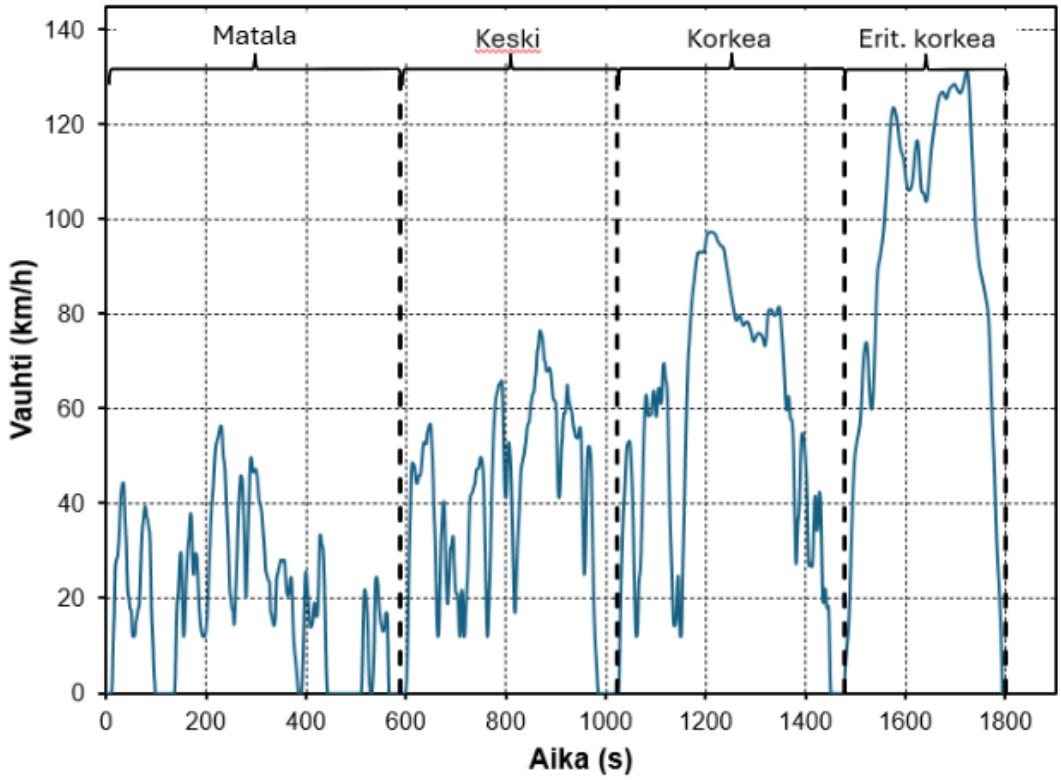


Ladattavan henkilöauton energiankulutus – mitä WLTP kertoo ja mitä ei

30.12.2025

Ajoneuvokannan sähköistyminen on muuttanut henkilöautojen energiankulutuksen tarkastelua merkittävästi. Kuluttajan näkökulmasta keskeinen kysymys on, mitä ajaminen maksaa ja miten eri ajoneuvoja voidaan vertailla keskenään. Monille kuluttajille ja yhteiskunnalle on myös tärkeää saada vertailukelpoista tietoa auton päästömääristä. Tätä varten EU:ssa on otettu käyttöön WLTP-testisykli (Worldwide Harmonised Light Vehicles Test Procedure), jonka mukaiset energiankulutusarvot ja päästöt ilmoitetaan kaikille uusille ajoneuvoille. Paikallispäästöttömille sähköautoille testisyklin tuottamassa tiedossa luonnollisesti korostuvat juuri energiankulutus ja ajoneuvon toimintamatka yhdellä latauksella. WLTP tarjoaa vertailukelpoisen lähtökohdan, mutta ei sellaisenaan kuvaa yksittäisen kuljettajan todellista ajosuoritusta.

WLTP-testisykli pyrkii kuvaamaan keskimääräistä ajamista yhdistämällä kaupunki-, esikaupunki- ja maantieajoa samaan testiin. Testissä ajonopeus vaihtelee, mukana on kiihdytyksiä, hidastuksia ja pysähdyksiä, ja kokonaiskesto on 30 minuuttia. Testimatkan pituus on hieman yli 23 kilometriä. Käytännössä lähes kaikki nykyiset henkilöautot kuuluvat WLTP:n teholuokkaan 3. Kuviossa 1 on esitetty luokan 3b mukainen nopeusprofiili, joka havainnollistaa testisyklin vaihtelevuutta ja ajotilanteiden monipuolisuutta.



