evs 27
The 27th INTERNATIONAL ELECTRIC VEHICLE SYMPOSIUM & EXHIBITION
BARCELONA
17th-20th November 2013

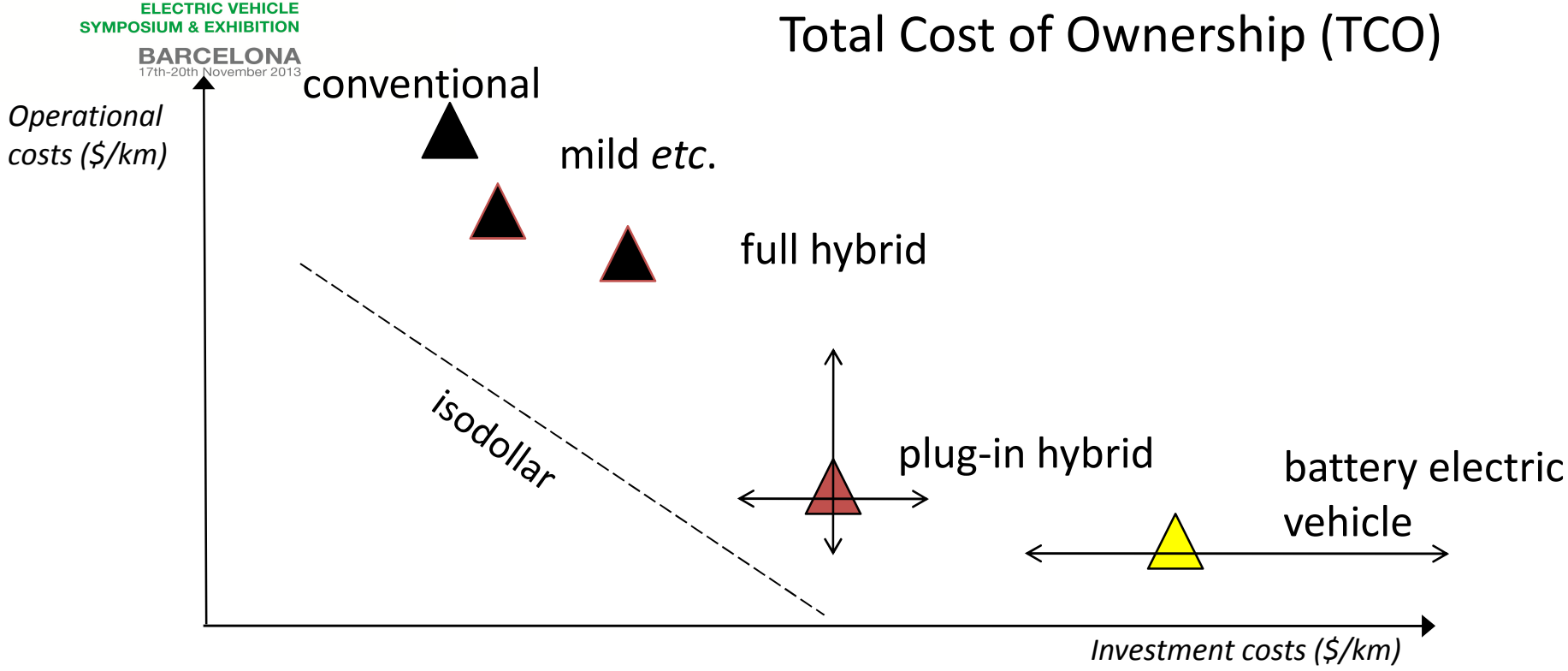
GPS measurement of Swedish car movements for assessment of possible electrification

Sten Karlsson, Lars-Henrik Kullingsjö

Energy and Environment
Chalmers University of Technology, Gothenburg
Sweden

Organized by Fira Barcelona avele
Hosted by AVERE mea Ajuntament de Barcelona
In collaboration with EVAAP EDTA
Supported by European Commission

Why movement patterns?



