



C

## WINTEVE – SÄHKÖAUTON TALVITESTIT



C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 13

Joni Heikkilä

## **WINTEVE – SÄHKÖAUTON TALVITESTIT**

Centria ammattikorkeakoulu 2013

**JULKAISIJA:**

Centria ammattikorkeakoulu  
Talonpojankatu 2A, 67100 Kokkola

**JAKELU:**

Centria kirjasto- ja tietopalvelu  
kirjasto.kokkola@centria.fi, p. 040 808 5102

Taitto: Centria ammattikorkeakoulu / markkinointi- ja viestintäpalvelut

C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 13  
ISBN 978-952-6602-62-2  
ISSN 2341-7846

## SISÄLLYS

1. Reitti 1 .....	4
1.1. Reitti 1 (42.3km) -2°C...-5°C lämpötilassa, 10.1.2013, 14:08:28–14:59:37 .....	4
1.2. Reitti 1 (42.3km) -14°C...-17°C lämpötilassa, 11.1.2013, 09:05:04–09:55:35 ...	6
1.3. Reitti 1, Johtopäätökset .....	8
2. Reitti 2 .....	9
2.1. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 08:59:15–09:34:02 .....	9
2.2. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 13:51:38–14:27:33 .....	11
2.3. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 14:31:15–15:05:39 .....	13
2.4. Reitti 2 (34.4km) -18°C...-20°C lämpötilassa, 16.1.2013, 13:50:01–14:30:00 ..	15
2.5. Reitti 2 (34.4km) -23°C lämpötilassa, 17.1.2013, 09:01:48–09:36:05 .....	16
2.6. Reitti 2 (34.4km) 0°C lämpötilassa, 29.1.2013, 11:58:53–12:32:52 .....	18
2.7. Reitti 2 (34.4km) 0°C lämpötilassa, 29.1.2013, 12:37:32–13:11:22 .....	19
2.8. Reitti 2, Johtopäätökset .....	22
3. Reitti 3 .....	22
3.1. Reitti 3 (9.2km) -22°C lämpötilassa, 17.1.2013, 14:15:35–15:32:15 .....	22
3.2. Reitti 3, Johtopäätökset .....	25
4. Todellinen ajosäde .....	26
4.1. Todellinen ajosäde 0 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km)x2 ja seka-ajoa 21km, 29.1.2013, 11:58:53–13:40:11 .....	26
4.2. Todellinen ajosäde -14 °C...-19 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km)x2 ja seka-ajoa 7.3km, 2.3.2013, 07:49:12–09:11:23 .....	29
4.3. Todellinen ajosäde -15 °C...-19 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km) ja seka-ajoa 30km, 14.3.2013, 08:27:10–09:46:30 .....	30
4.4. Todellinen ajosäde, Johtopäätökset .....	33
5. Lyhyt lataus eri lämpötiloissa .....	34

# 1. Reitti 1

## 1.1. Reitti 1 (42.3km) -2°C...-5°C lämpötilassa, 10.1.2013, 14:08:28–14:59:37

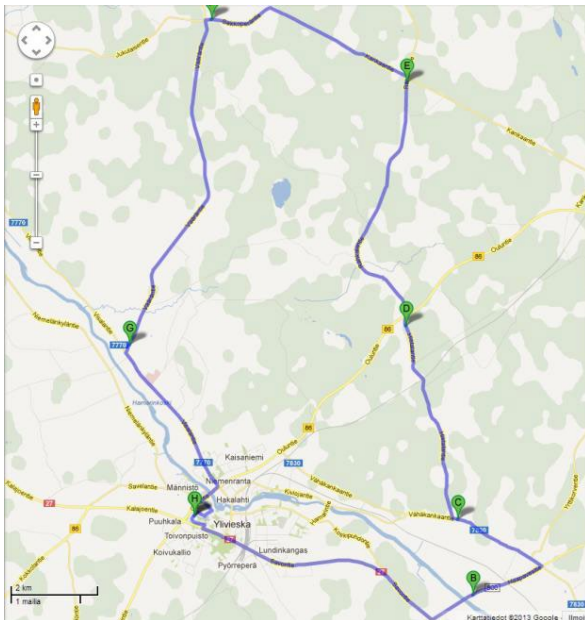
Lähtö A sijaitsee kartalla samassa kohteessa kuin lopetus H. Tien pinta oli luminen välillä C-G noin 2cm auraamatonta lunta, jossa ajourat keskellä tietä, muualla jäinen asfaltti. Sää oli perus talvikeli, tyyntä. Auto oli esilämmitetty.

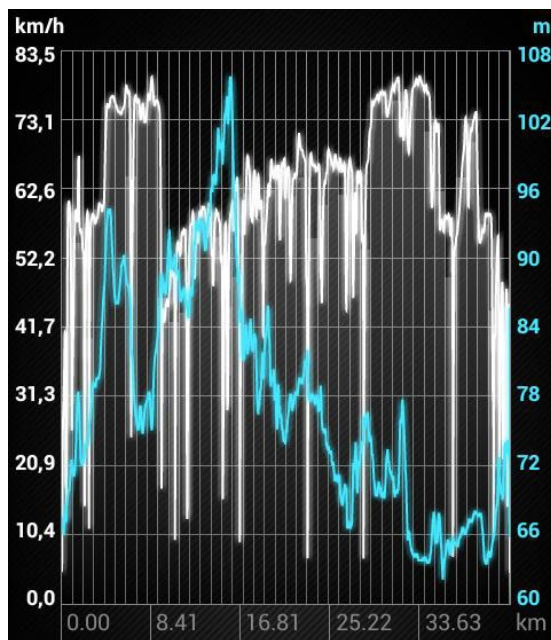
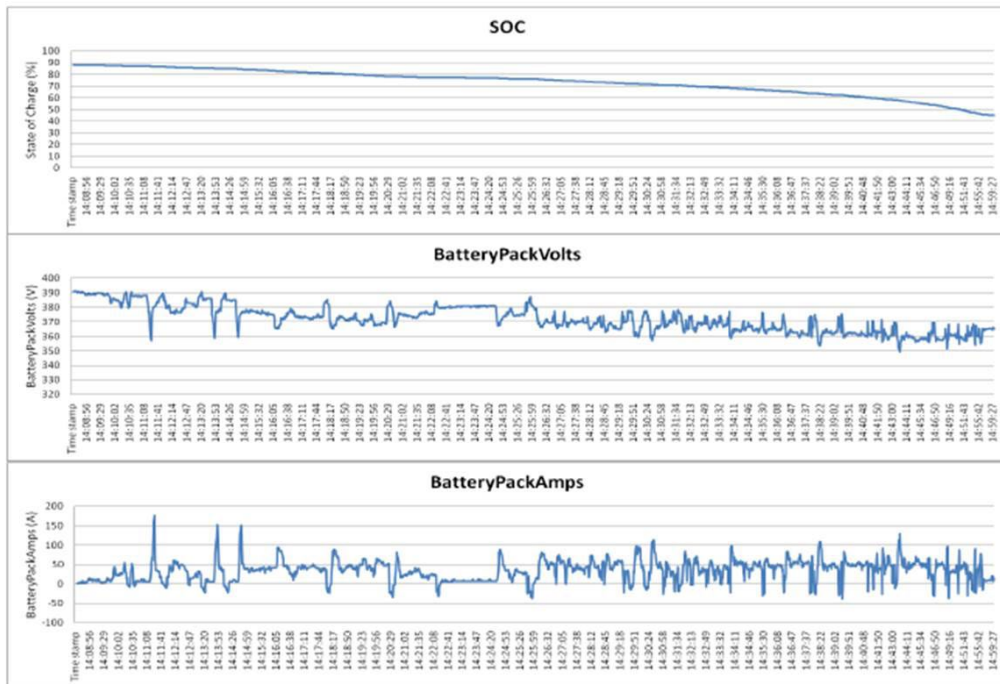
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -2°C, akuston varaus 100%, ajosäde 116km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkökulutus 1.6kW ja SOC (State of Charge) 88%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -4°C, akuston varaus 91.6%, ajosäde 95km, ilmastointilaitteen sähkökulutus 1.6kW ja SOC 77.4%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -5°C, akuston varaus 41.6%(mittarissa 5 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 40km, SOC 45.1%, ajettu matka 42.3km.

Havaitsin että testin alussa liikkeelle lähdettyä ajosäde nousi 106km->116km ja ilmastointilaitteen sähkökulutus laski 2.5kW->1.7kW.





Kuva 1. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu akustosta otetun virran keskiarvo oli 29.1A, akuston jännite oli pudonnut 11V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 8.4%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 10.6% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 21km.

Matkaa kertyi yhteensä 42.3 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 33.9A, suurin arvo 175.5A ja pienin arvo -38.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 26V, jännite laski alimmillaan 349.5V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 58.4%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 42,9% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 76km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi 1.8km.

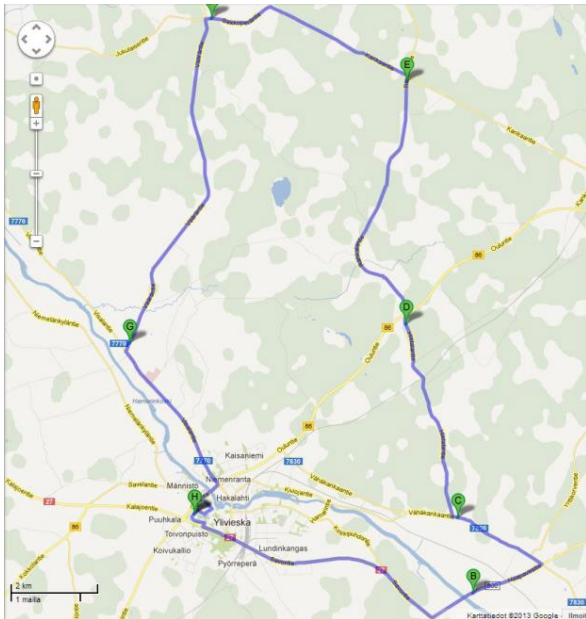
### 1.2. Reitti 1 (42.3km) -14°C...-17°C lämpötilassa, 11.1.2013, 09:05:04–09:55:35

