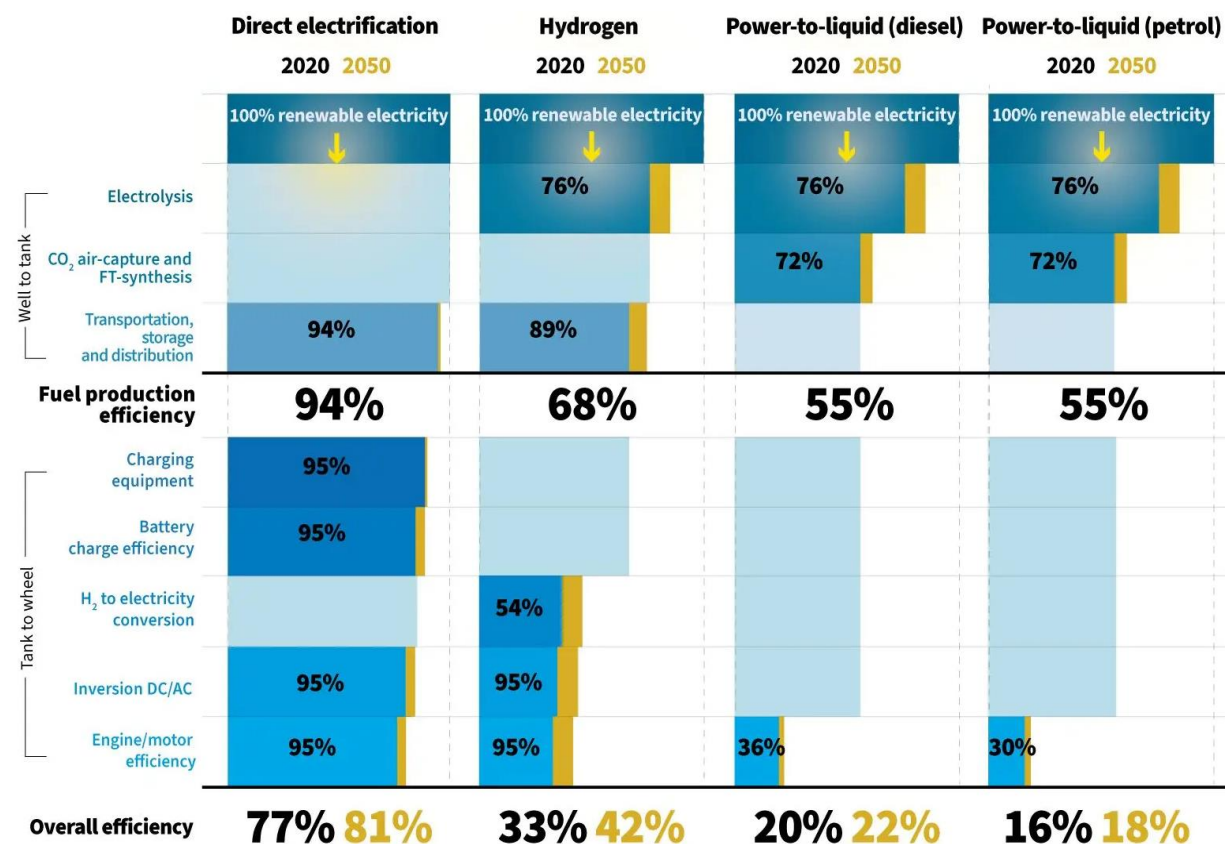
Fire spørgsmål

1. Hvorfor elektriske lastbiler?
2. Kan elektriske lastbiler klare jobbet?
3. Hvad koster det?
4. Er der strøm nok?

Hvorfor elektriske lastbiler?

Elektriske lastbiler – og elektriske køretøjer i det hele taget – udnytter energien langt bedre end både forbrændingsmotorer og brændselsceller. Derfor er elektriske lastbiler billigere i drift. De bruger simpelthen langt mindre energi per kilometer og sparer derfor penge for vognmanden.

Figur 1: Energieffektivitet i vejtransport efter drivmiddel



Notes: To be understood as approximate mean values taking into account different production methods. Hydrogen includes onboard fuel compression. Excluding mechanical losses.

Fire spørgsmål

1. Hvorfor elektriske lastbiler?
2. Kan elektriske lastbiler klare jobbet?
3. Hvad koster det?
4. Er der strøm nok?

Kan elektriske lastbiler klare jobbet?

Danske lastbiler kører i gennemsnit:

- 36.000 kilometer om året
- 392 ture på 92 kilometer i gennemsnit
- 100-200 kilometer per dag

Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken



Kan elektriske lastbiler klare jobbet?

Danske sættevognstrækkere kører i gennemsnit:

- 87.000 kilometer om året
- 645 ture på 135 kilometer i gennemsnit
- 300-400 kilometer per dag

Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken



Opladning

– det hele afhænger af battericellen



Et batteri til en ellastbil er opbygget af et stort antal battericeller. Det er kvaliteten af cellerne, som bestemmer hvor hurtigt batteriet kan oplades. Normalt kan en battericelle oplades til 80 procent på 30 minutter. Men i nogle tilfælde kan det gøres på ned til cirka 20 minutter.

Dette ændres ikke uanset hvor mange celler man samler til et lastbilbatteri. Derfor kan en ellastbil – i teorien - oplades til 80 procent på mellem 20 og 30 minutter uanset hvor stor den samlede kapacitet i batteriet er og hvor lang rækkevidde lastbilen har.

Det forudsætter kun, at man har en tilstrækkeligt kraftig ladestander.

Opladning – op til 3.750 kW



Producenter af lastbiler og ladestandere har i fællesskab udviklet en ny standard for hurtig opladning af lastbiler, busser, færger mv. Standarden kaldes Megawatt Charging System (MCS) og vil blive anvendt i Europa og Nordamerika.

Standarden er lavet til at kunne bruges til effekter op til 3.750 kW, men de første lastbiler og ladestandere kommer på markedet i 2024 med effekter på op til 1.000 kW – 1 megawatt.

I daglig drift betyder det, at en lastbil med en rækkevidde på 500 km kan få 400 kilometer ekstra på batteriet på 30-40 minutter. Starter man hjemmefra med fuldt opladet batteri kan chaufføren derfor køre 900 km med et ladestop på 30-40 minutter midt på dagen. Det passer med de pauser, som følger af køre- hviletidsreglerne.

Opladning – 1.000 kW fra 2024



Kilde: MAN

Hvornår kommer ladestanderne?

E.ON, Norlys og YX har allerede offentligt sagt, at de vil opsætte ladestandere til lastbiler. YX åbnede den første stander i Nyborg i April 2023. E.ON vil etablere ladestandere i Høje Taastrup ved København og i Hirtshals i løbet af 2023.



The TRATON GROUP, Daimler Truck, and the Volvo Group kick off European charging infrastructure joint venture

Hvornår kommer ladestanderne?

I 2022 gik en række store lastbilproducenter sammen om at etablere selskabet Milence, som skal etablere 1.700 ladestandere til lastbiler langs de europæiske motorveje for at understøtte elektrificeringen af den tunge transport.

Fire spørgsmål

1. Hvorfor elektriske lastbiler?
2. Kan elektriske lastbiler klare jobbet?
3. Hvad koster det?
4. Er der strøm nok?

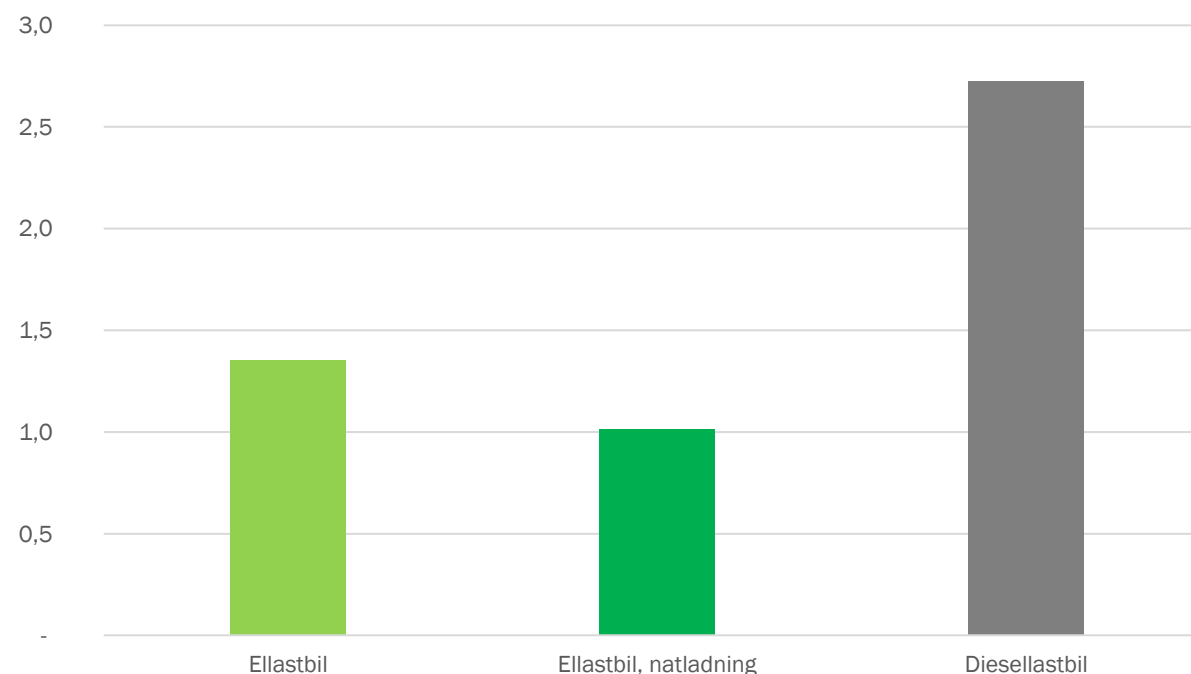
Det er billigere at køre på el – især hvis man lader om natten

Elforbruget i en ellastbil koster 1,4 kroner per kilometer, mens der forbruges diesel for 2,7 kroner per kilometer i en diesellastbil.

Oplades ellastbilen om natten bliver eludgiften reduceret til 1 krone per kilometer.

Derfor er ellastbilen en bedre forretning, jo flere kilometer der køres.

Figur 6: Udgifter til el og diesel per kilometer

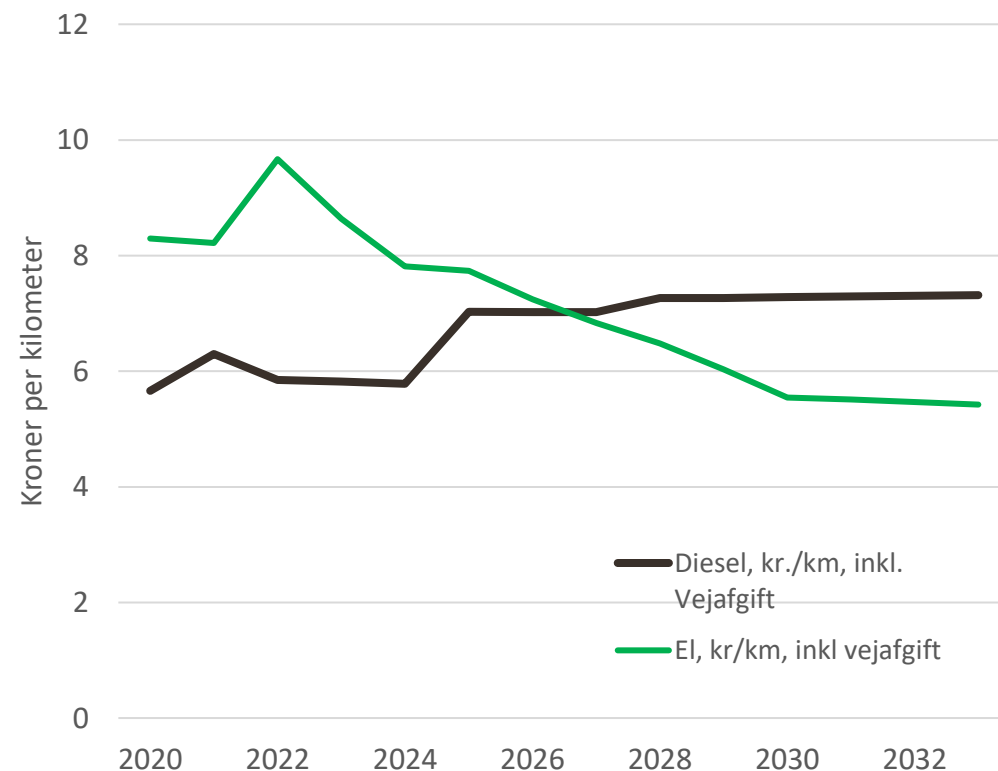


Anm.: Elprisen er sat til 94,8 øre per kWh (Transportøkonomiske Enhedspriser, 2024-pris) og dieselpriisen er sat til 8,17 kroner per liter (Transportøkonomiske Enhedspriser, 2024-pris). Ellastbilen forudsættes at køre 0,7 kilometer per kWh og diesellastbilen kører 3 kilometer per liter diesel.

