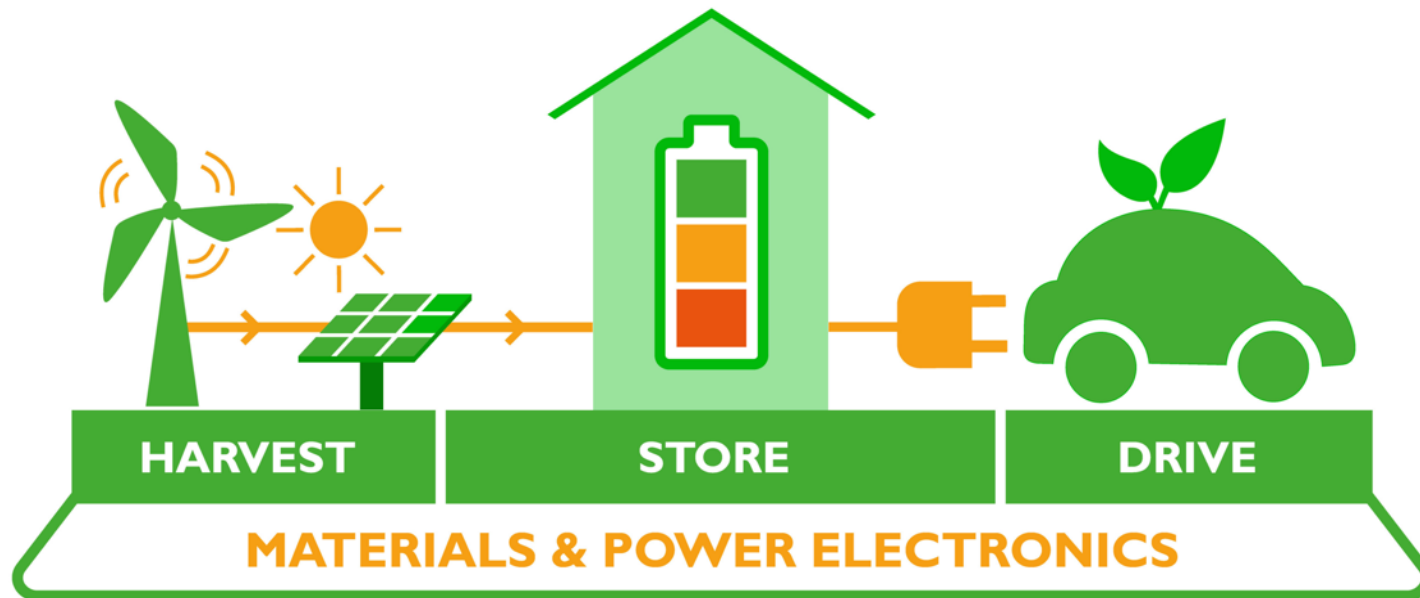


DRIVE

Från produktion och lagring till att ladda och driva elbilar



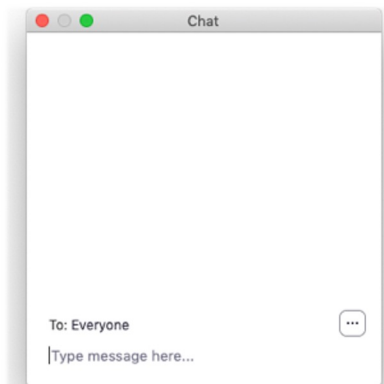
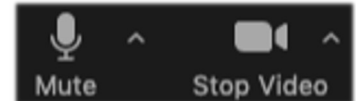
DRIVE

Tillvägagångssätt - Seminarium



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

- Stäng av din mikrofon under presentationerna
- Har du frågor till presentatörerna?
 - Skriv din fråga i chattfunktionen
 - Vid diskussioner eller förtydligande av fråga – slå på din mikrofon och gärna kamera



DRIVE

Program



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

- 9:00 Introduktion
- 9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE
- Magnus Hummelgård - utvecklingen av MILAB
 - Renyun Zhang - cellulosabaserade nanogeneratorer
 - Manisha Phadatare - kisel-nanografitt kompositter för batterianoder
 - Nicklas Blomquist - Storskaliga processer
 - Stefan Haller - Kraftelektronik för batterier och elmotorer
 - Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar
- 10.45 Fikapaus
- 11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning
- 11.30 Lab-tur för deltagare på campus - Vilka vill delta?

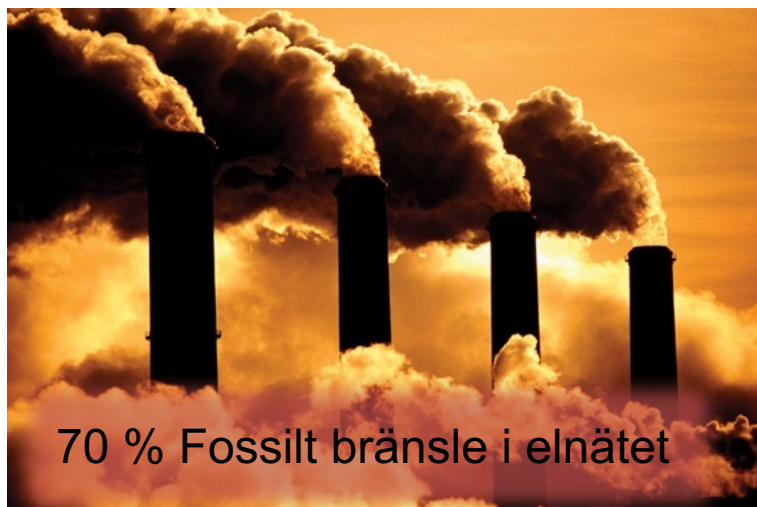
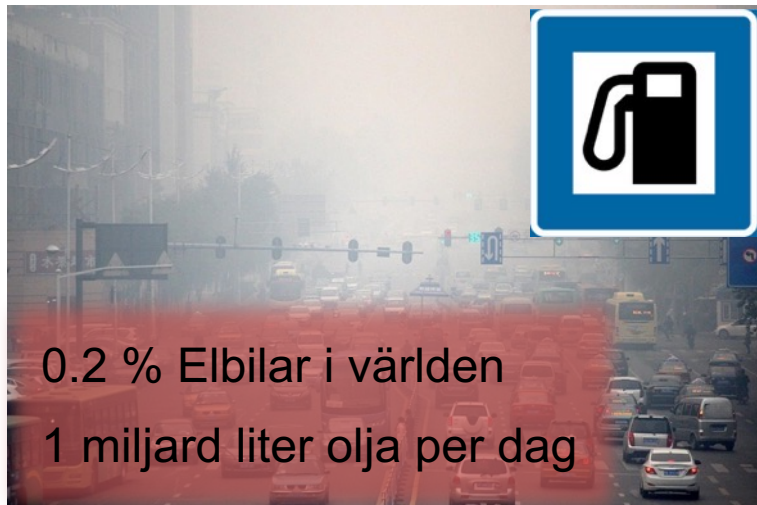
DRIVE

Utmaning



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

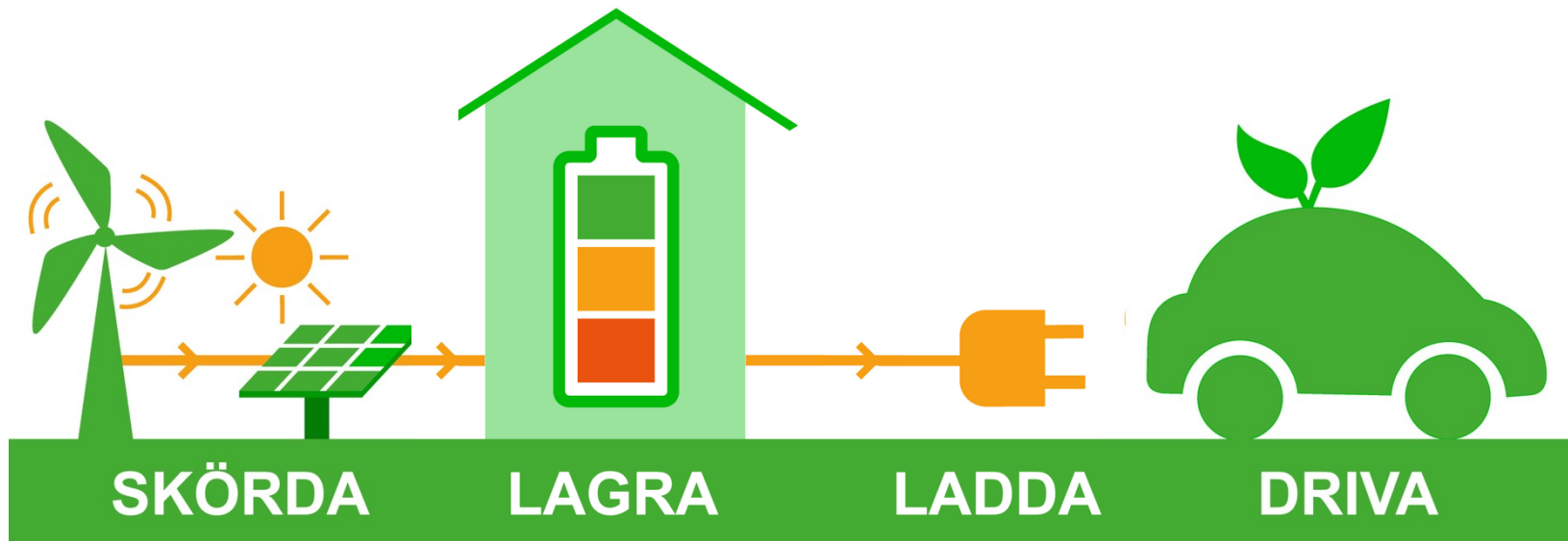


DRIVE

Forskningsområden



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY



Nanogeneratorer

- Triboelektrisk
- Termoelektrisk

Batteriteknik

- Nanomaterial
- Skalbara processer

Kraftelektronik

- Effektiv omvandling
- Snabb laddning

Elmotorteknik

- Hög effekt
- Låg spänning

DRIVE

Samarbetspartners



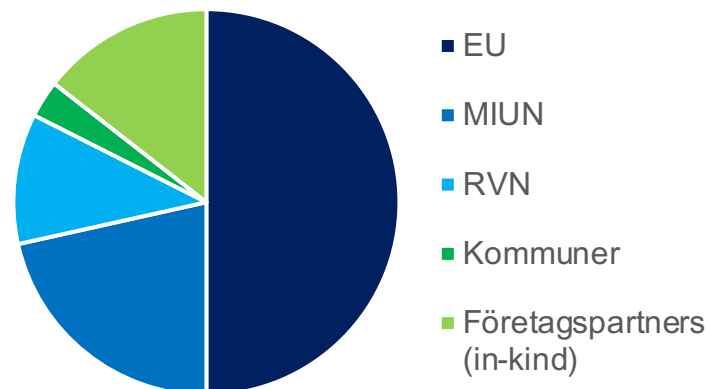
Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Januari 2019 – April 2022

Finansiärer

- ERUF
- Mittuniversitetet
- Region Västernorrland
- Härnösands kommun
- Sundsvalls kommun
- Timrå kommun
- 25st Företagspartners

Budget: 30 MSEK



DRIVE

Projektorganisation

Huvudprojektledare: Dr Nicklas Blomquist

Delprojektledare

- Skörda – Docent Jonas Örtegren
- Lagra – Dr Nicklas Blomquist
- Ladda – Prof Kent Bertilsson
- Driva – Prof Kent Bertilsson
- Milab – Docent Magnus Hummelgård



- 20st forskare har varit aktiva i DRIVE under projektiden

DRIVE

Program



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ Introduktion

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB
- Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer
- Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositter för batterianoder
- Nicklas Blomquist - Storskaliga processer
- Stefan Haller - Krafterelektronik för batterier och elmotorer
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