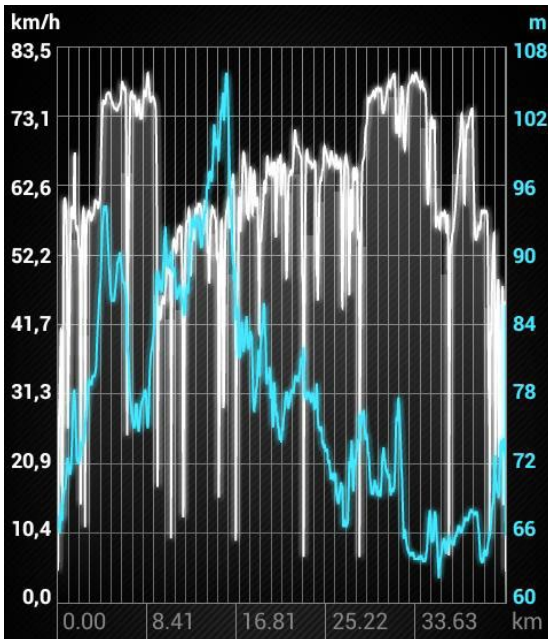
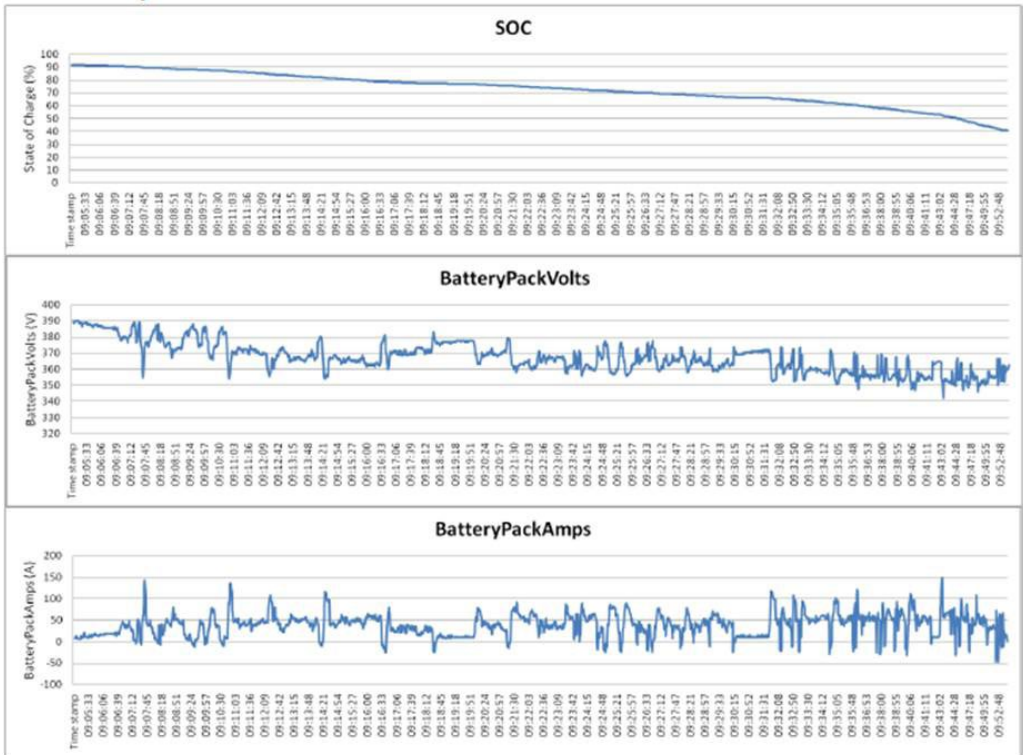
Reitti on sama kuin edellinen. Olosuhteet muuten samat mutta pakkasta oli -14°C ...-17°C. Ei esilämmitystä.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -14°C, akuston varaus 100%, ajosäde 117km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 4.5kW ja SOC (State of Charge) 91.6%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -16°C, akuston varaus 83.3%, ajosäde 82km, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 2.9kW ja SOC 77.1%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -16°C, akuston varaus 33.3%(mittarissa 4 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 30km, SOC 40.8%, ajettu matka 42.3km.





Kuva 2. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Havaittiin että testin alussa liikkeelle lähdettyä ajosäde nousi 109km->117km ja ilmastointilaitteen sähkönkulutus laski 4.5kW->2.9kW.



Kun 10 kilometriä oli ajettu akustosta otetun virran keskiarvo oli 33.7A, akuston jännite oli pudonnut 12.5V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 16.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 14.5% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 35km.

Matkaa kertyi yhteensä 42.3 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 38.5A, suurin arvo 14.8A(Kiihdytettäessä) ja pienin arvo -47.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 27.5V, jännite laski alimmillaan 34.2V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 66.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 50.8% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 87km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 2km.

Reitti	1	1
pvm	10.1.2013	11.1.2013
Aika	14:08-14:59	09:05-09:55
Matka(km)	42.3	42.3
Keskinopeus(km/h)	56.2	56.5
Ulkolämpötila alussa(°C)	-2	-14
Ulkolämpötila lopussa(°C)	-5	-16
Esilämmitys	Kyllä	Ei
Asetettu sisälämpötila(°C)	20	20
Ilmastointilaitteen kWh	1.6 - 2.5	2.9 - 4.5
Akuston varaus alussa(%)	100	100
Akuston varaus lopussa(%)	41.6	33.3
Varaus laski(%)	58.4	66.7
SOC alussa(%)	88	91.6
SOC lopussa(%)	45.1	40.8
SOC laski(%)	42.9	50.8
Ajosäde alussa(km)	116	117
Ajosäde lopussa(km)	40	30
Ajosäde laski(km)	76	87
km/ajosäde laski(km)	1.8	2
Virran keskiarvo(A)	33.9	38.5
Virta MAX(A)	175.5	148
Virta MIN(A)	-38.5	-47.5
Jännite laski(V)	26	27.5
Jännite MAX(V)	391	390
Jännite MIN(V)	349.5	342

### 1.3. Reitti 1, Johtopäätökset

- Esilämmitys ja ulkolämpötila vaikuttavat ilmastointilaitteen energiankulutukseen.
- Kun esilämmitys käytössä SOC on alussa hieman matalampi mutta lopussa suurempi, joten esilämmityksestä on hyötyä. Myös akustosta otetun virran keskiarvo on pienempi esilämmitystä käytettäessä.
- Auton ilmoittaman ajosäde laski ajettua kilometriä kohden 1.8 - 2km.

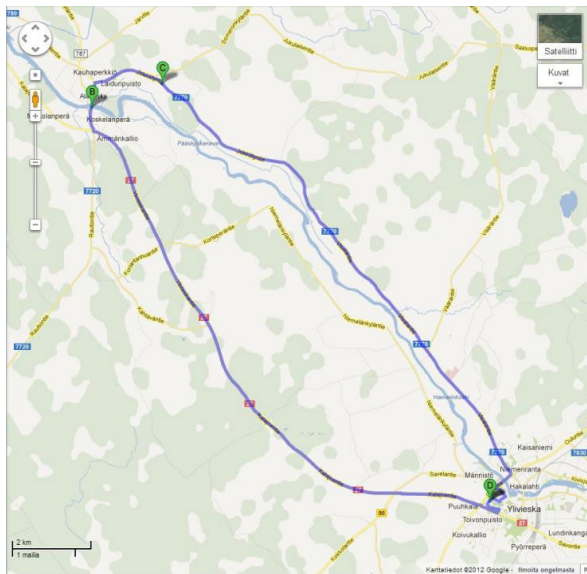
## 2. Reitti 2

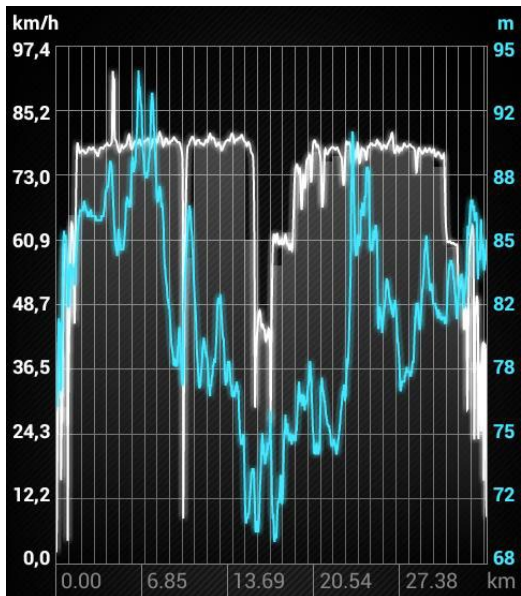
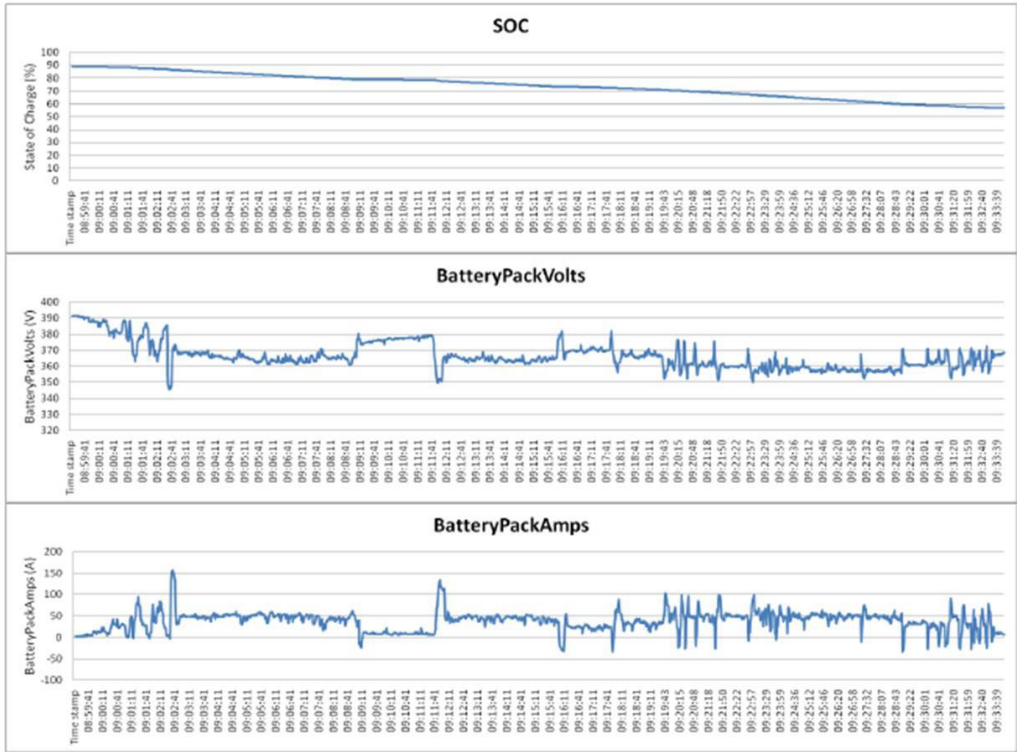
### 2.1. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 08:59:15–09:34:02

Lähtö A sijaitsee kartalla samassa kohteessa kuin lopetus D. Tien pinta oli suurimmaksi osaksi jäinen ja urainen välillä C-D, muualla jäinen asfaltti. Sää oli perus talvikeli, tyyntä. Autoa ei esilämmitetty.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 100%, ajosäde 104km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 2.4kW ja SOC (State of Charge) 88.9%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 91.6%, ajosäde 84km ja SOC 79%.  
Arvot lopussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 58.3%(mittarissa 7 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 54km, SOC 56.7%, ajettu matka 34.4km.





Kuva 3. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu akustosta otetun virran keskiarvo oli 39,9A, akuston jännite oli pudonnut 18V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 8.4%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 9.9% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 20km. Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiar-

vo oli 37.6A, suurin arvo 157.5A ja pienin arvo -34.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 23V, jännite laski alimmillaan 345.5V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 41.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 32.2% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 50km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.4km.

