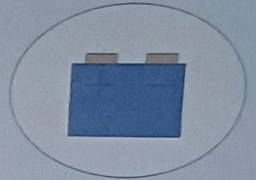




# Tulevaisuuden akkumateriaalit

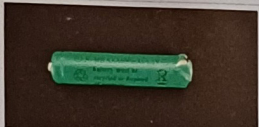
Daniel Turkkinen, Lauri Nyhä, 2025  
Tampereen klassillinen lukio, Tuomiokirkonkatu 5, 33100 Tampere



Akut ovat nykyisessä yhteiskunnassa keskeisessä roolissa, sillä akkuja on lähes kaikissa laitteissa ajoneuvoista kännyköihin. Kasvava energiantarve lisää akkujen kysyntää, sillä energiaa pitää varastoida entistä enemmän. Tutkimuksemme tavoitteena oli tutkia nykyajan ja tulevaisuuden akkumateriaaleja, mitä varten kehitimme oman mittalaitteen akkujen jännitteen mittaamiseen. Mittaustulosten ja taustatutkimuksen pohjalta akkuista pystyttiin tekemään johtopäätöksiä koskien mm. akkujen käyttökohteita.

## Johdanto

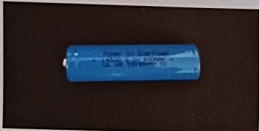
Tutkimusmassamme keskityimme uusiin ja innovatiivisiin akkumateriaalivaihtoehtoihin tavoitteenamme edistää kestävää kehitystä. Halusimme selvittää, mihin käyttötarkoituksiin nykyiset ja tulevaisuuden akkuteknologiat parhaiten soveltuvat ominaisuuksiensa perusteella. Työtä aloittaessamme huomasimme, että akkujen suorituskyvyn mittaamiseen on tarjolla rajallisesti soveltuvia laitteistoja. Tämä haaste innotti meitä kehittämään oman mittalaitteen. Mittalaitteen kehityksen aikana kohtasimme useita haasteita, mutta onnistuimme lopulta ratkaisemaan ne. Vaikka tutkimuksemme oli mittakaavaltaan vaatimaton, se loi vankan perustan teknologian jatkokehittämiselle niin akkujen sovelluskohteissa kuin myös mittalaitteen valmistuksessa.



Kuva 1. Tutkitut akut



Tutkittu nikkelimetallihydridiaku



Tutkittu litiumkobolttioksiidiaku



Tutkittu litiumrautaosfaattiaku

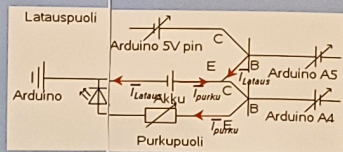
Kuva 1. Tutkitut akut

## Materiaalit ja menetelmät

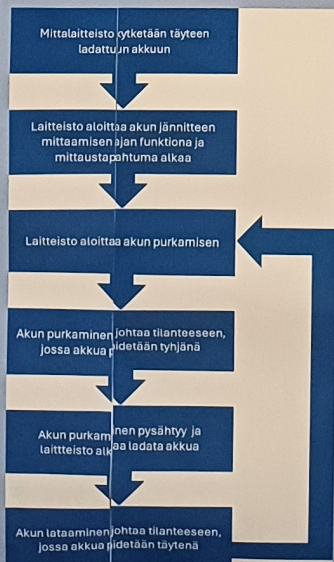
Päättökäytännön menetelmä oli mitata akkuja itse rakentamalla Arduino Uno mikro-ohjaimen pohjautuvalla virtapiirillä. Laitteistolla mittasimme akkujen jännitettä ajan funktiona. Datasta pystytään päättämään muita suureita, kuten energiaa ja akun varausta. Laitteisto latoi ja purki akkuja automatisoidusti ja tallensi mittaukset SD-kortille.



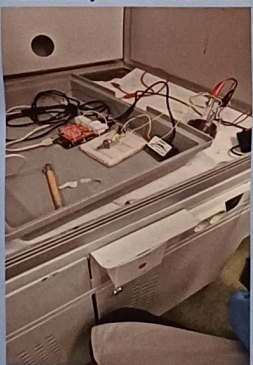
Kuva 2. Kuva mittauslaitteistosta. Laitteistossa käytimme transistoreja, LED:itä, säätövastusta, johtimia, SD-kortinlukijaa sekä Arduinoa.