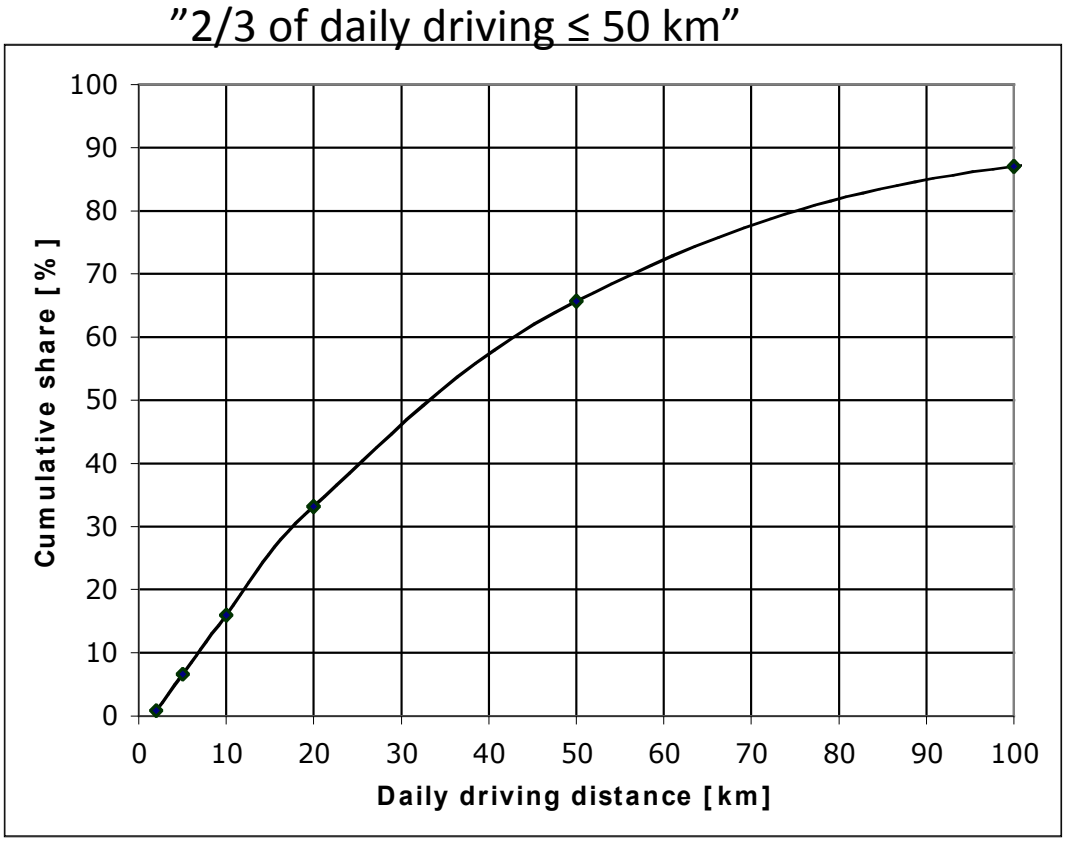
↔ technology, *battery costs*

driving distance *movement pattern*

↕ electric drive fraction *battery size*, *movement pattern* *recharging opportunities*

Travel survey data?

- Track persons, not cars (as in Sweden)
- Short periods, often one day (as in Sweden)



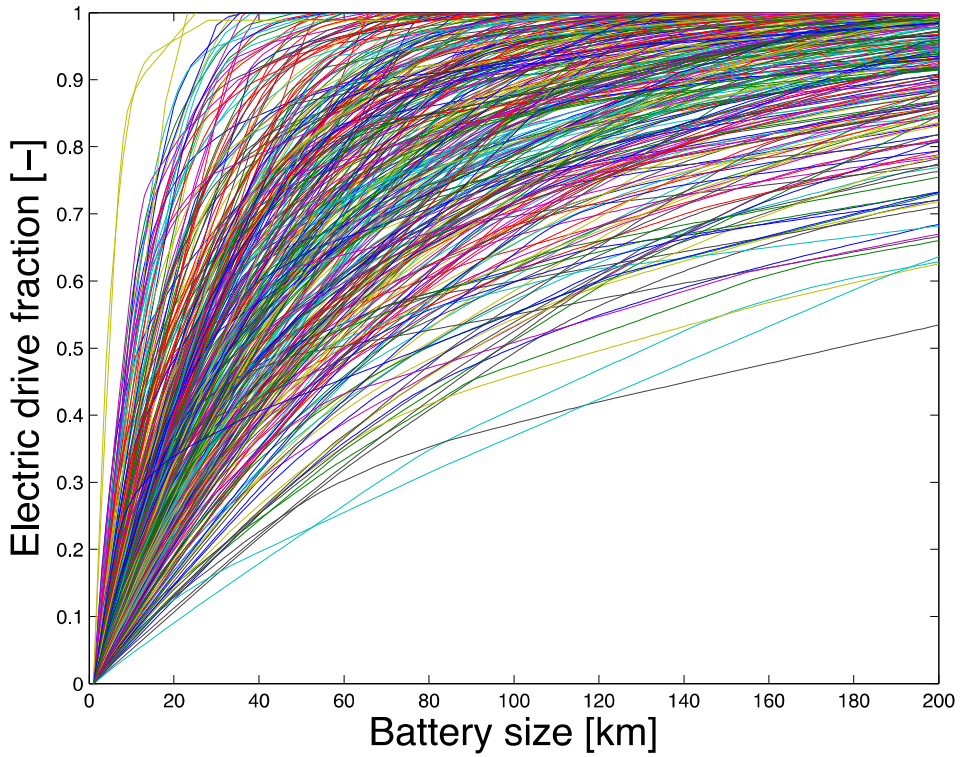
Effects of variability in movement patterns