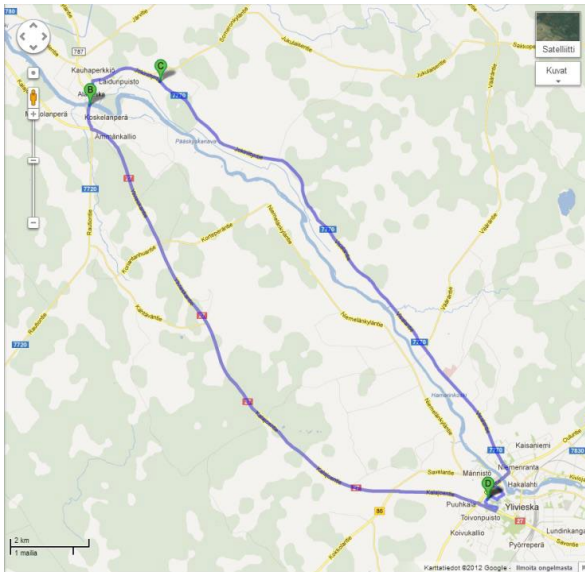
## 2.2. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 13:51:38–14:27:33

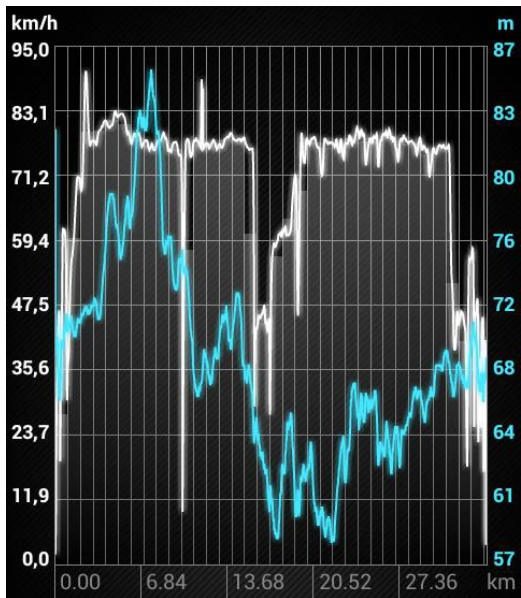
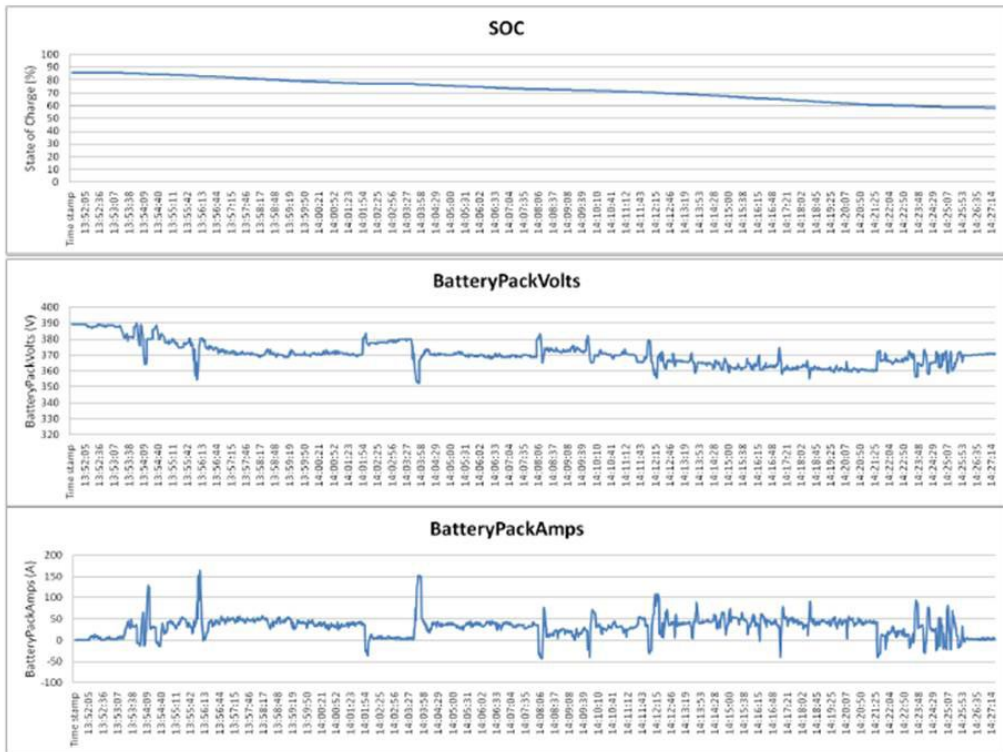
Reitti oli sama kuin edellinen. Olosuhteet olivat samat. Auto oli esilämmitetty.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 91.6%, ajosäde 109km, lämpötilasäädetty 16°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 0.8-1kW ja SOC (State of Charge) 85.8%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 83.3%, ajosäde 95km ja SOC 77.2%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 58.3%(mittarissa 7 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 77km, SOC 58.3%, ajettu matka 34.4km.





Kuva 4. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu akustosta otetun virran keskiarvo oli 32.3A, akuston jännite oli pudonnut 12V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 8.3%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 8.6% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 14km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 31.5A, suurin arvo 164.5A ja pienin arvo -44A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 18.5V, jännite laski alimmillaan 352.5V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 33.3%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 27,5% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 32km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 0.9km.

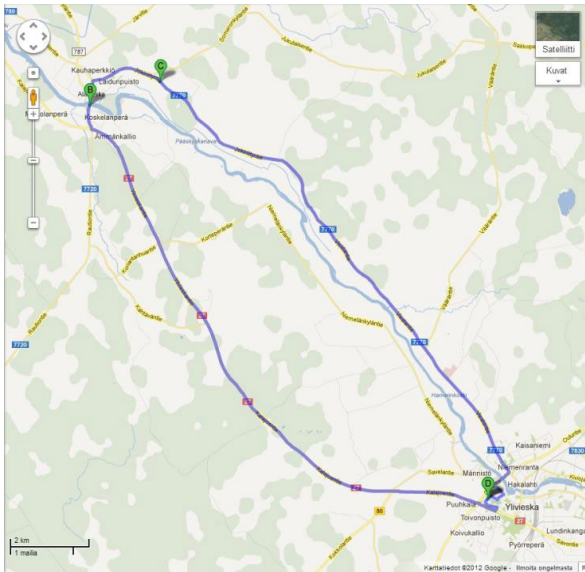
### 2.3. Reitti 2 (34.4km) -8°C lämpötilassa, 15.1.2013, 14:31:15–15:05:39

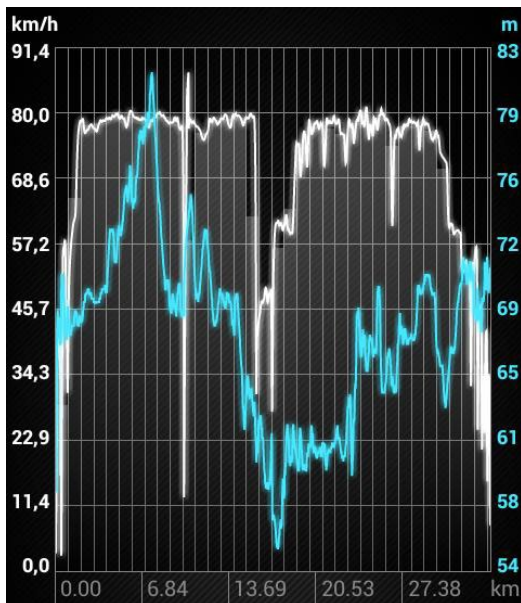
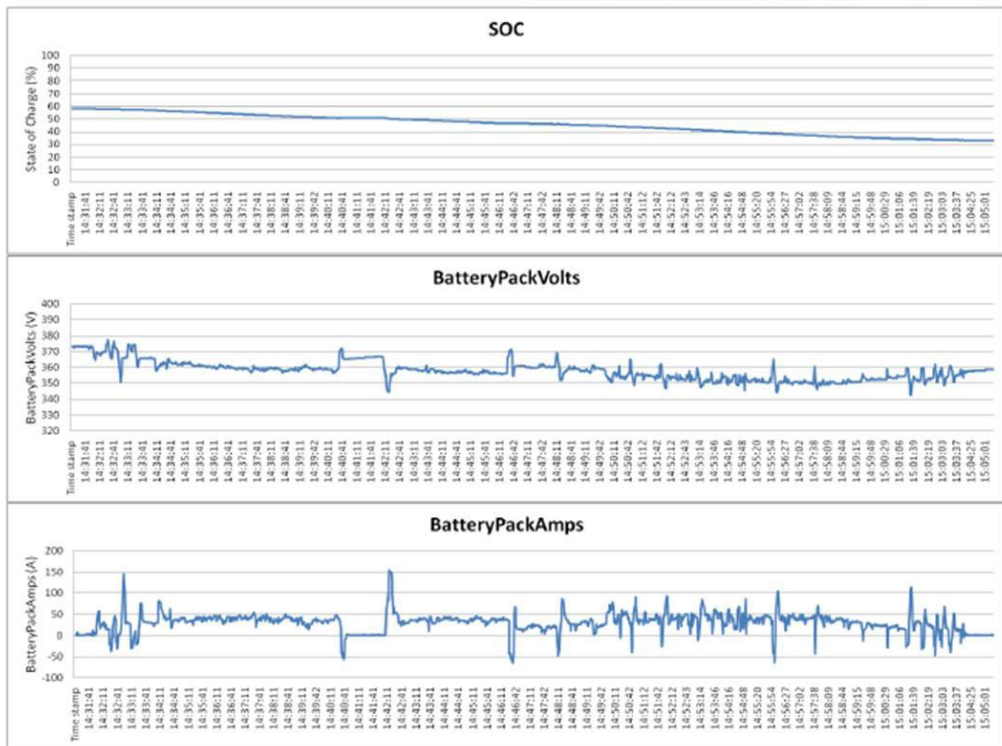
Reitti oli sama kuin edellinen. Olosuhteet olivat samat. Ajo tehtiin heti edellisen perään.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 58.3%, ajosäde 77km, lämmitys pois päältä, SOC (State of Charge) 58.1%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 50%, ajosäde 64km ja SOC 50.8%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -8°C, akuston varaus 25%(mittarissa 3 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 29km, SOC 33.3%, ajettu matka 34.4km.





Kuva 5. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 27.4A, akuston jännite oli pudonnut 6V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 8.3%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 7.3% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 13km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 29.6A, suurin arvo 154.5A ja pienin arvo -65A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 14.5V, jännite laski alimmillaan 342.5V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 33.3%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 24.8% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 48km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.4km. Koska auton lämmitys oli kytketty pois päältä, niin testin loppuvaiheessa matkustajan puolen siviikkuna huurtui hieman.

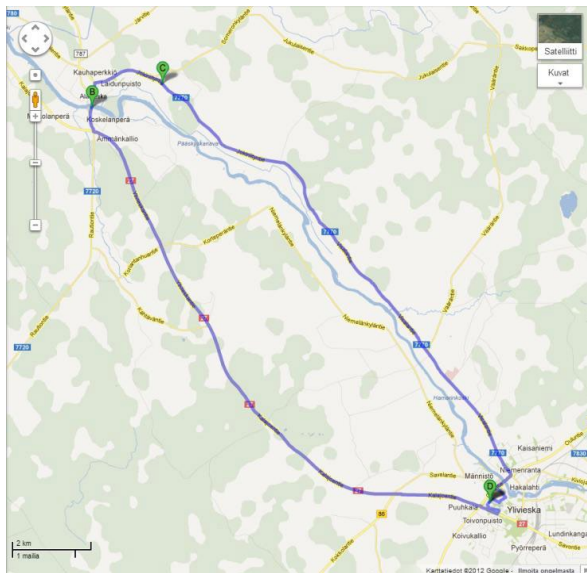
#### 2.4. Reitti 2 (34.4km) -18°C...-20°C lämpötilassa, 16.1.2013, 13:50:01–14:30:00

Reitti on sama kuin edellinen. Olosuhteet lämpötilaa lukuun ottamatta ovat samat. Mittauksista on esittää vain alku- ja loppuarvot, koska tietokone joka lukee CAN-väylää, meni jumiin testin alkupuolella. Autoa ei esilämmitetty.

