

# Työn esittely: Väriaineherkistettyjen aurinkokennojen ja piipohjaisten aurinkokennojen vertailututkimus

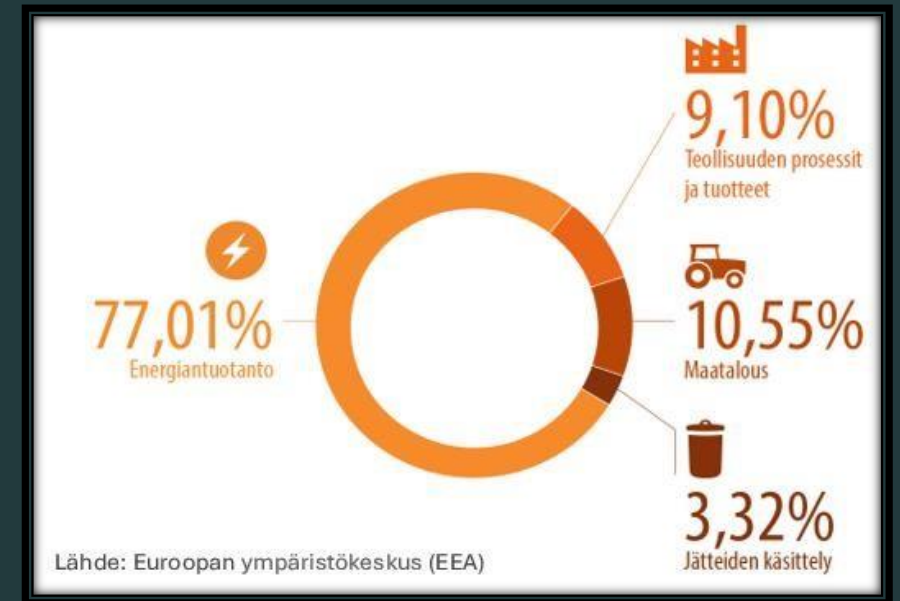
Marcus Anttila & Antton Kiuru  
Helsingin Suomalainen Yhteiskoulu