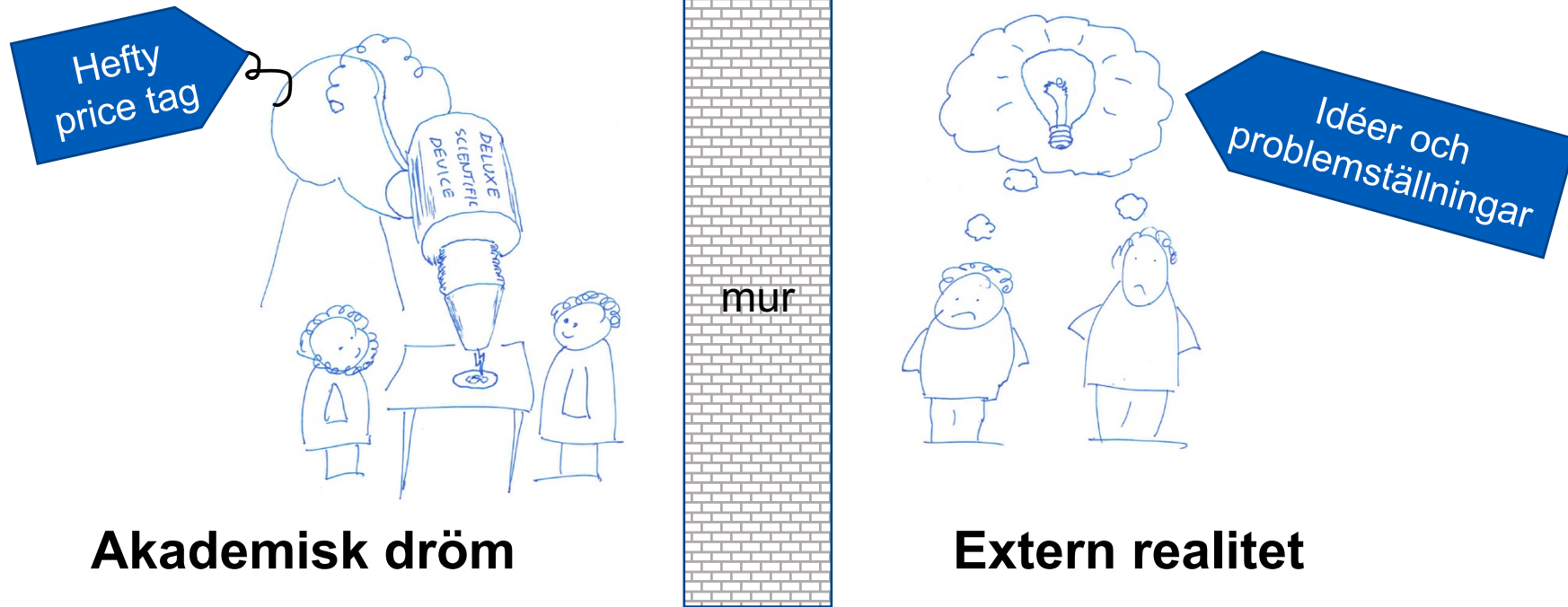
DRIVE

MILAB

...Ett Vanligt Scenario



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY



Den grundläggande visionen för MILAB är att förbättra samproduktion mellan universitet och externa aktörer genom att förbättra access till tung infrastruktur, möjliggöra nya instrumentinvesteringar och stödja innovationsverksamhet.

Vad är MILAB? (material och innovationslabb)

MILAB är en samordning av universitetets instrumentpark för att åstadkomma:

- Ökat samarbete med företag genom en bättre tillgänglighet till avancerad utrustning. Riktigt samarbete på golvet!
- Bättre effektivitet och resursanvändning.
- Startades 2017, med samordning av campus sundsvall.
- Organisatoriskt ligger MILAB inordnat som subprojekt i regionalfondsprojektet DRIVE samt det tidigare KM2 projektet.
- Under DRIVE gjordes investeringar på 3,9 miljoner SEK.
- MILAB är inte att förväxla med analyslabb verksamhet.

DRIVE

MILAB



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Vad är MILAB? (material och innovationslabb)

- Mittuniversitetet var tidigt ute med MILAB idén nationellt.
- Treeseach, en papper/skogsbransch specifik nationell satsning för kompetensförsörjning och resurssäkring.
- MILAB utgör en infrastrukturnod inom Treeseach.
- Samverkan kring instrumentering och utbildning nationellt.



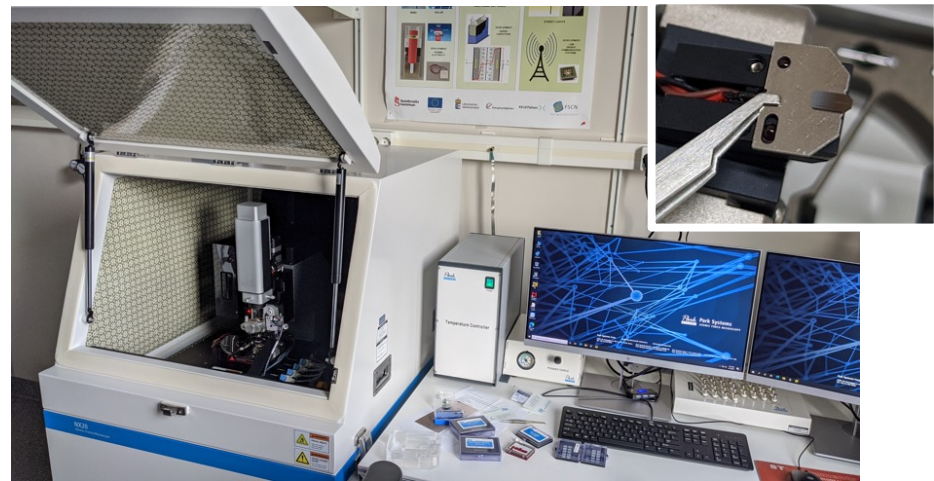
DRIVE

MILAB

Investeringar av maskiner i MILAB



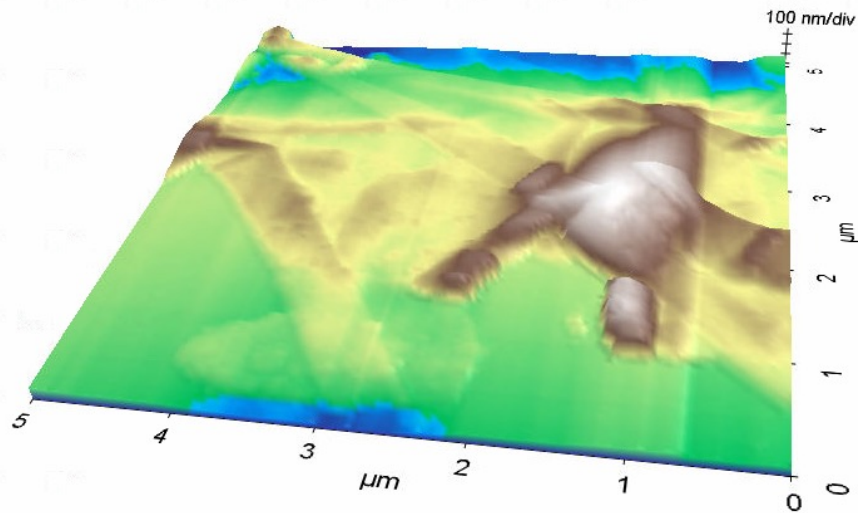
Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY



DRIVE

MILAB

- AFM atomkraftsmikroskop.
- Inköpspris 2,2 MSEK.
- På plats hösten 2019.
- Hög användarvänlighet
- Morfologiska och elektriska mätningar av vtor på nanonivå.

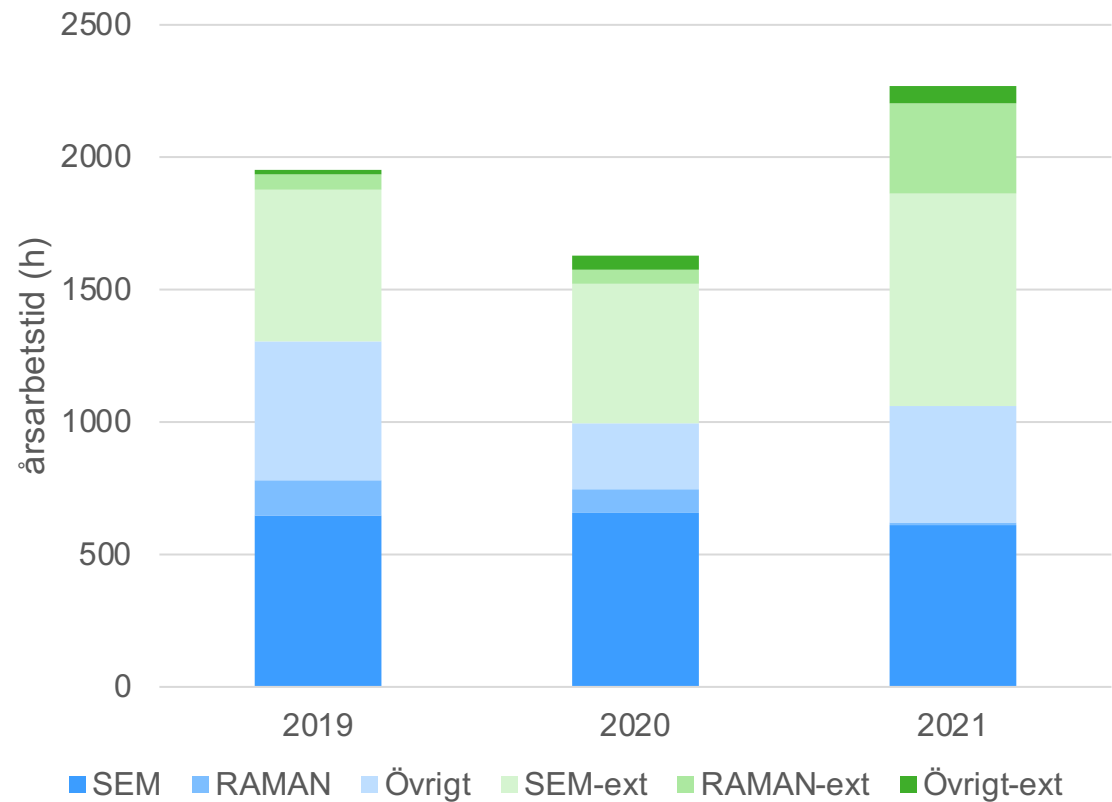


Bilden visar topografin av diverse grafen material



- Snitt 2000h per år.
- Extern användning utgör 53% idag.
- En ökning trots covid-19 effekterna.
- Innan projektet var användningen ca 1000h tot. SEM, och där MIUN utgjorde ca 30%.

Instrument-användning över åren



DRIVE

MILAB



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Framtidsutsikter

- Efter DRIVE så kommer milab att fortsättas att drivas vidare som eget projekt.
- Det externa företagssamarbetena förväntas att öka. Framst på den nya apparaturen som köptes in i DRIVE.
- I dagsläget finns inga planerade nya instrumentinvesteringar.
- Önskelistan av instrument är inom ytkarakterisering såsom XPS, tunnfilms XRD.

Frågor?

DRIVE

Program



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- ~~• Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB~~
- Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer
- Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositer för batterianoder
- Nicklas Blomquist - Storskaliga processer
- Stefan Haller - Krafterelektronik för batterier och elmotorer
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

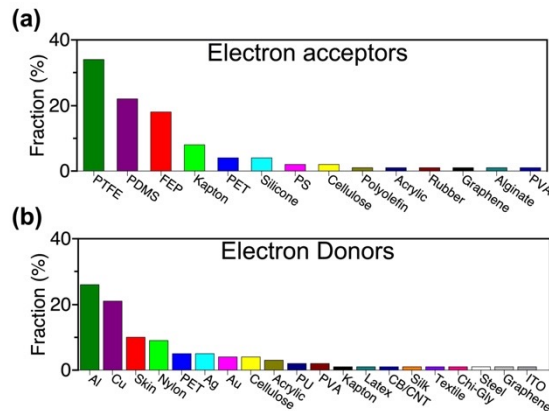
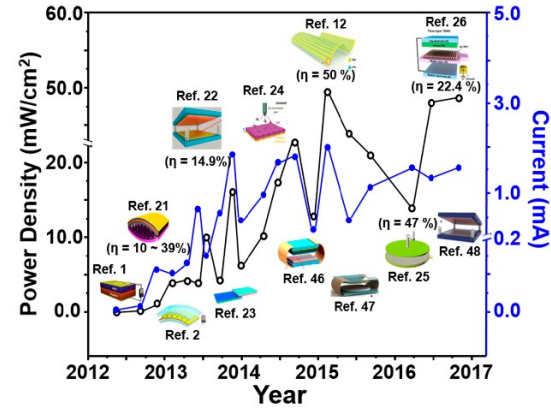
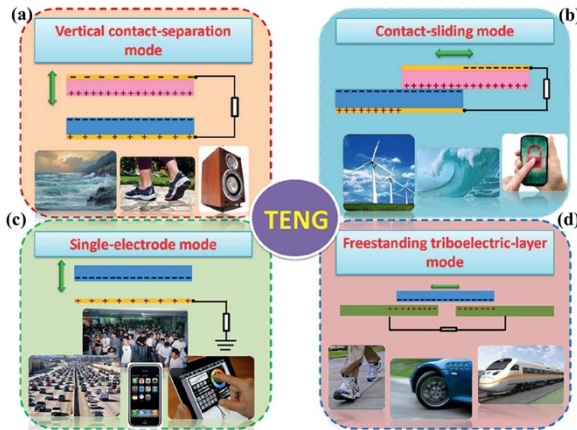
10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