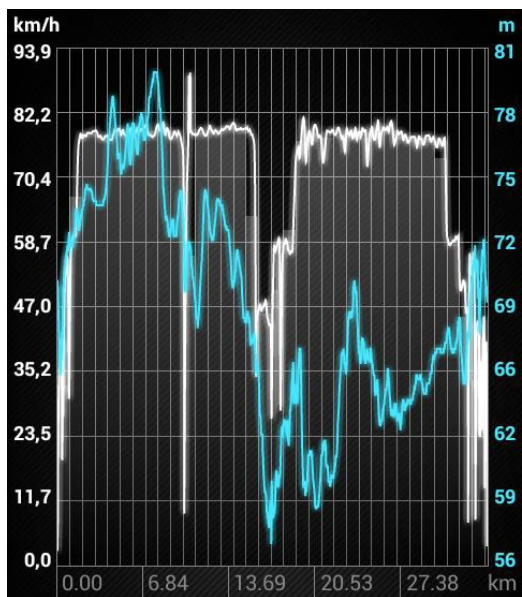
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -18°C, akuston varaus 100%, ajosäde 117km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 3.1 - 5kW, SOC (State of Charge) 91.6%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -20°C, akuston varaus 50%(mittarissa 6 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 44km, SOC 49.4%, ajettu matka 34.4km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akuston jännite putosi 17.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 50%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 42.2% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 73km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 2.1km.







Kuva 6. Nopeus- ja korkeuskaavio.

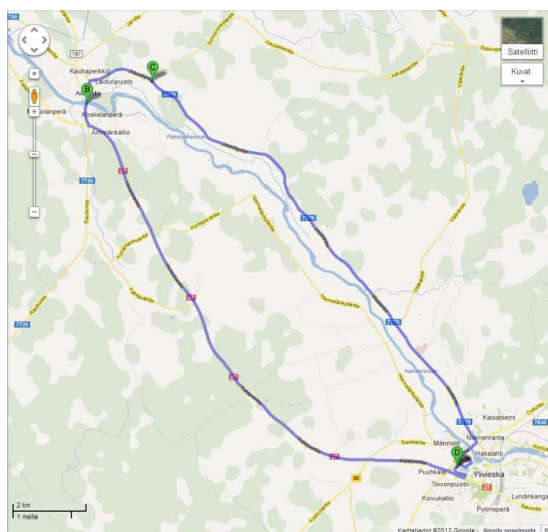
## 2.5. Reitti 2 (34.4km) -23°C lämpötilassa, 17.1.2013, 09:01:48–09:36:05

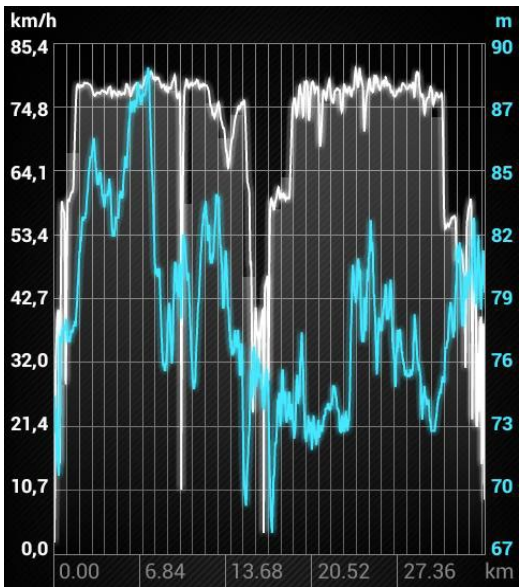
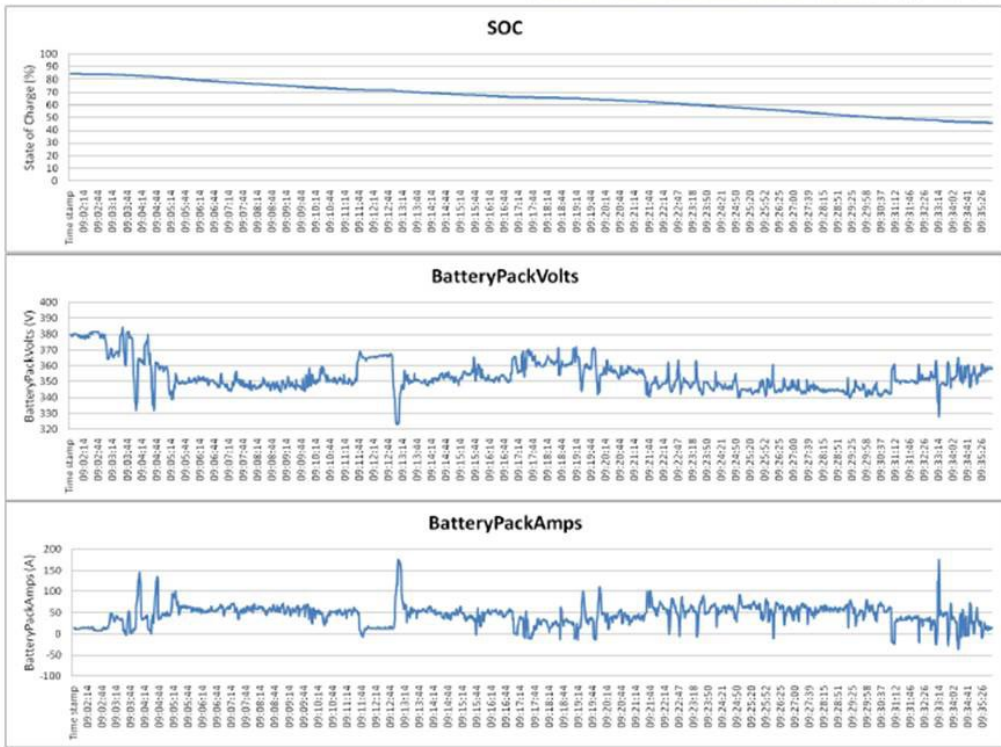
Reitti oli sama kuin edellinen. Olosuhteet olivat muuten samat mutta pakkanen oli kovempi. Auto oli esilämmitetty.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -23°C, akuston varaus 100%, ajosäde 87km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 3.8-4kW ja SOC (State of Charge) 84.5%.

Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila -23°C, akuston varaus 75%, ajosäde 72km ja SOC 71.8%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -23°C, akuston varaus 33.3%(mittarissa 4 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 31km, SOC 45.7%, ajettu matka 34.4km.





Kuva 7. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 47A, akuston jännite oli pudonnut 13V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 25%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 12.7% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 15km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 45A, suurin arvo 175A ja pienin arvo -36A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 21.5V, jännite laski alimmillaan 323V(Kiihdytettäessä). Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 66.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 38.8% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 56km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.6km.

## 2.6. Reitti 2 (34.4km) 0°C lämpötilassa, 29.1.2013, 11:58:53–12:32:52

Reitti oli sama kuin edellinen. Tien pinta oli loskainen, välillä puuskittaista tuulta ja vettä satoi. Autoa ei esilämmitetty.

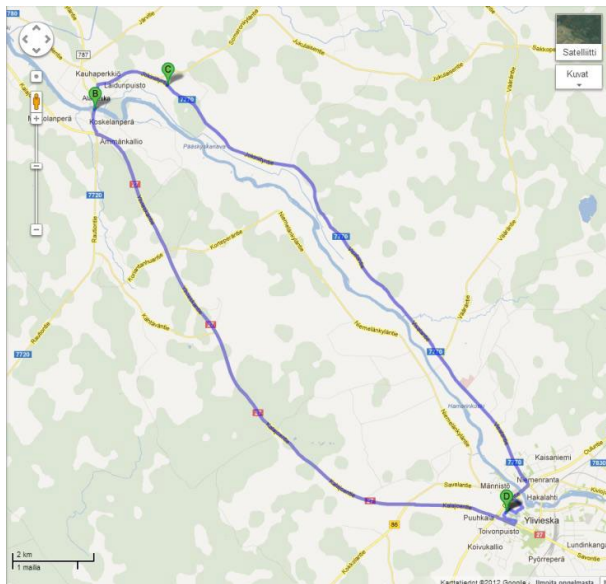
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 100%, ajosäde 119km, lämpötilasäädety 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 1.6-4.6kW ja SOC (State of Charge) 91.1%.

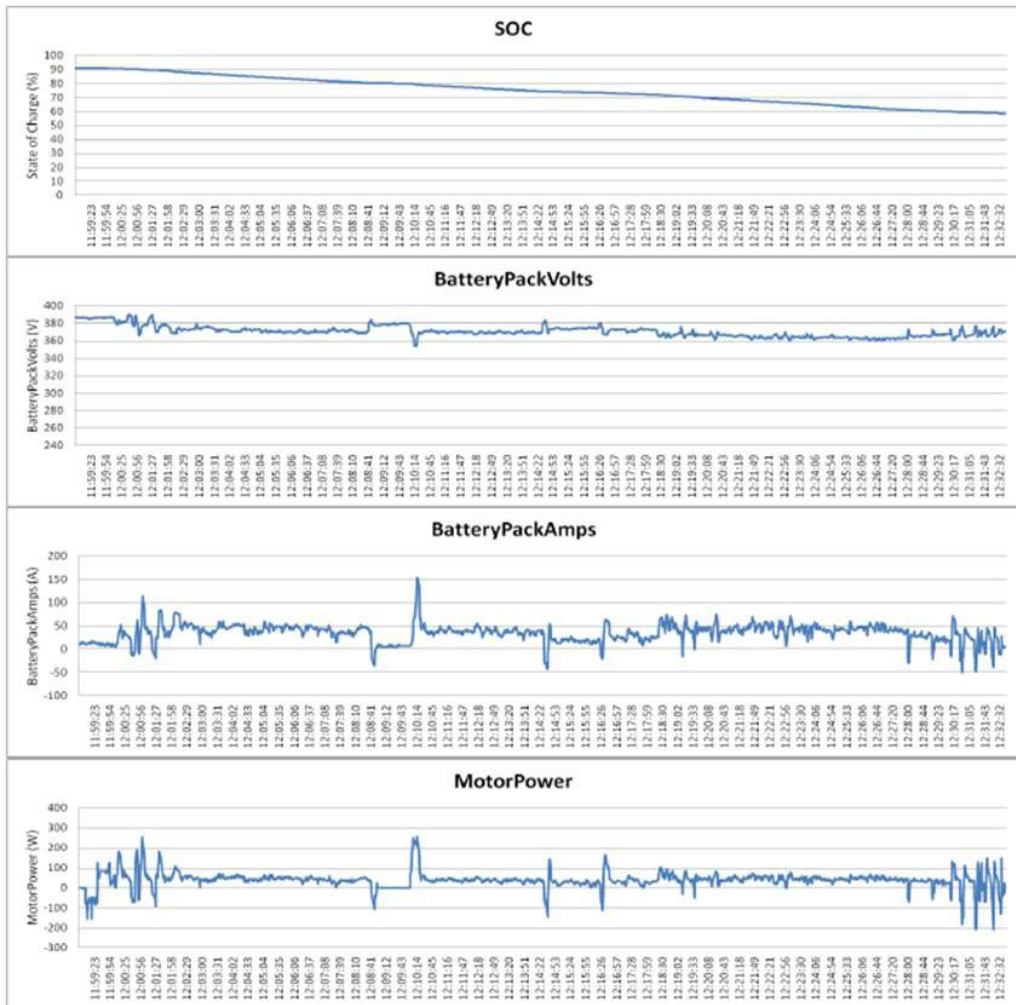
Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 91.6%, ajosäde 98km ja SOC 79.8%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 58.3%(mittarissa 7 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 64km, SOC 58.5%, ajettu matka 34.4km.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 33.8A, akuston jännite oli pudonnut 7.5V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 8.4%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 11.3% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 21km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 34.4A, suurin arvo 153.5A ja pienin arvo -50.5A. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 38.5W, suurin arvo 258W ja pienin arvo -210W. Akuston jännite putosi matkan aikana 16.5V, jännite laski alimmillaan 353.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 41.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 32.6% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 55km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.6km.





## 2.7. Reitti 2 (34.4km) 0°C lämpötilassa, 29.1.2013, 12:37:32–13:11:22

Reitti oli sama kuin edellinen. Tien pinta oli loskainen, välillä puuskittaista tuulta ja vettä satoi. Testi suoritettiin heti edellisen perään.