Large variability in real movement patterns
=>

Huge differences in opportunities to utilize a specified battery!

Movement patterns matter !

(Fig. Assumed full recharging every break > 10 hrs)



evs 27
The 27th INTERNATIONAL ELECTRIC VEHICLE SYMPOSIUM & EXHIBITION
BARCELONA
17th-20th November 2013

The Swedish car movement data project

The aim has been to collect good and representative data on Swedish car movement patterns by:

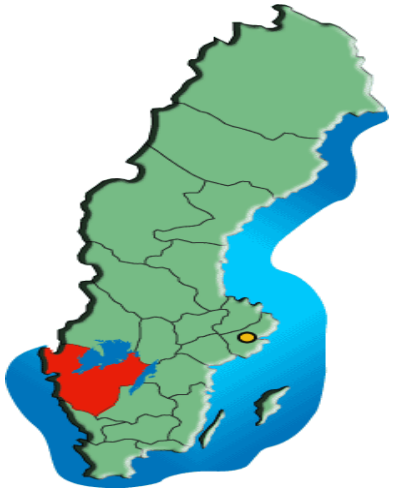
- GPS-logging of car movements (time, position, speed) in the current Swedish (conventional) car fleet

=>

- Analyses of PHEV design (battery), viability and potential

Swedish Energy Agency
CHALMERS
CONSAT
Göteborg Energi
LINDHOLMEN SCIENCE PARK
telenor
VATTENFALL

The targeted vehicles



- The county of Västra Götaland + Kungsbacka municipality (includes Gothenburg, 2:nd largest city) ≈ 1/6 of Swedish fleet

- Privately driven cars (inclusive of company cars)

- ≤ 100 months old (= most important for economy and purchase)

The selection

Stratified random selection from Swedish vehicle register

- ownership: natural person / company cars
- region: Gothenburg area / rest of the region
- model yr: old /new
- fuel: diesel / all other (not electricity)
- weight: light / heavy

The request

- Request by letter
- ≈ 5-10 % positive response rate
- Agreement signed
  - participation
  - only for specified research

Godkännande av deltagande

Om studien

Lindholmen Science Park AB ("**Lindholmen**") bedriver tillsammans med Chalmers Tekniska Högskola och Consat AB ett forskningsprojekt innefattande en studie som syftar till att mäta bilrörelser ("**Studien**"). Studien är tänkt att utgöra ett underlag till forskning och industri för att bättre förstå och kunna dimensionera t ex batteristorlek och laddinfrastruktur. Studien genomförs i enlighet med de regler som anges i personuppgiftslagen (1998:204), med Lindholmen som personuppgiftsansvarig. Insamlade personuppgifter kommer enbart att användas i forskningssyfte samt behandlas konfidentiellt, såvida inte informationen måste lämnas ut enligt lag, förordning eller myndighetsföreskrift.

Deltagarna har rätt att en gång om året, kostnadsfritt, få information om vilka personuppgifter Lindholmen har om dem samt om hur dessa används. Sådan begäran från deltagare ska göras skriftligen. Deltagarna har också alltid rätt att skriftligen begära rättelse av felaktiga personuppgifter och att återkalla lämnade samtycken. Kontakta Lindholmen för begäran om information, rättelse etc, på adress ITSS, Lindholmen Science Park, Box 8077, 40278 Göteborg.

Om mitt deltagande

Jag godkänner att följande villkor gäller för mitt deltagande i Studien.