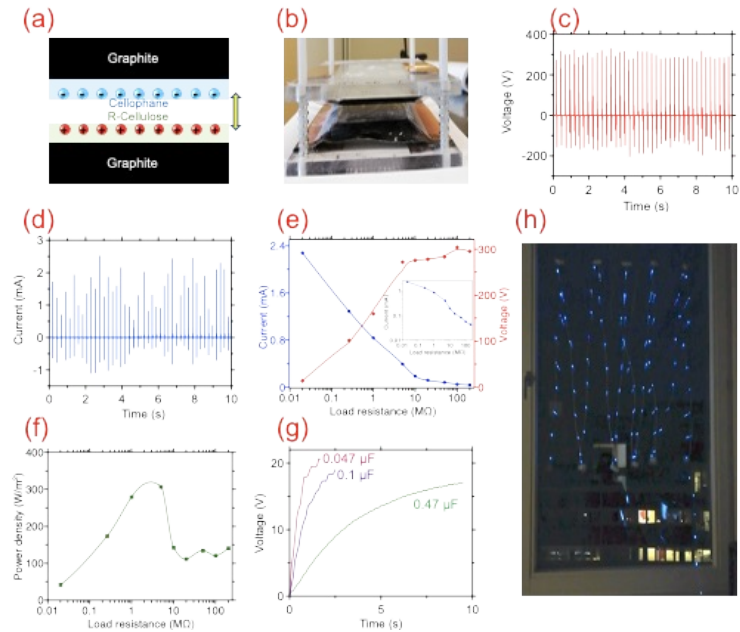
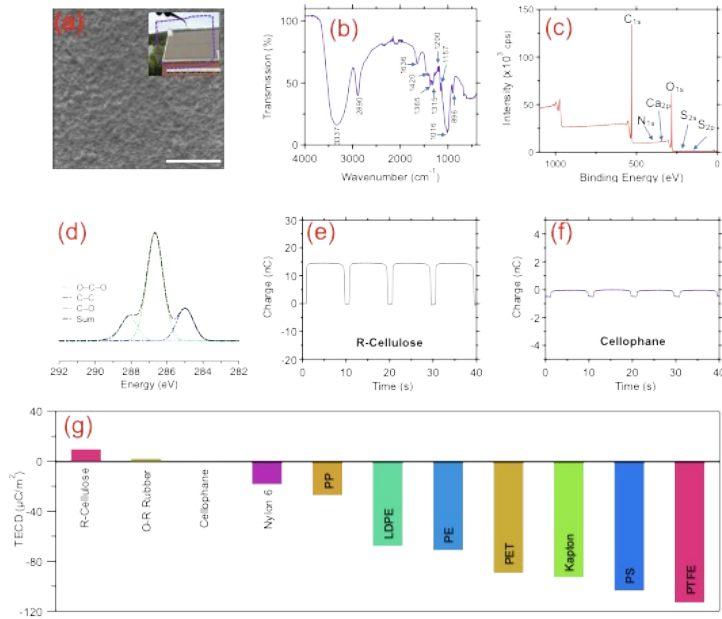
DRIVE

SKÖRDA – Triboelektriska nanogeneratorer



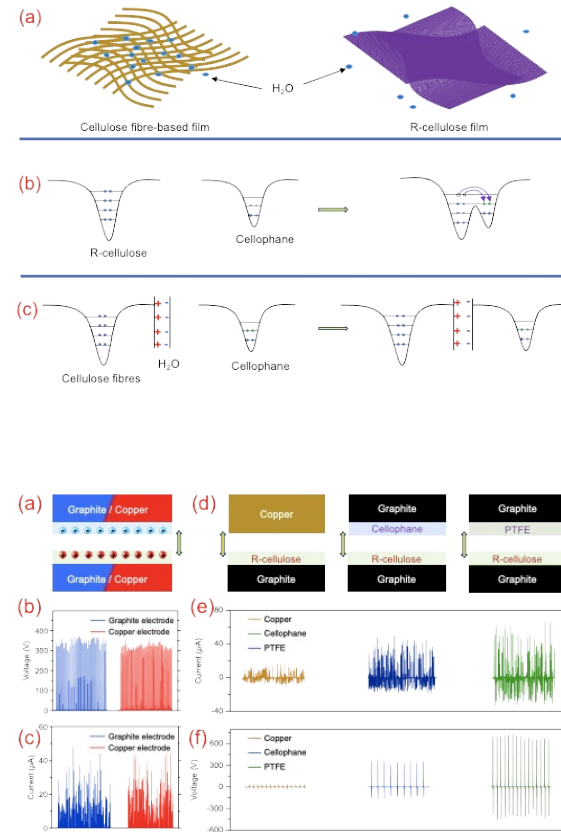
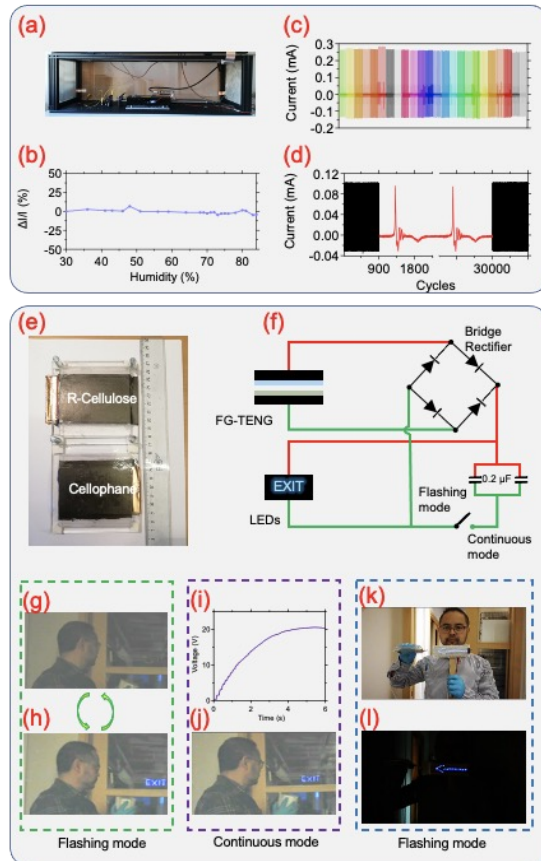
$$J_D \approx \underbrace{\left[\sigma_T \right]}_{(P_1)} \underbrace{\left[\frac{dH}{dt} \right]}_{(P_2) \text{ Device}} \underbrace{\left[\frac{d_1 \epsilon_0 / \epsilon_1 + d_2 \epsilon_0 / \epsilon_2}{(d_1 \epsilon_0 / \epsilon_1 + d_2 \epsilon_0 / \epsilon_2 + z)^2} \right]}_{(P_3)}$$

Triboelectric effect Electrostatic induction



DRIVE

SKÖRDA – Triboelektriska nanogeneratorer



DRIVE

Program



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- ~~• Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositter för batterianoder
- Nicklas Blomquist - Storskaliga processer
- Stefan Haller - Krafterelektronik för batterier och elmotorer
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

DRIVE

LAGRA – Litiumjonbatterier



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Industrial scalable method for manufacturing of silicon-graphene anodes for lithium-ion batteries

Manisha Phadatare, Ph.D.
Researcher, Mid Sweden University, Sundsvall, Sweden





Why Our Research is important?



Lithium-ion Batteries



Solar and wind energy storage



Electric Vehicles
(EV, HEV, PHEV)



Problem:

Higher capacity needed. But nanosolutions do not scale

We need **higher capacity** in our batteries - more energy per kilogram.

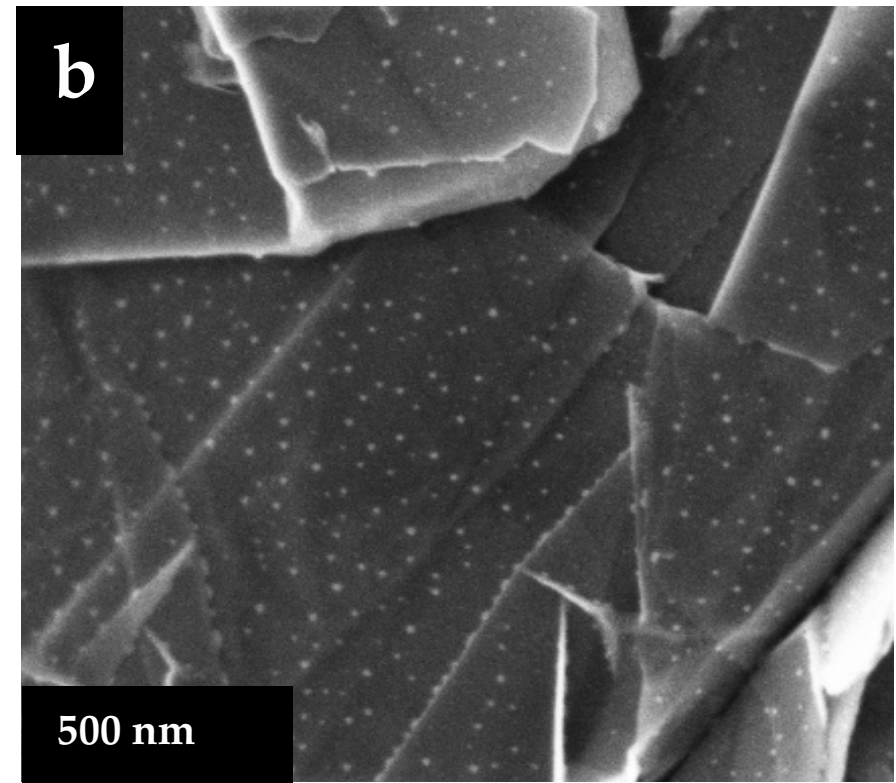
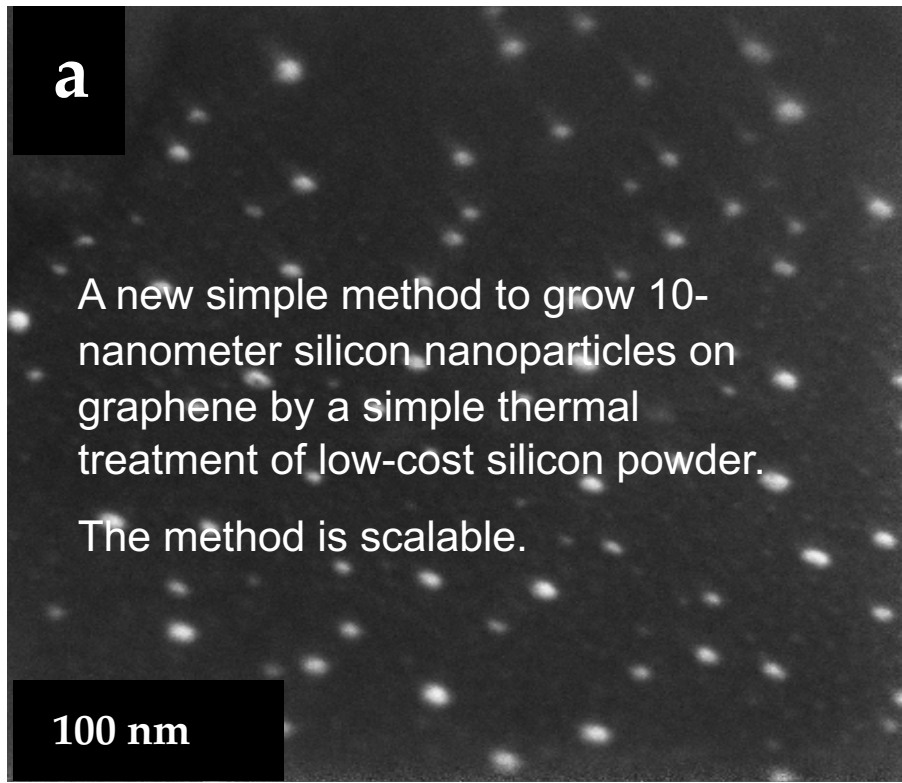
There are **nanosolutions**, but

...

... these solutions **do not scale** to industrial levels.