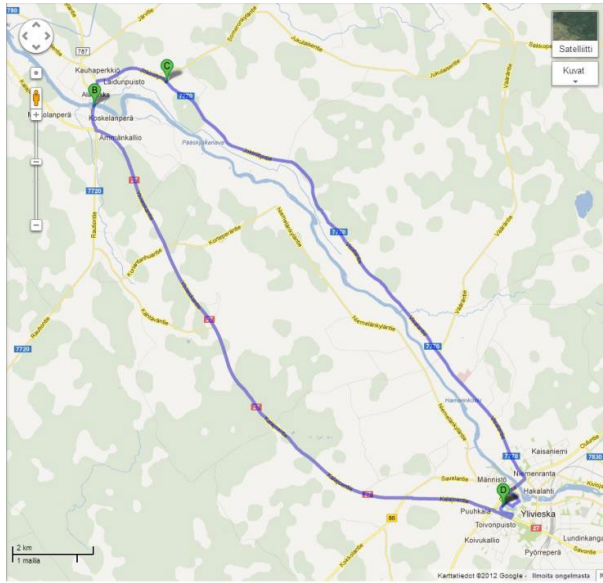
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 58.3%, ajosäde 64km, lämpötilasäädety 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 1.6-4.6kW ja SOC (State of Charge) 58.5%.

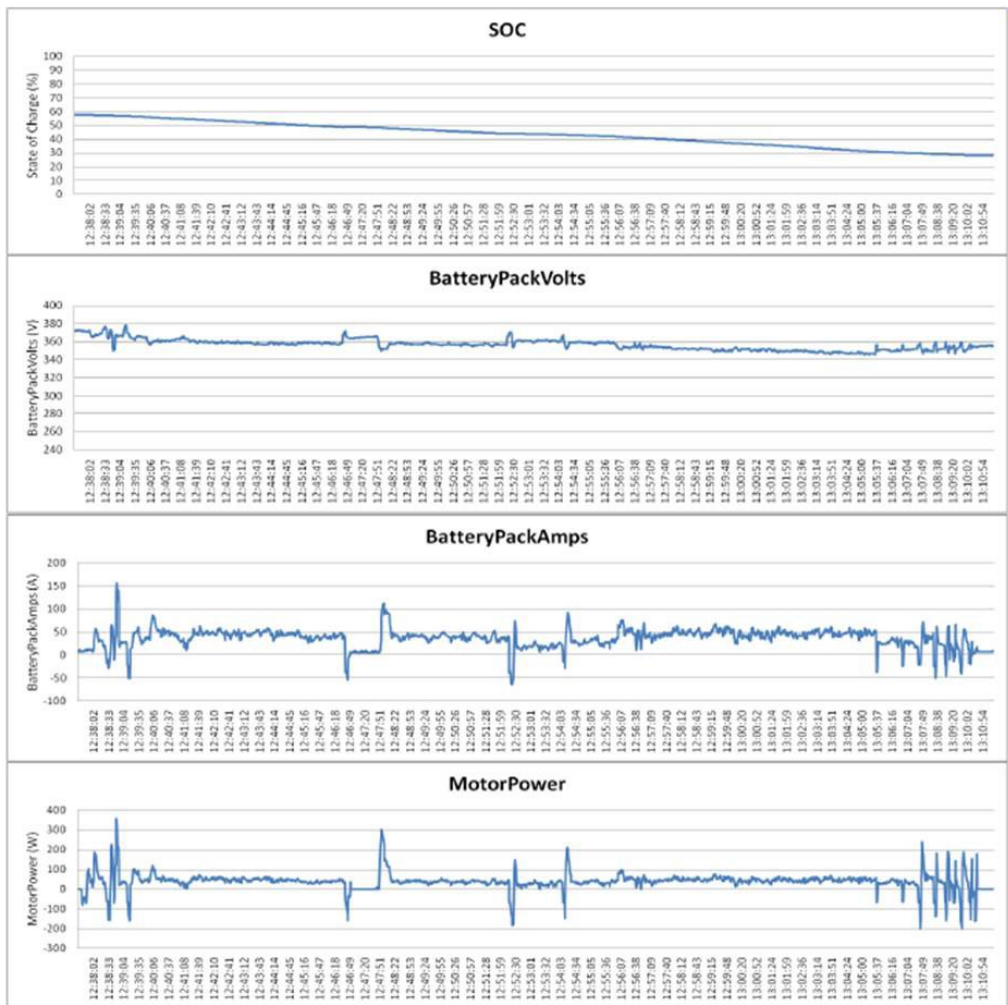
Arvot kun ajettu 10km: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 41.6%, ajosäde 51km ja SOC 48.6%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 16.6%(mittarissa 2 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 18km, SOC 28%, ajettu matka 34.4km.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 35.4A, akuston jännite oli pudonnut 6.5V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 16.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 9.9% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 13km.

Matkaa kertyi yhteensä 34.4 kilometriä. Tämän matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 35.9A, suurin arvo 155.5A ja pienin arvo -65A. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 38.4W, suurin arvo 357W ja pienin arvo -200W. Akuston jännite putosi matkan aikana 17V, jännite laski alimmillaan 345.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 41.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 30.5% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 4,6km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.3km.





Reitti	2	2	2	2	2	2	2
pvm	15.1.2013	15.1.2013	15.1.2013	16.1.2013	17.1.2013	29.1.2013	29.1.2013
Aika	08:59-09:34	13:51-14:27	14:31-15:05	13:50-14:30	09:01-09:36	11:58-12:32	12:37-13:11
Matka(km)	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4	34.4
Keskinopeus(km/h)	65.6	63.9	65.4	64.9	63.3	-	-
Ulkolämpötila alussa(°C)	-8	-8	-8	-18	-23	0	0
Ulkolämpötila lopussa(°C)	-8	-8	-8	-20	-23	0	0
Esilämmitys	Ei	Kyllä	Auto lämmin	Ei	Kyllä	Ei	Auto lämmin
Asetettu sisälämpötila(°C)	20	16	Suljettu	20	20	20	20
Ilmastointilaitteen kWh	2.4	0.8 - 1	-	3.1 - 5	3.8 - 4	1.6 - 4.6	1.6
Akuston varaus alussa(%)	100	91.6	58.3	100	100	100	58.3
Akuston varaus lopussa(%)	58.3	58.3	25	50	33.3	58.3	16.6
Varaus laski(%)	41.7	33.3	33.3	50	66.7	41.7	41.7
SOC alussa(%)	88.9	85.8	58.1	91.6	84.5	91.1	58.5
SOC lopussa(%)	56.7	58.3	33.3	49.4	45.7	58.5	28
SOC laski(%)	32.2	27.5	24.8	42.2	38.8	32.6	30.5
Ajosäde alussa(km)	104	109	77	117	87	119	64
Ajosäde lopussa(km)	54	77	29	44	31	64	18
Ajosäde laski(km)	50	32	48	73	56	55	46
km/ajosäde laski(km)	1.4	0.9	1.4	2.1	1.6	1.6	1.3
Virran keskiarvo(A)	37.6	31.5	29.6	-	45	34.4	35.9
Virta MAX(A)	157.5	164.5	154.5	-	175	153.5	155.5
Virta MIN(A)	-34.5	-44	-65	-	-36	-50.5	-65
Jännite laski(V)	23	18.5	14.5	17.5	21.5	16.5	17
Jännite MAX(V)	391.5	389.5	373	384	379.5	387	372
Jännite MIN(V)	345.5	352.5	342.5	-	323	353.5	345.5

## 2.8. Reitti 2, Johtopäätökset

- Taulukosta nähdään, että esilämmitys laskee hieman akuston varausta, koska SOC alussa ja Jännite MAX ovat pienempiä testin alussa. Mutta esilämmitystä käytettäessä SOC on testin lopussa laskenut vähemmän, kuin ilman esilämmitystä.
- Ulkolämpötilalla 0°C ja -8°C välillä ei vielä suuria eroja ole mutta -8°C ja -20°C välillä eroja löytyy:
  - o SOC laski 10% enemmän -20°C lämpötilassa.
  - o Akuston jännite on kylmemmällä matalampi.
  - o Myös akustosta otetun virran määrä kasvaa kylmemmässä.
  - o Auton ilmoittama ajosäde laskee nopeammin kovalla pakkasella.
- Sisälämpötilan säädöllä saadaan myös pientä säästöä. Esimerkiksi kun -8°C ulkolämpötilassa sisälämpötilan asetus on 16°C, ilmastointilaitte kuluttaa vähemmän energiaa verrattuna 0°C ulkolämpötilassa asetettu 20°C sisälämpötila.

## 3. Reitti 3

### 3.1. Reitti 3 (9.2km) -22°C lämpötilassa, 17.1.2013, 14:15:35–15:32:15

Tien pinta oli jäinen asfaltti. Sää oli perus talvikeli, tyyntä. Autoa ei esilämmitetty. Reitti ajettiin neljä kertaa.

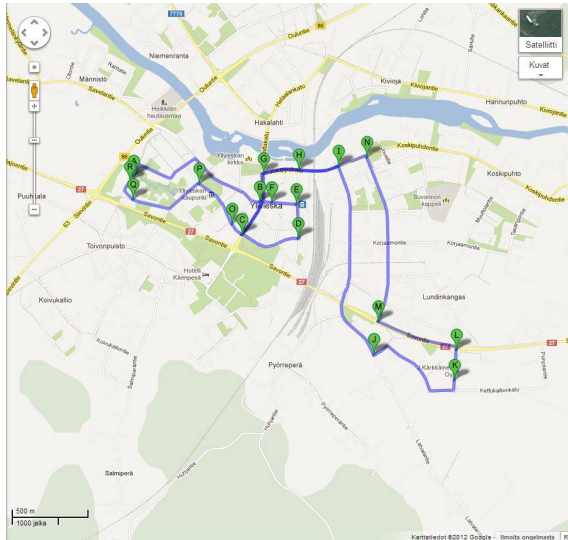
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -22°C, akuston varaus 83.3%, ajosäde 85km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 3.7 – 4.5kW ja SOC79%.

Arvot kun ajettu 1-kierros: Ulkolämpötila -22°C, akuston varaus 75%, ajosäde 62km ja SOC 67.3%.

Arvot kun ajettu 2-kierros: Ulkolämpötila -22°C, akuston varaus 58.3%, ajosäde 48km ja SOC 56.2%.

Arvot kun ajettu 3-kierros: Ulkolämpötila -22°C, akuston varaus 33.3%, ajosäde 32km ja SOC 45.6%.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -22°C, akuston varaus 16.6%(mittarissa 2 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde 18km, SOC 34.8%, ajettu matka 36.8km.



Kun 1-kierros oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 22.5A, suurin arvo 165A ja pienin arvo -24.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 8V, jännite laski alimmillaan 341.5V(Kiihdytettäessä). Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 34.1W, suurin arvo 387W ja pienin arvo -248W. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 8.3%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 11.7% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 23km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 2.5km.

Kun 2-kierros oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 24.7A, suurin arvo 157.5A ja pienin arvo -32.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 6.5V, jännite laski alimmillaan 338V(Kiihdytettäessä). Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 36.8W, suurin arvo 387W ja pienin arvo -248W. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 16.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 11.1% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 14km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.5km.