Kuvio 1. Ajoneuvon nopeusvaihtelu WLTP-luokan 3b testisyklissä.

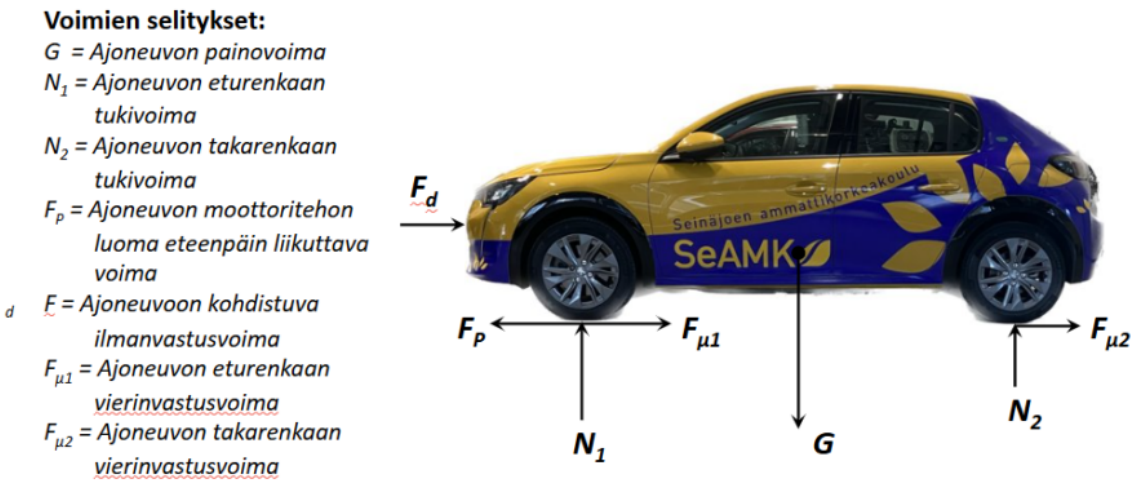
Vaikka WLTP on aiempia testejä realistisempi, se ei vastaa yksittäisen kuljettajan ajosuoritetta tai ajotapahtuman todellisia ajo-olosuhteita. Energiankulutukseen vaikuttavat ajotapa, ajomatkojen pituus, sääolosuhteet, tien kaltevuus ja liikennetilanne. Tästä syystä WLTP-arvoja on hyödyllistä tarkastella myös mallinnuksen ja simuloinnin avulla, jolloin kulutuksen taustalla olevia tekijöitä voidaan ymmärtää syvällisemmin.

Simulointimalli sähköauton energiankulutuksen ymmärtämiseksi

SEAMKissa WLTP-energiankulutusta tarkasteltiin simulointimallin avulla käyttäen esimerkkinä vuoden 2020 Peugeot e208 -sähköautoa. Simulointi toteutettiin avoimen lähdekoodin Scilab-ohjelmistolla hyödyntäen sen Xcos-simulointiympäristöä. Malli perustui ajoneuvon liikkeen perusyhtälöihin ja Newtonin lakeihin, ja siinä huomioitiin keskeiset ajoneuvon liikettä vastustavat voimat.

Ajoneuvon liikkeeseen vaikuttavat ulkoiset voimat on havainnollistettu kuviossa 2. Merkittävin vastusvoima suuremmissa ajonopeuksissa on ilmanvastus, joka riippuu ajoneuvon muodosta, otsapinta-alasta ja nopeudesta. Lisäksi mallissa huomioitiin renkaiden vierintävastus, joka syntyy renkaan muodonmuutoksista ja riippuu muun muassa ajonopeudesta. Tien mahdollinen kaltevuus sisällytettiin malliin painovoiman liikkeen

