



Elektrisk veg

Dynamisk batterilading av elektriske kjøretøy

Jon Are Suul

SINTEF Energi / NTNU Institutt for teknisk kybernetikk



Bakgrunn

Antall elbiler

180 000

140 000

100 000

60 000

20 000

2010

2012

2014

2016

2018

Markedsandel

30 %

23 %

17 %

10 %

3 %

<https://elbil.no/elbilstatistikk/>





Økende behov for integrasjon av infrastruktur

- Fremtidig ladeinfrastruktur langs transportkorridorer må betjene:
 - Høyt antall elektriske personbiler
 - Elektriske nyttekjøretøy
 - Høyt energibehov
 - Lang daglig kjørelengde
 - Lang driftstid



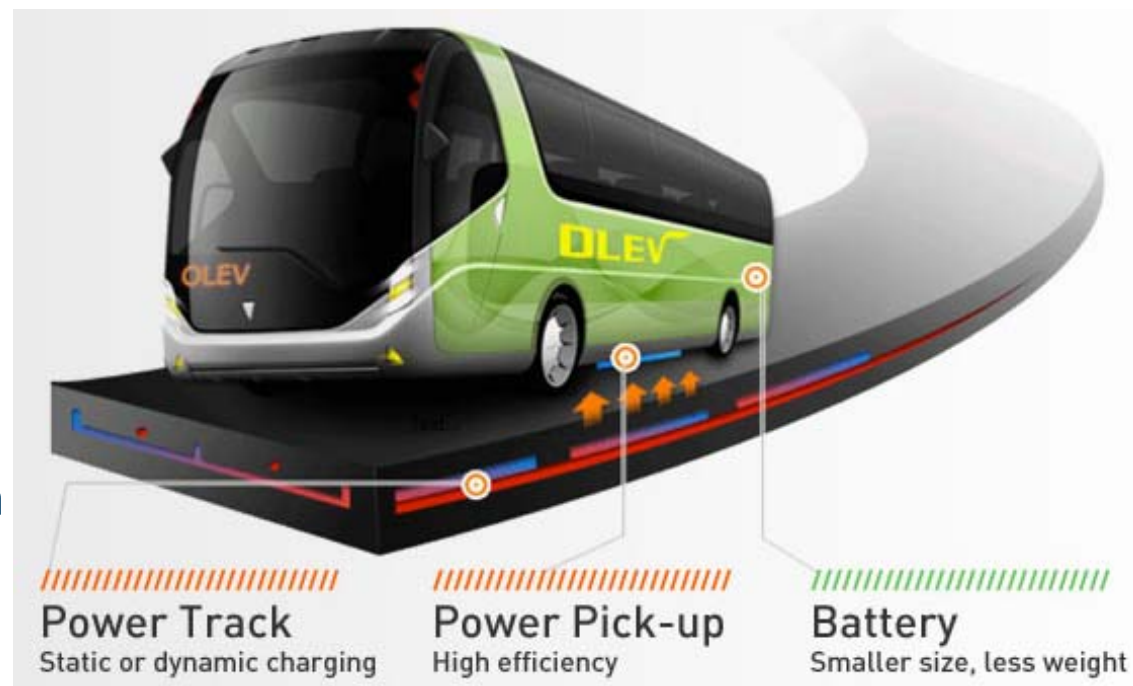
Økende effektkrav for hurtiglading

- Hurtiglading av elbil opp til 350 kW
- Holdeplasslading av busser opp til 600 kW
- Tesla Megacharger – 1.2-1.6 MW?
- Nettutbygging eller lokalt energilager?