Hvad koster det? - TCO

- 27 tons elektrisk lastbil bliver i 2027 billigere end diesel lastbilen ved 75.000 km per år
- Ellastbilen koster 2,6 mio. kr. + 300.000 kr. til en ladestander i 2023.
- I 2030 antages merprisen for ellastbilen at være batteriprisen, så den koster 1,4 mio. kr. plus ladestander.
- Ellastbilen koster 1,3 kroner per kilometer i el, mens dielselastbilen koster 3 kroner per kilometer inkl. AdBlue

Figur 8: Totalomkostninger for lastbiler per kilometer



Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken

Når Tesla Semi kommer til Europa...

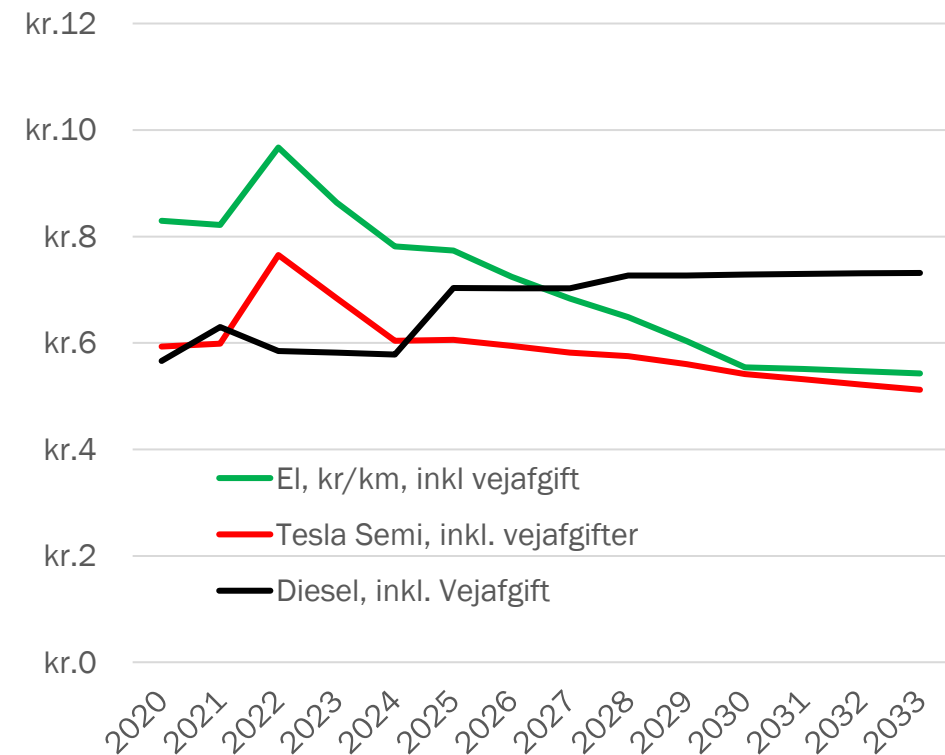
- I december 2022 leverede Tesla de første Semi-trækkere, som angiveligt koster \$250.000 eller 1,7 mio. kr. i USA.
- 36 Tesla Semi elektriske trækkere kører for Pepsi i Californien, primært til distributionskørsel.
- Pepsi har bestilt i alt 100 Tesla Semi med en rækkevidde på 640 kilometer som lades med 750 kW ved Pepsis egne depoter mv.



Når Tesla Semi kommer til Europa...

- Hvis Tesla Semi kan sælges til 1,7 millioner kroner i Danmark så vil den være markant billigere at køre i end en tilsvarende elektrisk lastbil med de nuværende priser.
- Fra 2025 gør vejafgifterne endvidere at Tesla Semi bliver billigere end en diesellastbil.
- Den europæiske lastbilindustri kan blive tvunget til at sænke priserne hurtigere end forudsat i disse beregninger. Dermed kan elektrificeringen blive fremskyndet.

Figur 9: Totalomkostninger for lastbiler per kilometer

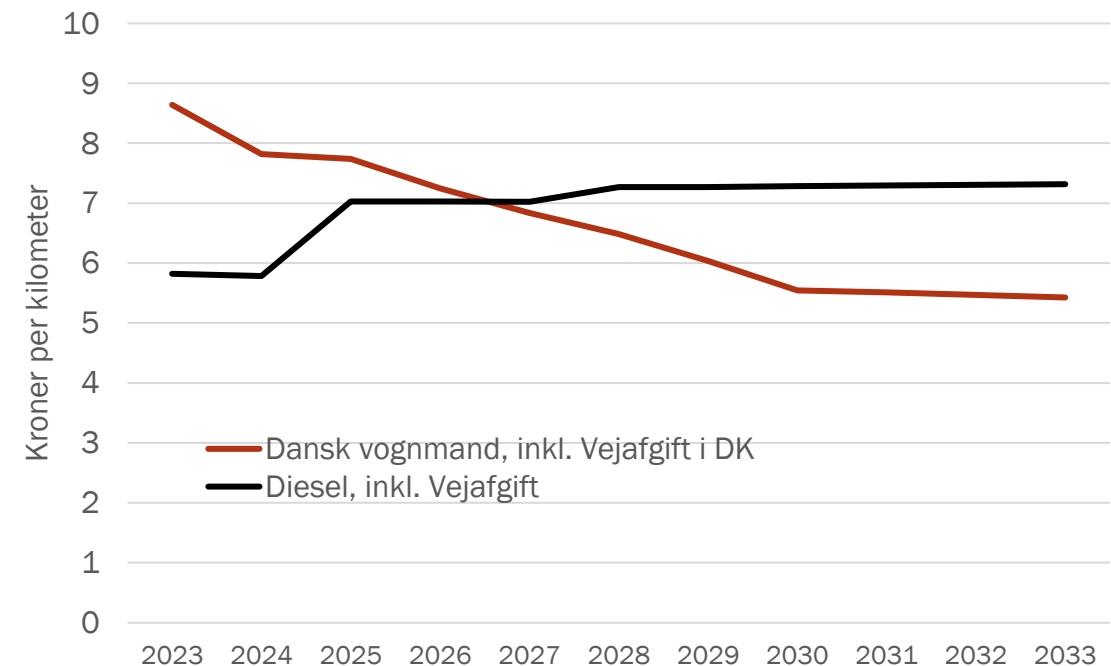


Kilde: Danmarks Statistik, Statistikbanken

Danske vognmænd i konkurrencen med Sverige og Tyskland

Danske vognmænd er i konkurrence med svenske og tyske vognmænd om at kunne levere grøn transport.

Figur 11: Totalomkostninger for lastbiler per kilometer



Danmark: Ingen tilskud til elektriske lastbiler

Sverige: Tilskud på 20 procent af ellastbilens anskaffelsespris

Tyskland: Tilskud på 80 procent af prisforskellen mellem en diesellastbil og en ellastbil

Anm.: Tilskudsordningerne løber til og med 2024 i både Tyskland og Sverige, men det er forudsat, at tilskuddene forlænges så de dækker hele perioden.

Kilde: Danmarks
Statistik,
Statistikbanken

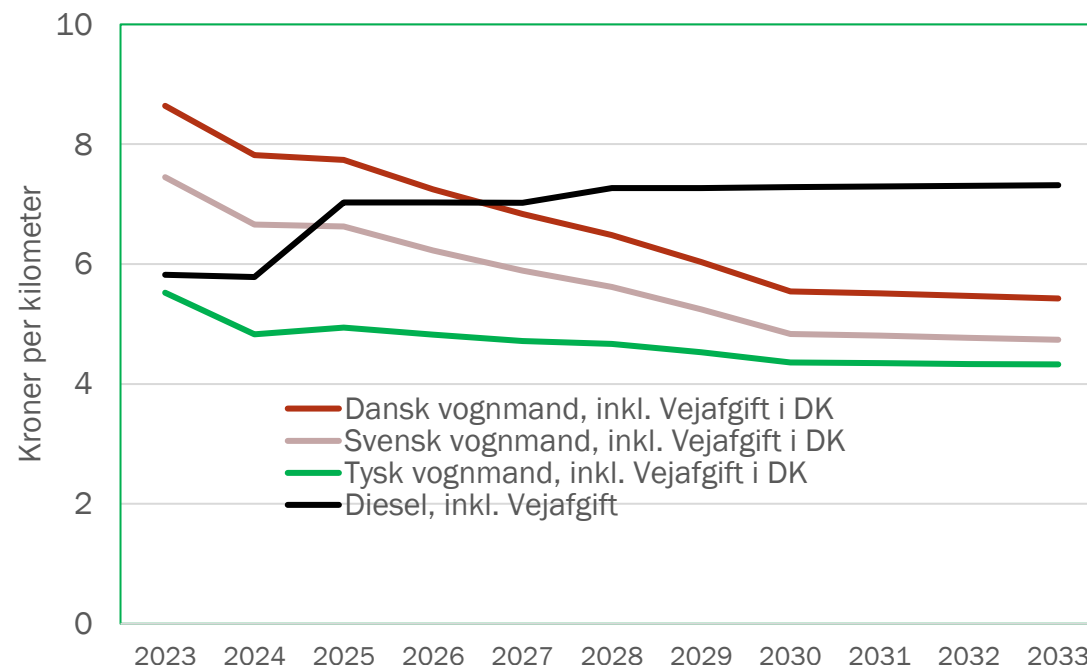
Danske vognmænd i konkurrencen med Sverige og Tyskland

Danske vognmænd er i konkurrence med svenske og tyske vognmænd om at kunne levere grøn transport.

I Sverige får vognmændene tilskud på 20 procent af ellastbilens anskaffelsespris. Det svarer til at omkostningerne er 1,2 kroner eller 14 procent lavere per kilometer kørt.

I Tyskland er tilskuddet endnu større og omkostningerne er derfor mere end 3 kroner lavere per kilometer for en tysk vognmand, hvor elektriske lastbiler med den nuværende støtte er billigere i drift end diesellastbiler.

Figur 11: Totalomkostninger for lastbiler per kilometer



Danmark: Ingen tilskud til elektriske lastbiler

Sverige: Tilskud på 20 procent af ellastbilens anskaffelsespris

Tyskland: Tilskud på 80 procent af prisforskellen mellem en diesellastbil og en ellastbil

Anm.: Tilskudsordningerne løber til og med 2024 i både Tyskland og Sverige, men det er forudsat, at tilskuddene forlænges så de dækker hele perioden.

Kilde: Danmarks
Statistik,
Statistikbanken



Rapport om depotopladning

Ole Kveiborg, Cowi

GUIDE TIL ETABLERING AF DEPOTLADNING

Ole Kveiborg
Markedschef COWI
olek@cowi.com

Gent Grinvalds
Copenhagen Electric
Gent.Grinvalds@regionh.dk



Hvorfor en guide om depotladning?



El-lastbiler kræver strøm – meget strøm!



Adgang til strøm hjemme og ude er nødvendig for at sikre en god drift



Hvad kan man gøre, hvis der ikke er strøm nok til alle



Omkostninger til etablering af ladestandere kan være store

Hvad kan man gøre når der ikke er strøm nok?



Adgang til og deling af strøm

- Ladestrategi og intelligent opladning
- Batterilagring
- Samarbejde ladeparker
- Energi-samarbejde

Guiden

Beskriver løsningen

Hvornår kan den bruges

Hvad er virkningerne

Udfordringer og muligheder

Kombination med andre foranstaltninger



Ladestrategi

Identificere behovene

- Hvor meget kører bilerne
- Hvornår kører bilerne
- Hvilke ladefaciliteter og ladekapacitet kræver det
- Fastlægge det langsigtede behov