Kuva 3. Mittalaitteiston kytkentäkaavio.



Kuva 4. Koodin vuokaavio



Kuva 5. Itse tehdyn akun mittausta ja laitteiston testausta

## Tutkitut akut

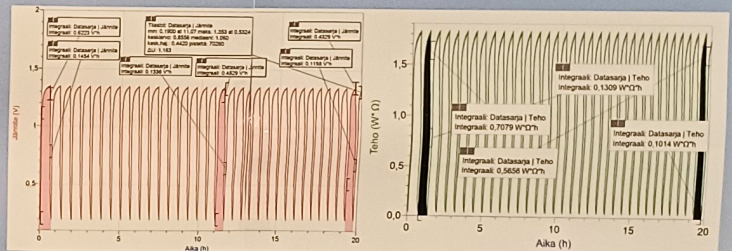
- Litiumioniakut
  - Tehokkaita, nykypäivän kehittyviä teknologioita
- Nikkelimetallihydridiaku
  - Käytössä oleva akkuteknologia litiumin rinnalla
- Natriumaku
  - Saimme Broadbitilta testiakun
  - Lupaava kehittyvä teknologia
  - Ei vielä teollisessa mittakaavassa

## Hylätyt akut

- Liijyaku
  - Vanheneva teknologia, vaikeuksia Arduinon kanssa
- Nikkelikadmiumaku
  - Vanheneva teknologia, ympäristö-ongelmat
- Ligniiniaku
  - Materiaali ei saatavilla, Stora Enso
- Itserakennetut akut
  - Vaikeita toteuttaa, turvallisuus

## Tulokset

Tuloksena laitteiston keräämästä datasta pystyttiin muodostamaan jännitteen kuvaaja ajan funktiona. Datan perusteella pystyttiin laskemaan sähkötehon graafi ajan funktiona.



Kuvat 6 ja 7. nikkelimetallihydridiakun jännitteen ja tehon kuvaajat.

Taulukko 1. akkujen mitattuja ominaisuuksia

|                          | Maksimijännite | Latausvirta | Muutos purkuintegraaleissa (jännite) | Muutos latausenergiassa | Muutos purkuenergiassa |
|--------------------------|----------------|-------------|--------------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Nikkelimetallihydridiaku | 1,353 V        | 0,4 A       | -17,6 %                              | -20,1 %                 | -22,5 %                |
| Litiumkobolttioksiidiaku | 1,510          | 0,4 A       | —                                    | —                       | -1,50 %                |
| Litiumrautaosfaattiaku   | 3,198 V        | 0,2 A       | -1,17 %                              | -1,71 %                 | -7,69 %                |
| Natriumkloridiaku        | 3,608 V        | 6,0 mA      | -66,2 %                              | -66,4 %                 | -89,2 %                |

## Johtopäätökset

- Nikkelimetallihydridiaku
  - Nopea purettavuus, lyhytaikainen energian varastointi
  - Lämpenevät melko paljon, eivät kestä olosuhterastusta
- Litiumrautaosfaattiakut
  - Pitkä sykkelikä, tyypillisesti iso kapasiteetti ja eivät juuri lämpene
  - Sopivat energian varastointiin, mm. sähköautot
- Litiumkobolttioksiidiakut
  - Tyypillisesti pieni koko ja suuri energiatiheys, herkkiä olosuhterastukselle
  - Sopivat esimerkiksi pienlaitteisiin
- Natriumaku
  - Litiumakkuja pienempi energiatiheys ja suurempi paino, ympäristöystävällisempiä ja taloudellisempia
  - Tulevaisuudessa sovelluksia erityisesti energian varastoinnissa
- Laitteisto
  - Pienellä jatkokehittelyllä potentiaalia kaupallistamiseen
  - Toimintavarmuutta tulisi parantaa
  - Laskentaa voisi automatisoida ja mittausominaisuuksia lisätä
  - Voisi sopia esim. akkutehtaiden laadunvalvontaan
  - Etuja kustannustehokkuus ja automatattisuus