1. Jag har läst och förstått den information som jag har fått om Studien och jag samtycker till att information om min bils rörelsemönster (och därmed, indirekt, information om mig eller andra förare av bilen) samlas in, lagras och analyseras. Jag samtycker också till att uppgifterna sparas och återanvänds i framtida forskningsprojekt som rör bilars rörelsemönster, energieffektivitet, miljöegenskaper, trafiksäkerhet och/eller samhällsplanering.
2. Jag förbinder mig att, i enlighet med bifogade instruktioner, installera den loggningsutrustning som skickas till mig, inklusive GPS-enhet, kablar, dator och sändare. Jag åtar mig att värda loggningsutrustningen varsamt samt inom två veckor efter Lindholmens begäran avinstallera utrustningen och returnera den i bifogat kuvert. Om problem uppstår med loggningsutrustningen under Studien kommer jag så snart som möjligt kontakta Lindholmen och följa de ytterligare instruktioner som jag då får.
3. Jag är införstådd med att bilen förväntas framföras på samma sätt som vanligt och att det är den som kör bilen som är ansvarig för körningen.
4. Jag förbinder mig att informera eventuella andra förare av bilen om Studien och att loggningsutrustningen kommer att registrera även deras körning. Jag kommer även att informera eventuella passagerare om Studien och inte tvinga någon att köra eller åka med i bilen som på grund av Studien inte vill det.
5. Jag förstår att mitt deltagande i Studien är frivilligt och att jag när som helst kan välja att avbryta det.
6. Jag accepterar att jag inte är berättigad till någon ersättning för mitt deltagande i Studien.

Dina kontaktuppgifter, telefon……, e-post……

Bilens registringsnummer:……..

Datum och plats:_____

Signatur:_____ Namnförtydligande:_____

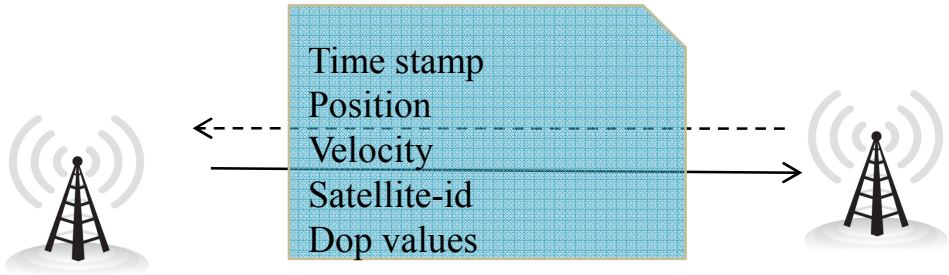
LEGAL#4688V1

The GPS-equipment

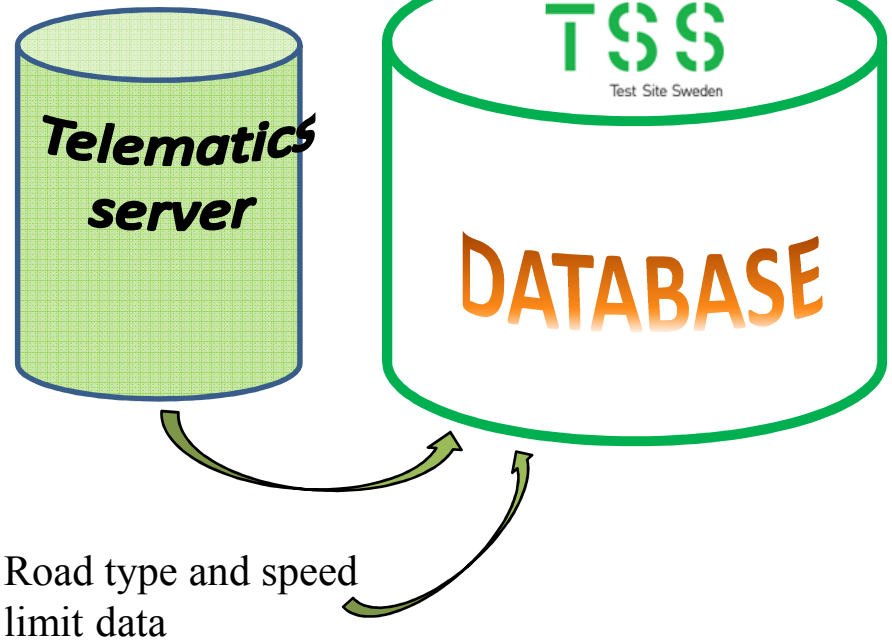
- Commercial equipment
- No connection to the car electronics
- The customer mounts
- Communication via mobile network (2-way)
- Memory card (in case of no coverage)
- 2.5 Hz sampling (as high as possible for simulation)