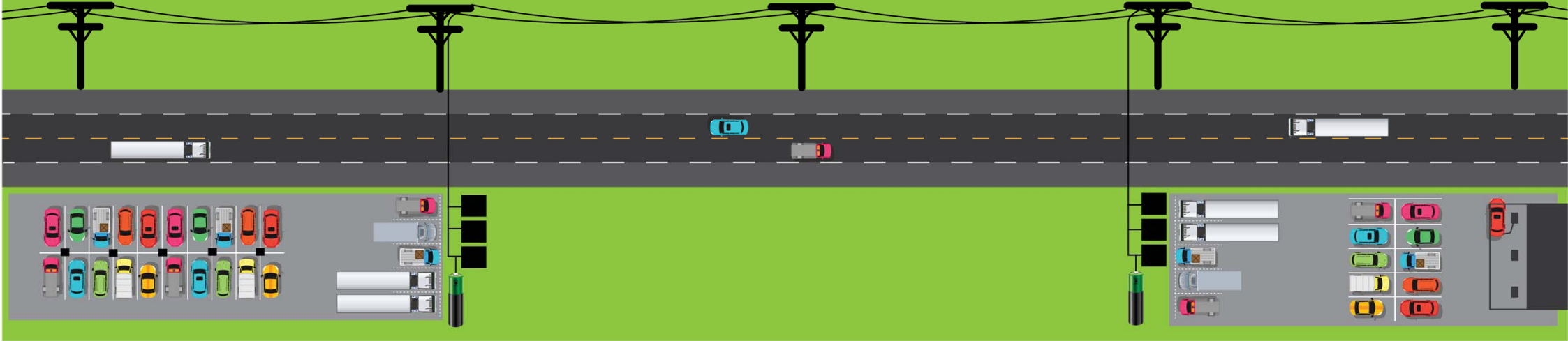


Muligheter med dynamisk energioverføring

- Tidsmessig og geografisk fordeling av effekt/energi-behov for batterilading
- Redusert behov for energilager om bord på kjøretøy
- Mulighet for "uendelig" kjørelengde uten stopp for batterilading
- Muliggjørende teknologi for autonom langtransport
- **Utfordring: Infrastrukturkostnad**



Stasjonær hurtiglading



Dynamisk energioverføring – Elektrisk veg



Konsepter for elektrisk veg



Dynamisk induktiv energioverføring

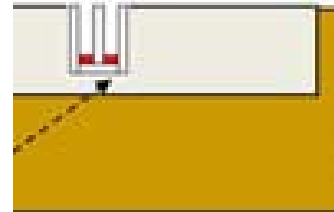
Konduktiv dynamisk energioverføring

- Løsninger under utvikling:
 - Kjøreledning
 - Siemens e-Highway
 - Strømskinne i vegbanen
 - Elways – utviklet spesielt for vegtrafikk
 - Alstom APS – tilpasset fra løsninger for trikk
 - Elonroads – utviklet spesielt for vegtrafikk
 - Strømskinne integrert i autovern
 - Demonstrert for elbiler i høy hastighet av Honda i Japan



Eksempel – eRoad Arlanda

- Demonstrasjons-prosjekt på 2 km offentlig veg i Sverige
- Basert på teknologi fra Elways: <https://eroadarlanda.com/>
 - Skinne integrert i vegbanen
 - Jordet metall-struktur på vegoverflaten
 - Glidekontakter i nedsenkede spor:
- Fullført installasjon i desember 2017
- Testdrift i 2018-2019



eRoadArlanda

Eksempel – Alstom APS

- Korte seksjoner med glidekontakter på veioverflaten
 - Festet i betongelement
- Tidligere testet med 435 m installasjon ved Volvos testsenter i Hällered, Sverige
- Demonstrasjonsprosjekt på offentlig veg ved Landvetter/Göteborg under utredning av konsortiet "Västsvenska elvägar"



O. Olsson, "Project Report, Phase 1: Slide-in Electric Road System – Conductive project report," Viktoria Swedish ICT, April 2014



P. Duprat, "APS for Raod – Alstom ERS Solution," presentation during meeting with ELinGO project, Trondheim, 20.10.2016

Motivasjon for kontaktløs energioverføring

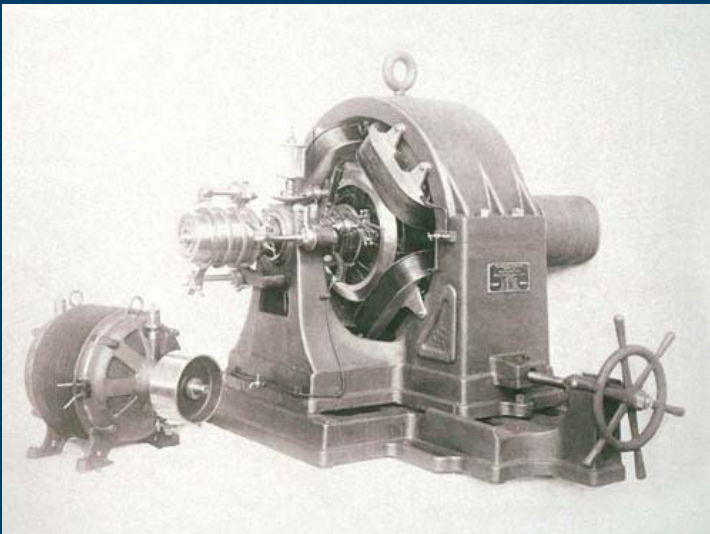
- Eliminere elektriske (glide-)kontakter
- Mulighet for skjult og innkapslet installasjon
 - Unngå slitasje og mekanisk påkjenning på komponenter
 - Kan unngå brudd i veibanens asfaltoverflate
 - Unngår utfordringer med drift i forurenset miljø
 - Støv, salt, fuktighet, is/snø etc.
- Unngår behov for aktive posisjoneringssystemer for mottakerenhet på kjøretøyet



O. Olsson, "Project Report, Phase 1: Slide-in Electric Road System – Inductive project report," Viktoria Swedish ICT, May 2014