Egenskaber ved ladestrategi og intelligent opladning

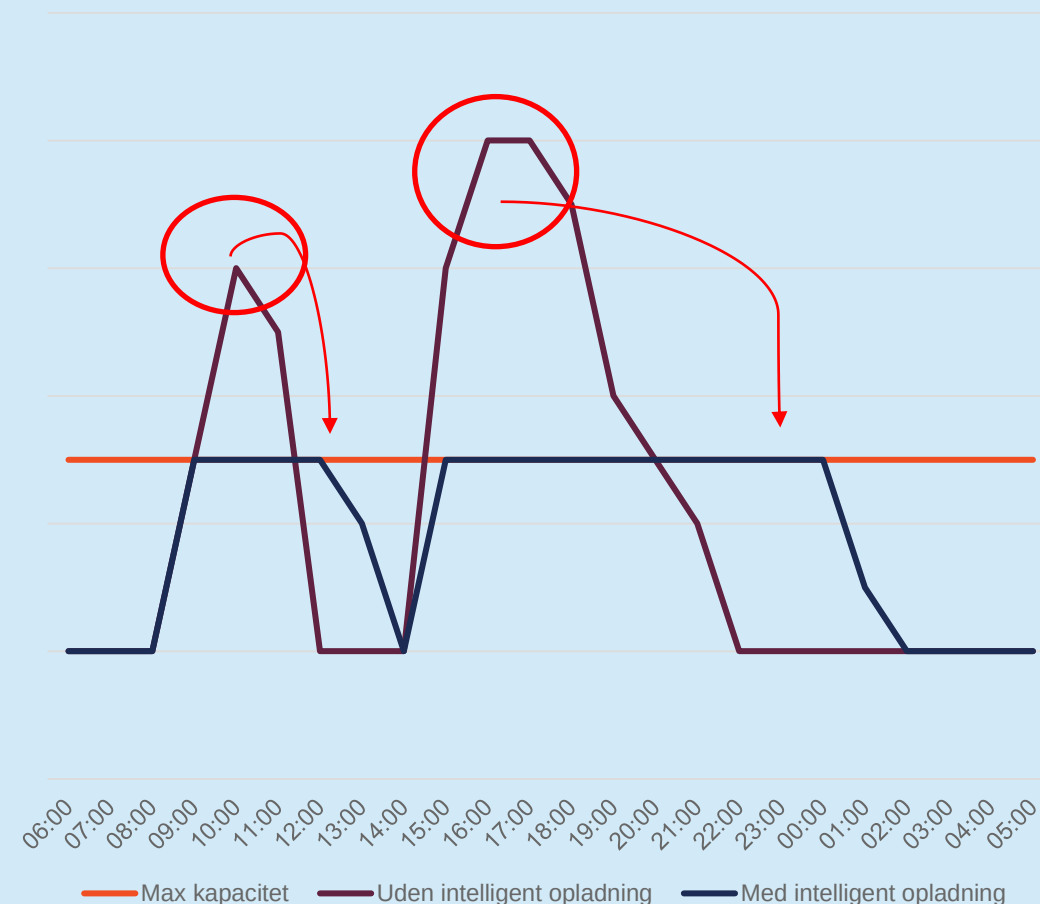
Type	Ladestruktur
Tilbagebetalingstid	3 til 10 år
Omkostninger	Udarbejdelse af ladestrategi, installation af ladestandere og ekstra omkostninger til intelligente ladepunkter
Fordele	Forståelse af samlet ladeforbrug og planlægning, fleksibilitet til at håndtere ladeforbrug
Gennemførelsestid	1 til 2 år
Pladsbehov	Ingen ekstra pladsudnyttelse udover ladestandere
Status	Moden
Sektorer	Alle sektorer
Individuel/kollektiv	Individuel

Smart opladning

Flytte ladning til perioder med ledig kapacitet

Udfordring: hvis ikke alle behov kan dækkes

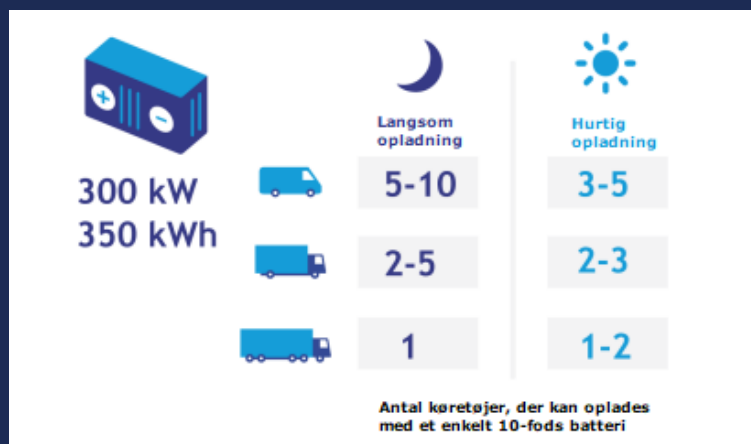
Udfordring: hvis ikke ladetidspunkter kan ændres



Batterilagring

Batteriet oplades løbende over døgnet

Bilerne lades fra batteriet



Egenskaber	Mobilt batteri	Stationært batteri
Typisk størrelse	300 kW/350 kWh	1.000 kW/1.000 kWh
Lejepris	50.000 – 750.000 DKK/måned	Ikke relevant
Købspris	Ca. 1,9 mio. DKK	Ca. 3,7 mio. DKK
Leveringstid	Få uger	6 til 12 måneder
Pladsbehov	10 m2 (10-fods container)	60 – 80 m2
Status	Moden teknologi	
Potentiale for energilevering	Så længe forbindelsen tillader det	
Sektorer	Alle	
Individuel/kollektiv	Begge	

Kollektive ladeparker

Virksomheden deler ladefaciliteter med andre
Naboer

Ladestandere kan reserveres

Bedre mulighed for smart ladning

Omkostninger kan reduceres for den enkelte
virksomhed

Kan drives af eksternt selskab

Egenskaber ved fælles ladeparker	
Type	Samarbejdsforhold
Omkostninger	Tariffen pr. kWh er højere, men afhænger af opsætningen
Fordele	Mere effektiv udnyttelse af infrastruktur
Gennemførelstid	Flere måneder
Pladsbehov	Eksisterende eller nye parkeringspladser
Status	Gennemførlig, men begrænset konkret erfaring
Sektorer	Alle sektorer
Individuel/kollektiv	Kollektiv

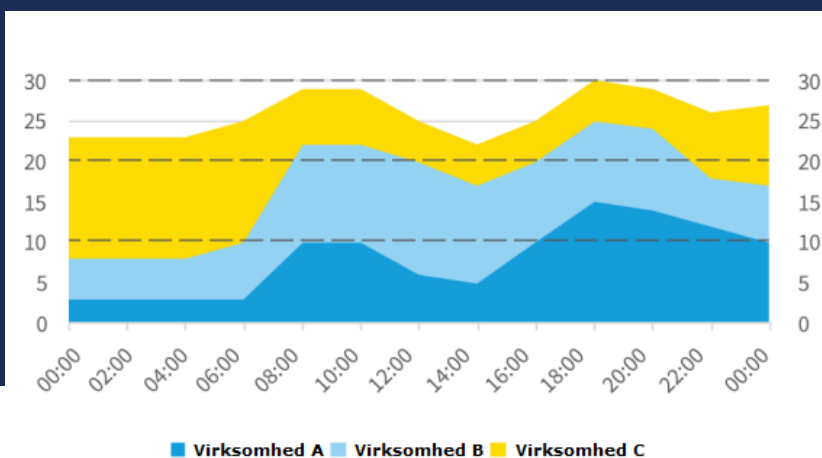
Energi hubs

Fysisk hub:

Eget elnet med én forbindelse til off. elnet

Virtuel hub:

Alle har tilslutning men netejeren opfatter det som én modtager



Egenskaber	Fysisk hub	Virtuel hub
Type	Ladeinfrastruktur	
Tilbagebetalingstid	Et par år	Ukendt
Omkostninger	Kabellægning, afstemning af brug med andre parter	Afstemning af brug med andre parter
Fordele	Egen drift, ingen større nettilslutning nødvendig	Ingen større nettilslutning nødvendig
Løbetid	Et par år	Ukendt
Pladsforbrug	Kabellægning	Ingen
Status	Moden fase	Pilotfase
Sektorer	Virksomheder med uensartet energibehov	
Individuel/kollektiv	Kollektiv	

Spørgsmål

Ole Kveiborg
olek@cowi.com
5640 4518

Gent Grinvalds
Gent.grinvalds@regionh.dk
2977 9307



Region
Hovedstaden

COWI



Systemydelser og integrering af solceller
Mattia Marinelli, DTU

Optimering af smart Energi webinar - Systemydelser og integrering af solceller

Mattia Marinelli, Ph.D.

matm@dtu.dk

Head of EMP (E-mobility and Prosumer Integration) Section

Risø Campus, DTU – Department of Wind and Energy Systems

Outline

- Recent research and demonstration projects on e-mobility at DTU Wind and Energy Systems
- Energy needs and CO2 emissions of EVs and ICEs
- PV charging and wind/price charging
- Natural vs induced charging
- Demo results from battery-buffered fast charging pilot in Bornholm

Section for E-mobility and Prosumer Integration (EMP)



Electrification of mobility and other prosumers solutions are at the center of our research. This includes grid-tied power converters for the pro-active grid integration of mobility assets.



EV-technology | Charging flexibility and infrastructure | Power electronics | Battery energy systems | Hybrid AC-DC systems

<https://wind.dtu.dk/Research/research-divisions/power-and-energy-systems/EDITE-mobility-and-Prosumer-Integration>



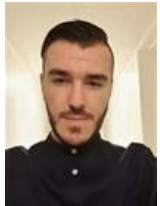
Pere Izquierdo Gomez
PhD student



Mohammad Mehdi Mardani
PhD student



Mohammad S. Orfi Yeganeh
PhD student



Kristian Sevdari
PhD student



Yihao Wan
PhD student



Tim Unterluggauer
PhD student



Miguel E. Lopez Gajardo
PhD student



Simone Striani
PhD student



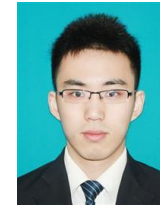
Zoltan Mark Pinter
PhD student



Mirko Ledro
Industrial PhD student



Anna Malkova
PhD student



Xihai Cao
PhD student



Jakob Schneider
PhD student



Alessandro Quattrocioni
PhD student



PhD x2 under recruitment



Javiera N. Quiroz
Research Assistant



Wybren M. Oppedijk
Research assistant



Kristoffer L. Pedersen
Research assistant



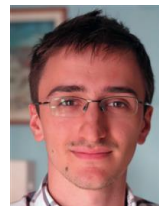
Postdoc x2 under recruitment



Jan Engelhardt
Postdoc



Jan Martin Zepter
Postdoc



Mattia Secchi
Postdoc



Ramadhani Kurniawan Subroto
Postdoc



Peter Bach Andersen
Senior Researcher



Nenad Mijatovic
Associate Professor



Tomislav Dragicevic
Professor

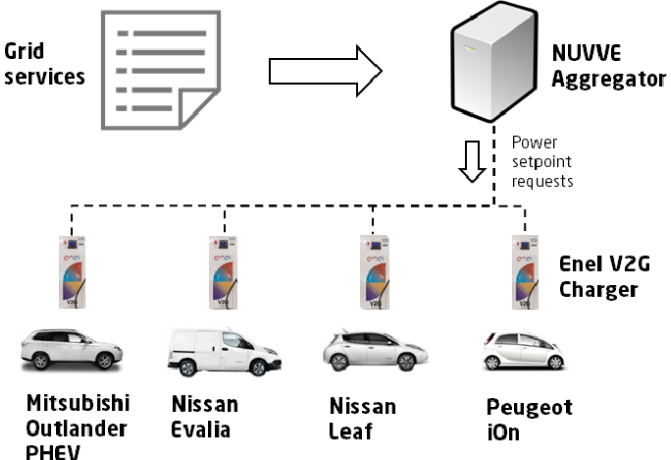


Mattia Marinelli
Head of Section

From 2008 – onwards we have conducted 16 research projects on grid integration of EVs (Danish, EU, company-funded).

Parker project (ForskEI) :

5+ years commercial V2G for
FCR-N with Energinet
Cross-OEM testing



ACES project (EUDP):

Degradation from V2G (5 years)
Coincidence factor of charging
Quantification of charging needs

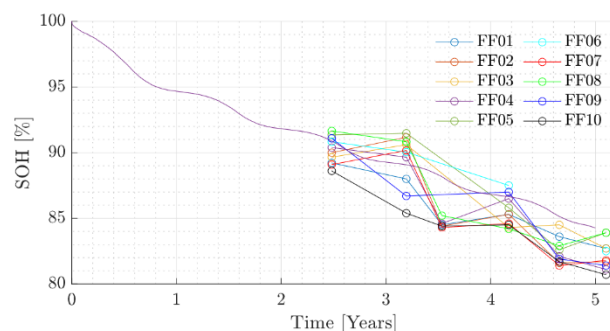
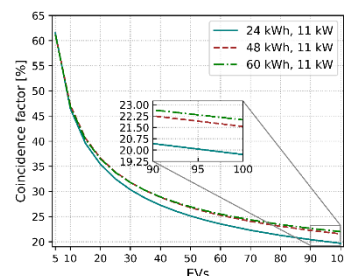
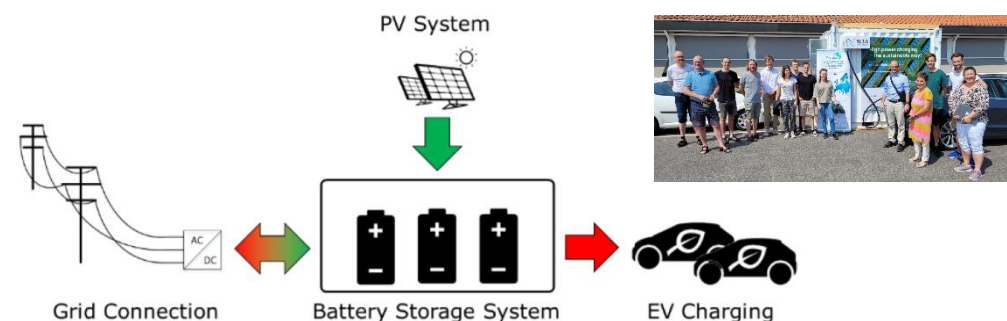


Fig. 10: Comparison of measured SOH, SOH_{meas} , with the SOH model output.