The measurement campaigns

Performed by Test Site Sweden (TSS)



campaigns • 100 cars
June 2010 – Aug 2012



Road type and speed limit data

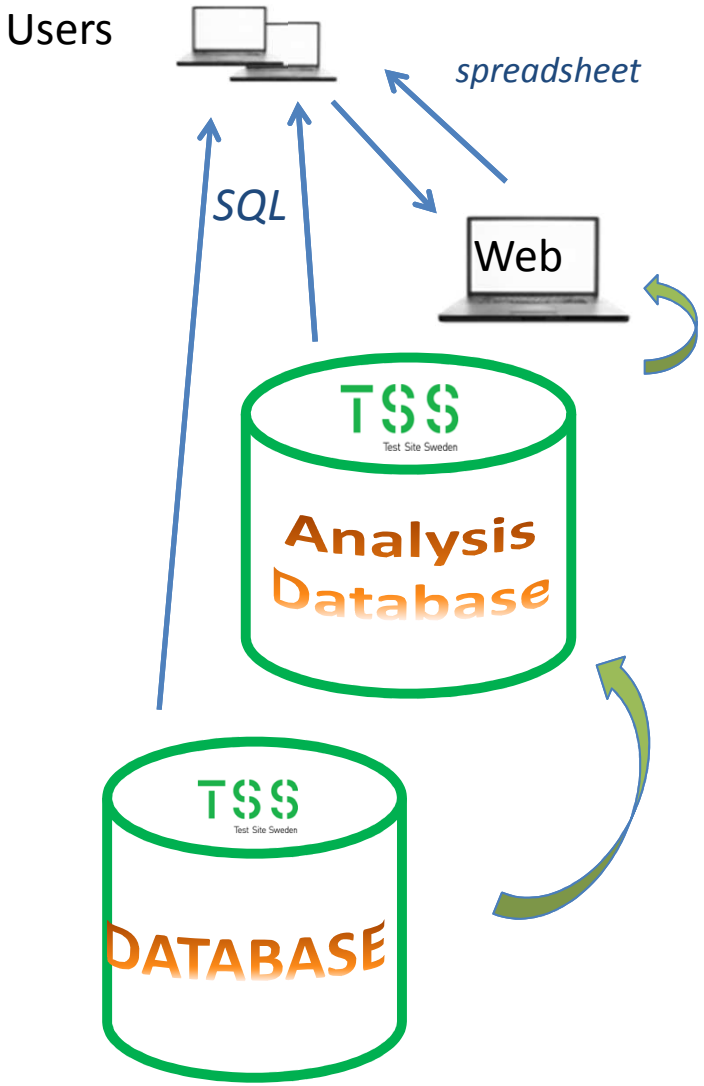
Analysis database statistics

each trip:

- Distance
- Duration
- Start time
- Stop time
- Start latitude/longitude
- Stop latitude/longitude
- Average velocity
- Pause before

each device:

- Total number of trips
- First/last time logged
- Total distance
- Average trip length
- Max trip length
- Total time logged
- Max speed
- Average velocity
- Average velocity squared
- Average velocity cubed