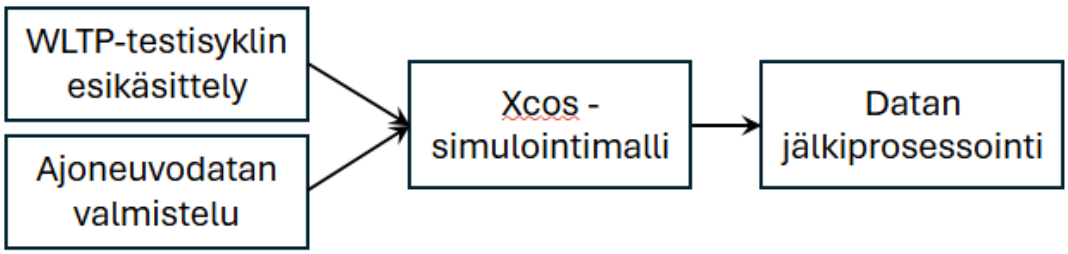
suuntaisena komponenttina, mikä mahdollistaa mallin käytön myös todellisten ajo-olosuhteiden tarkastelussa.



Kuvio 2. Ajoneuvon liikkeen simuloinnissa huomioitavat keskeiset voimat.

Mekaanisen liikkeen lisäksi keskeinen osa energiankulutuksen mallintamista on energian muuntuminen akusta mekaaniseksi energiaksi. Sähköautossa energia varastoidaan korkeajänniteakkuun, ja energian muunnosketjuun liittyy aina häviöitä. Simulointimallissa nämä häviöt huomioitiin pelkistetysti kahden hyötysuhdekertoimen avulla: toinen kuvaa akusta pyörille siirtyvän energian hyötysuhdetta ja toinen jarrutusenergian talteenoton hyötysuhdetta.

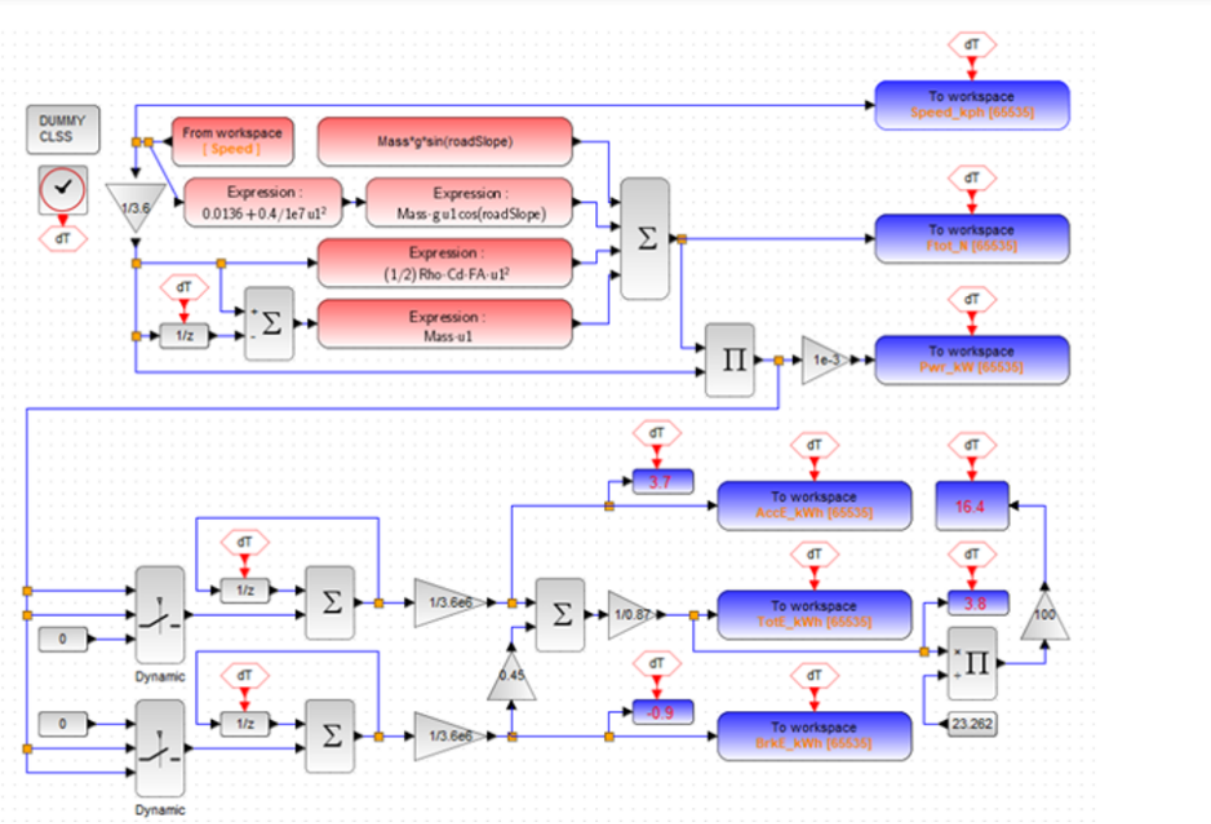
Simulointimallin kokonaisrakenne ja tiedonkulku on esitetty kuviossa 3. Varsinainen simulointi tapahtuu Xcos-ympäristössä, kun taas lähtöarvojen esikäsittely ja tulosten jälkikäsittely tehdään Scilabin konsolissa. Rakenteellinen jaottelu selkeyttää mallin toimintaa ja helpottaa sen jatkokehittämistä.



