

Matkustajavaunujen seisontalämmityksen mallintaminen (aihe-esittely)

Luka Leinonen

06.03.2026

Ohjaaja: *Katri Ailus*

Valvoja: *Ahti Salo*

Tausta

- Työ tehdään yhteistyössä VR:n kanssa
- Seisonnalla tarkoitetaan aikaa, jolloin junarunko ei liiku
- VR:n matkustajavaunurungoissa voidaan käyttää seisontatiloja, joilla viitataan lämmitysasetukseen junarungon seisoessa
 - Vaihtoehtoina: matka-, seisona- ja huoltolämmöt, joissa erilainen peruslämpö ja ilmanvaihto
 - Tiloja ei käytetä kaikissa tilanteissa optimaalisesti, sillä halutaan varmistua hyvästä asiakaskokemuksesta
 - Seisontatilojen optimoinnilla voidaan säästää energiaa ja vähentää ympäristövaikutuksia
- Uudet datalähteet mahdollistavat laaja-alaisen tarkastelun seisontatilojen optimoimiseksi

Tavoitteet

- Tarkoituksena selvittää:
 - Kuinka pitkät takaisinlämmitys- ja takaisinviilennysajat riittävät, jotta vaunu saavuttaa ihannelämpötilan ennen matkustajien saapumista
 - Miten seisonatiloja tulisi käyttää eri tilanteissa
- Tavoitteena rakentaa ennustemalli, joka ennustaa sopivan takaisinlämmitys- tai takaisinviilennysajan eri olosuhteissa
- Työn merkitys VR:lle perustuu kykyyn tunnistaa datasta lämmitys- ja viilennystapahtumat tulevia analyysseja varten

Tietolähteet/Aineistot

- VR:n sisäiset dokumentit
- G. Barone, A. Buonomano, C. Forzano, and A. Palombo, “Enhancing trains envelope – heating, ventilation, and air conditioning systems: A new dynamic simulation approach for energy, economic, environmental impact and thermal comfort analyses,” *Energy*, vol. 204, p. 117833, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.energy.2020.117833.
- A. Buonomano, C. Forzano, G. F. Giuzio, A. Palombo, and G. Russo, “Energy efficiency and indoor thermal comfort of railway carriages: Development of an innovative passenger-centric-control framework for HVAC systems,” *Energy*, vol. 307, p. 132440, Oct. 2024, doi: 10.1016/j.energy.2024.132440.
- T. Catalina, V. Iordache, and B. Caracaleanu, “Multiple regression model for fast prediction of the heating energy demand,” *Energy and Buildings*, vol. 57, pp. 302–312, Feb. 2013, doi: 10.1016/j.enbuild.2012.11.010.

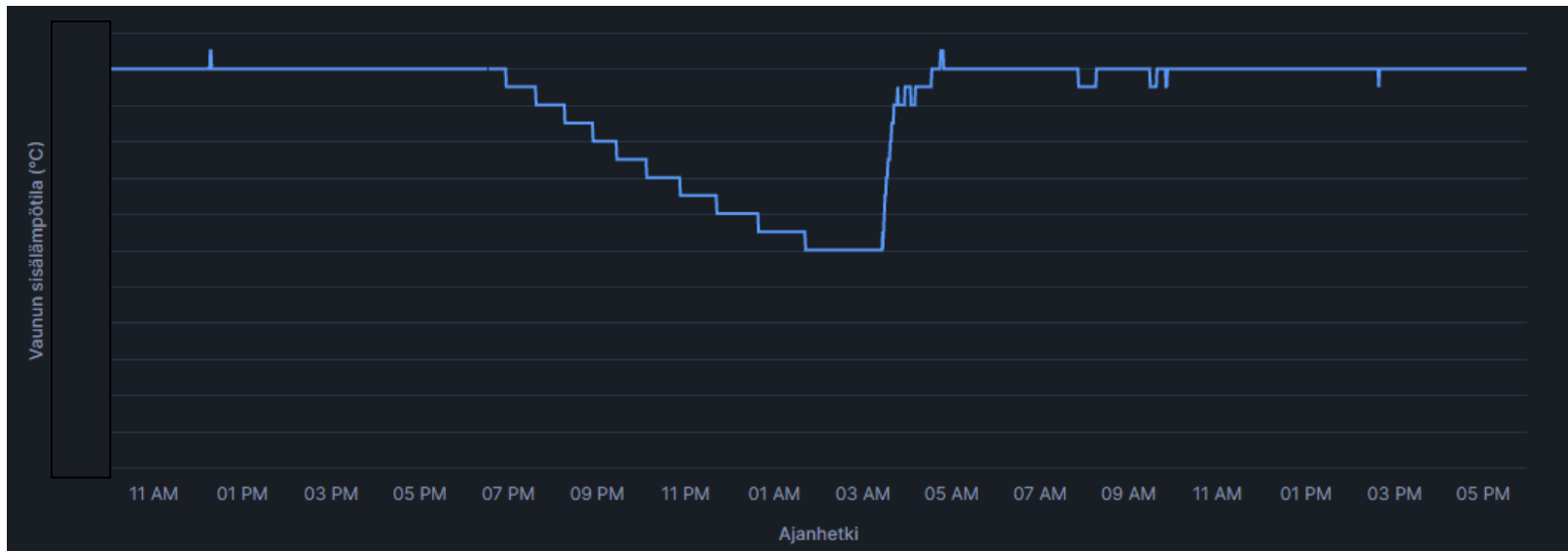


Menetelmät

- Käytettävä ICS-kalustodata sisältää aikasarjamuotoista tietoa mm. vaunujen numeroista, lämpötiloista, nopeuksista ja käytetyistä seisonatiloista
- Ensin tunnistetaan milloin junarungot seisovat ja mitä seisona-asetusta on käytetty
- Sitten kerätään tiedot yksittäisistä lämmitys- ja viilennystapahtumista mallin sovittamiseksi
- Sopivan matemaattisen mallin määrittäminen
 - Tarkoituksena vertailla erilaisia regressiomalleja

Työkalut

- Datan käsittely: SQL (Snowflake-ympäristössä)
- Mallin sovittaminen ja testaus: Python



Kuva 1: Esimerkki lämpötilan käyttäytymisestä seisonnan aikana, kun seisonnalämmitystä on käytetty.

Rajaukset

- Käytetään ICS-dataa, jota ei yhdistetä muihin datalähteisiin (esim. matkustajamäärät, ulkopuolinen säädata)
- Pyritään vastaamaan rajattuun tutkimuskysymykseen
- Työn ulkopuolelle rajataan seuraavat aiheet:
 - Mikä on seisontalämmityksen vaikutus energiankulutukseen?
 - Kuinka hyvin lämmitysohjeita noudatetaan?

Aikataulu

- Aiheen esittely 06.03.
- Datan käsittely mallin sovittamista varten valmiina 01.05.
- Tulokset valmiina 01.06.
- Tulosten esittely 15.06.
- Työ valmis 01.07.