Kontaktløs induktiv energioverføring

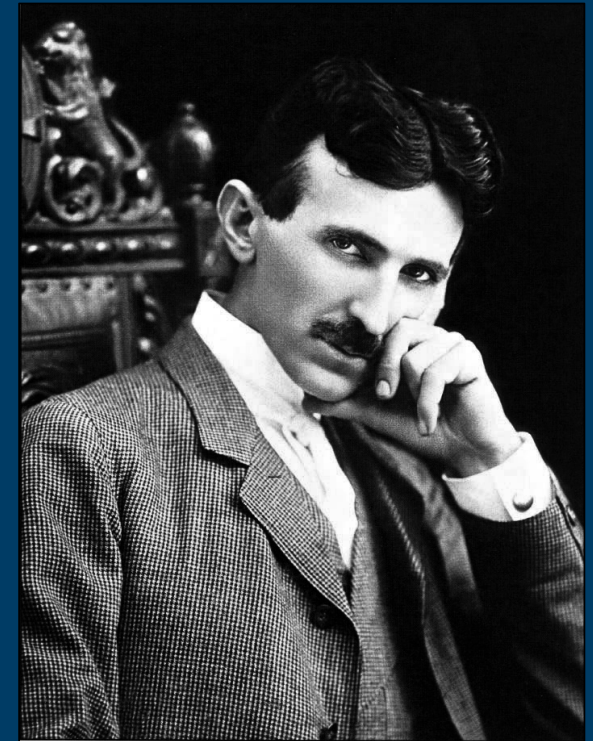
Grunnleggende prinsipper for induktiv energioverføring har vært kjent i over et århundre



Tesla motor fra Westinghouse



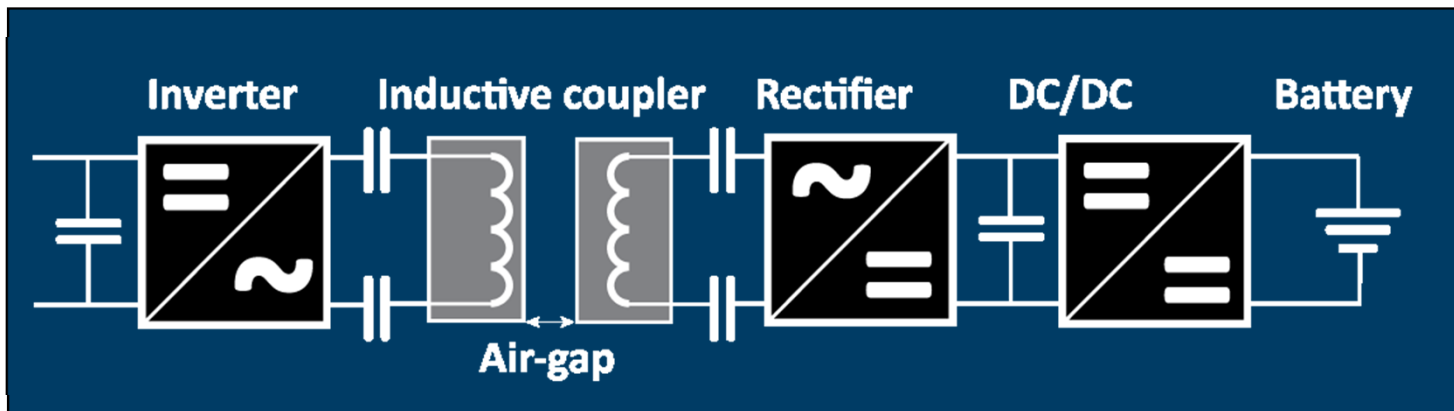
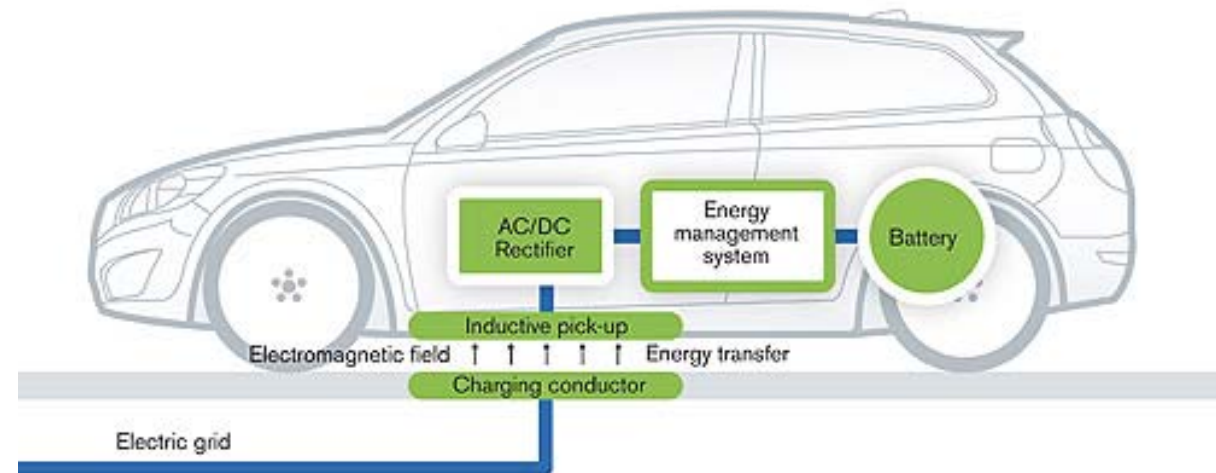
"World wireless system"