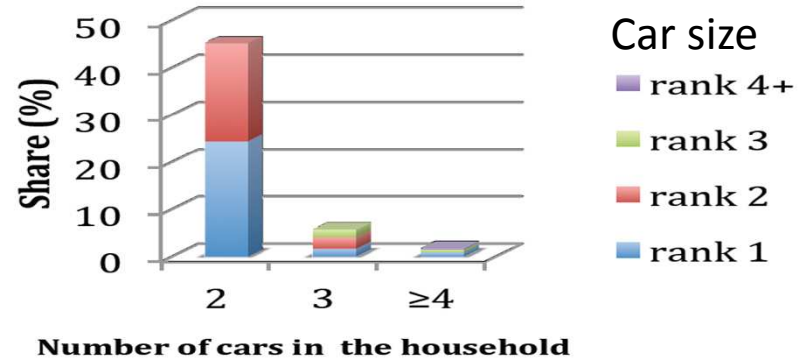


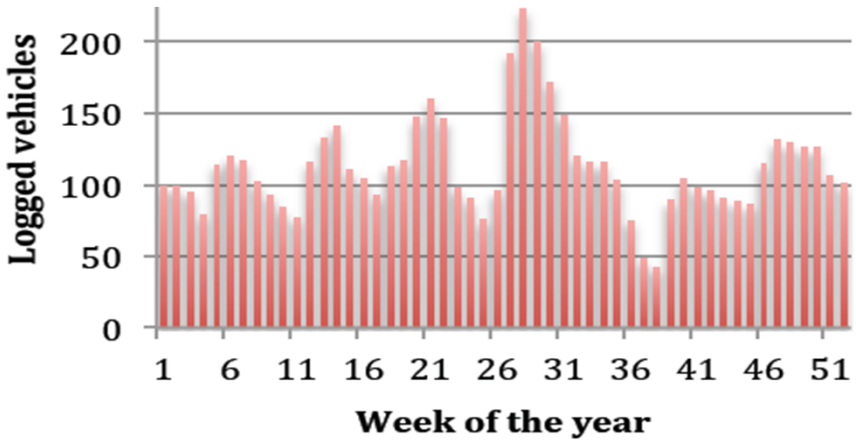
Representativeness

Vehicles, regions and seasons are well or reasonably represented

Parameter	Average for cars with data	Average[a] from vehicle register
Model year	2006.37	2006.12
Maxi. engine power (kW)	98.2	99.5
Cylinder volume (cm^3)	1819	1812
Kerb weight (kg)	1456	1457
Fuel use (litre/100km)	7.22	7.26
CO_2 emission (g CO_2/km)	176	177

Region	Distribution over subregions (*Data All Cars*)	Desired distr. over subregions[a]
Gothenburg region	220	227
2 larger cities	80	88
16 smaller cities	290	260
29 smallest municipalities	124	138
Unknown	3	0
ALL	714	714