InsulaE project (H2020):

Developing solutions for fast charging
Reconfigurable battery technology



TopCharge project (EUDP&IFD):

Battery integrated high
power DC chargers
175 kW

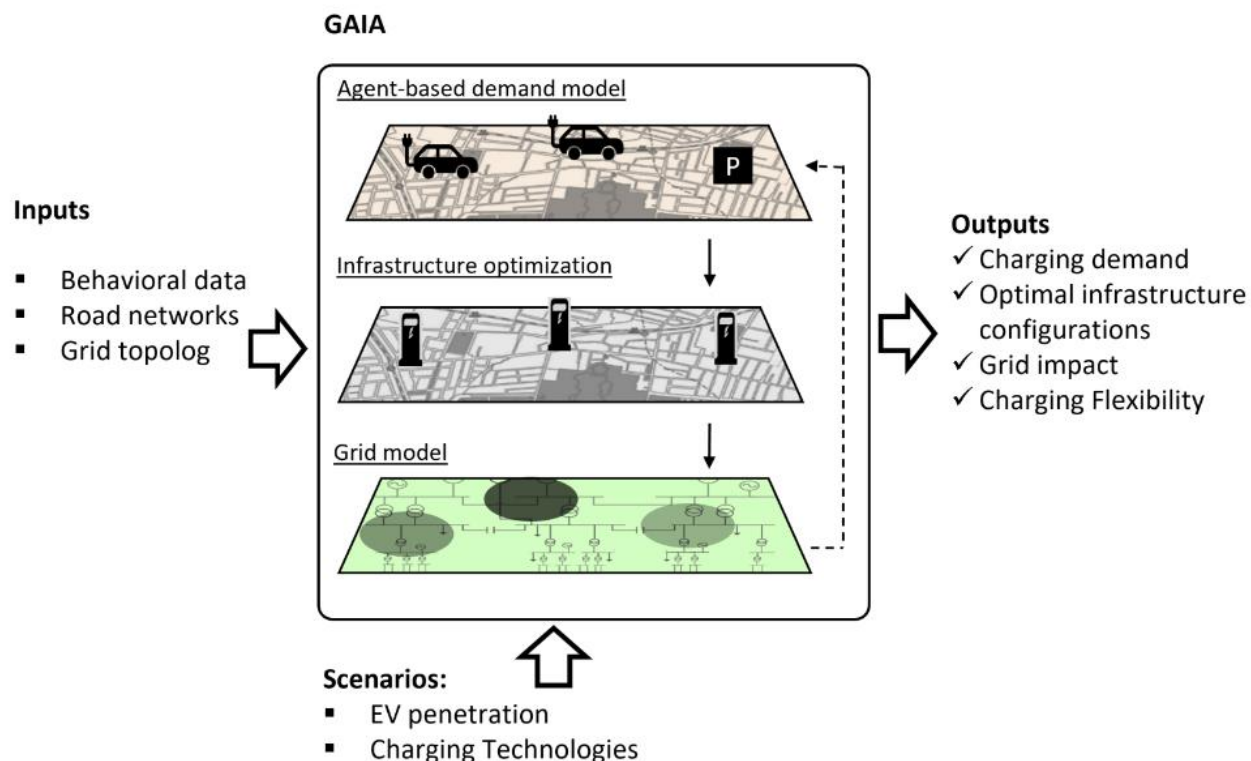
Section for E-Mobility and Prosumer Integration (EMP)

Developing technology, software, tools and methods for vehicle grid integration.

FUSE project (EUDP):

Developing tools and software for VGI

Novel large-scale transport-grid simulation model. "GAIA"



FLOW project (Hor. Europe):

FLOW tests, validates and enhances user-centric V2X smart charging solutions and their orchestrated integration into energy grids.

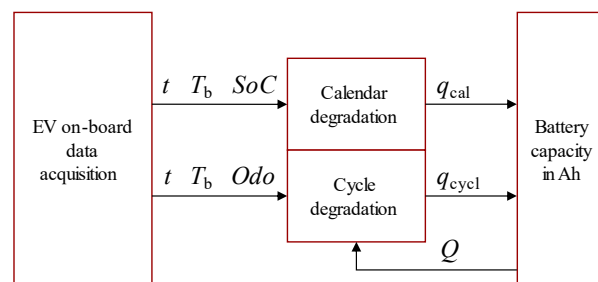
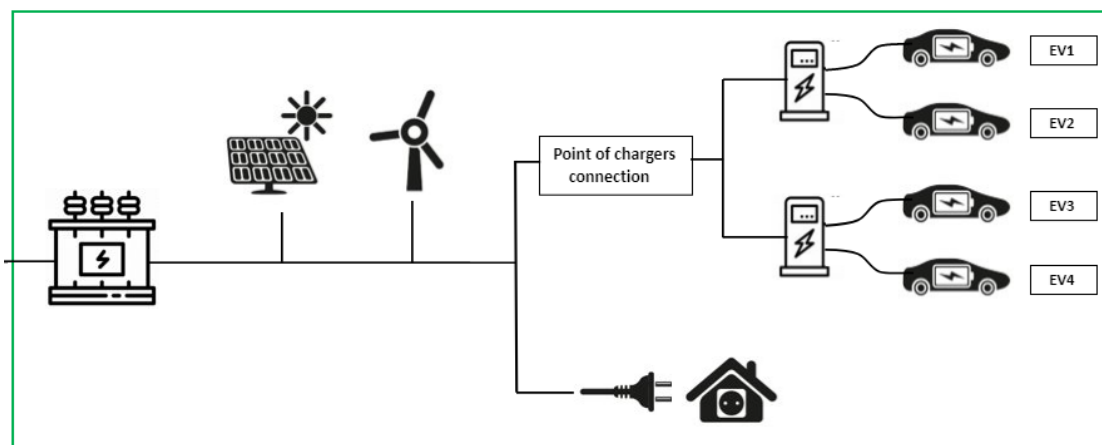


Source: The FUSE project/ graphics by Roberto Metore, 2021

Developing technology, software, tools and methods for vehicle grid integration.

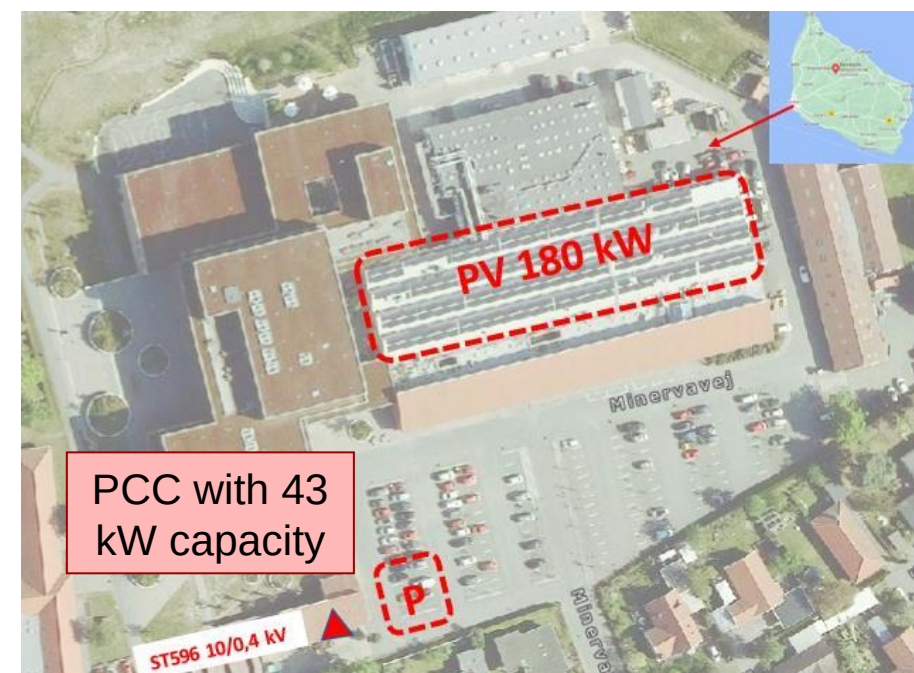
ACDC project (EUDP):

Development of autonomous and distributed charging technologies
EV degradation modelling and measurements



EV4EU project (Hor. Europe):

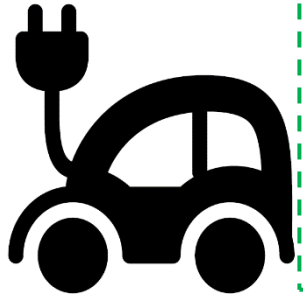
Develop solutions that will consider the impact on the vehicle (batteries), the user needs, the environment, power systems, stakeholder's business models and cities' transformation.



Bus – IC vs EV - energy needs and CO₂ emission



100 km @ 25 l/100km & 10.3 kWh/l
 → 258 kWh → 337 kWh (WtW)
 CO₂ @ 0.25 kg/kWh = 84 kg



100 km @ 1 kWh/km
 → 100 kWh → 120 kWh (Batt)
 CO₂ = 10 kg (*)

(*) Battery manufacturing footprint
 (100 kg CO₂/kWh corresponding to a 0.1 kg/km for a
 300-kWh battery over a lifetime of 300000 km)



Coal power plant

120 kWh → 296 kWh → 336 kWh

CO₂ @ 0.35 kg/kWh = 114 kg



Combined cycle gas plant

120 kWh → 222 kWh → 244 kWh

CO₂ @ 0.20 kg/kWh = 49 kg



EU energy mix (gas, coal, renewable, nuclear)