Nikola Tesla - 1896

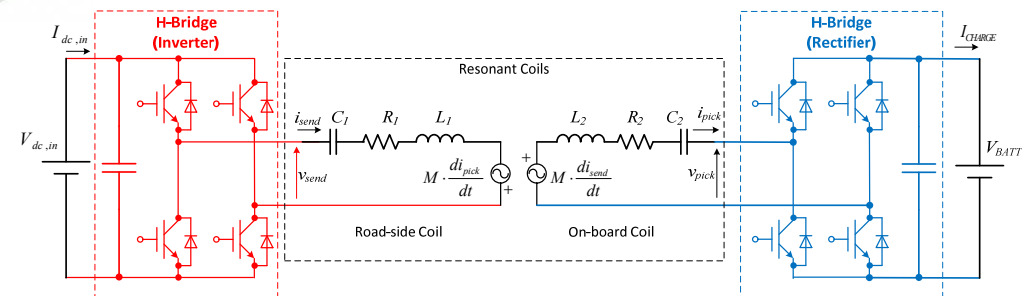
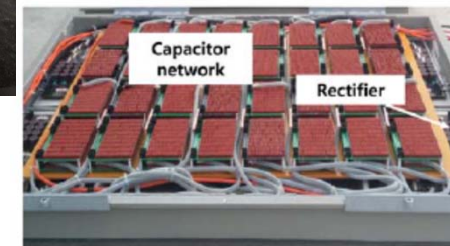
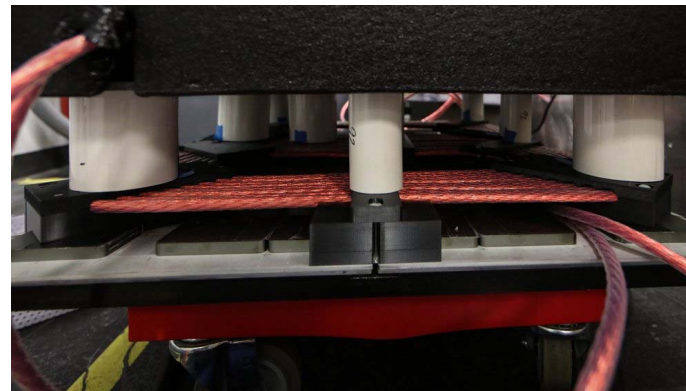
Grunnprinsipp for induktiv teknologi

- Effektoverføring via magnetisk felt mellom to spoler
- Resonanskrets regulert av kraftelektronikkomformere



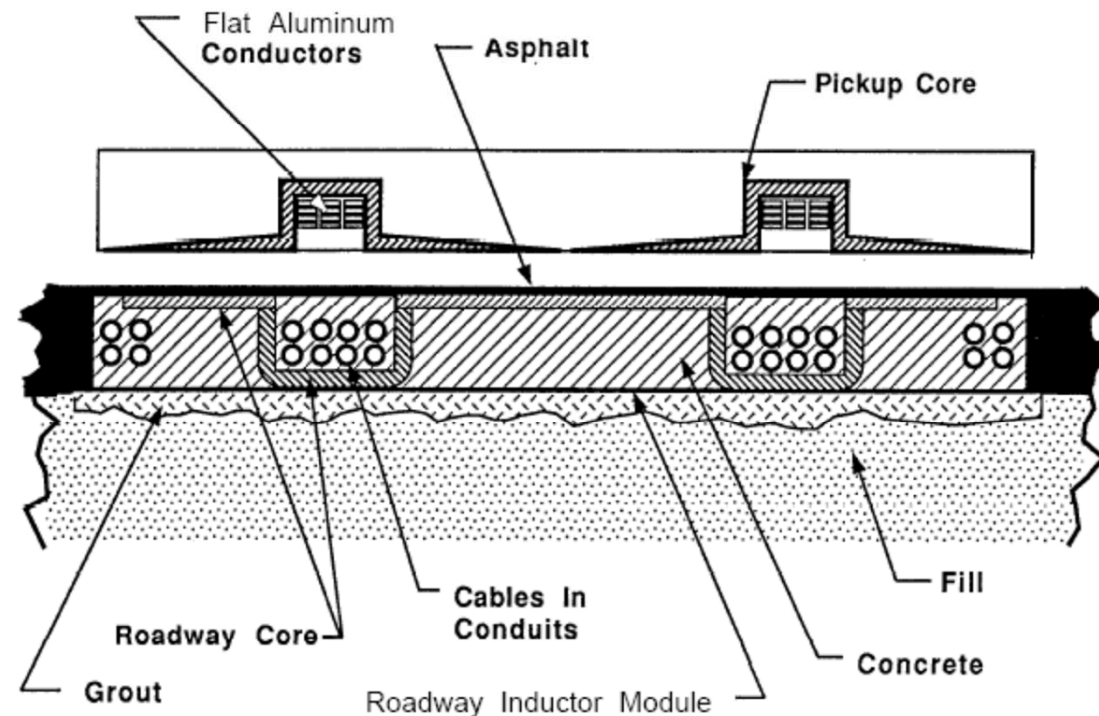
Hovedelementer i systemer for induktiv lading