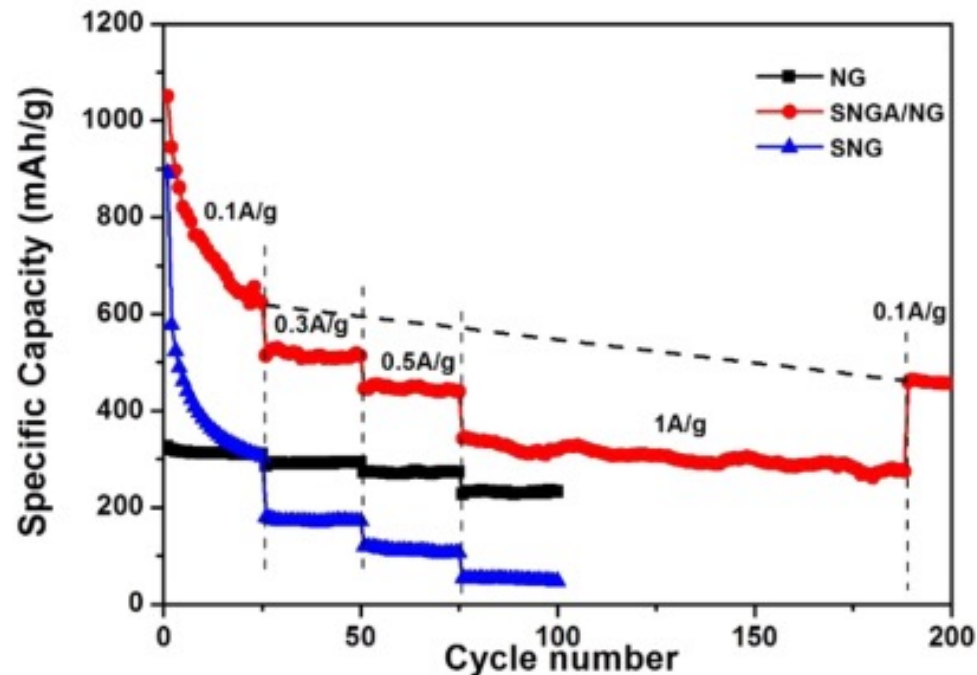


Solution: A simple scalable thermal process for a graphene-silicon nanocomposite





Electrochemical Performance of the graphene-silicon nanocomposite



Benefit – A scalable process for better batteries

- A high throughput graphene production method that is now implemented industrially
- A new simple method to grow 10-nanometer silicon nanoparticles on graphene by a simple and scalable thermal treatment of low-cost silicon powder.
- Using this graphene-silicon composite in the anodes, we have demonstrated a significantly higher capacity over the best commercially available batteries.



Impact of the research

Patent Application

Silicon-nanographite aerogel-based anodes for batteries, Application

Number:PCT/EP2020/076530

Two startups

1. 2D Fab AB
2. Granode Materials AB

DRIVE

LAGRA – Litiumjonbatterier



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Frågor

DRIVE

Program



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- ~~• Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- ~~• Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositier för batterianoder~~
- Nicklas Blomquist - Storskaliga processer
- Stefan Haller - Krafterelektronik för batterier och elmotorer
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

DRIVE

LAGRA – Storskaliga processer

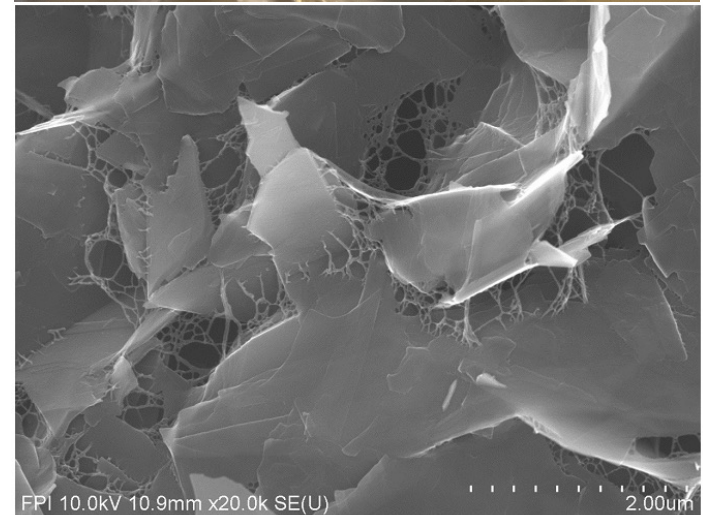


Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Grön storskalig framställning och bestrykning av nanomaterial



- Storskalig grafenproduktion
 - Mekanisk exfoliering i vatten
 - Råmaterial: Grafit och vatten
 - Energikonsumtion: 10 kWh/kg
 - Produktionstakt (lab): 3 kg/h
30-700 liter per batch
- Storskalig elektrodproduktion
 - Grafen-nanocellulosa komposit
 - Hög elektrisk ledningsförmåga
 - Hög ytarea
 - Hög jonledningsförmåga
 - Applikationer
 - Superkondensatorer
 - Batterier
 - Nanogeneratorer



DRIVE

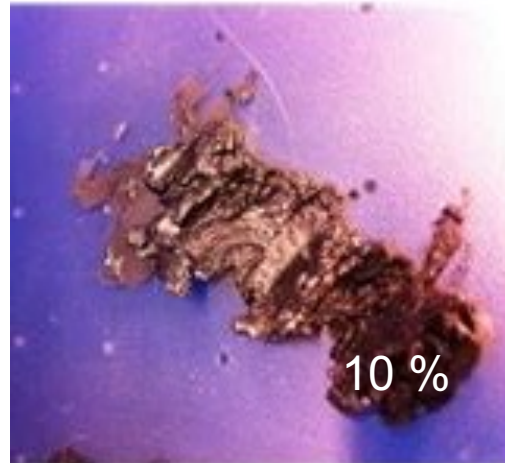
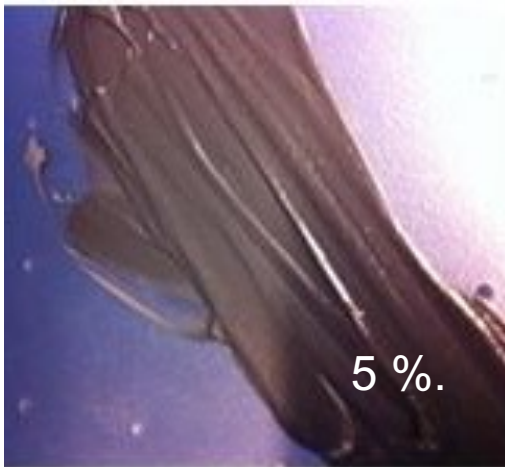
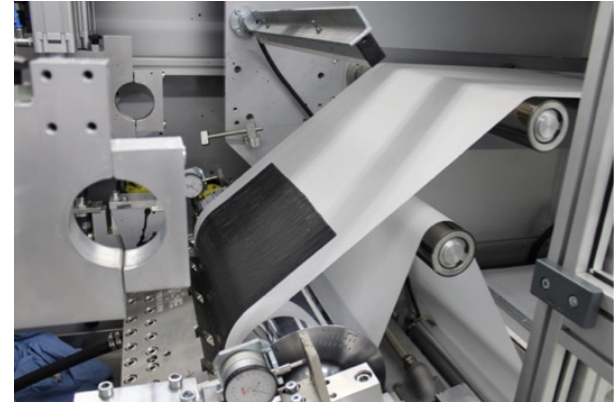
LAGRA – Storskaliga processer



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Bestrykning av 1D och 2D nanomaterial

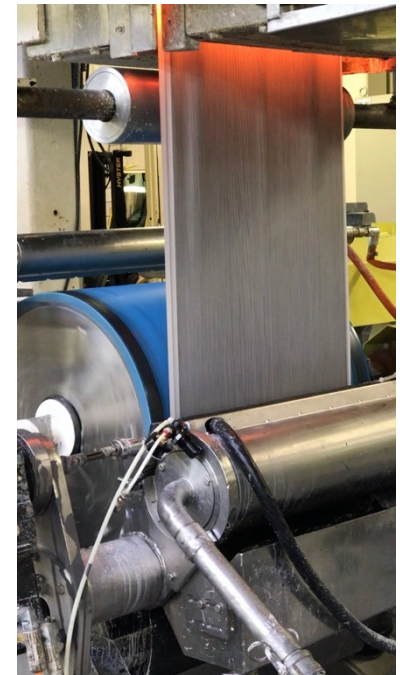
- Låg torrhalt
 - Hög viskositet
 - Kraftigt skjuvförtunnande
 - Utmanande vid stora påläggsmängder



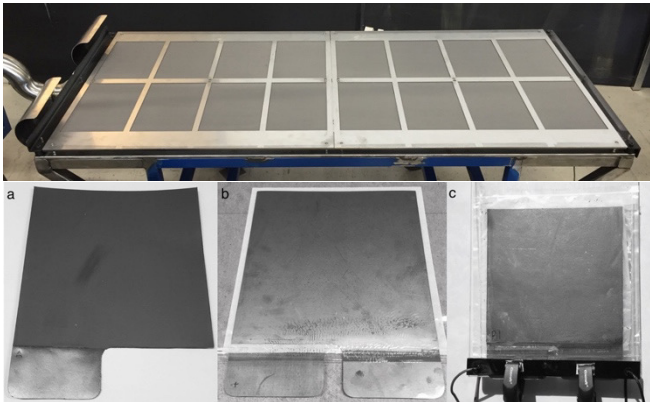
Från lab- till industriskala

- Elektrodbestrykning I labb: 2 m² per dag
- Standard elektrodbestrykning: 1 m² per minut
- Storskalig bestrykning (pilot): 200 m² per minut
- Storskalig bestykning (full size): 2000 m² per minut

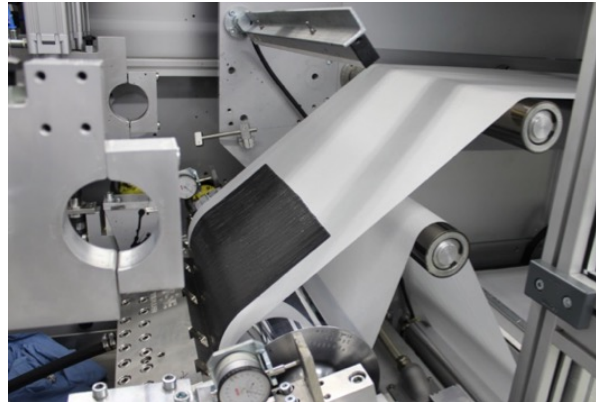
Pilotkörning hos UMV
(Tunna elektroder)



Gjutna elektroder



Standard elektrodbestrykning



DRIVE

LAGRA – Storskaliga processer



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Frågor

DRIVE

Program



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- ~~• Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- ~~• Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositter för batterianoder~~
- ~~• Nicklas Blomquist - Storskaliga processer~~
- Stefan Haller - Krafterelektronik för batterier och elmotorer
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

DRIVE

LADDA – Wide Range Converters



- Wide voltage range converter prototype
 - Required for efficient charging/discharging of supercapacitors
 - Current demonstrators
 - 4 reconfigurable converters 1kW
 - 2 reconfigurable converters 10kW
- Digital control of power converter
- Reconfigurable converter
- Controller development with
 - dsPIC
 - dsPIC + CPLD
 - FPGA



DRIVE

LADDA – 48V Charging



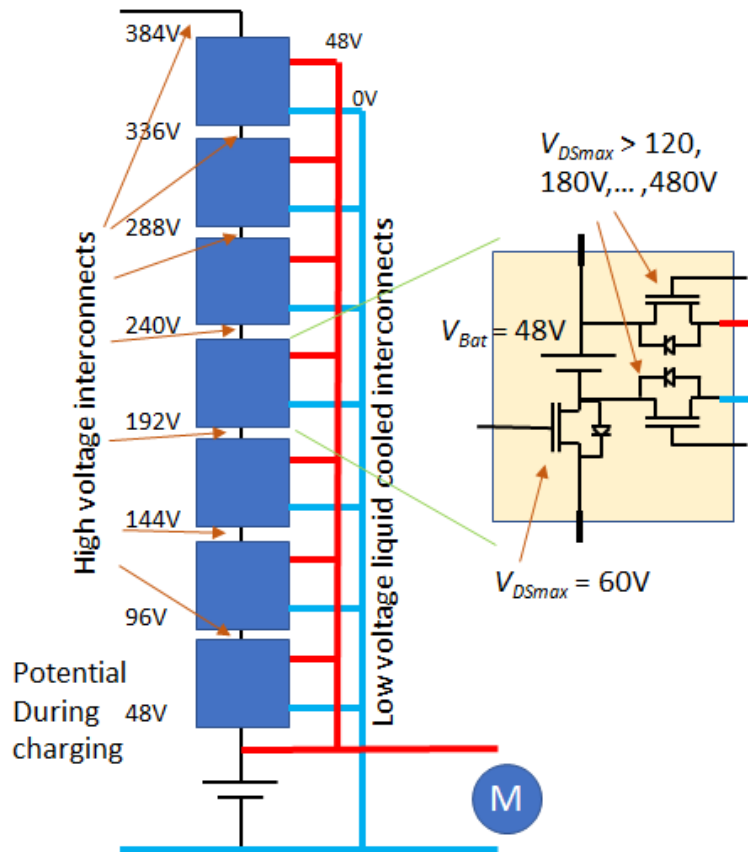
Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY



- Enabling charging over existing high voltage infrastructure
- 48V/400V Battery pack using 8 individual LFP modules

DRIVE

LADDA – 48V Charging



- Charging with 400V
 - series configuration
 - Only when charging
 - Limited high voltage cabling
- Driving with 48V
 - parallel connection
 - Battery - drive cabling <60V
- Use existing on-board chargers