120 kWh → 196 kWh → 216 kWh

CO₂ @ 0.23 kg/kWh_{el} = 32 kg

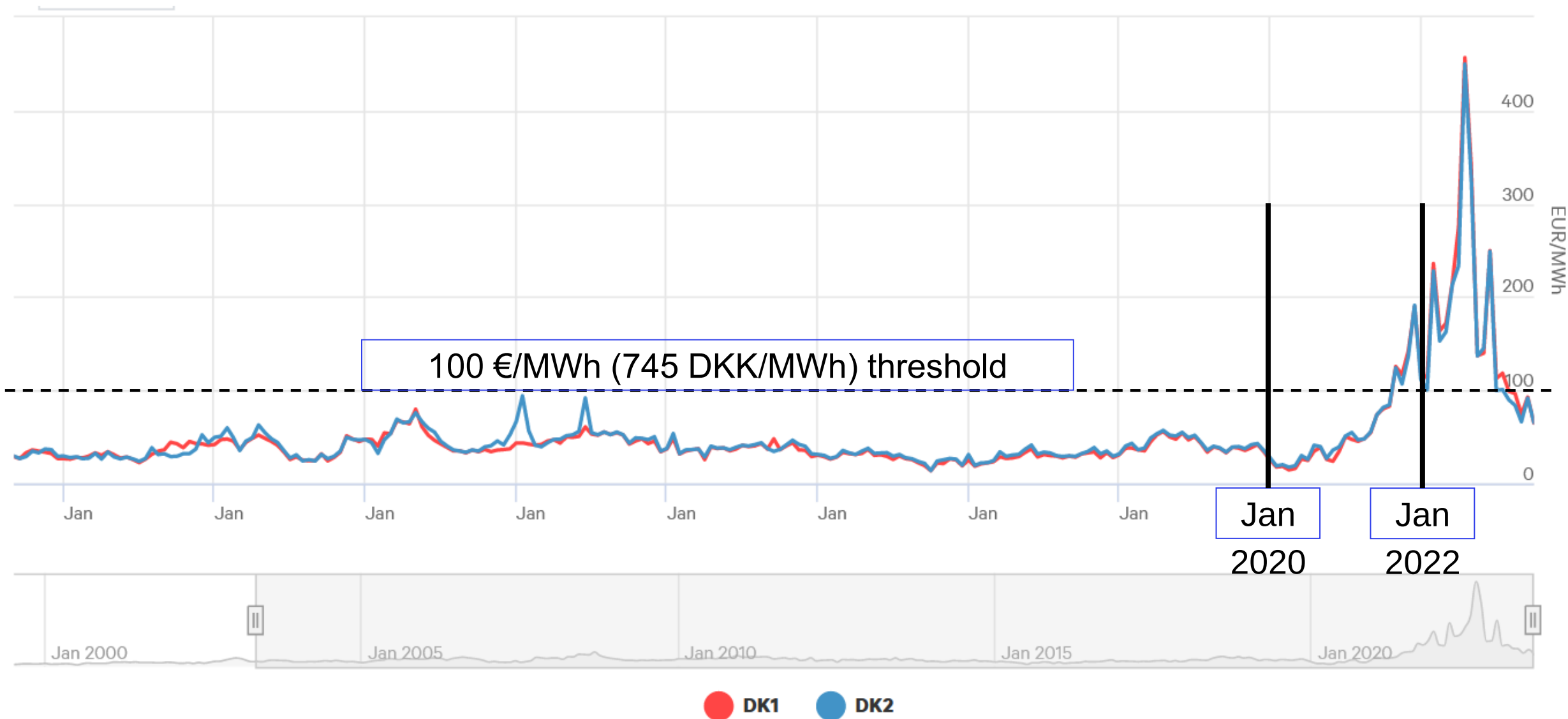


Photovoltaic and/or wind-based plant

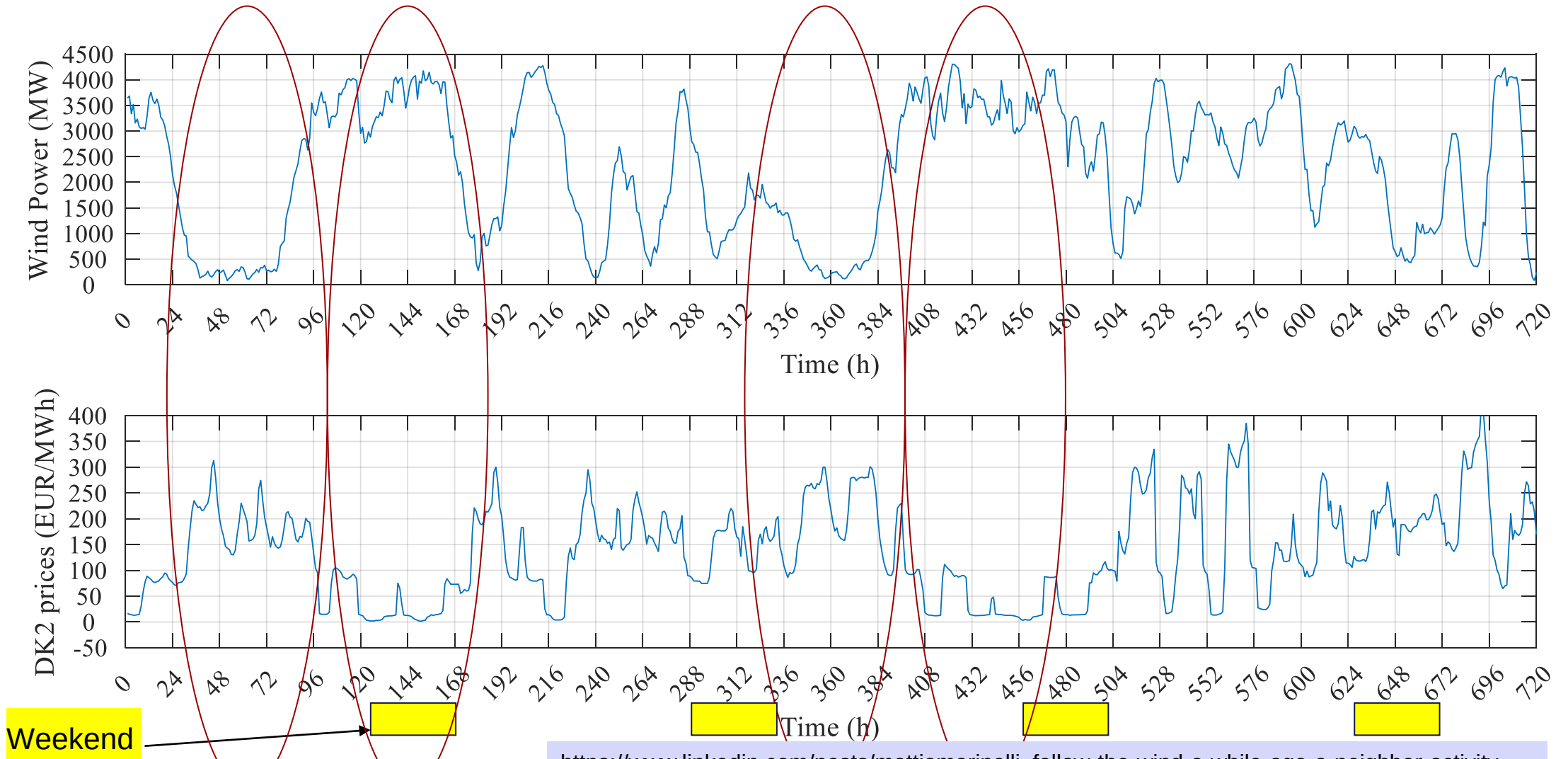
120 kWh → 133 kWh → 147 kWh

CO₂ @ 0.02 kg/kWh = 3 kg

Monthly average spot prices DK1 and DK2 in EUR/MWh



Wind power vs electricity prices in DK (November 2021)



https://www.linkedin.com/posts/mattiamarinelli_follow-the-wind-a-while-ago-a-neighbor-activity-6939163744774062080-PFEq?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

EV charging with a PV

The supplier meter measures every second, but communication towards Datahub is done on a daily basis.



The Fronius smart meter has complete grid measurements, and communicate to the datalogger located inside the PV inverter (via RS-485).

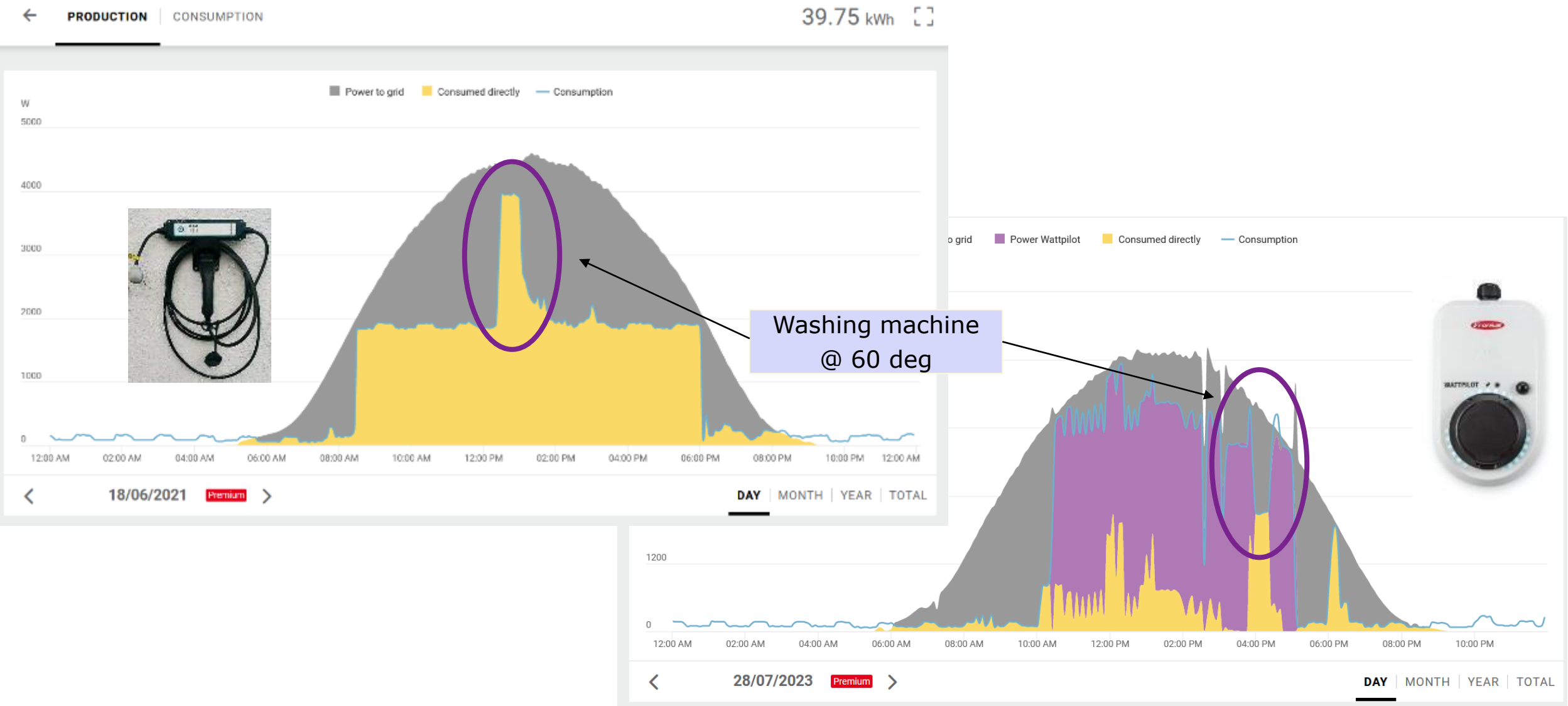
Black line indicates power.
Red line communication.



The 6 kW PV inverter has 3p connection.

The 11 kW charger has 3p connection, though the LEAF will only charge up to 3.7 kW (6-16 A 1p)

Time-based constant power vs PV-based variable power EV charging



DSO fee for residential customers (type C)

- **From October to March**

- (@ spot price = 0)

min cost: 1.03 DKK/kWh;

min cost: 13.8 c€/kWh;

max cost: 2.45 DKK/kWh;

max cost: 32.9 c€/kWh;

<https://cerius.dk/priser-og-tariffer/tariffer-og-netabonnement/>

- **From April to September**

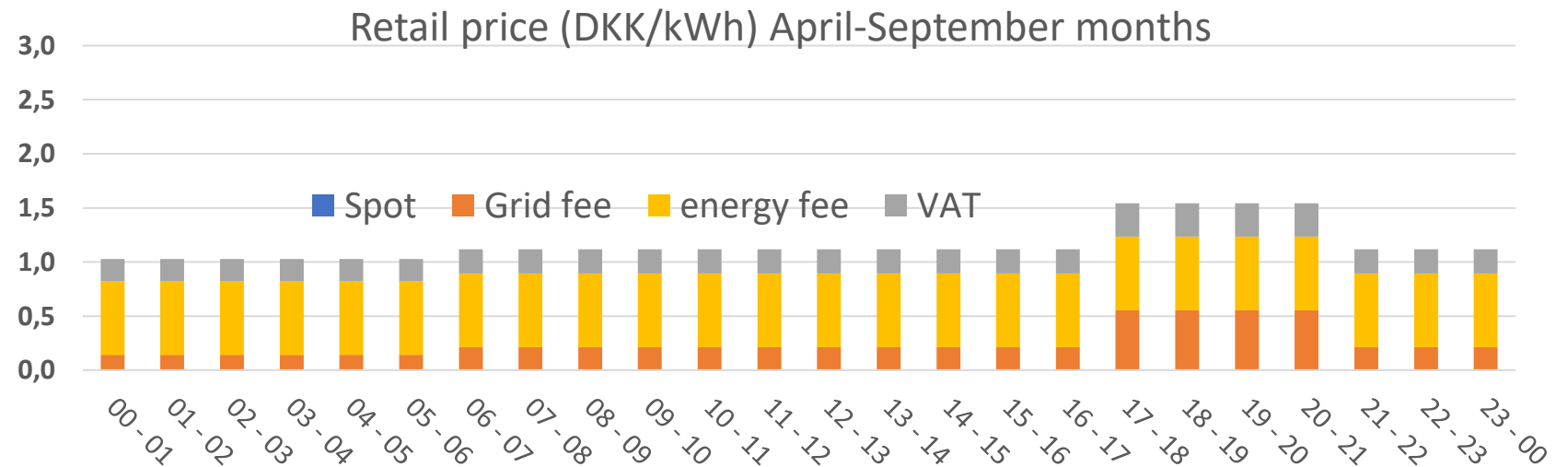
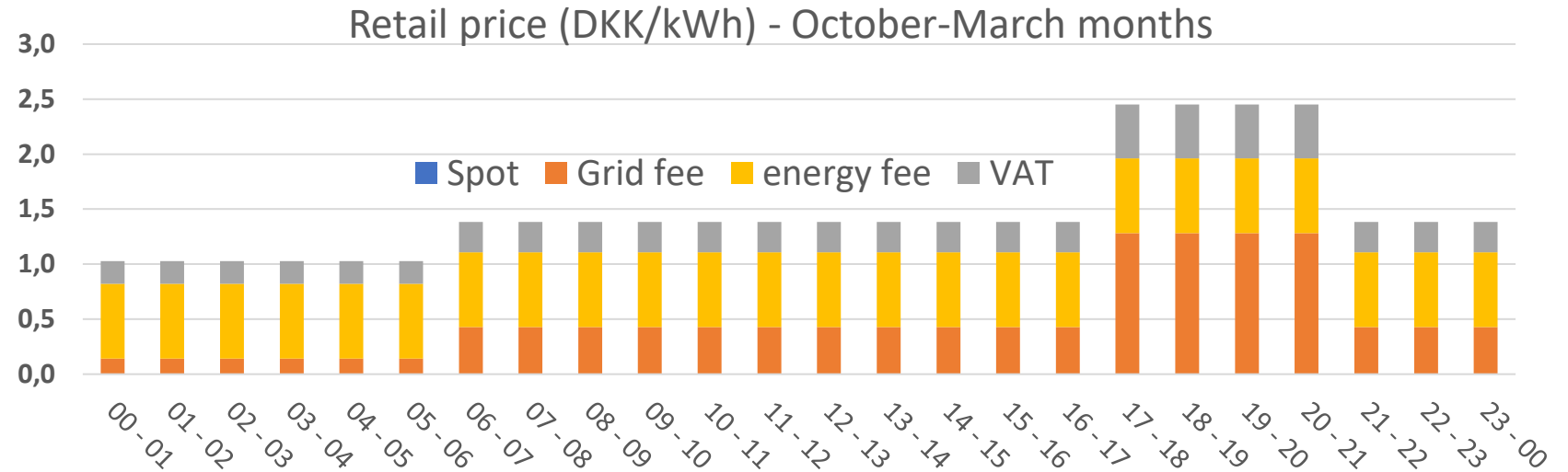
- (@ spot price = 0)

min cost: 1.03 DKK/kWh;