- Magnetiske spoler
 - Avsenderside og mottakerside
 - Kobbervikling, magnetisk materiale, isolasjon og mekanisk struktur
- Kondensatorer for resonanskrets
- kraftelektronikkomformere
 - Halvlederkomponenter
 - Kjøleflens og hjelpeelektronikk



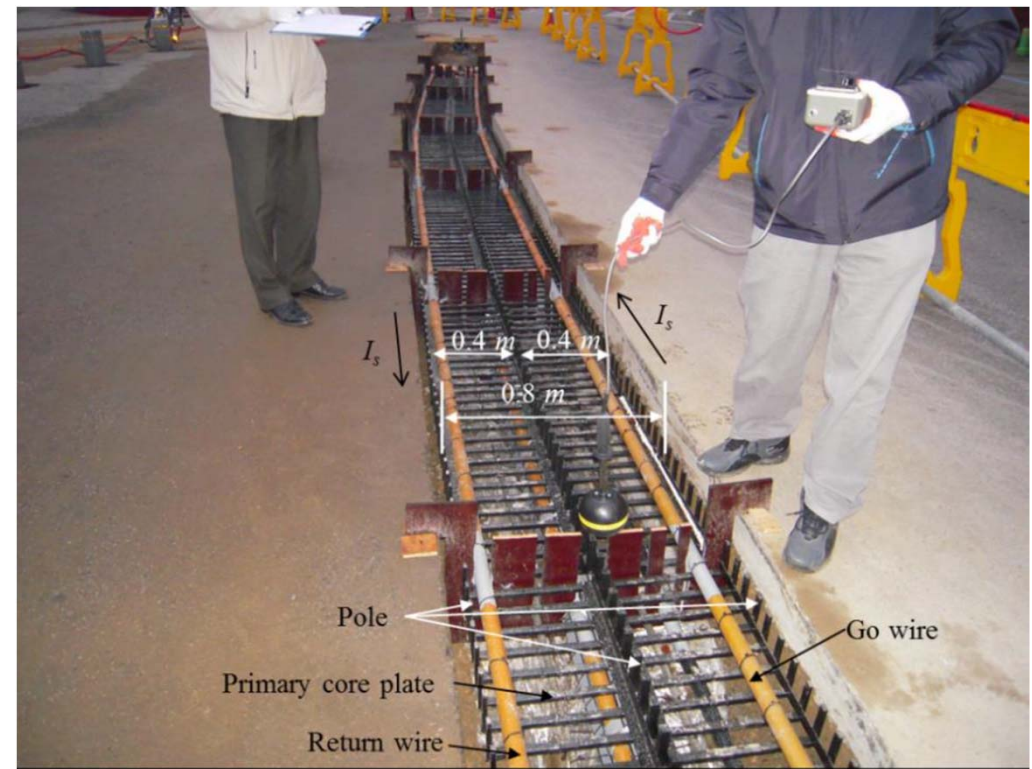
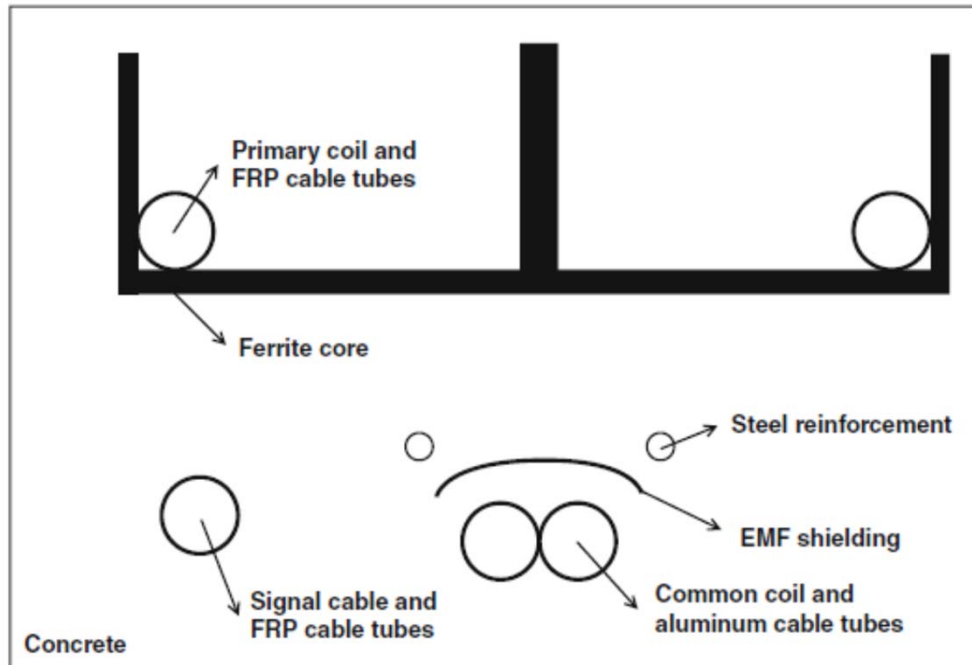
Elektrisk veg med induktiv energioverføring