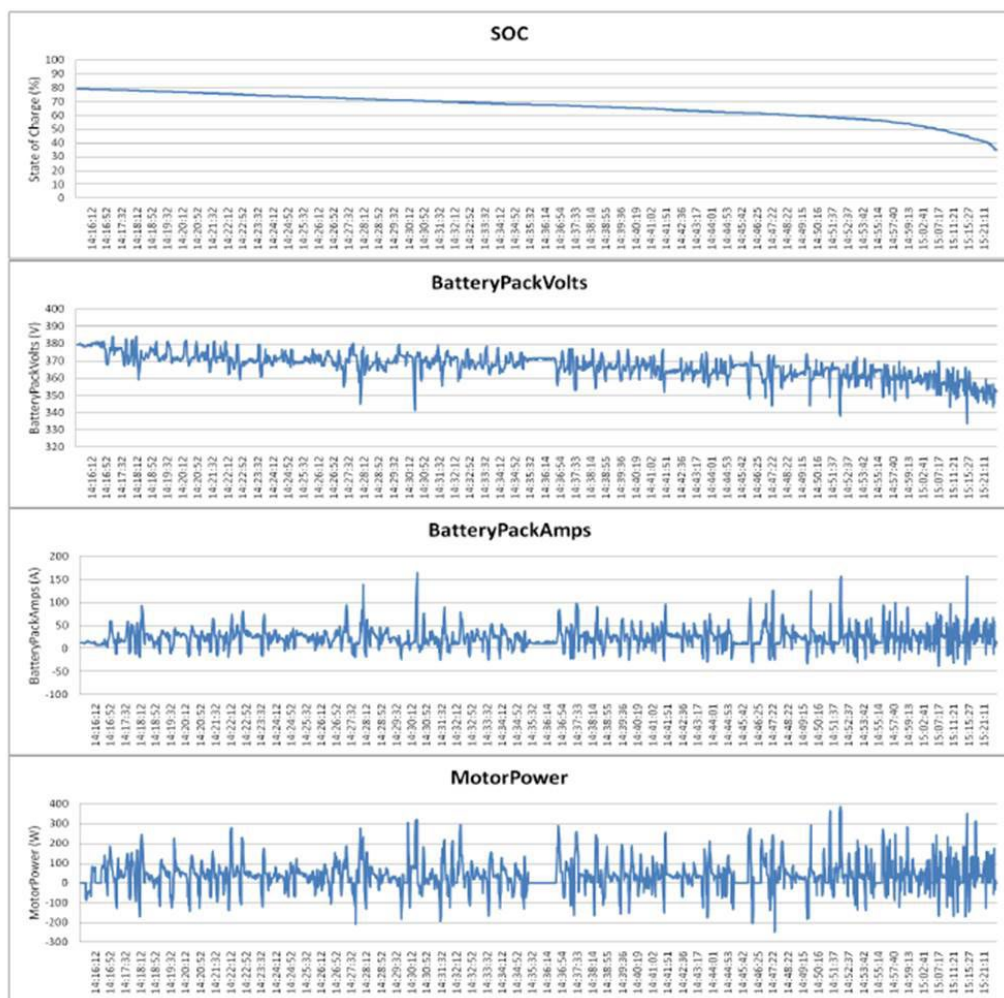
Kun 3-kierros oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 26.4A, suurin arvo 99.5A ja pienin arvo -36.5A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana 6V, jännite laski alimmillaan 343V(Kiihdytettäessä). Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 43.9W, suurin arvo 285W ja pienin arvo -167W. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 25%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 10.6% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 16km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.7km.

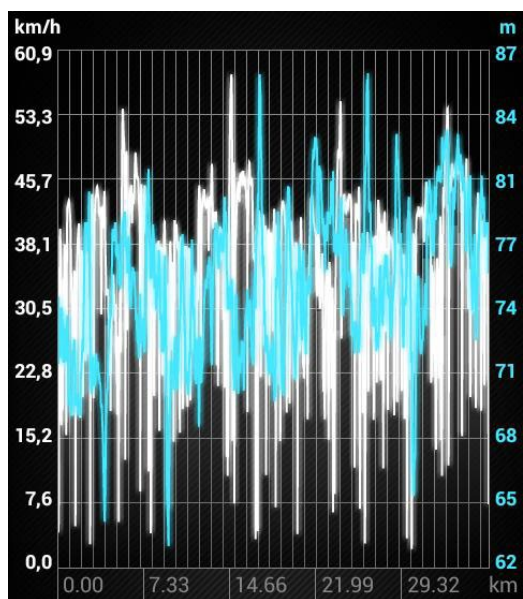
Kun 4-kierros oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 27.2A, suurin arvo 157A ja pienin arvo -34A(tällöin on jarrutettu ja akustoa on ladattu). Akuston jännite putosi matkan aikana



6.5V, jännite laski alimmillaan 333.5V(Kiihdytettäessä). Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 45.4W, suurin arvo 351W ja pienin arvo -170W. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 16.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 10.8% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 14km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.5km.

Koko ajetun matkan 36.8km akustosta otetun virran keskiarvo oli 23.8A, suurin arvo 165A ja pienin arvo -36.5A. Akuston jännite putosi matkan aikana 27V, jännite laski alimmillaan 333.5V. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 36.4W, suurin arvo 387W ja pienin arvo -248W. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 66.7%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 44.2% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 67km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.8km. Tiedot luetaan CAN-väylästä sekunnin välein mutta jo 1-kierroksen jälkeen mittaus rupesi hidastumaan loppua kohden, tämä ilmenee kuvaajista, joissa noin puolessa välissä on 1-kierros ajettu(tasainen viiva) ja loppu kuvaajista sisältää vielä 3-kierrosta.





Kuva 8. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Reitti	1-kierros	2-kierros	3-kierros	4-kierros
pvm	17.1.2013	17.1.2013	17.1.2013	17.1.2013
Aika	14:15-14:36	14:36-14:55	14:55-15:14	15:14-15:32
Matka(km)	9.2	9.2	9.2	9.2
Ulkolämpötila alussa(°C)	-22	-22	-22	-22
Ulkolämpötila lopussa(°C)	-22	-22	-22	-22
Esilämmitys	Ei	auto lämmin	auto lämmin	auto lämmin
Asetettu sisälämpötila(°C)	20	20	20	20
Ilmastointilaitteen kWh	4.2	4.2	4	3.7
Akuston varaus alussa(%)	83.3	75	58.3	33.3
Akuston varaus lopussa(%)	75	58.3	33.3	16.6
Varaus laski(%)	8.3	16.7	25	16.7
SOC alussa(%)	79	67.3	56.2	45.6
SOC lopussa(%)	67.3	56.2	45.6	34.8
SOC laski(%)	11.7	11.1	10.6	10.8
Ajosäde alussa(km)	85	62	48	32
Ajosäde lopussa(km)	62	48	32	18
Ajosäde laski(km)	23	14	16	14
km/ajosäde laski(km)	2.5	1.5	1.7	1.5
Virran keskiarvo(A)	22.5	24.7	26.4	27.2
Virta MAX(A)	165	157.5	99.5	157
Virta MIN(A)	-24.5	-32.5	-36.5	-34
Jännite laski(V)	8	6.5	6	6.5
Jännite MAX(V)	379.5	371.5	365	359
Jännite MIN(V)	341.5	338	343	333.5

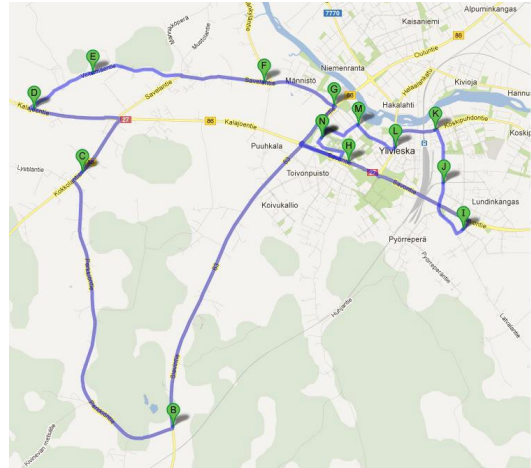
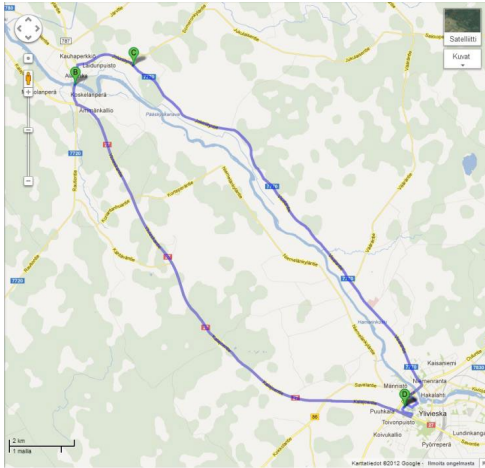
Reitti	3
pvm	17.1.2013
Aika	14:15-15:32
Matka(km)	36.8
Keskinopeus(km/h)	32.3
Ulkolämpötila alussa(°C)	-22
Ulkolämpötila lopussa(°C)	-22
Esilämmitys	Ei
Asetettu sisälämpötila(°C)	20
Ilmastointilaitteen kWh	3.7 - 4.5
Akuston varaus alussa(%)	83.3
Akuston varaus lopussa(%)	16.6
Varaus laski(%)	66.7
SOC alussa(%)	79
SOC lopussa(%)	34.8
SOC laski(%)	44.2
Ajosäde alussa(km)	85
Ajosäde lopussa(km)	18
Ajosäde laski(km)	67
km/ajosäde laski(km)	1.8
Virran keskiarvo(A)	23.8
Virta MAX(A)	165
Virta MIN(A)	-36.5
Jännite laski(V)	27
Jännite MAX(V)	379.5
Jännite MIN(V)	333.5

### 3.2 Reitti 3, Johtopäätökset:

- Ei suuria eroja kaupunkiajon kulutuksessa verrattuna edellisen testin matka-ajon kulutukseen (Reitti 2).
- Kierroksia vertailtaessa 1-kierroksella SOC , ajosäde ja jännite laski eniten johtuen kylmästä autosta.

## 4. Todellinen ajosäde

### 4.1. Todellinen ajosäde 0 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km)x2 ja seka-ajoa 21km, 29.1.2013, 11:58:53–13:40:11

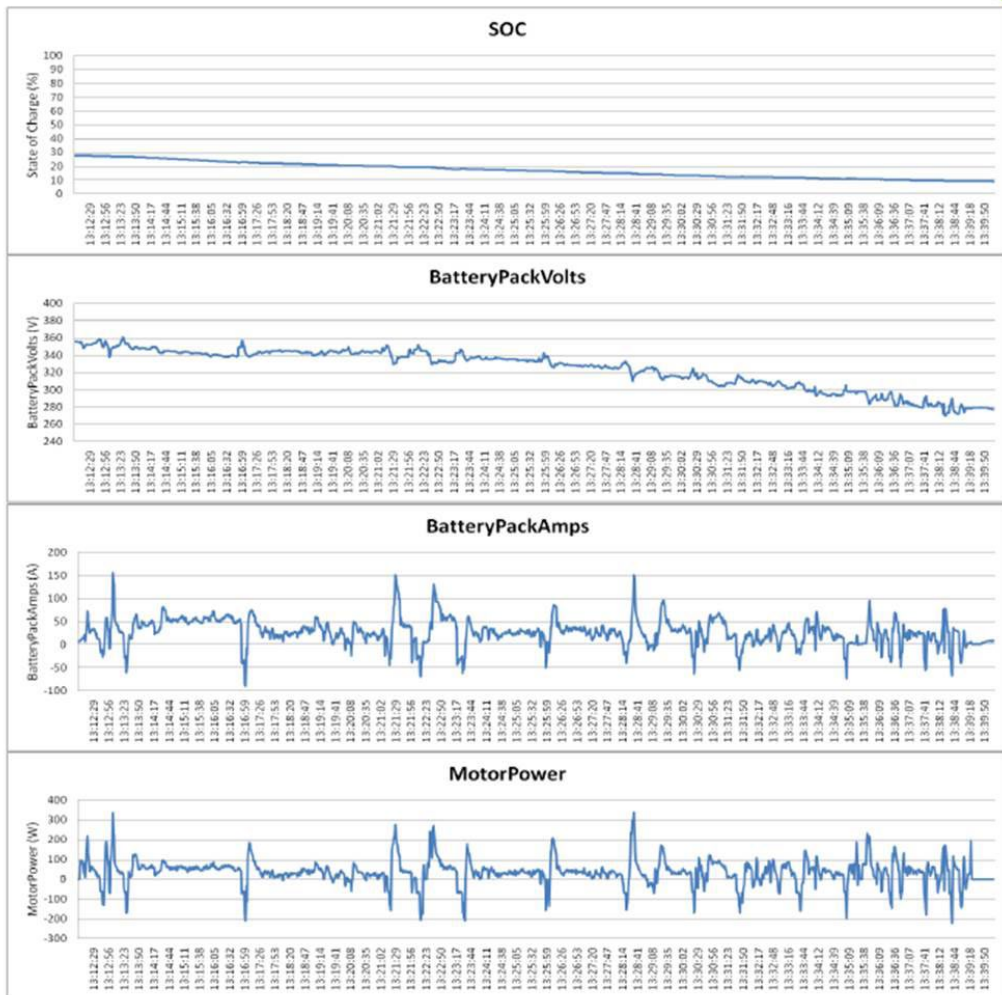


Reittiin kuului sivun 14 ja 16 testit sekä seka-ajoa 21km. Tien pinta oli loskainen, välillä puuskittaista tuulta ja vettä satoi.