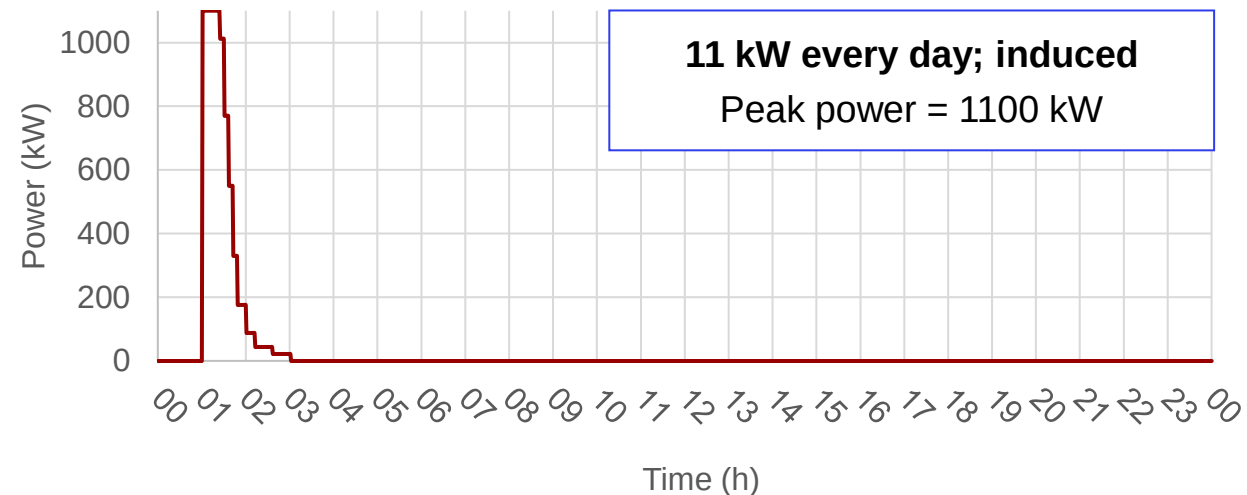
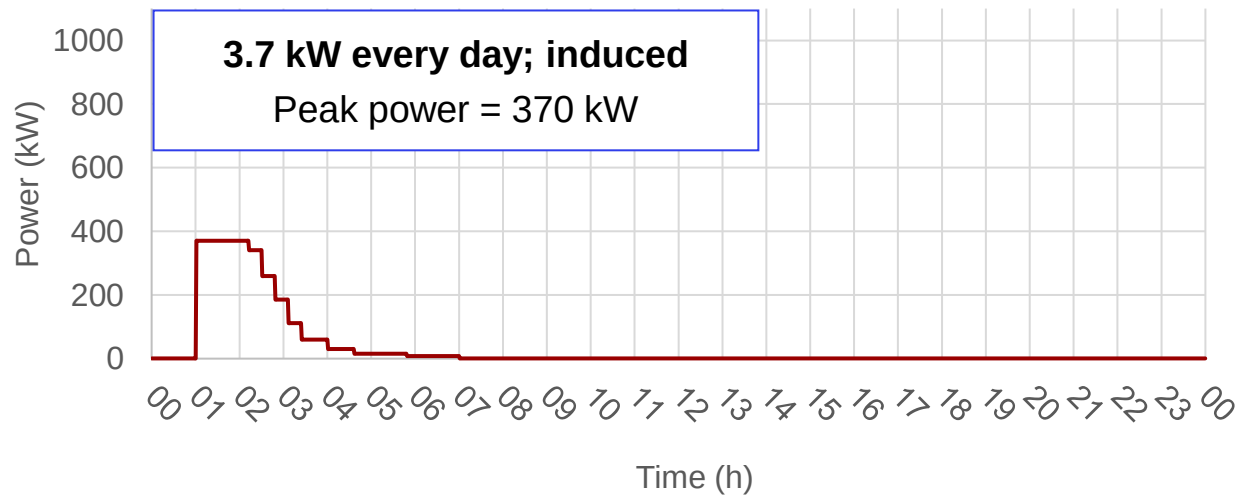
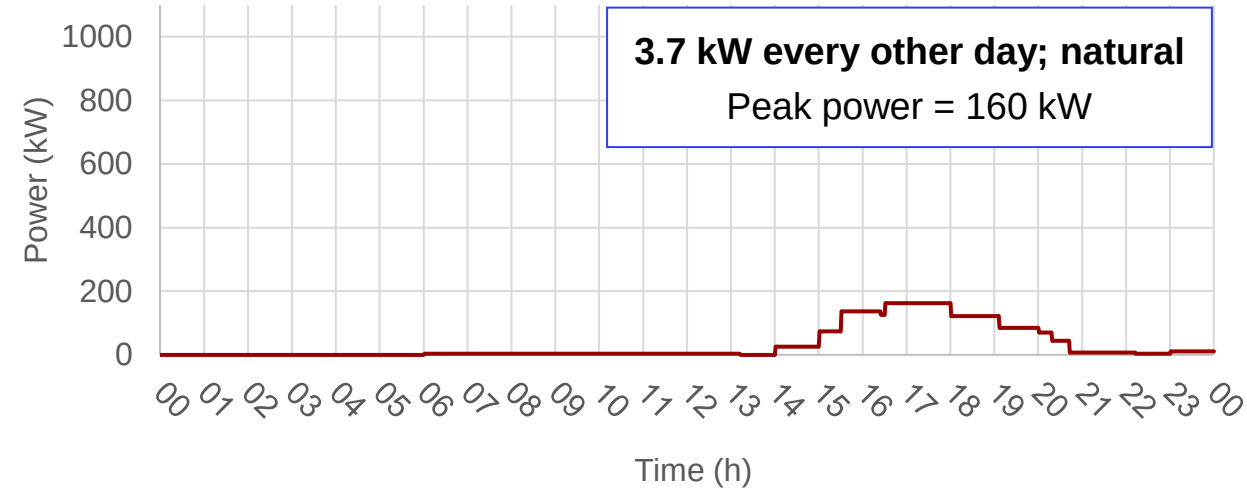
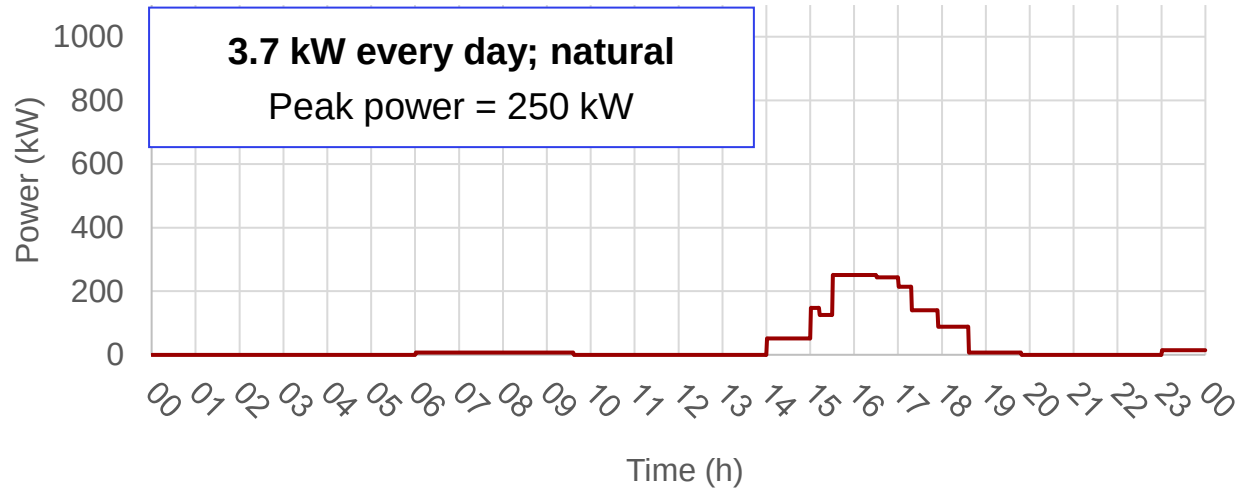
min cost: 13.8 c€/kWh;

max cost: 1.54 DKK/kWh

max cost: 20.7 c€/kWh



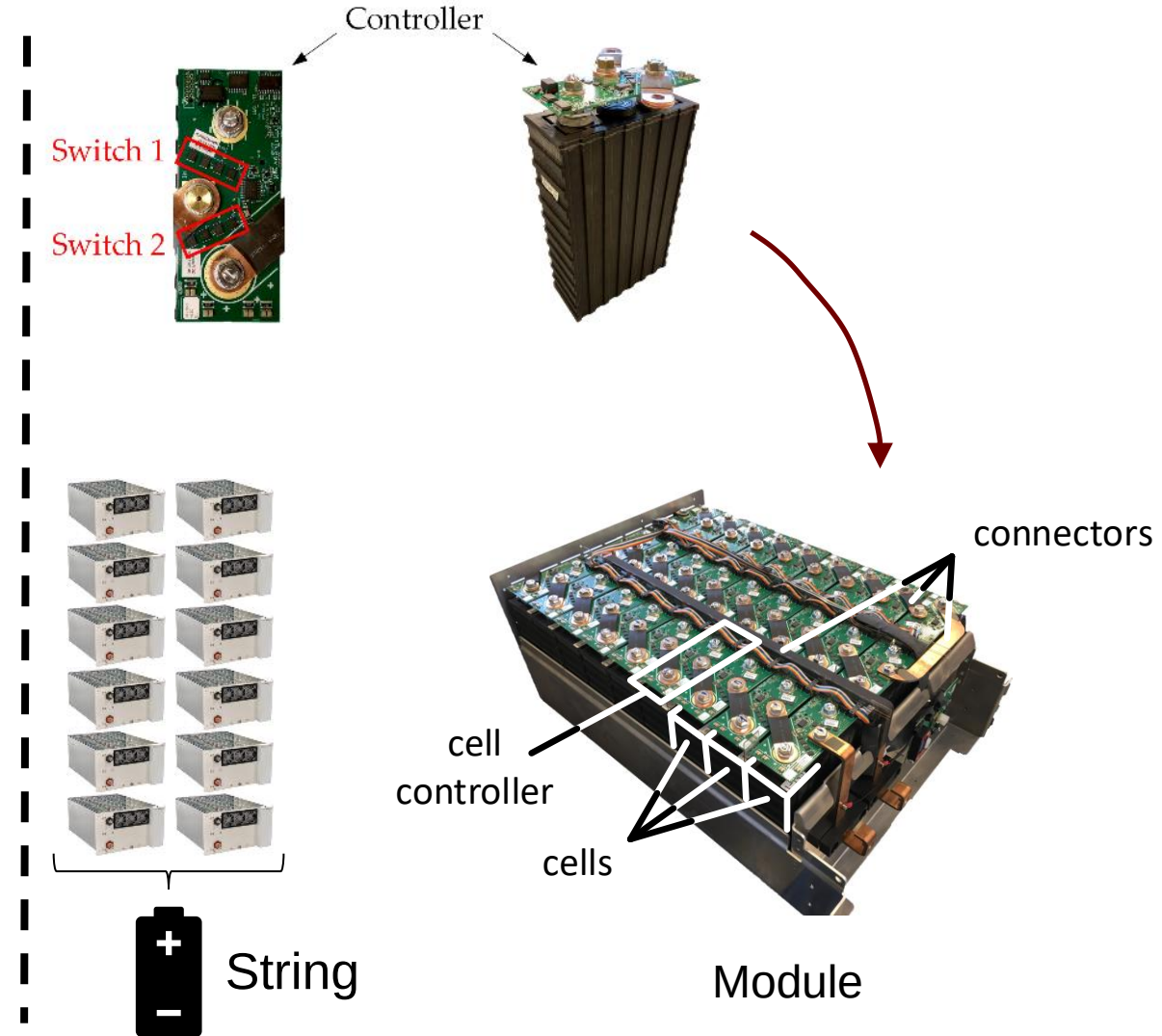
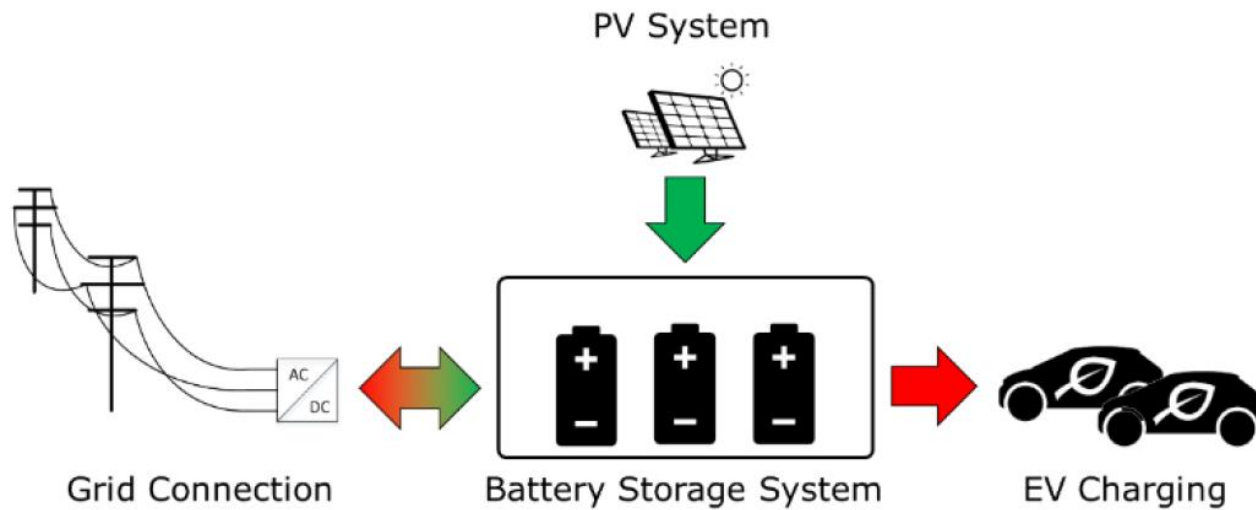
The potential “dark side” of smart charging – natural vs price/tariff induced