- Elektrisk installasjon integrert i vegbanen
- Alle komponenter i vegbanen kan dekkes av ordinært asfaltlag
- Mange ulike strategier for elektromagnetisk og mekanisk design
- Lange eller korte seksjoner
- En eller flere magnetiske poler per seksjon



California PATH Project Report, "Roadway Powered Electric Vehicle Project – Track Construction and Testing Program Phase 3D, 1994, /
Chun T. Rim, "The Development and Deployment of On-Line Electric Vehicles (OLEV),
Presentation ECCE, Denver, Colorado, USA, September 2013

Eksempel: On-line Electric Vehicle (OLEV) – 3G



OLEV – andre varianter av konstruksjonsmetoder

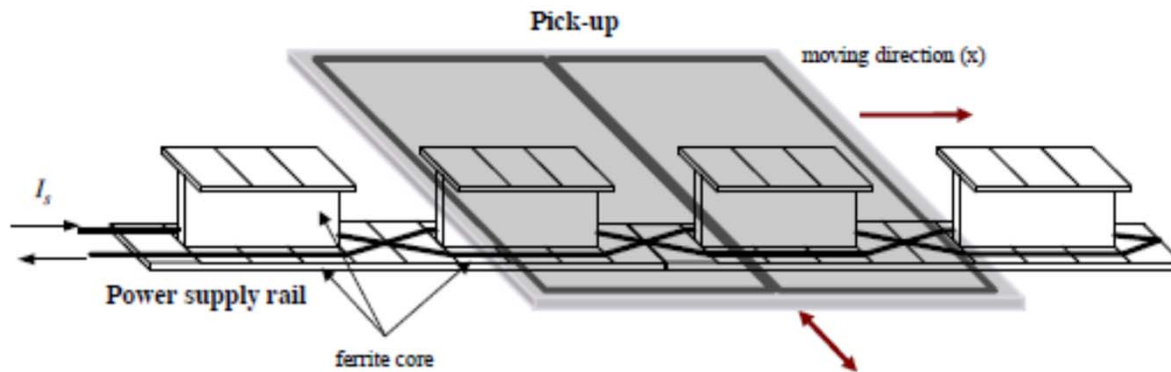
- Konstruksjon av lang viklingsseksjon direkte i vegbanen
- Bred og tynn konstruksjon
- Installasjon av pre-fabrikkerte betongelementer
- Dypere konstruksjon



Dongwan OLEV /
Guy Frémont, "Dynamic electric charging on motorways," Fabric project, Technical Sessions on Pavement Management & Performance, Barcelona, 23.05.2017

OLEV 4G

- Smal og relativt dyp konstruksjon
- Lange seksjoner
- Alternierende magnetiske poler



Teknologi fra Bombardier



- Prefabrikkerte betongelementer for kontaktløs holdeplasslading av elektriske busser
- Alternative løsninger for installasjon på lengre vegstrekninger (i 20 m lange seksjoner)



Bombardier /
Guy Frémont, "Dynamic electric charging on motorways,"
Fabric project, Technical Sessions on Pavement
Management & Performance, Barcelona, 23.05.2017

O. Olsson, "Project Report, Phase 1: Slide-in Electric
Road System – Inductive project report," Viktoria
Swedish ICT, May 2014