Kuvio 3. Simulointimallin toimintalogiikka Scilab- ja Xcos-ympäristöissä.

Varsinainen Xcos-mallirakenne on esitetty kuviossa 4. Kuvasta käy ilmi, että merkittävä osa työstä liittyy

lähtöarvojen määrittelyyn ja mallin parametrien asettamiseen. Mallin visuaalinen esitystapa helpottaa kokonaisuuden hahmottamista ja tukee erityisesti opetuskäyttöä.



Kuvio 4. Simulointimalli Xcos-ympäristössä.

Hyötysuhteita käytettiin sovitusparametreina siten, että simulointimallin tulos vastasi auton valmistajan ilmoittamaa WLTP-energiankulutusta. Peugeot e208:n tapauksessa kulutus on 16,4 kWh / 100 km, joka toistettiin sovitusten kautta simulointimalliin. Mallin perusteella akulta pyörille -hyötysuhde asettui noin 89 prosenttiin, mikä on linjassa kirjallisuudessa esitettyjen arvojen kanssa. Jarrutusenergian talteenoton kokonaishyötysuhteeksi saatiin noin 45 prosenttia.

Simulointimallin tuottamista tuloksista ja mallin jatkokäytöstä

Simuloinnin tärkein anti ei ole yksittäinen kulutusluku, vaan se ymmärrys, joka syntyy mallia rakennettaessa. Malli havainnollistaa, mitkä tekijät vaikuttavat energiankulutukseen eniten ja miksi todellinen kulutus voi poiketa WLTP-arvosta. Erityisesti jarrutusenergian talteenotto osoittautui haastavaksi mallinnettavaksi, sillä todellisessa ajotilanteessa kaikkea jarrutusenergiaa ei voida hyödyntää regeneroituna sähköenergiana.

Rakennettu simulointimalli tarjoaa hyvän pohjan jatkokehitykselle. Malliin on jo sisällytetty mahdollisuus

huomioida ilman lämpötila, tuuliolosuhteet sekä tieprofiilit, mikä mahdollistaa simuloinnin laajentamisen todellisia ajo-olosuhteita vastaavaksi. Jatkossa simulointituloksia voidaan verrata käytännön ajomittauksiin esimerkiksi Seinäjoen liikenneympäristössä.

Simulointi tukee ajoneuvotekniikan opetusta ja tutkimusta sekä auttaa suhtautumaan WLTP-lukuihin realistisesti. WLTP on tärkeä vertailutyökalu, mutta syvällisempi ymmärrys ajoneuvojen energiankulutuksesta syntyy vasta, kun testiarvojen taustalla olevat ilmiöt tehdään näkyviksi mallinnuksen ja käytännön tarkastelujen avulla.

Seinäjoen ammattikorkeakoulussa toimii Tulevaisuuden ajoneuvoteknologiat tutkimusryhmä, ja tämä artikkeli käynnistää tutkimusryhmän simulointipohjaisten artikkeleiden sarjan. Seuraavassa artikkelissa tullaan jatkamaan simulointimallin tuottaman tiedon jalostamista auton akkumoduulin kuormituksen mallinnukseen.

Pasi Junell
TkT, yliopettaja
SEAMK

Jarno Arkko
DI, lehtori
SEAMK

Heikki Järvi
DI, lehtori
SEAMK