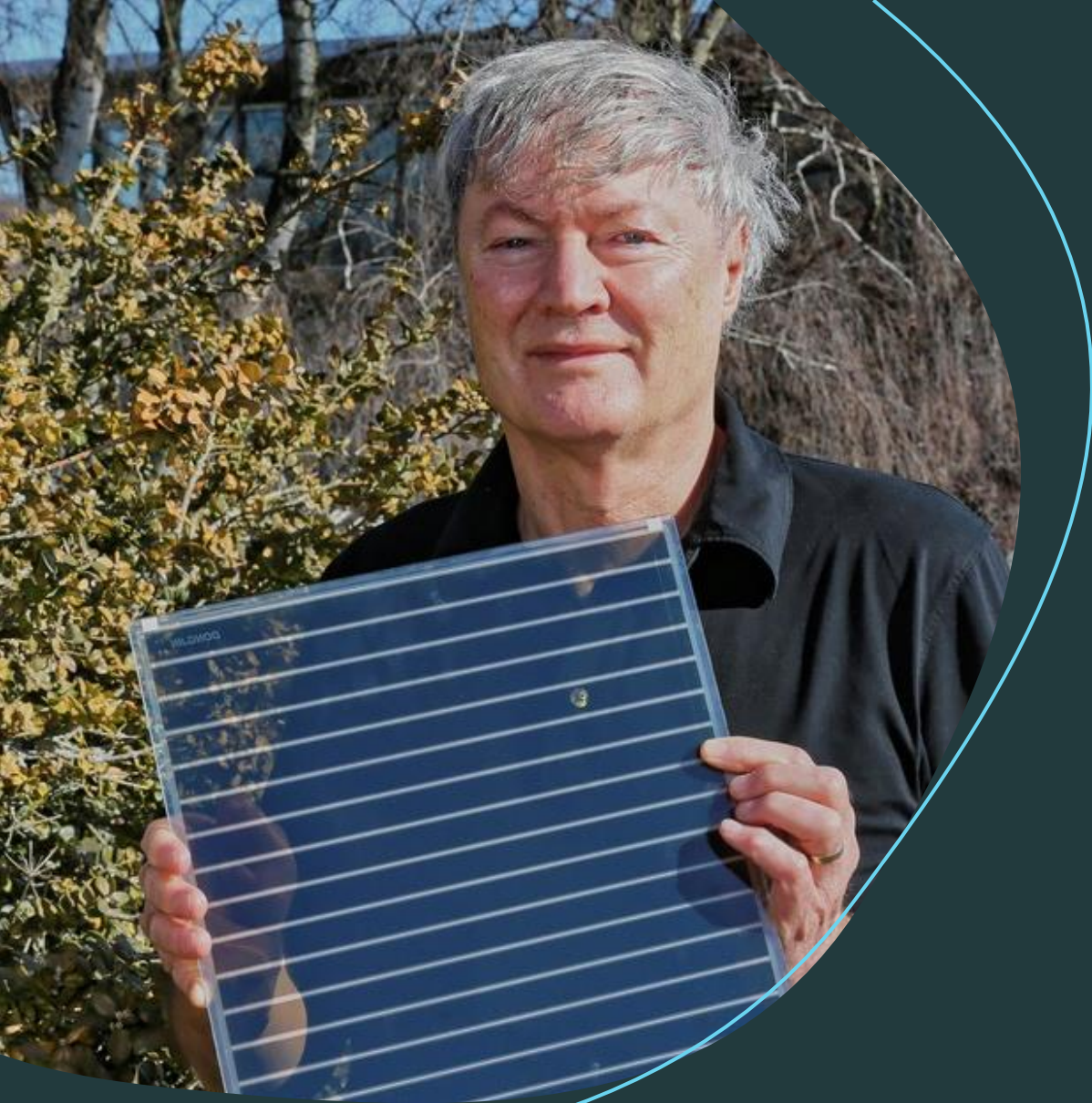
Tutki-Kokeile-Kehitä 2023

# Johdanto



- Ilmastonmuutos on yksi vakavimmista globaaleista uhista Maalle.
- Ilmastonmuutosta eli kiihtynyttä kasvihuoneilmiötä aiheuttavat kasvihuonekaasupäästöt johtuvat Euroopan Unionin alueella 77 % energiantuotannosta (vuonna 2019).
- Aurinko on erittäin tehokas energianlähde: Auringon säteilyenergiaa kertyy maapallon pinnalle tunnin aikana enemmän kuin koko ihmiskunta kuluttaa energiaa vuodessa.





## Idea

- Saimme idean työhömmme koulumme katolla sijaitsevista aurinkopaneeleista ja ohjaajamme vinkistä.
- Lähdimme tutustumaan aurinkopaneeleihin ja erityisesti Grätzelin kennoihin, joiden odotetaan korvaavan kalliit piikennot.

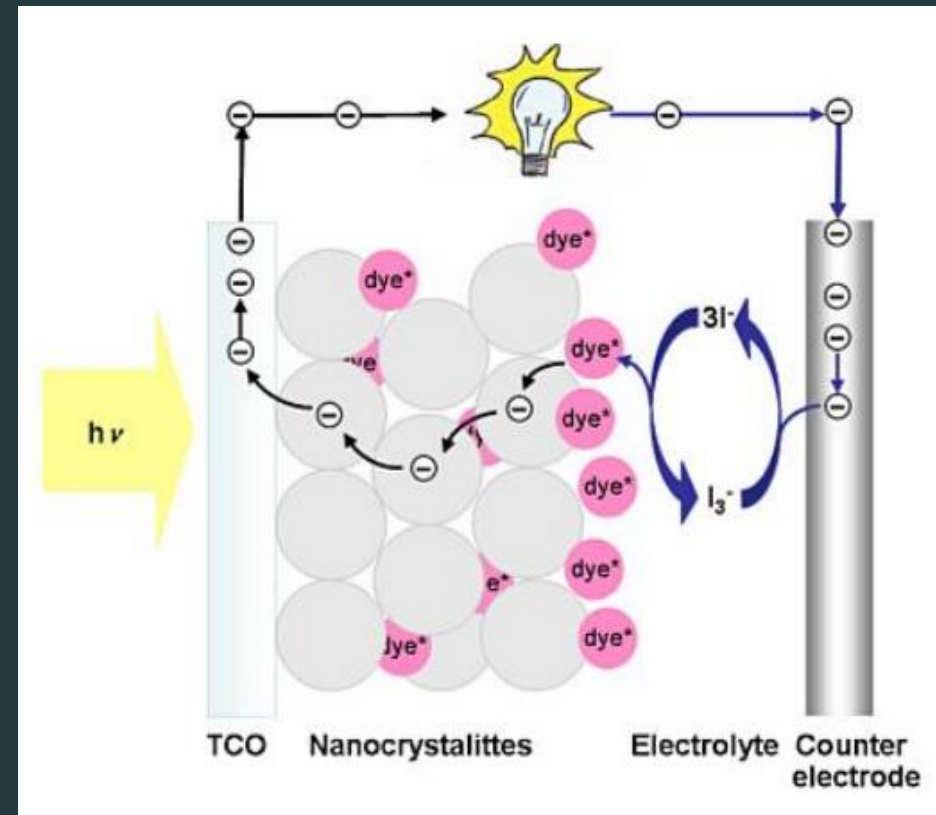
Lähde: News - EPFL

Kasvien fotosynteesiä jäljittelevän väriaineherkistetyn aurinkokennon kehittäjä sveitsiläinen Michael Grätzel.