EU-prosjektet FABRIC: Test i Frankrike

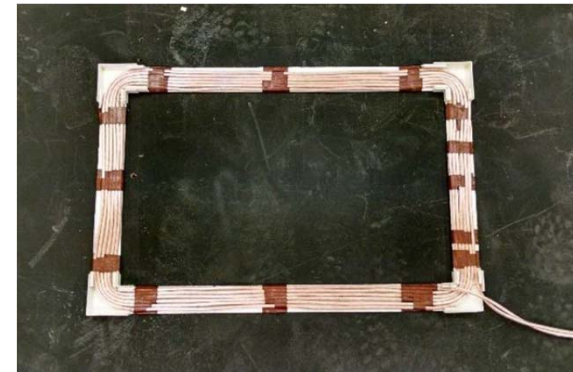
- Test og demonstrasjon basert på teknologi fra Qualcomm
- Mange korte seksjoner
- Installert i permanent grøft/kabelgate



A. Amditis, "Feasibility analysis and development of on-road charging solutions for future electric vehicles," presented at the *23rd World Congress on Intelligent Transport Systems, Melbourne, 10-14 October 2016*,
J. De Blas, "FABRIC first results and overview," presented at the *IV European Electric Vehicle Congress, 27.10.2017*

EU-prosjektet FABRIC: Test i Italia

- Teknologi utviklet ved Politecnico di Torine
- Korte rektangulære viklinger
- Analyse av hvordan innkapslingsmaterialer og vegdekke påvirker elektriske karakteristikk
- Materialvalg i asfalt kan være viktig for virkningsgrad og elektriske karakteristikk



P. Guglielmi, "The story of the Italian test site," presented at the FABRIC Final Event, Torino, Italy, 21. June 2018

EU-prosjektet FABRIC: Test i Italia



Electreon

- Israelsk selskap med lite åpen teknologiinformasjon
- Kandidat til å bygge pilot-installasjon i Visby på Gotland
 - Avgjøres i april 2019
- Hevder å ha utviklet en rask og effektiv metode for installasjon av egen teknologi for induktiv energioverføring
 - 1 km per døgn (/natt)

ELECTREON
CHARGING THE WAY FORWARD

Product

Technology

Investors

About

Media

Contact us

What does the technology include?

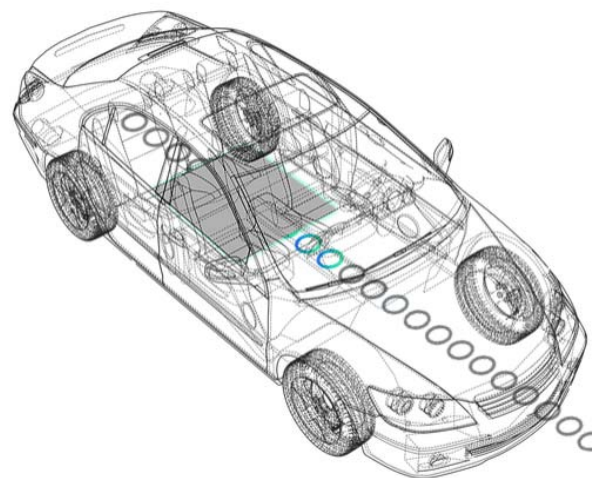
A unique DWPT system (Dynamic Wireless Power Transfer)

Road infrastructure - placed under the road at the center of the traffic lane

A receiver - located under the vehicle chassis

Communication system - provides real-time communication with each vehicle

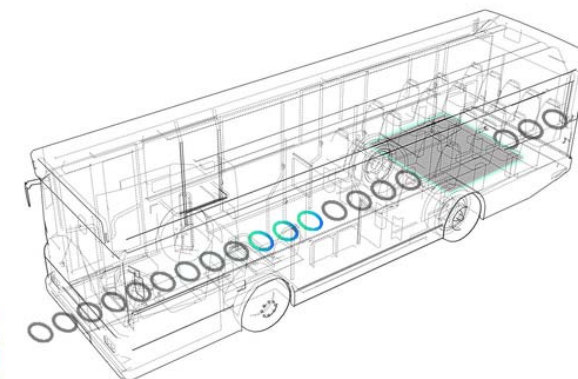
Power station - An underground system that transmits the energy to the road's infrastructure



The Smart Road implementation process

Placing unique copper coils along the center of the traffic lane. This is a continuous process that can cover a kilometer in one night without interrupting daily life.

After deploying the coils, the road is covered with asphalt, and we're good to go.