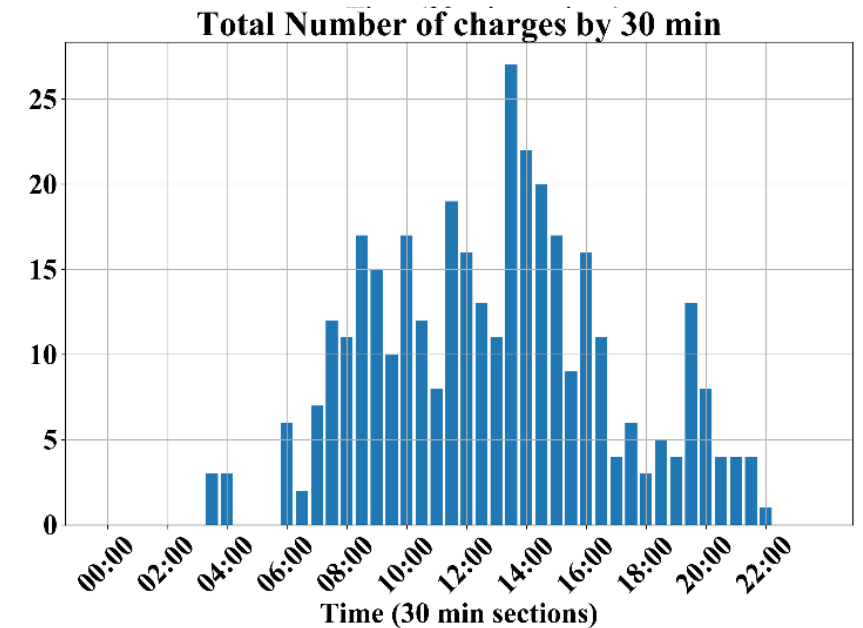
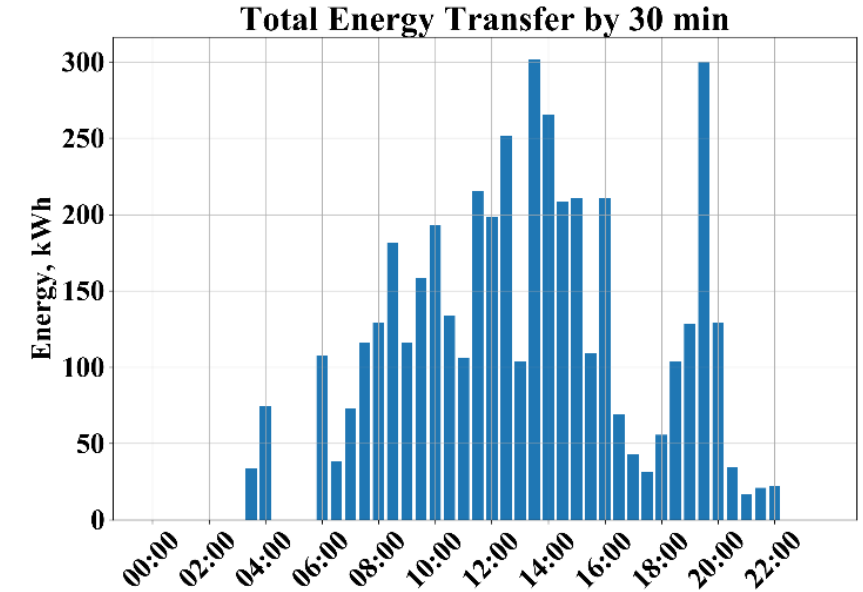
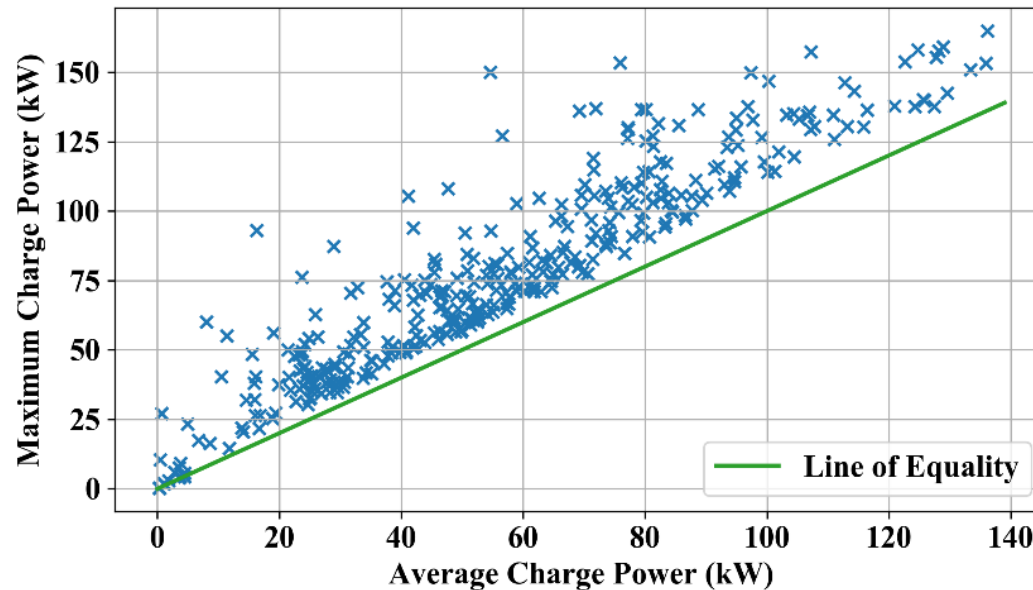
DC microgrid in Bornholm – goals and analysis

Goals/Objectives of the DC microgrid

- Better energy usage due to fewer conversion stages
- EV fast charging with locally produced renewable
- Provision of grid services through storage systems



EV Fast Charging – Bornholm - usage

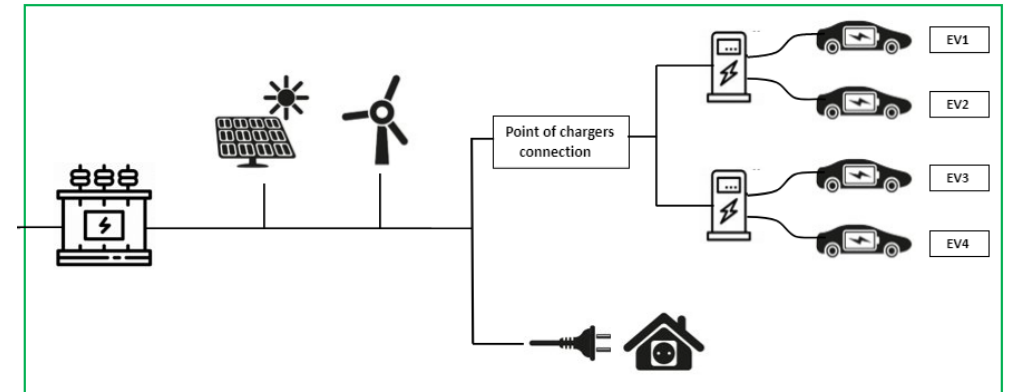


Demonstration of ACDC, FUSE, FLOW and EV4EU projects in Risø, 20-21 september 2023

To register simply fill in the form: <https://dtu.events/evdemo>

Test cases demonstrated at the last demo - 9 November 2022

-) Power sharing & power limitation
-) Follow the (renewable) generation
-) Communication failure



References (ACDC + EV4EU)

- X. Cao, S. Striani, J. Engelhardt, C. Ziras, M. Marinelli~, “Semi-distributed charging strategy for electric vehicle clusters,” Energy reports, 2023.
- T. Unterluggauer, F. Hipolito, J. Rich, M. Marinelli, P. B. Andersen, “Impact of Cost-based Smart Electric Vehicle Charging on Urban Low Voltage Power Distribution Networks,” SEGAN, vol. 35, 2023
- S. Matias, J. Mateus, M. Pereira, T. Silva, A. Furtado, C. Ziras, M. Marinelli, L. Dias, R. Rodrigues, H. Morais, “V2X Integration in Self-Consumption Energy Management System,” CIRED 2023.
- M. Marinelli, L. Calearo, J. Engelhardt, “A Simplified Electric Vehicle Battery Degradation Model Validated with the Nissan LEAF e-plus 62-kWh,” EVTEC 2023
- N. Muller, M. Marinelli, K. Heussen, C. Ziras, “On the trade-off between profitability, complexity and security of forecasting-based optimization in residential energy management systems,” SEGAN, vol. 34, 2023
- L. Calearo, C. Ziras, A. Thingvad, M. Marinelli~, “Agnostic Battery Management System Capacity Estimation for Electric Vehicles,” Energies, vol. 15, 2022.
- L. Calearo, A. Thingvad, C. Ziras, M. Marinelli, “A methodology to model and validate electro-thermal-aging dynamics of electric vehicle battery packs,” Journal of energy storage, vol. 55, Nov. 2022
- K. Sevdari, S. Striani, P. B. Andersen, M. Marinelli, “Power Modulation and Phase Switching Testing of Smart Charger and Electric Vehicle Pairs,” UPEC 2022
- S. Striani, K. Sevdari, M. Marinelli, V. Lampropoulos, Y. Kobayashi, K. Suzuki, “Wind Based Charging via Autonomously Controlled EV Chargers under Grid Constraints,” UPEC 2022
- M. Marinelli, L. Calearo, J. Engelhardt, G. Rohde, “Electrical Thermal and Degradation Measurements of the LEAF e-plus 62-KWh Battery Pack,” REST 22
- S. Striani, P.B. Andersen, K. Sevdari, Y. Kobayashi, K. Suzuki, M. Marinelli, “Autonomously distributed control of EV parking lot management for optimal grid integration,” REST 2022
- M. H. Tveit, K. Sevdari, L. Calearo, M. Marinelli, “Behind-the-meter residential electric vehicle smart charging strategies: Danish cases,” REST 2022
- K. Sevdari, L. Calearo, P. B. Andersen, M. Marinelli, “Ancillary services and electric vehicles: an overview from charging clusters and chargers technology perspectives,” Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 167, 2022
- S. Striani, K. Sevdari, L. Calearo, P.B. Andersen, M. Marinelli, “Barriers and Solutions for EVs Integration in the Distribution Grid,” 2021 56th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2021.
- L. Calearo, C. Ziras, K. Sevdari, M. Marinelli, “Comparison of Smart Charging and Battery Energy Storage System for a PV Prosumer with an EV,” ISGT Europe 2021.
- K. Sevdari, L. Calearo, S. Striani, L. Rønnow, P. B. Andersen, M. Marinelli, “Autonomously Distributed Control of Electric Vehicle Charger for Grid Services,” ISGT Europe 2021.
- P. Tsagkaroulis, A. Thingvad, M. Marinelli, K. Suzuki, “Optimal Scheduling of Electric Vehicles for Ancillary Service Provision with Real Driving Data,” 2021 56th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), 2021.
- M. Marinelli, K. Sevdari, L. Calearo, A. Thingvad, C. Ziras, “Frequency System Stability with Converter-Connected Resources Delivering Fast Frequency Control,” Electric Power System Research, vol. 200, 2021.
- C. Ziras, L. Calearo, M. Marinelli, “The Effect of Net Metering Methods on Prosumer Energy Settlements,” Sustainable Energy, Grids and Networks, vol. 27, 2021.
- L. Calearo, M. Marinelli, C. Ziras, “A Review of Data Sources for Electric Vehicle Integration Studies,” Renewable & Sustainable Energy Reviews, vol. 151, 2021.
- A. Thingvad, L. Calearo, P. B. Andersen, M. Marinelli, “Empirical Capacity Measurements of Electric Vehicles Subject to Battery Degradation from V2G Service,” Vehicular Technology IEEE Transactions on, vol. 70, Aug. 2021.
- M. Marinelli et al., “Electric Vehicles Demonstration Projects - An Overview Across Europe,” 2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Turin, Italy, 2020.