# Grätzel-aurinkokennojen toiminta

- Auringon säteily ja sen valoenergia läpäisee lasilevyn ja virittää väriainemolekyylit.
- Väriainemolekyyleistä irronnut elektroni virtaa titaanioksidia pitkin anodille ja sieltä kohti katodia muodostaen virtapiirin.
- Elektronin menettäneet väriainemolekyylit pelkistyvät elektrolyyttiliuoksen ansioista.
- Elektrolyytti saa elektroninsa takaisin virtapiirissä liikkuvilta elektroneilta.
- Grafiitilla värjätty vastaelektrodi nopeuttaa ja vakauttaa elektrolyytin pelkistymisreaktiota.

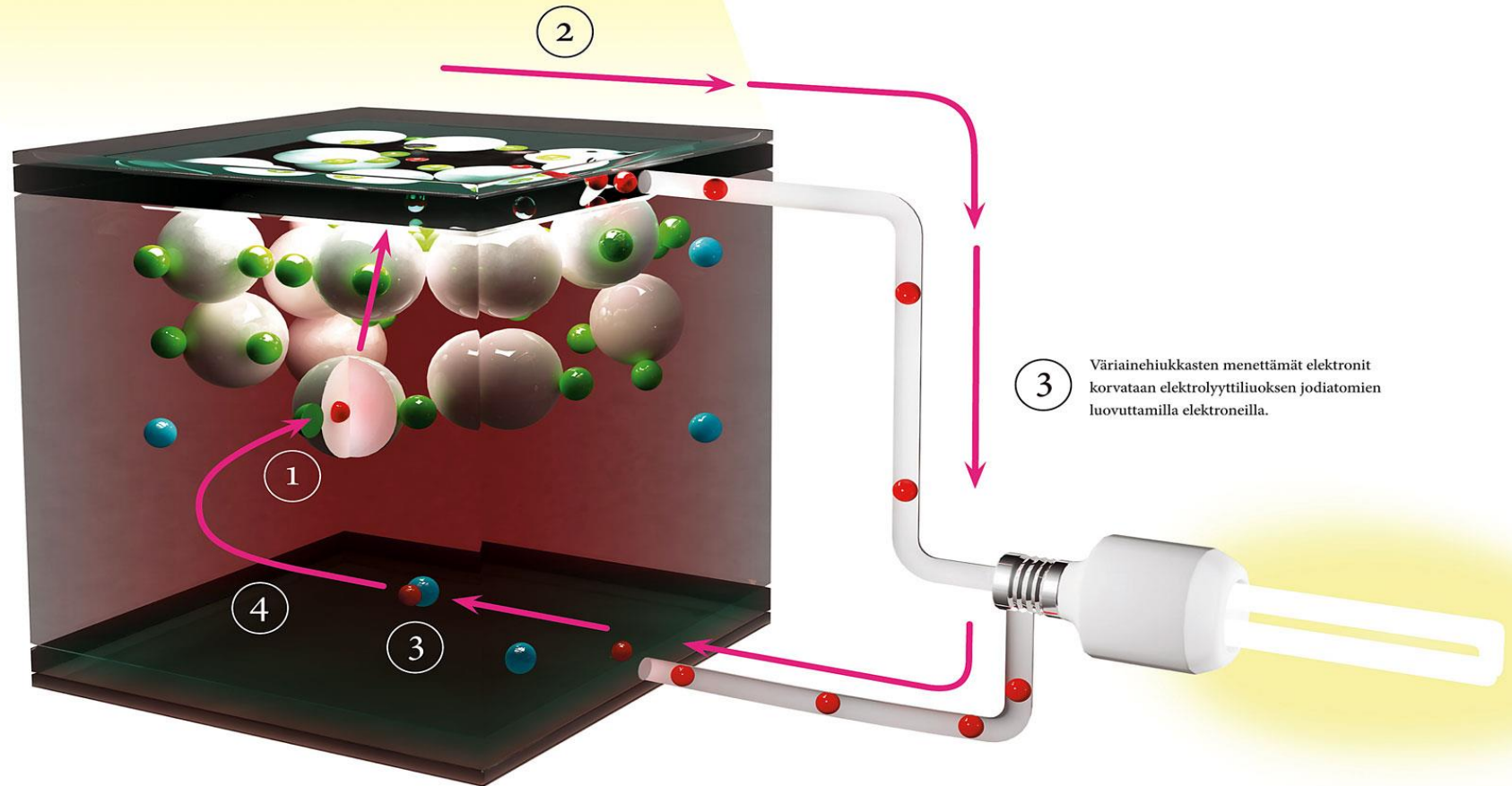


Diagrammissa näky kennon toimintaperiaate.

Keltainen nuoli on saapuva valoenergia ja suuret valkoiset pallot "Nanocrystallites" ovat titaanioksidimolekyylit (TiO<sub>2</sub>).

# Väriaine-herkistetty aurinkokenno

Kolmannen sukupolven aurinkokennoteknologia, Grätzel-aurinkokenno, muuttaa auringon säteilyn sähkövirraksi jäljitellen luonnon fotosynteesiä.