Logged driving

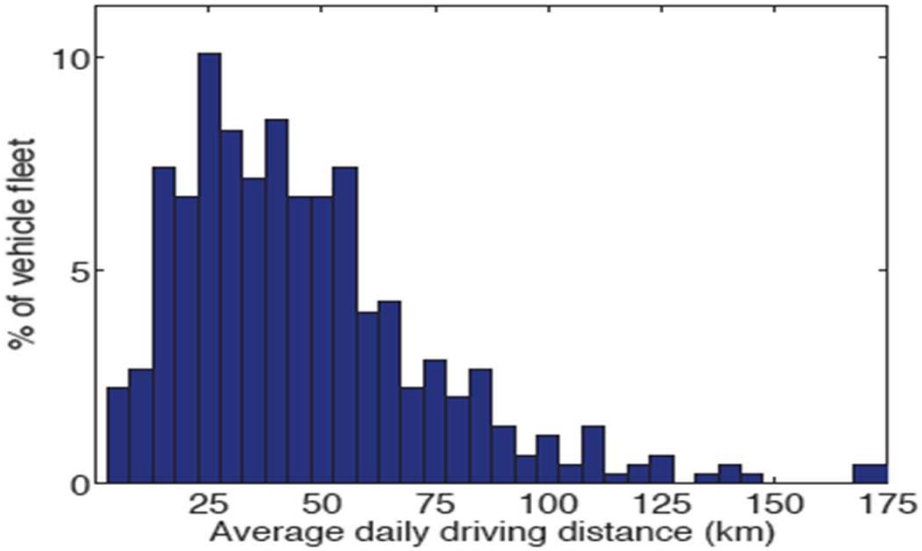
All cars ≥ 30 days ≥ 30 days

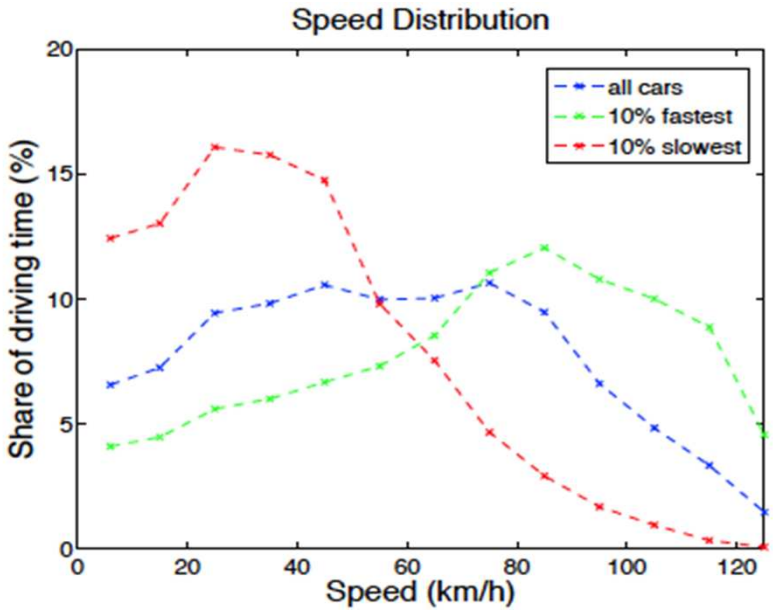
After (our) filtering

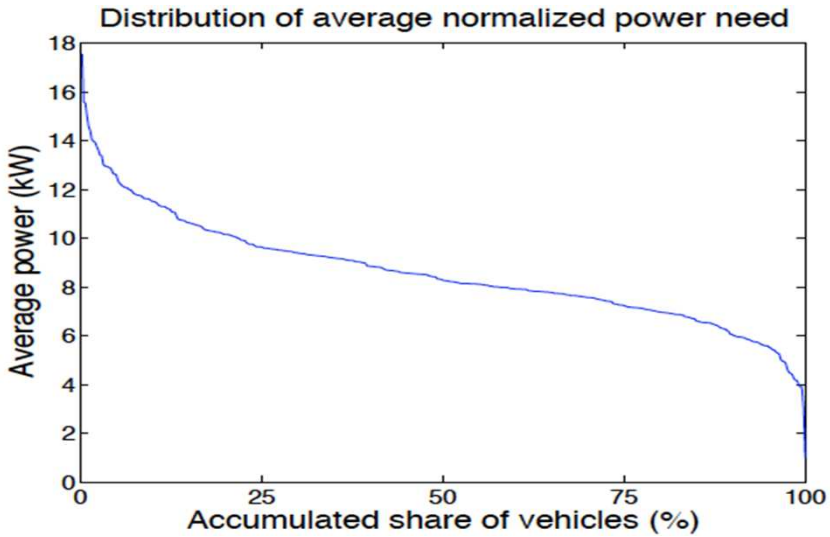
Statistics	*Data All Cars*	*Data Cars 30d+*	*Data Cars Corr 30d+*
Number of cars with data	714	528	445
Total distance (km)	1 314 002	1 207 141	1 174 298
Total travel time (hours)	24 801	22 776	n. a.
Average distance (km)	1 840	2 286	2 639
Average speed (km/h)	53	53	n. a.
Number of trips[a]	134 425	124 458	113 293
Average number of trips[a]	188	236	255
Average trip length[a] (km)	9.8	9.6	10.4
Av. number of trips per day[a]	3.8	3.7	4.4

The driving

- Distribution of *daily distance*, *speed* and (normalized) *power* need at the wheels