Arvot testin alussa seka-ajon osalta: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 16.6%, ajosäde 18km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 1.6-4.6kW ja SOC(State of Charge)28%.

Arvot lopussa seka-ajon osalta: Ulkolämpötila 0°C, akuston varaus 0%(mittarissa 0 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde --km, SOC 9.2%, ajettu matka 21km.

Seka-ajon aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 27A, suurin arvo 156.5A ja pienin arvo -89.5A. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 35.7W, suurin arvo 340W ja pienin arvo -223W. Akuston jännite putosi matkan aikana 77.5V, jännite laski alimmillaan 269.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 16.6%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 18.8% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 18km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 0.8km.



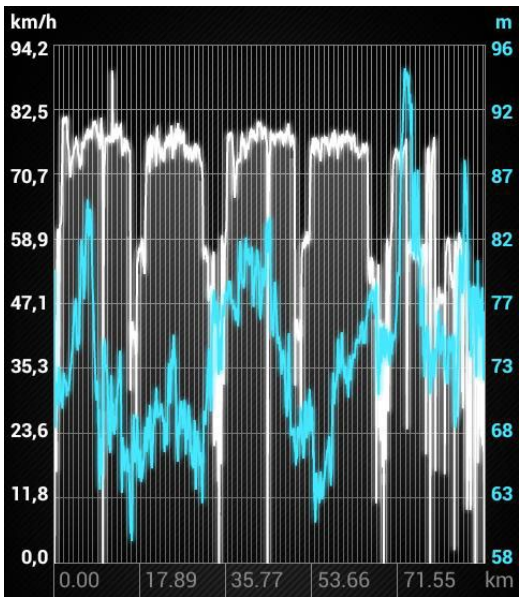
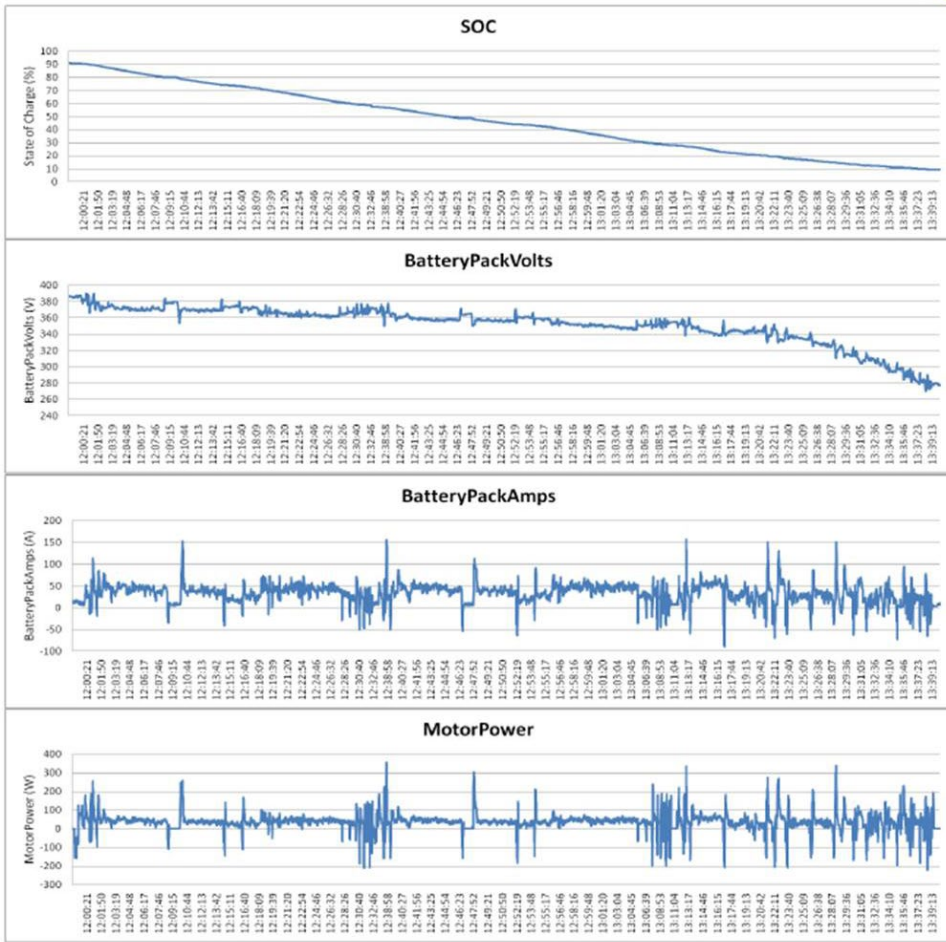
Arvot testin alussa(koko matka): Ulkolämpötila o°C, akuston varaus 100%, ajosäde 119km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 1.6-4.6kW ja SOC(State of Charge)91.1%. Autoa ei esilämmitetty.

Arvot lopussa(koko matka): Ulkolämpötila o°C, akuston varaus 0%(mittarissa o palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde --km, SOC 9.2%, ajettu matka 89.8km.

Koko matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 32.7A, suurin arvo 156.5A ja pienin arvo -89.5A. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 37.6W, suurin arvo 357W ja pienin arvo -223W. Akuston jännite putosi matkan aikana 109.5V, jännite laski alimmillaan 269.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 100%, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 81.9% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 119km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.3km.

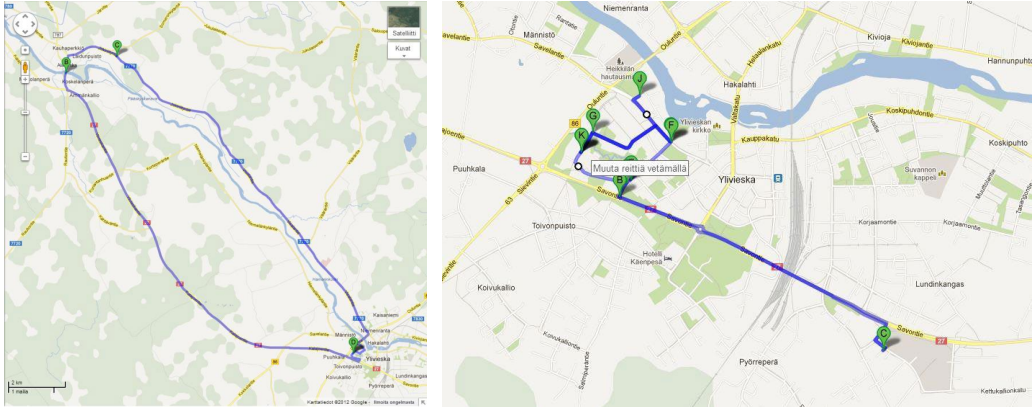
Kun oli ajettu 84.9km, mittariston ajosäde alkoi näyttää pelkkää viivaa, tässä vaiheessa SOC oli 12.8% ja akuston varaus mittarin mukaan nolla pykälää.

Ryömintä moodi meni päälle kun oli ajettu 88.6km, tässä vaiheessa SOC oli 10%.



Kuva 9. Nopeus- ja korkeuskaavio.

4.2. Todellinen ajosäde -14 °C...-19 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km)x2 ja seka-ajoa 7.3km, 2.3.2013, 07:49:12–09:11:23



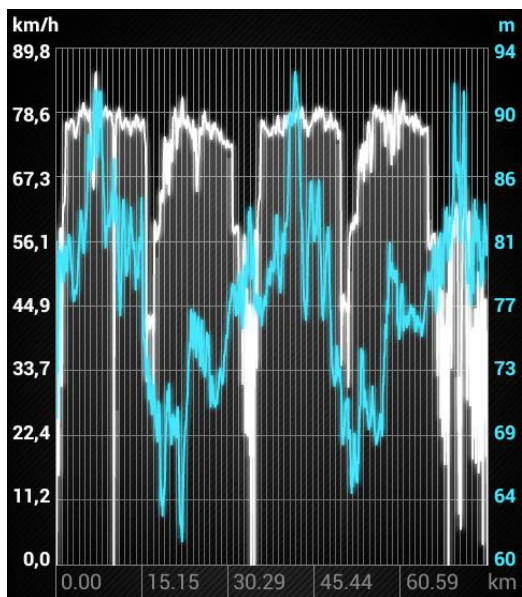
Testiajoon sisältyi kaksi kierrosta reittiz:sta sekä kaupunkiajtoa 7.3km. Tien pinta oli jäinen, aurinkoinen pakkasaamu, lämpötila vaihteli -14°C ... -19°C välillä mutta pääosin -17°C. Testistä on esittää vain auton ilmoittamat lukemat, koska ohjelmisto, joka lukee CAN-väylästä tietoa ei toiminut oikein. Autoa ei esilämmitetty.

Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -17°C, akuston varaus 100%, ajosäde 119km, lämpötilasäädetty 20°C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus vaihteli 2-4kW välillä.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 16.7% ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 35km.

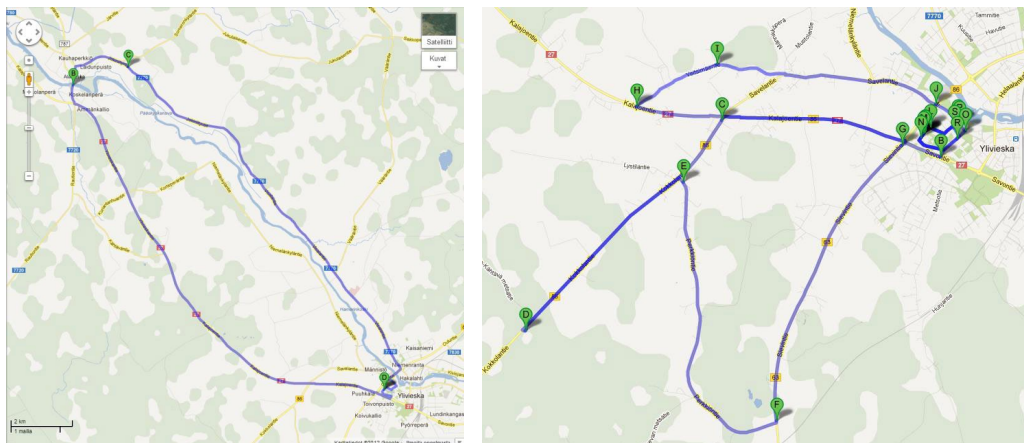
Arvot lopussa: Ulkolämpötila -14°C, akuston varaus 0%(mittarissa 0 palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde --km, ajettu matka 76.1km.