DRIVE

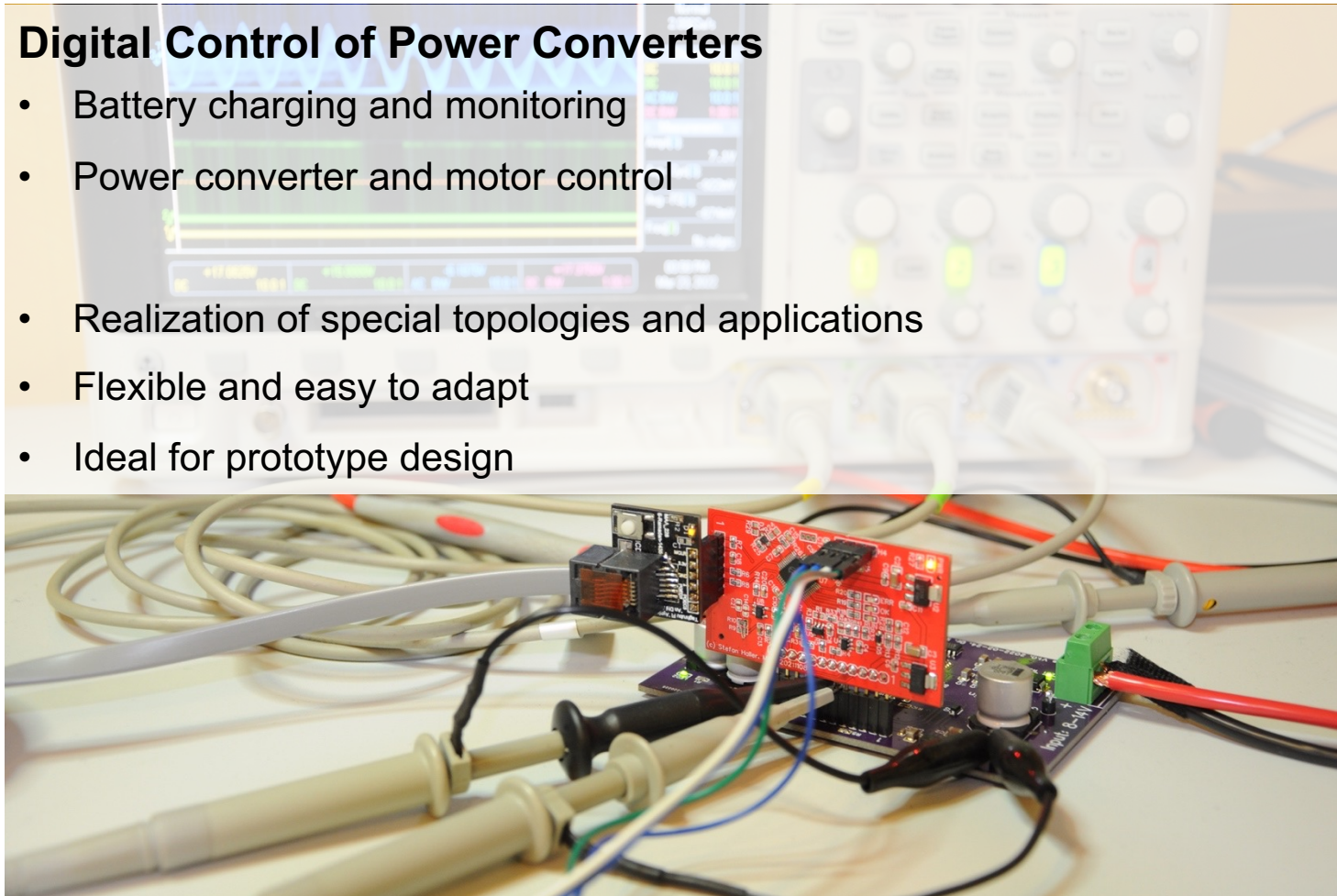
LADDA – Digital Power Control



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Digital Control of Power Converters

- Battery charging and monitoring
- Power converter and motor control
- Realization of special topologies and applications
- Flexible and easy to adapt
- Ideal for prototype design



DRIVE

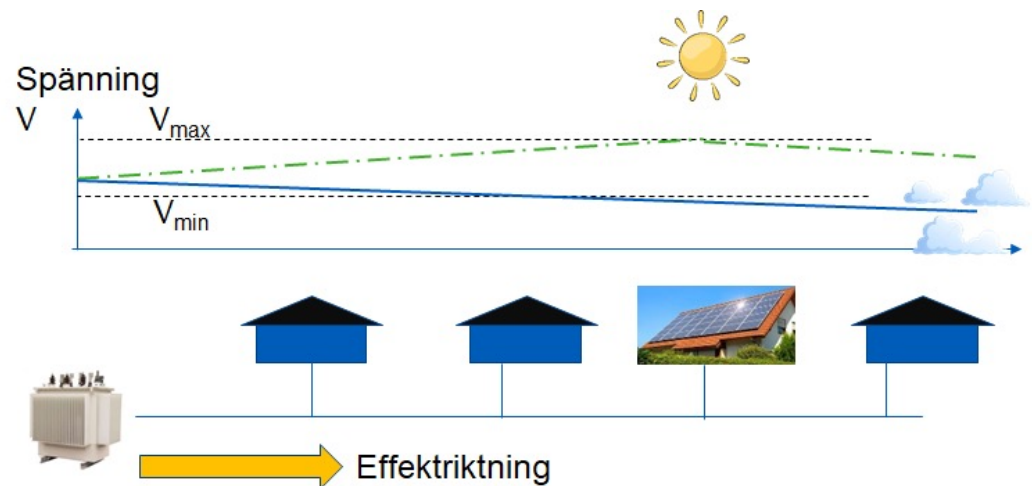
LADDA – Stabil elkvalitet vid förnyelsebar produktion



Passerande molnbildning kan påverka inom kort tid ge mycket stora variationer i energiproduktion

Om produktionen sker långt ute på elnätet ger det upphov till spänningsförändringar hos närliggande nätkunder

Behov att reglera nätspänningen på nya sätt så att slutkunder ej upplever bristande elkvalitet som kan förstöra utrustning kopplad till nätet.



DRIVE

LADDA – LVR på Alnön



- Line Voltage Regulator
- Reglera spänningen uppåt eller nedåt
- Sundsvalls Elnät köpte ABB's 125kVA LVR
- 3-fas spänningsregulator med $\pm 8\%$
- Transformator baserad, inga övertoner
- Reagera inom 5 sekunder
- Ska installeras i område Spikarna på Alnö
- På sommarhalvåret låg spänning (hög elanvändning)
- På vinterhalvåret ökar risk för spänningstoppar

DRIVE

Program



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 Presentation av forskningsresultat inom DRIVE

- ~~• Magnus Hummelgård - Utvecklingen av MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang - Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- ~~• Manisha Phadatare - Kisel-nanografitt kompositter för batterianoder~~
- ~~• Nicklas Blomquist - Storskaliga processer~~
- ~~• Stefan Haller - Krafterlektronik för batterier och elmotorer~~
- Peng Cheng - Lågspänningsdrivlina för elbilar

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

Nowadays most EVs are 300~800 V. So why 48 V ?

The answer:

Better in Efficiency, Performance and Cost.

Easier in Design, Production, Maintenance and Accidents.

Safer due to Low Voltage and System Redundancy.

Timely because of the high gas price and The Tesla Effect.

DRIVE

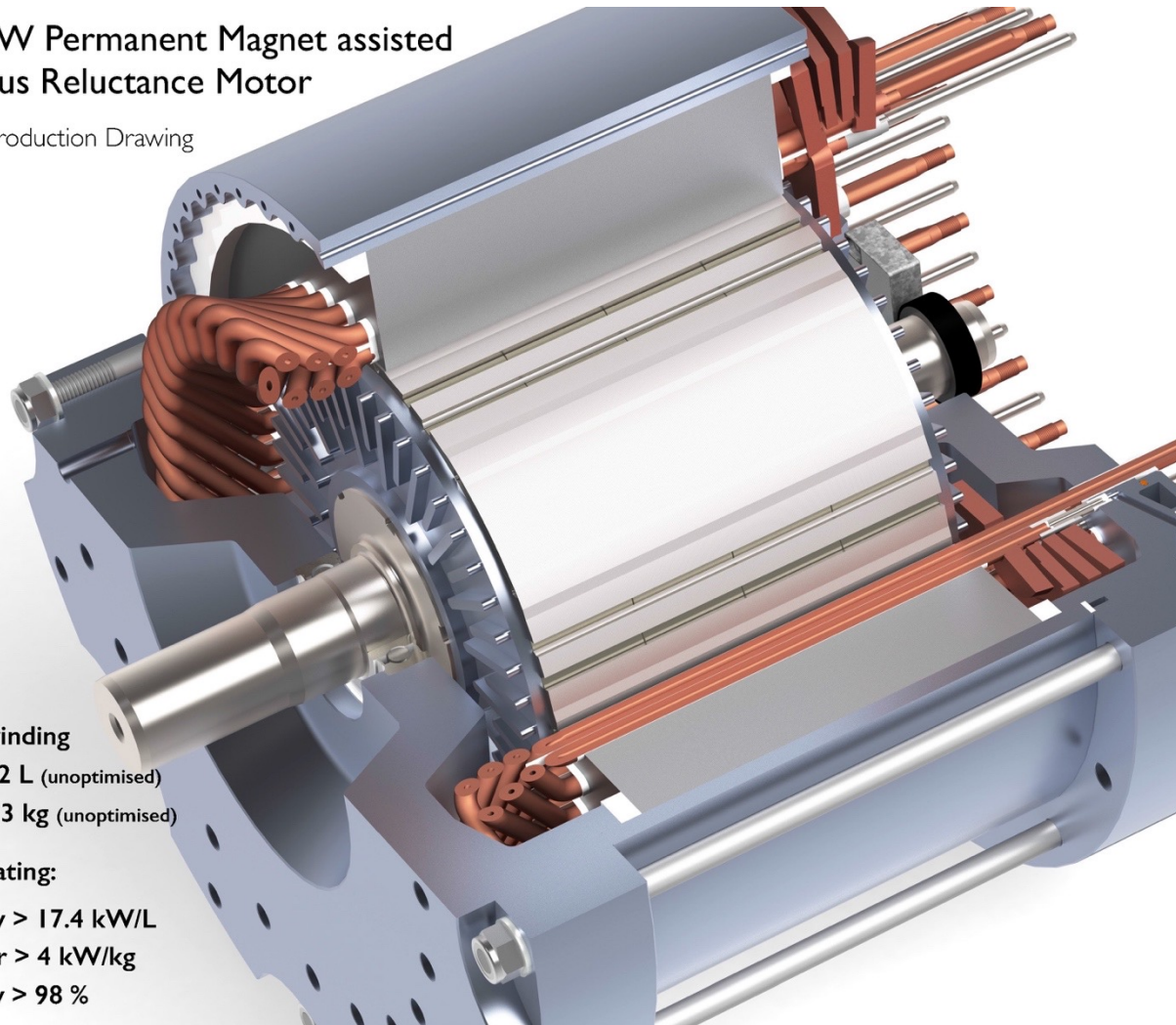
DRIVA – 48V drive



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

48 V 230 kW Permanent Magnet assisted
Synchronous Reluctance Motor

— Prototype Production Drawing



6 pole

44 slot

22 phase

hairpin star winding

volume: ~ 13.2 L (unoptimised)

$W_{\text{total,dry}} = 57.3 \text{ kg}$ (unoptimised)

Continuous rating:

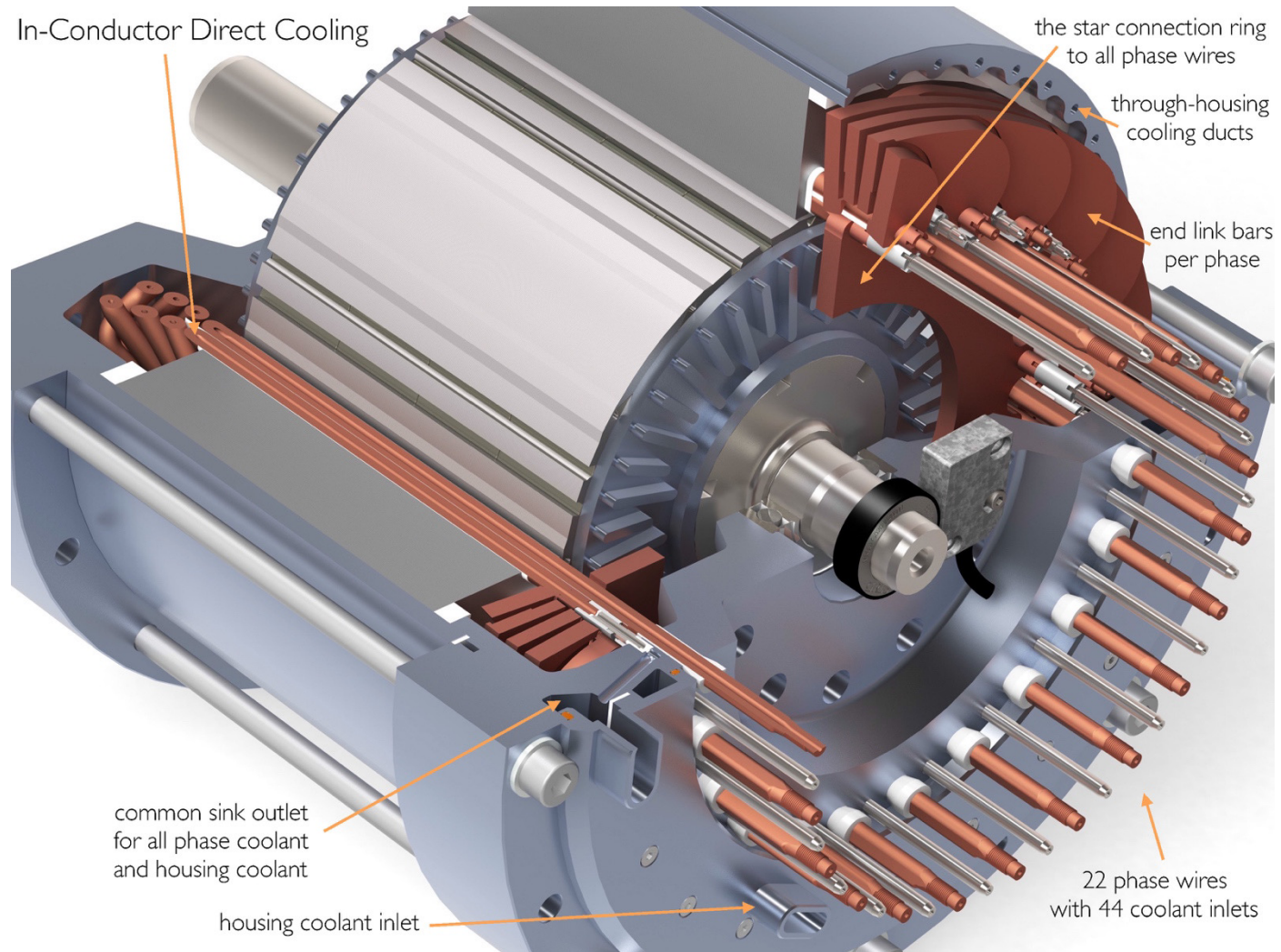
power density > 17.4 kW/L

specific power > 4 kW/kg

max efficiency > 98 %

DRIVE

DRIVA – 48V drive



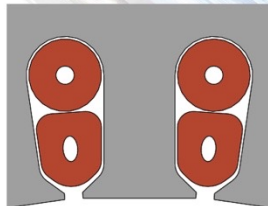
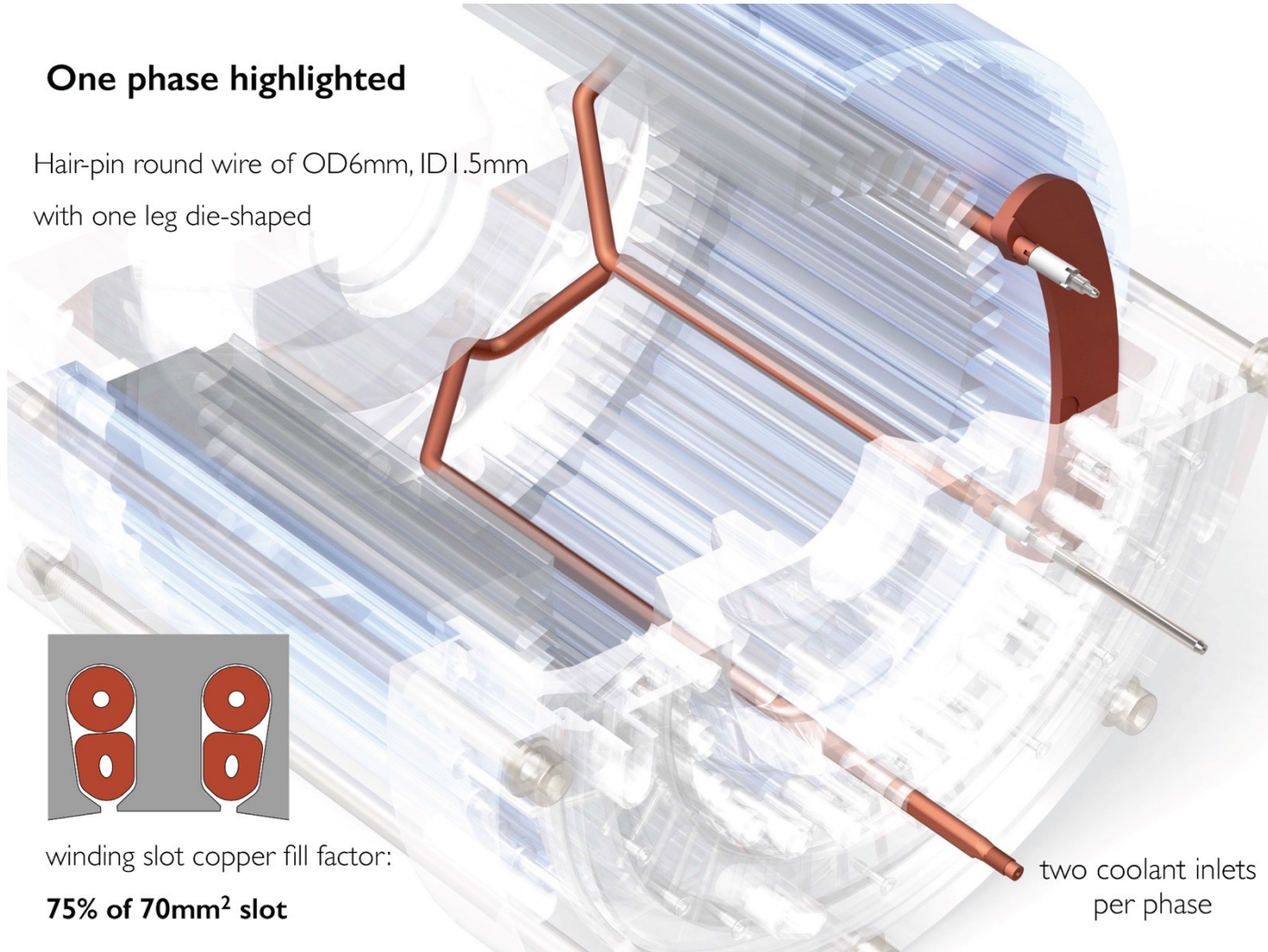
DRIVE

DRIVA – 48V drive



One phase highlighted

Hair-pin round wire of OD6mm, ID1.5mm
with one leg die-shaped



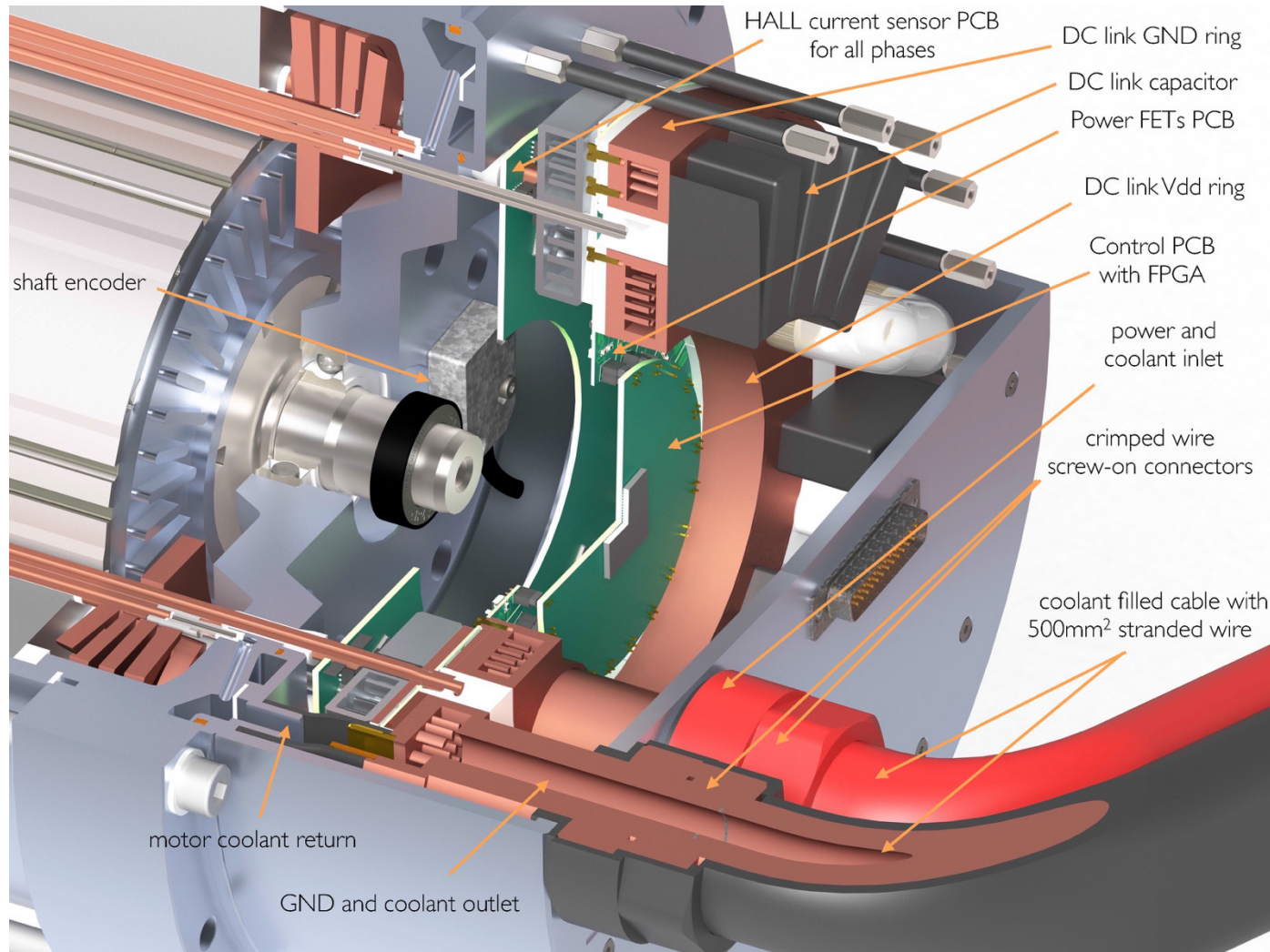
winding slot copper fill factor:

75% of 70mm² slot

two coolant inlets
per phase

DRIVE

DRIVA – 48V drive



DRIVE

DRIVA – 48V drive



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

2017 Tesla Model 3 PM Motor

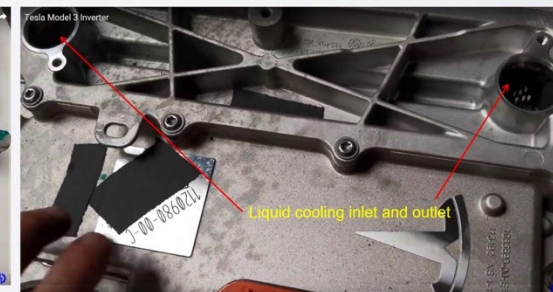
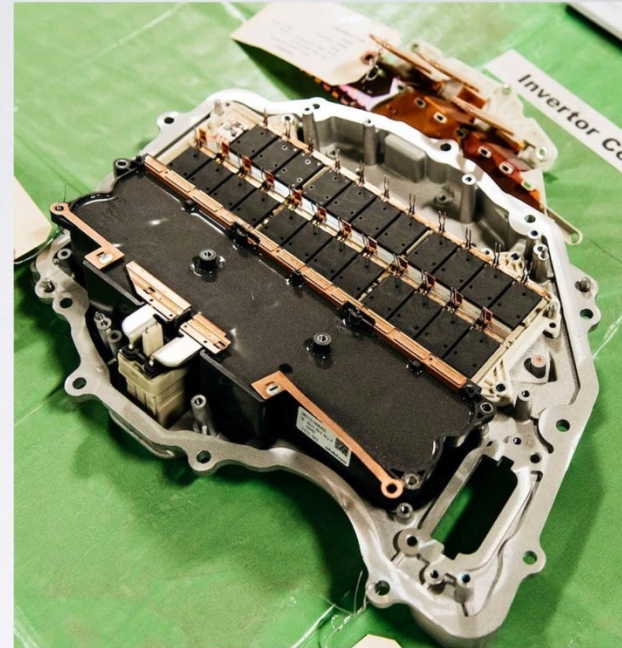
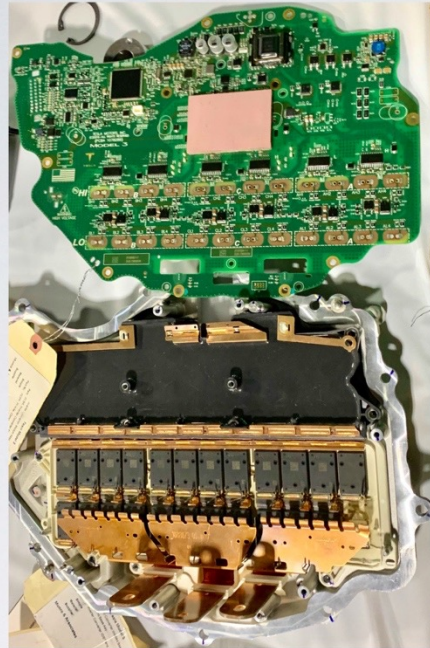