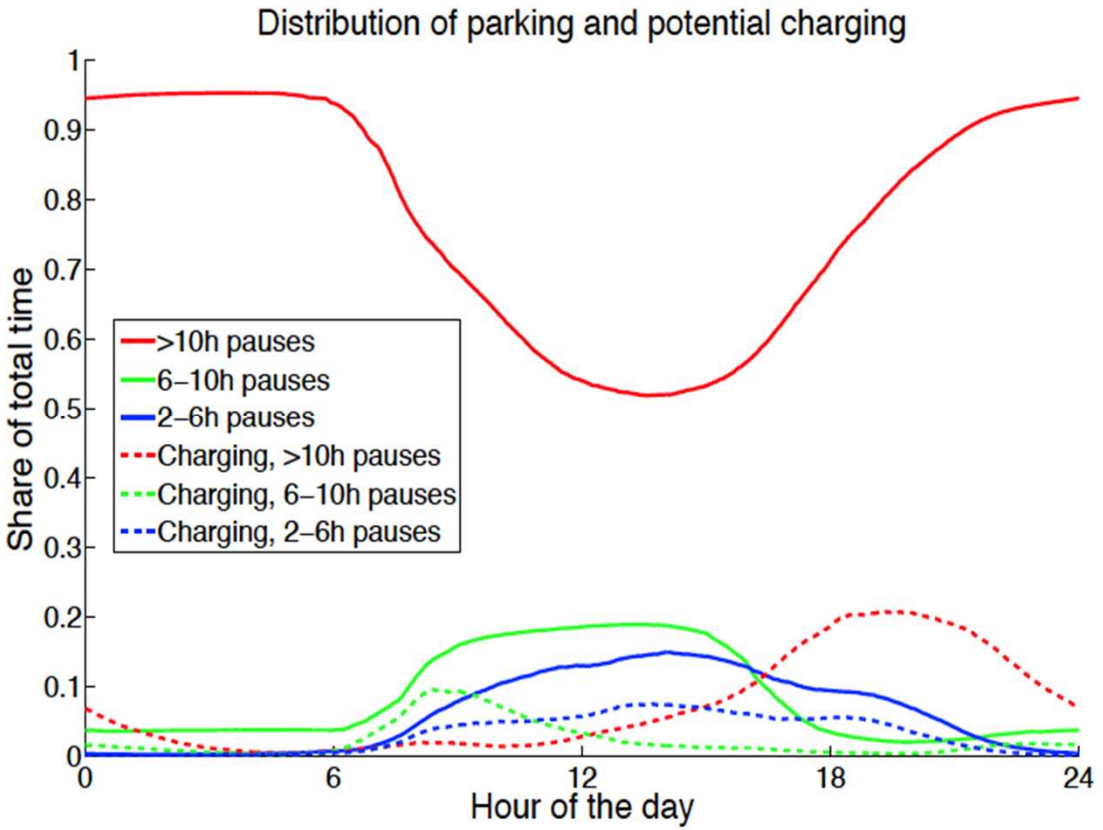




The parking

Various parking times effectively pick out different parking types

- full: share parking
- dotted: charging 2 kW to 10kWh



Examples of use of the data

Trip level data

- Assessment of PHEV design, viability, potential and policy

L-H Kullingsjö, S Karlsson, 2012. Estimating the PHEV potential in Sweden using GPS derived movement patterns for representative privately driven cars. EVS26

L-H Kullingsjö, S Karlsson, F Sprei, 2013. Conflicting interests in defining an 'optimal' battery size when introducing the PHEV?, EVS 27

All data

- Energy regeneration options

L-H Kullingsjö, S Karlsson, 2013. The possibility for energy regeneration by electrification in Swedish car driving. EVS 27

- Route identification for energy management

V Larsson, et al, 2013. Commuting Route Optimized Energy Management of Hybrid Electric Vehicles

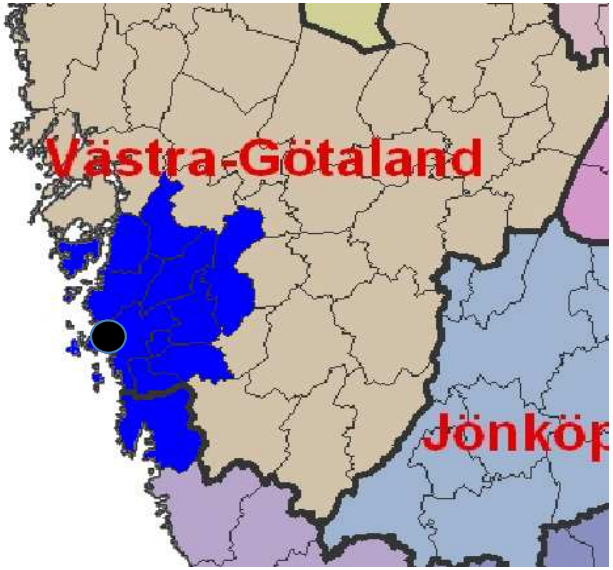
New ongoing logging project

Focusing potentially ‘early adopters’ of BEVs

Logging of both cars in

- 100(?) two-car households
- Gothenburg region
- ≥ two licences, ≤ 65 years old
- MY 2002+, ≤ 2000 kg, 200 kW
- make up ≈ 11 % of private cars

  (no company cars involved)



Conclusions

- Movements patterns matter for vehicle electrification
- GPS-data on Swedish car movement patterns of good representativeness are available and used in research
- Available for research and cooperation

evs 27

The 27th INTERNATIONAL ELECTRIC VEHICLE SYMPOSIUM & EXHIBITION

BARCELONA
17th-20th November 2013

Thank you for your attention !

Sten Karlsson
sten.karlsson@chalmers.se
Tel: +46 31 772 3149

Lars-Henrik Kullingsjö
larshenr@chalmers.se
+46 31 772 3124

Physical Resource Theory
Department of Energy and Environment
Chalmers University of Technology
SE-412 96 Gothenburg, SWEDEN
http://www.chalmers.se/ee

Organized by Fira Barcelona avele

Hosted by AVERE mea Ajuntament de Barcelona

In collaboration with EVAAP EDTA

Supported by European Commission