Magnetisierbare Materialien für Verkehrsbauwerke?

https://www.magment.de/en-home



MAGMENT

ENGLISH 中文 DEUTSCH ESPAÑOL



NEWS

Search

DOWNLOADS

Aug 2, 2018

Elektor Business Magazine → MAGMATH: online Designsoftware für kundenspezifische Induktoren

Read More

Innovative **concrete** material created from **cement** and **recycled magnetic particles** that enhances the **transfer of energy** with high robustness and excellent performance

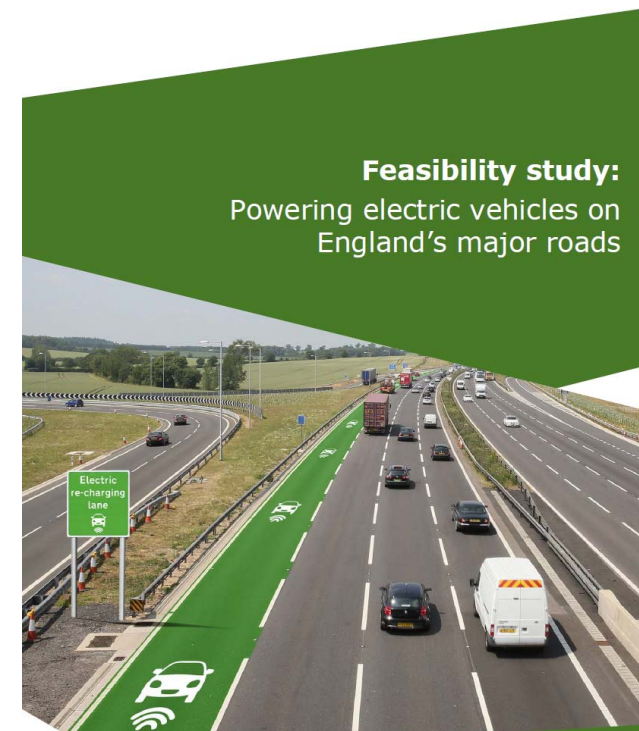


Oppsummering – induktiv "elektrisk veg"

- Ingen tvil om teknisk gjennomførbarhet
- Flere nasjonale studier av muligheter for "elektrisk veg" med dynamisk energioverføring til kjøretøy
- Mange ulike løsninger under utvikling
- Viktige forskningsspørsmål:
 - Kostnadsreduksjon
 - Installasjonsmetoder
 - Standardisering



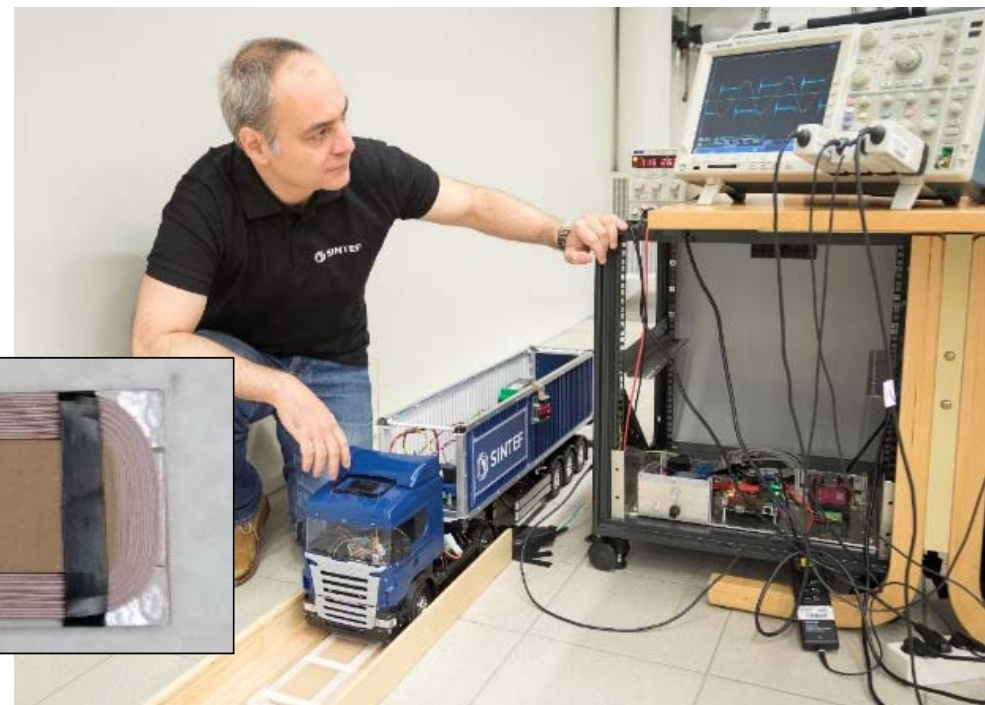
ELinGO – på vei mot en transformasjon av tungtransporten?



Feasibility study:
Powering electric vehicles on
England's major roads

Eksempel på småskalademonstrasjon ved SINTEF

- Laboratedemonstrasjon innen IPN-prosjektet ELinGO
- Basert på lastebilmodell i skala 1:14
 - Spole for avsender-side: 440x100 mm
 - Spole for mottaker-side: 100x100 mm
 - Resonansfrekvens: 75 kHz





Teknologi for et bedre samfunn