**1** Valonsäteiden osuessa titaanioksidin pinnalla oleviin väriainemolekyyleihin ne virittyvät ja vapauttavat elektroneja titaanioksididihiukkasiin.

**2** Vapautuneet elektronit kulkeutuvat titaanioksididihiukkasia pitkin virtaa keräävälle anodille ja ulkoiseen virtapiiriin.

**4** Jodiatomit saavat uusia elektroneja luovuttamiensa tilalle katodilta. Näin virtapiiri sulkeutuu.

**3** Väriainehiukkasten menettämät elektronit korvataan elektrolyyttiliuoksen jodiatomien luovuttamilla elektroneilla.

# Tutkimuksen toteutus

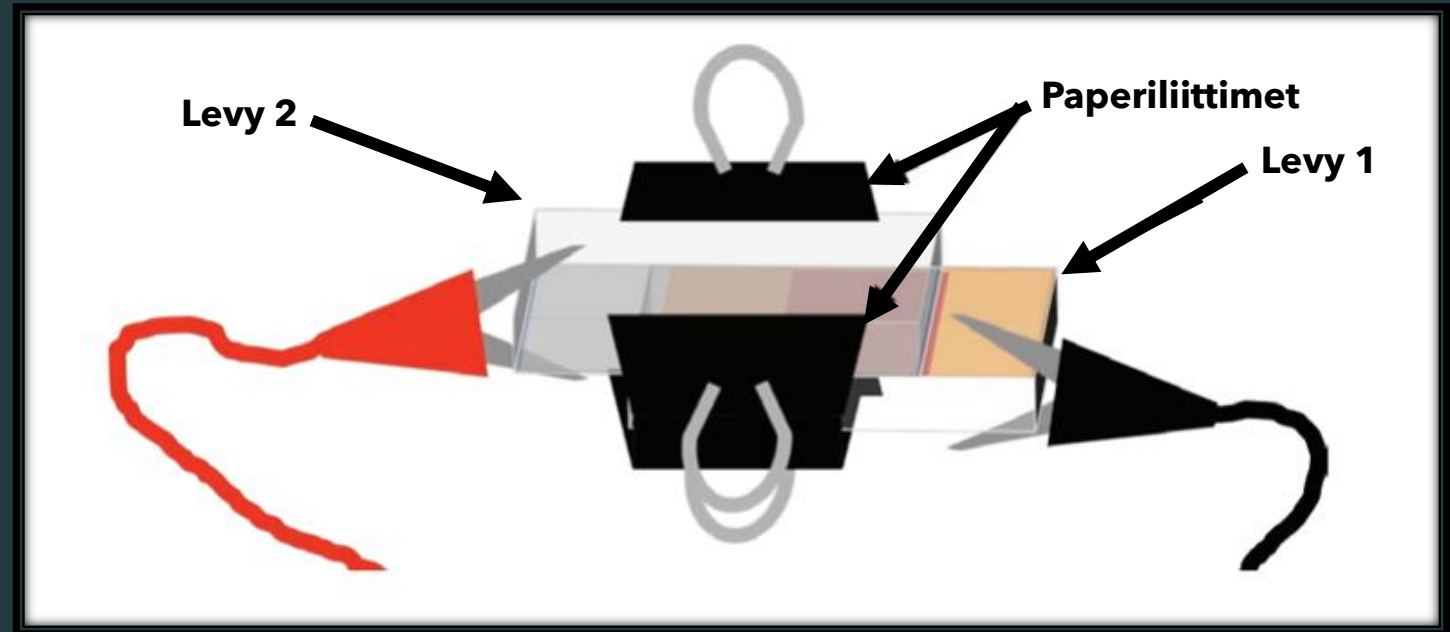
- Tarkoituksena oli verrata Grätzel-kennoja perinteisiin koulumme katon piipohjaisiin aurinkopaneeleihin.
- Laskimme koulun paneeliston todellisen valoenergiaa keräävän alueen pinta-alan valmistajan tietojen mukaan, jotta voimme verrata kennojen hyötysuhdetta keskenään.
- Koulumme käyttää Naps Solar Systemsin Saana 225-WP paneeleita.
- Tutkimusta varten rakensimme omat  $1 \text{ cm}^2$  kokoiset kennot.
- Valmistimme kuusi kennoa, josta yksi oli testikenno, jota ei otettu tuloksissa huomioon.