DRIVE

DRIVA – 48V drive



State of the Art Inverter in Tesla Model 3

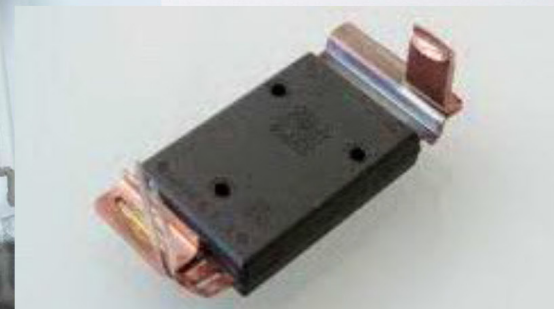
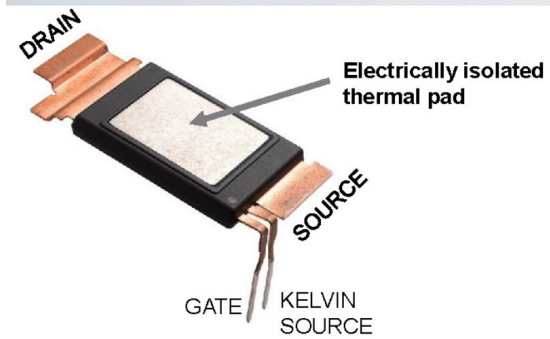


DRIVE

DRIVA – 48V drive



State of the Art SiC MOSFET in Tesla Model 3



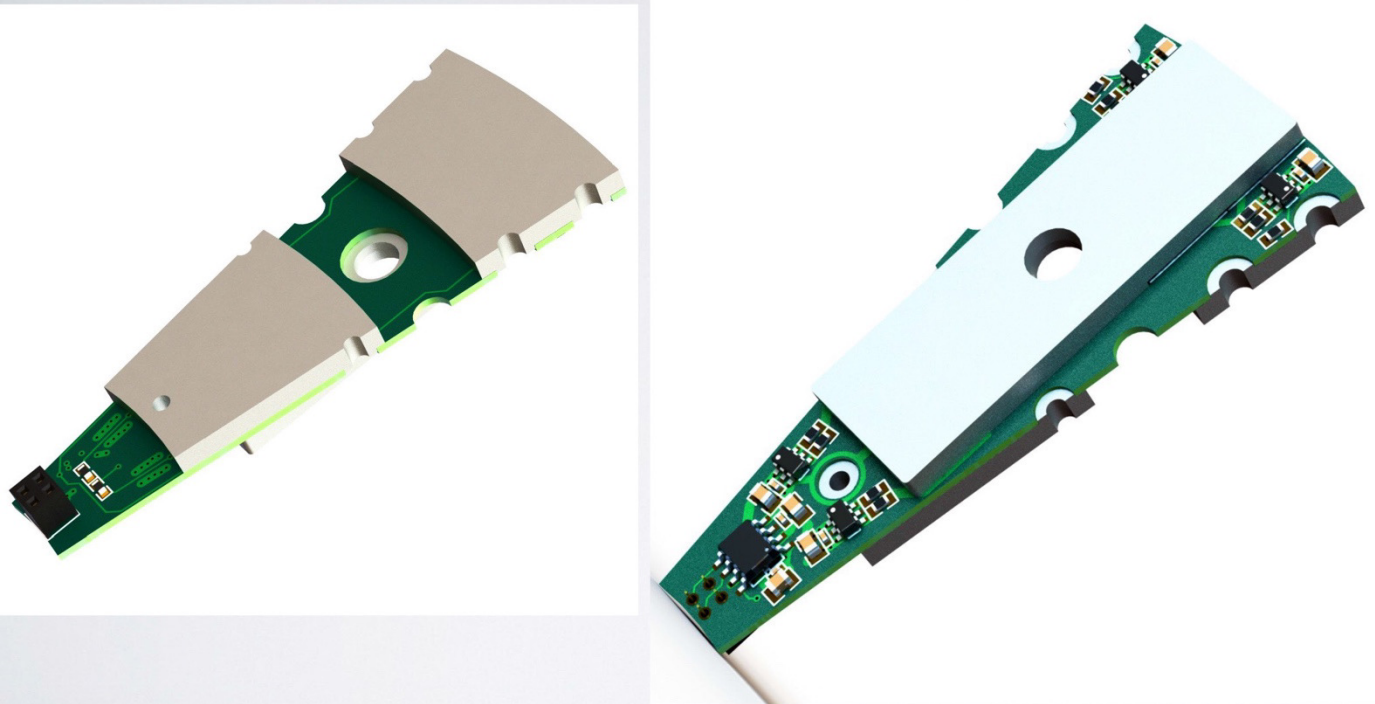
DRIVE

DRIVA – 48V drive



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Our 60V Power FETs module with dual side Direct-Copper-Bonding

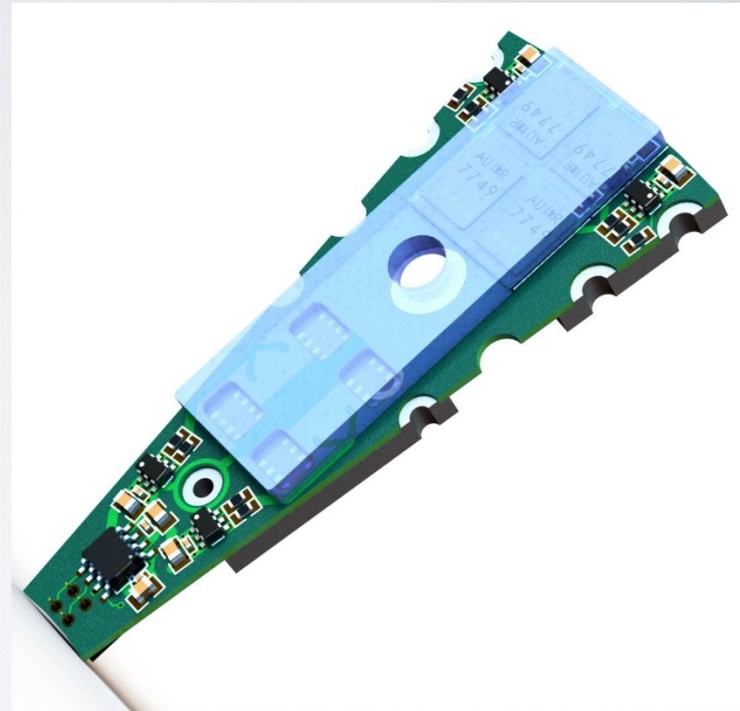
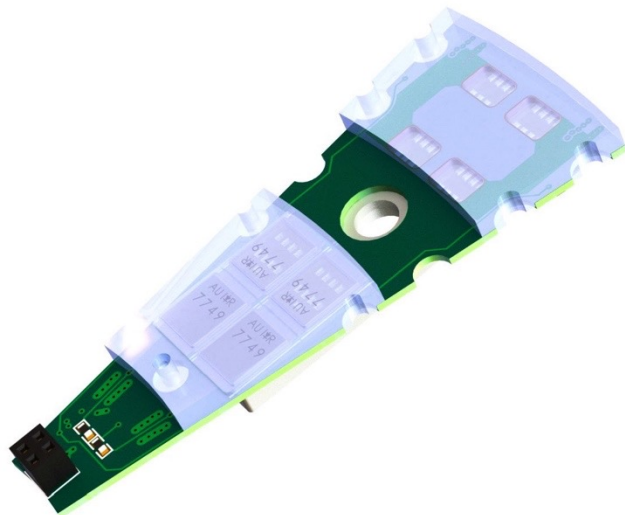


DRIVE

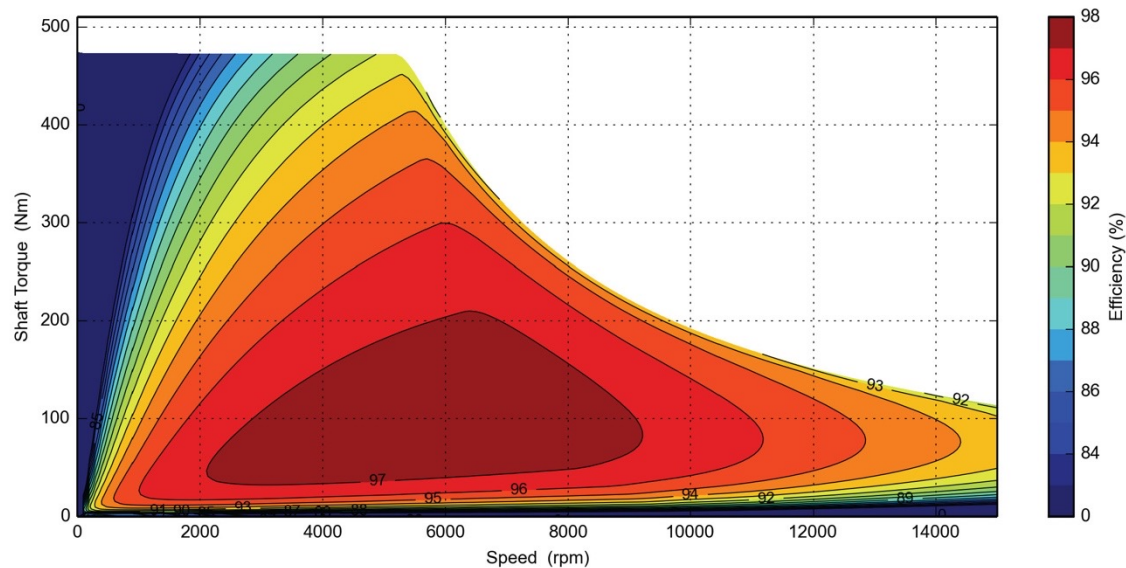
DRIVA – 48V drive



Our 60V Power FETs module with dual side Direct-Copper-Bonding



2017 Tesla Model 3 PM Motor Efficiency Map



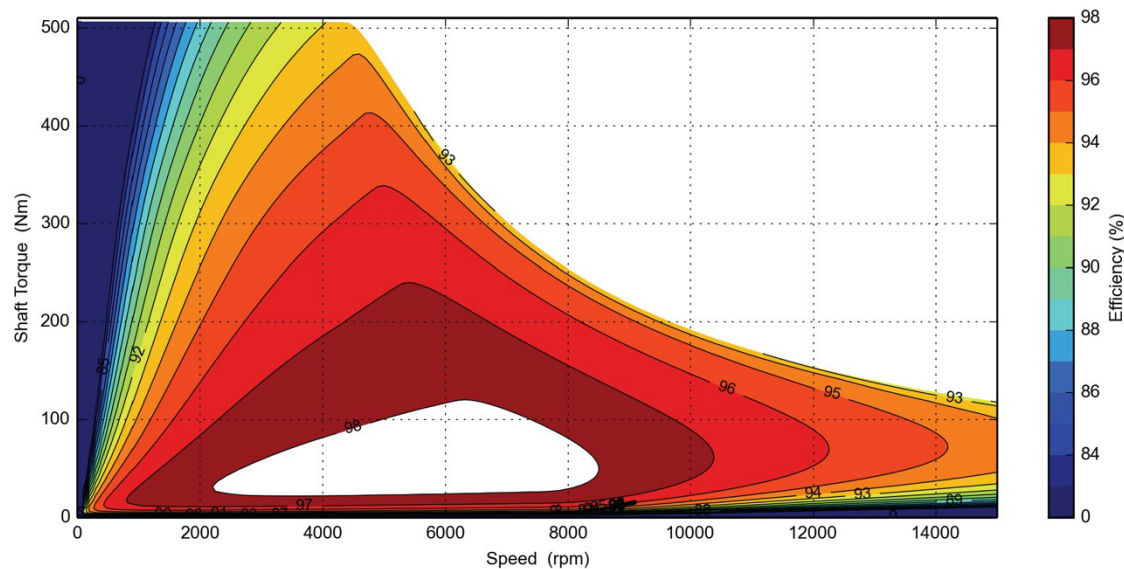
Simulation info:

$\varnothing_{\text{active}} = 225 \text{ mm}$, $L_{\text{active}} = 134 \text{ mm}$, air gap = 0.7mm
54 slot 6 pole, 3 phases
M250-35A as stator and rotor laminations.
Single layer V shape PM grade N38UH. $W_{\text{magnet}} = 1.8 \text{ kg}$
DC bus of 350V with maximum modulation index of 1
Max phase current of 1000 Arms at 33.8 A/mm²
E-Magnetic without Thermal Coupling

Temperature setup:

Armature winding 90C (Intentionally set low to be conservative for our design)
Rotor magnets 90°C
Stator and rotor laminations 90°C

Our PMaSynRM Efficiency Map



Simulation info:

$\varnothing_{\text{active}} = 229.4\sim 238$ mm, $L_{\text{active}} = 121$ mm, air gap = 1.05~1.7 mm
44 slot 6 pole, 22 phases operate in sync as 11 phases
M250-35A as stator and rotor laminations.
Double layer V shape PM grade N35UH. $W_{\text{magnet}} = 2.03$ kg
DC bus of 48V with maximum modulation index of 1
Max phase current of 883.9 Arms at 33.4 A/mm²
E-Magnetic without Thermal Coupling

Temperature setup:

Armature winding 80°C
Rotor magnets 90°C
Stator and rotor laminations 90°C
(our recent paper on in-conductor direct cooling justifies for such a low setting, which is quite conservative, as the partial load temperatures will be even lower.)