References (Topcharge + Insulae)

- J. Engelhardt, J.M. Zepter, J. Sparresø, M. Marinelli, "Real-life demonstration of a hybrid EV fast charging station with reconfigurable battery technology enabling renewable-powered mobility," SDEWES 2023.
- J. Engelhardt, S. Grillo, L. Calearo, M. Agostini, M. Coppo, M. Marinelli, "Optimal Control of a DC Microgrid with Busbar Matrix for High Power EV Charging," Electric Power System Research, in press
- M. Ledro, Z. M. Pinter, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Experimental validation of reactive power capability of battery systems following the Danish grid code," ACDC 2023
- A. Bowen, J. Engelhardt, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, G. Rohde, "Battery Buffered EV Fast Chargers on Bornholm: Charging Patterns and Grid Integration," UPEC 2022
- L. Calearo, J. Engelhardt, M. Marinelli, M. Agostini, M. Coppo, R. Turri, "Comparison of Reconfigurable BESS and Direct Grid Installation for EV Fast-Chargers: a Danish Case Study," REST 22.
- J. M. Zepter, J. Engelhardt, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Re-Thinking the Definition of Self-Sufficiency in Systems with Energy Storage," SEST 2022
- M. Ledro, Z. M. Pinter, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Testing Procedures of Active Power Functions for Grid Code Compliance of Battery Systems," REST 22
- Z. M. Pinter, J. Engelhardt, G. Rohde, M. Marinelli, C. Træholt, "Validation of a Single-Cell Reference Model for the Control of a Reconfigurable Battery System," REST 2022
- T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Multi-Energy System Demonstration Pilots on Geographical Islands: An Overview across Europe," Energies, vol. 15, 2022.
- J. Engelhardt, J. M. Zepter, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Efficiency Characteristic of a High-Power Reconfigurable Battery with Series-Connected Topology," IPEC 2022
- M. Ledro, L. Calearo, J.M. Zepter, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Influence of Realistic EV Fleet Response with Power and Energy Controllers in an EV-Wind Virtual Power Plant," SEGAN, Sep. 2022
- P. Divshali et al, "Battery Storage Demonstration Projects An overview across Europe," ISGT Europe 2021.
- C. Ziras, L. Calearo, M. Marinelli, "The Effect of Net Metering Methods on Prosumer Energy Settlements," Sustainable Energy, Grids and Networks, vol. 27, 2021.
- J. M. Zepter, J. Engelhardt, T. Gabderakhmanova, M. Marinelli, "Empirical Validation of a Biogas Plant Simulation Model and Analysis of Biogas Upgrading Potentials," Energies, vol. 14, 2021.
- J. Engelhardt, J.M. Zepter, T. Gabderakhmanova, G. Rohde, M. Marinelli, "Double-String Battery System with Reconfigurable Cell Topology Operated as a Fast Charging Station for Electric Vehicles," Energies, vol. 14, 2021.
- I. B. Sperstad et al., "Cost-Benefit Analysis of Battery Energy Storage in Electric Power Grids: Research and Practices," Innovative Smart Grid Technologies (ISGT Europe), 2020 IEEE PES International Conference and Exhibition on, pp. 1-5, The Hague, 25-28 Oct. 2020.
- T. Gabderakhmanova, J. Engelhardt, J.M. Zepter, T. M. Sørensen, K. Boesgaard, H. H. Ipsen, M. Marinelli, "Demonstrations of DC Microgrid and Virtual Power Plant Technologies on the Danish Island of Bornholm," 2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Turin, Italy, 2020
- M. Marinelli et al., "Electric Vehicles Demonstration Projects - An Overview Across Europe," 2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Turin, Italy, 2020.
- J. Engelhardt, T. Gabderakhmanova, G. Rohde, M. Marinelli, "Reconfigurable Stationary Battery with Adaptive Cell Switching for Electric Vehicle Fast-Charging," 2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Turin, Italy, 2020.
- J.M. Zepter, T. Gabderakhmanova, K. Maribo Andreasen, K. Boesgaard, M. Marinelli, "Biogas Plant Modelling for Flexibility Provision in the Power System of Bornholm Island," 2020 55th International Universities Power Engineering Conference (UPEC), Turin, Italy, 2020.



Dynamisk opladning til tung transport og
kompleks energiforsyning

Torben Fog, Spirii



Spiriñ

Logistics and accelerated transition to e-trucks

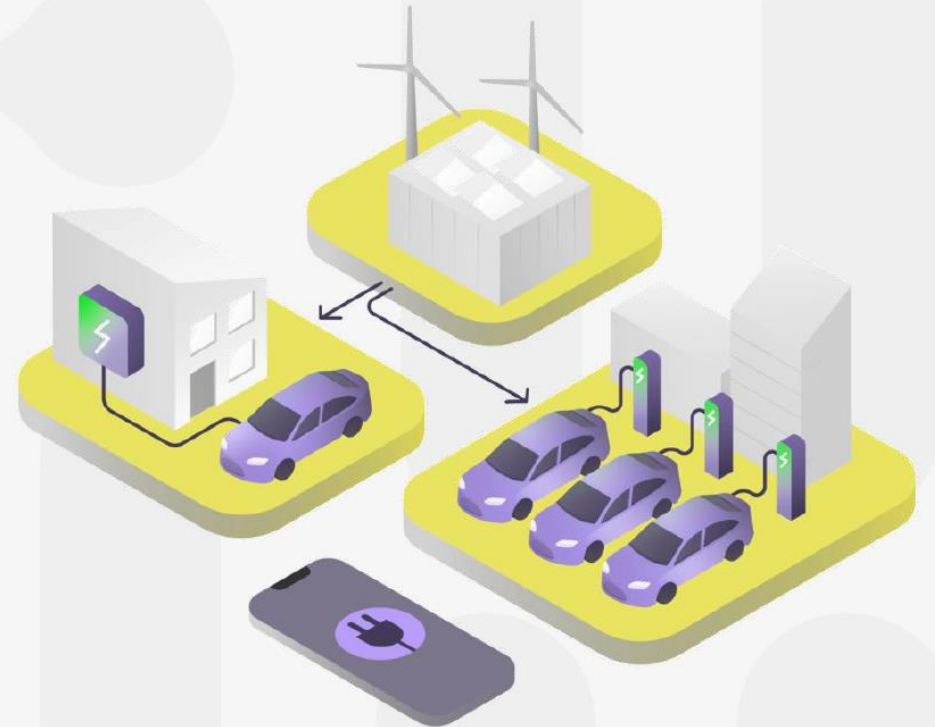
Some challenges:

- Environmental zones and logistic requirements
- Business continuity for fleet-owners
- High demand for additional power within local grids for charging
- Grid works and potentially reinforcement is slow and expensive
- Cost of vehicles and charging infrastructure



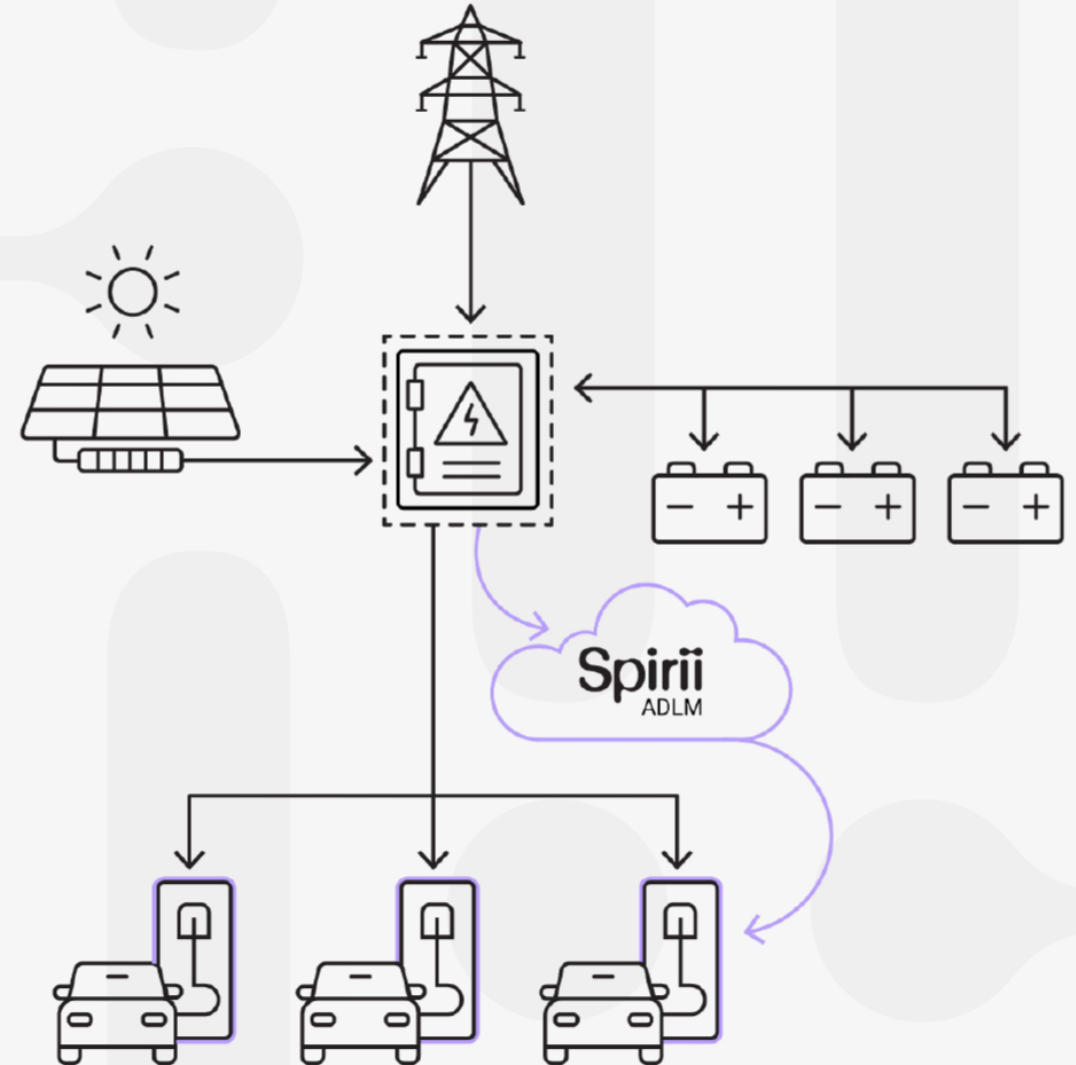
Case: Mid-mile / last-mile fleet in Benelux

- Large fleet of electric trucks (DC charging)
- Additional fleet of electric vans (DC charging)
- Employee charging (AC and DC charging)
- Power to AC and DC chargers supplied from the office and warehouse building
- Grid connection heavily constrained
- PVs and battery installed for power supply additional to the grid
- Batteries used for flexibility services for improving Return-On-Investment (ROI)



Energy management & combined power sources

- Fast growing need for DC hubs for heavy transportation as well as cars and vans
- Coupling of energy management system, advanced load management control (ADLM) and demand-response services
- AC chargers available for employees and guests. DC chargers reserved from 20.00 – 08.00h and public accessible from 08.01 – 19.59h
- Real cases and financed infrastructure needs ?
[Contact Spirii](#)





Erfaringer med batteritilslutninger

Jeppe Arnsdorf Pedersen, Clever



Clever

Clever

Clever A/S

Erfaringer med Batterier

- Clever's batterier
- Daglig anvendelse af batterierne
- Eksempel på tidsforløb
- Udfordringer med batterier



Clever's Batterier

- I Clever har vi opstillet 2 batterier i forbindelse med vores lynlade stationer
 - 1.2MW batteri i Køge (DK2) (leveret af Hitachi Energy)
 - 1.2MW batteri i Odense (DK1) (leveret af Xolta)

I begge tilfælde er batterierne placeret på lade stationer, der har DC ladestandere, Solcelleanlæg og batterier.



Daglig anvendelse af batterierne

- Oplæring af sol
- Arbitrage
- Peak reduktion
- Systemydelse



Eksempel på Tidsforløb

Selvom man skulle tænke at batterier kunne bruges som en hurtig vej til "større" net tilslutning er dette ikke helt vores erfaring.

1. Udbud og indhentning af tilbud fra leverandører
2. Leverance af HW (6-12 måneder)
3. Nettilslutning TF3.3.1 (6 måneder)
4. Div. Uforudsete udfordringer. (X måneder)



Udfordringer med batterier

1. Byggetilladelser

- Hvad er et batteri for en størrelse, det er stadig nyt for mange kommuner og hvordan skal de kategoriseres mht. miljøkrav, brandhensyn osv.
- Det er nyt for alle og der er desværre ikke ens syn på hvordan man ser på batterier

2. TF 3.3.1

- Tilslutningsmæssigt betegnes batterier som en forbrugs og produktionsenhed. Derfor skal de leve op til alle krav for produktionsenheder, samt man skal betale tilslutningsomkostninger for både forbrug og produktion
- For anlæg af en vis størrelse skal der skabes online kommunikation med de lokale distributionsselskaber (DSO), her bliver man desværre mødt af mange forskellige tolkninger af tilslutningskravene.



Clever

Spørgerunde

Ræk din virtuelle hånd op.

Vi inviterer vi dig til at tænke lyd og
mikrofon når du stiller spørgsmål.

Alternativt kan du skrive dem i chatten.

Tak for i dag

Optagelsen og præsentationerne
bliver udsendt efterfølgende

Du kan kontakte Copenhagen Electric teamet på:
cph-electric@regionh.dk