Kilometriä kohden ajoneuvon ilmoittama ajosäde putosi noin 1.5km. Kun oli ajettu 71km, mittariston ajosäde alkoi näyttämään pelkkää viivaa ja akuston varaus mittarin mukaan oli nolla pykälää. Ryömintä moodi meni päälle kun oli ajettu 75.3km



Kuva 10. Nopeus- ja korkeuskaavio.

#### 4.3. Todellinen ajosäde -15 °C...-19 °C lämpötilassa. Reitti 2 (34.4km) ja seka-ajoa 30km, 14.3.2013, 08:27:10–09:46:30



Tien pinta oli pääosin asfaltilla mutta paikoitellen oli myös jäätä. Lämpötila vaihteli -19 °C ja -15 °C välillä. Auto oli esilämmitetty.

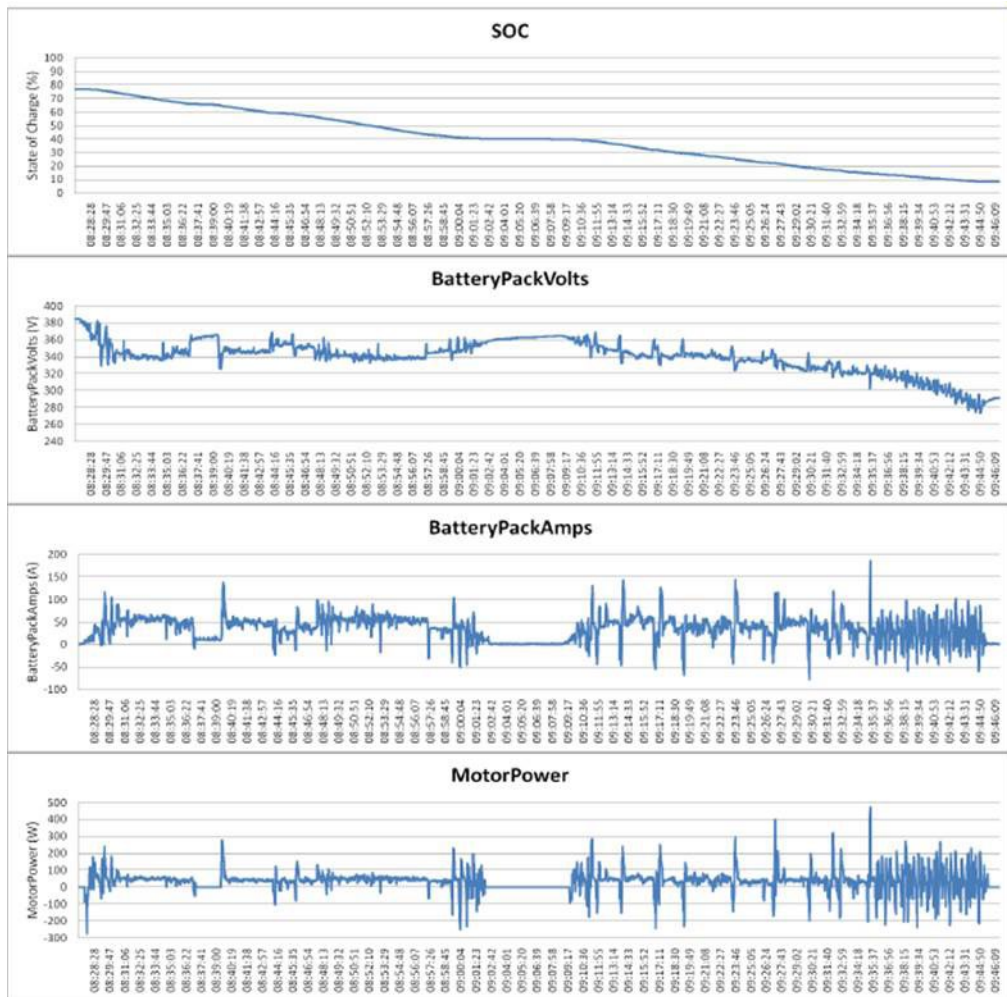
Arvot testin alussa: Ulkolämpötila -17 °C, akuston varaus 100 %, ajosäde 92km, lämpötilasäädetty 20 °C, ilmastointilaitteen sähkönkulutus 2-3kW ja SOC (State of Charge) 77 %.

Kun oli pari kilometriä ajettu rupesi ajoneuvon näyttämä ajosäde sekä akuston varaus laskemaan todella nopeasti, noin kahden sekunnin välein laski pykälän akun varaustasosta.

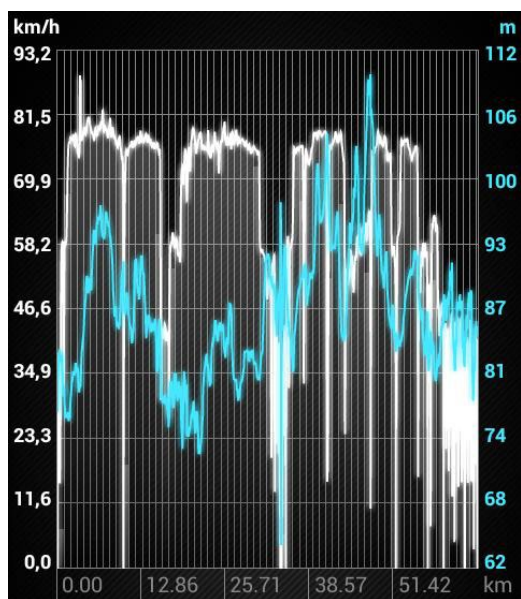
Kun 10 kilometriä oli ajettu, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 72 % ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 72km. Hetken paikallaan oltuaan ajosäde nousi 20km:sta 57km:iin ja akuston varaus nousi 25 %:sta 66.6 %:iin.

Kun oli ajettu 25km, auton näyttämä akuston varaus oli taas laskenut 16.6 %:iin.

Arvot lopussa: Ulkolämpötila -15 °C, akuston varaus o % (mittarissa o palkkia jäljellä 12 palkista), ajosäde --km, SOC 8.2 %, ajettu matka 64.4km.







Kuva 11. Nopeus- ja korkeuskaavio.

Kun 10 kilometriä oli ajettu, akustosta otetun virran keskiarvo oli 38.4A, akuston jännite oli pudonnut 19V, akuston varaus auton mittarin mukaan oli pudonnut 75 %, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 11.6 % ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 72km.

Koko matkan aikana akustosta otetun virran keskiarvo oli 34.9A, suurin arvo 186A ja pienin arvo -77.5A. Moottorin ottaman tehon keskiarvo oli 35.6W, suurin arvo 473W ja pienin arvo -276W. Akuston jännite putosi matkan aikana 93V, jännite laski alimmillaan 273.5V. Akuston varaus auton mittarin mukaan putosi 100 %, akuston varaus CAN väylästä luettuna oli pudonnut 68.8 % ja auton ilmoittama ajosäde oli pudonnut 92km, joten kilometriä kohden ajosäde putosi noin 1.4km.

Kun oli ajettu 56.6km, mittariston ajosäde alkoi näyttää pelkkää viivaa, tässä vaiheessa SOC oli 17.3 % ja akuston varaus mittarin mukaan nolla pykälää. Ryömintä moodi meni päälle kun oli ajettu 63.4km, tässä vaiheessa SOC oli 9 %.

Testi oli erikoinen koska melkein koko testin ajan auton näyttämä ajosäde ja akun varaustaso oli matalalla. Parin kilometrin jälkeen huomasin kun varaustason pykälät laski parin sekunnin välein. Uskalsin kuitenkin jatkaa testiä koska CAN-väylästä luettu varaustaso näytti oikein.

Reitti	2+seka-ajoa	2+seka-ajoa	2+seka-ajoa
pvm	29.1.2013	2.3.2013	14.3.2013
Aika	11:58-13:40	07:49-09:11	08:27-09:46
Matka(km)	89.8	76.1	64.4
Keskinopeus(km/h)	50.9	53.9	43.7
Ulkolämpötila alussa(°C)	0	-17	-17
Ulkolämpötila lopussa(°C)	0	-14	-15
Esilämmitys	Ei	Ei	Kyllä
Asetettu sisälämpötila(°C)	20	20	20
Ilmastointilaitteen kWh	1.6-4.6	2-4	2-3
Akuston varaus alussa(%)	100	100	100
Akuston varaus lopussa(%)	0	0	0
Varaus laski(%)	100	100	100
SOC alussa(%)	91.1	-	77
SOC lopussa(%)	9.2	-	8.2
SOC laski(%)	81.9	-	68.8
Ajosäde alussa(km)	119	119	92
Ajosäde lopussa(km)	0	0	0
Ajosäde laski(km)	119	119	92
km/ajosäde laski(km)	1.3	1.5	1.4
Virran keskiarvo(A)	32.7	-	34.9
Virta MAX(A)	156.5	-	186
Virta MIN(A)	-89.5	-	-77.5
Jännite laski(V)	109.5	-	93
Jännite MAX(V)	387	-	385
Jännite MIN(V)	269.5	-	273.5
Ajosäde näytti --, kun ajettu(km)	84.9	71	56.6
Tehorajoitus päälle kun ajettu(km)	88.6	75.3	63.4

#### 4.4. Todellinen ajosäde, Johtopäätökset

- Ulkolämpötilan 0°C ja -17 °C välinen ero maksimikilometreissä oli 13.3km.
- Kun auton mittariston ajosäde näyttää viivaa, ajaa vielä muutaman kilometrin ennen kuin tehorajoitus menee päälle.
- Esilämmitys päällä, SOC testin alussa vain 77% ja auton mittaristo näytti täydet palkit.
- Tässä testissä esilämmityksellä pääsi noin 12km vähemmän kuin ilman esilämmitystä. Tätä pitäisi testata enemmän.

## 5. Lyhyt lataus eri lämpötiloissa


Päivämäärä	10.1.2013	15.1.2013	17.1.2013
Klo	10:00 - 14:00	9:50 - 14:00	9:50 - 14:13
Ulkolämpötila(°C)	-2	-8	-23
Sisätilan esilämmitys	Kyllä	Kyllä	-
Latausaika (h)	4	4:10	3:23
Ajosäde latauksen alkaessa(km)	80	54	31
Ajosäde latauksen loppuessa(km)	130	99	79
Ajosäde nousi(km)	50	45	48
Akun varaus latauksen alkaessa(%)	75	58.3	33.3
Akun varaus latauksen loppuessa(%)	100	91.6	83.3
Akun varaus nousi(%)	25	33.3	50
SOC latauksen alkaessa(%)	-	56.7	45.7
SOC latauksen loppuessa(%)	88	85.8	79
SOC nousi(%)	-	29.1	33.3
Jännite latauksen alkaessa(V)	-	368.5	358
Jännite latauksen loppuessa(V)	391	389.5	379.5
Jännite nousi(V)	-	21	21.5


- Lataus -23 °C pakkasessa nosti jopa 50% akunvaraustasoa reilussa kolmessa tunnissa auton mittariston mukaan mutta SOC nousi vain 33.3%.
- Ei suuria eroja eri ulkolämpötilojen välillä

## WINTEVE – SÄHKÖAUTON TALVITESTIT

Tässä raportissa testataan sähköautoa talviolosuhteissa kolmella eri reitillä erilaisissa sääolosuhteissa.

 C, Centria tutkimus ja kehitys - forskning och utveckling, 13

 ISBN 978-952-6602-62-2

 ISSN 2341-7846