WLTC Class 3b Cycle Comparison on different vehicle sizes

	Tesla Model 3 RWD Long Range	mid-size sedan
Static mass (including driver):	(1730 + 80) kg	(1750 + 80) kg
Frontal area	2.22 m ²	2.8 m ²
Drag coefficient	0.23	0.28
Rolling resistance coefficient	0.015	0.015
Tire size	235/45 R18	225/50 R17

	Tesla 2017 Model 3 PM + 2017 Model 3 SiC MOSFET inverter	our PMSynRM + our 22 phase MOSFET inverter
Gearbox ratio	9	9
Gearbox efficiency & additional frictional load in drivetrain to the motor	97 % 0.5 Nm	97 % 0.5 Nm
Motor temperatures	winding 90 °C rotor magnet 90 °C stator lamination 90 °C rotor lamination 90 °C	winding 80 °C rotor magnet 90 °C stator lamination 90 °C rotor lamination 90 °C
Battery pack	350 V with $R_{bat_pac} = 5 \text{ m}\Omega$	48 V with $R_{bat_pac} = 0.08 \text{ m}\Omega$
Interconnect resistance, drive to battery pack	1 m Ω	0.29 m Ω
Drive design	3 phase with 650V SiC MOSFETs	22 phase with 60V MOSFETs
Switches in each drive phase	4 in parallel, each at $R_{dson} = 9.6 \text{ m}\Omega$	4 in parallel, each at $R_{dson} = 1.4 \text{ m}\Omega$
Interconnect resistance per phase in drive	0.5 m Ω	0.25 m Ω
Drive switching loss model	20 kHz ideal sine wave current without ripple	20 kHz ideal sine wave current without ripple

WLTC Class 3b Cycle Comparison

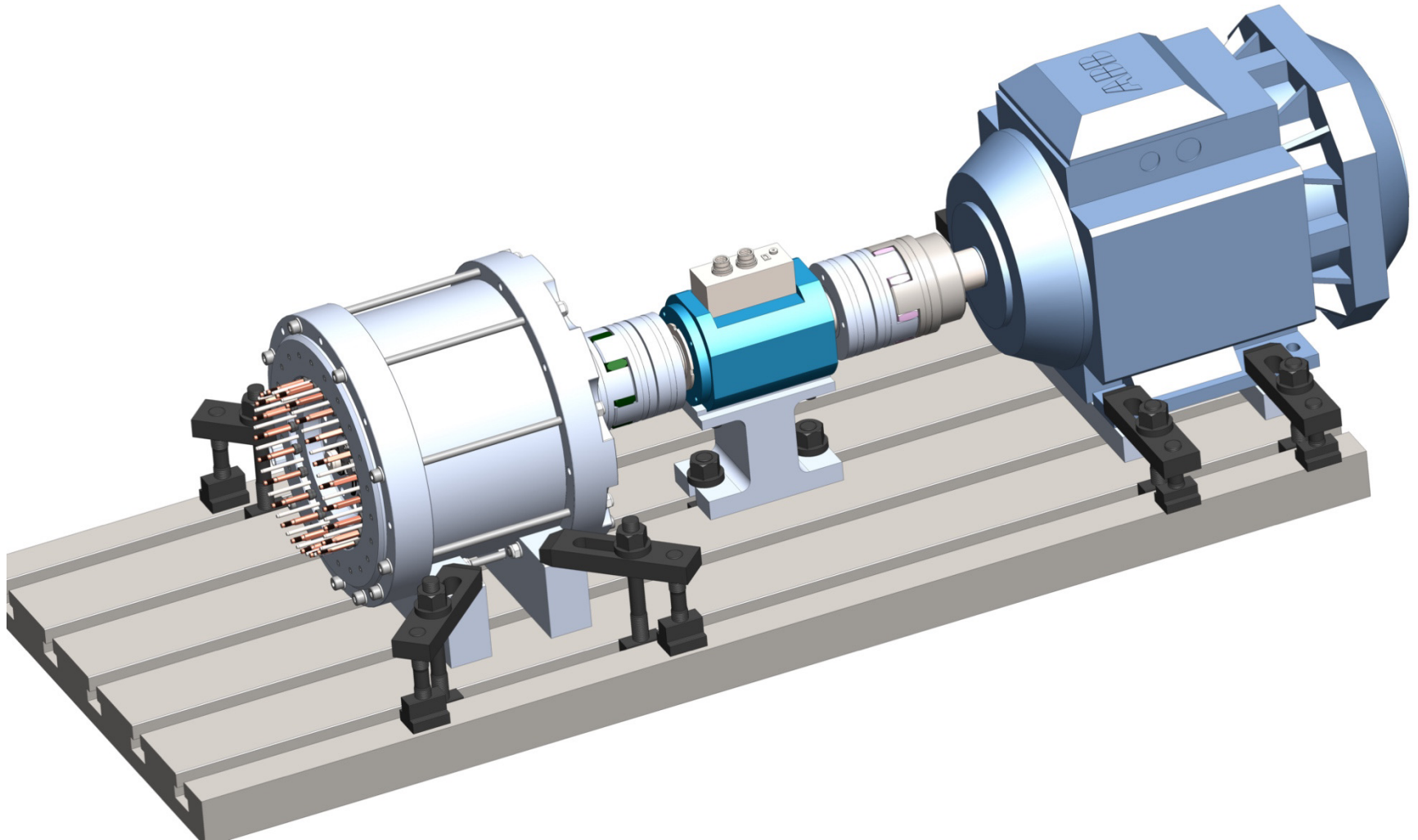
(TM3 RWD LR / mid-size sedan)	Tesla 2017 Model 3 PM + 2017 Model 3 SiC MOSFET inverter	our PMSynRM + our 22 phase MOSFET inverter
Ideal loss in kWh/100km (exclde powertrain losses)	11.85 / 14.31	11.85 / 14.31
Overall energy efficiency	84.06 % / 85.77 %	85.15 % / 86.64 %
Overall range efficiency in kWh/100km	14.09 / 16.69	13.91 / 16.52
Mean motor losses in Watt	410 / 431	255 / 271
Peak motor losses in Watt	1470 / 1680	1127 / 1174
Mean drive losses in Watt	153 / 157	175 / 183
Peak drive losses in Watt	752.3 / 747.2	904.7 / 899.4
Overall range improvement	0 / 0	1.29 % / 1.03 %

DRIVE

DRIVA – 48V drive



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY



DRIVE

DRIVA – 48V drive



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Frågor

DRIVE

Program



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ ~~Introduktion~~

9.15 ~~Presentation av forskningsresultat inom DRIVE~~

- ~~• Magnus Hummelgård – Utvecklingen för MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang – Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- ~~• Manisha Phadatare – Kisel-nanografitt kompositer för batterianoder~~
- ~~• Nicklas Blomquist – Storskaliga processer~~
- ~~• Stefan Haller – Krafterlektronik för batterier och elmotorer~~
- ~~• Peng Cheng – Lågspänningsdrivlina för elbilar~~

10.45 Fikapaus

11.00 Spinn-off effekter och framtidsspaning

11.30 Lab-tur för deltagare på campus

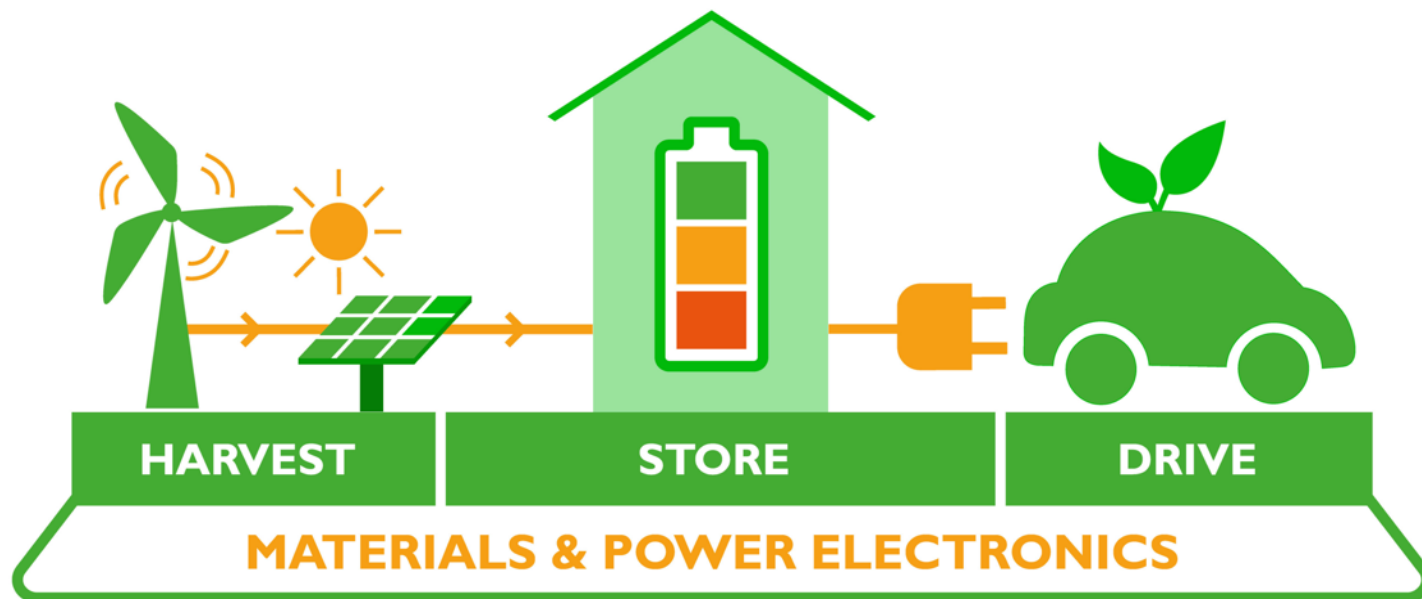
DRIVE

Fika



Mittuniversitetet
MID SWEDEN UNIVERSITY

Paus för fika mellan 10:45-11:00



Ny kunskap

41 vetenskapliga publikationer

Spinn-off projekt

Grön energiutvinnning i urban Miljö (EU)

Testbädd: Bestrykning av grafenkompositer (SIO-grafen)

Water FFR - snabb frekvensreglering (EM)

Forskarskola inom energisystem (KK-stiftelsen)

Aluminium-jon batterier (EM)

Kunskapsspridning

Samarbete med 39 olika företag

Akademiska och populärvetenskapliga seminarier

Workshops med bl.a. kommun och region

Genererat uppslag för nya projekt och samarbeten

Nya uppslag eller idéer?

Kontaktuppgifter finns via miun.se/drive

DRIVE

Program



Mittuniversitetet

MID SWEDEN UNIVERSITY

~~9:00~~ — ~~Introduktion~~

9.15 ~~Presentation av forskningsresultat inom DRIVE~~

- ~~• Magnus Hummelgård — Utvecklingen av MILAB~~
- ~~• Renyun Zhang — Cellulosabaserade nanogeneratorer~~
- ~~• Manisha Phadatare — Kisel-nanografitt kompositer för batterianoder~~
- ~~• Nicklas Blomquist — Storskaliga processer~~
- ~~• Stefan Haller — Kraftelektronik för batterier och elmotorer~~
- ~~• Peng Cheng — Lågspänningsdrivlina för elbilar~~

~~10.45~~ — ~~Fikapaus~~

~~11.00~~ — ~~Spinn-off effekter och framtidsspaning~~

11.30 Lab-tur för deltagare på campus