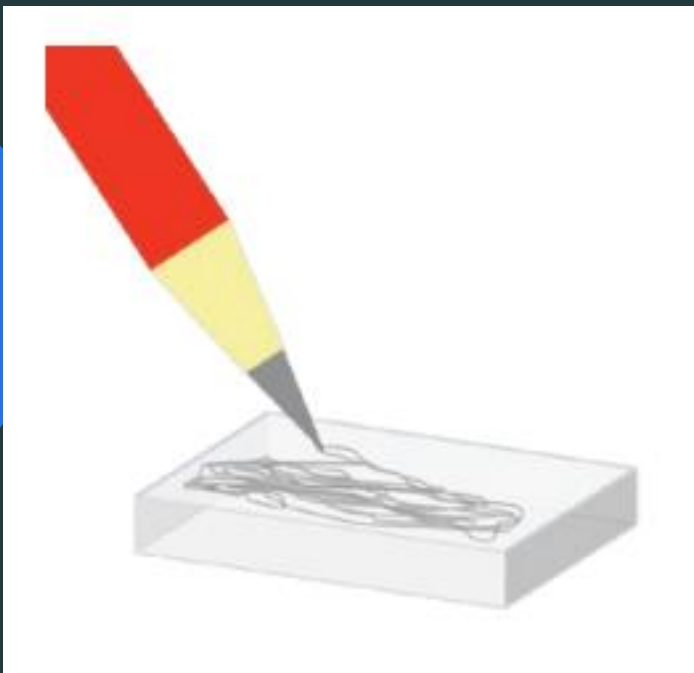


Koulumme katon 80 paneelin paneelisto.

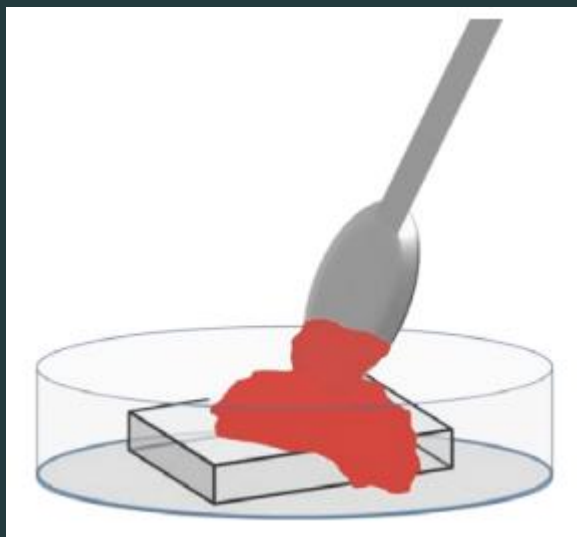
# Kennojen rakentaminen

- Otetaan kaksi sähköjohtavaa lasilevyä johtava puoli ylöspäin. Levyn 2 pinta peitetään grafiitilla (Kohta 1, kts. seuraava dia).
- Levyn 1 keskiosan pinta levitetään titaanioksidipastalla (Kohta 2). Levyt sijoitetaan sen jälkeen uuniin, jonka lämpötilaa nostetaan väliajoin.
- Uunista otettujen levyjen päälle laitetaan ensin mustikkamehu (Kohta 3) ja sitten elektrolyyttiliuos eli jodiliuos. (Kohta 4)
- Seuraavaksi kenno kasataan oikeanpuoleisen mallin mukaan kiinnittäen hauenleuat reunoille.

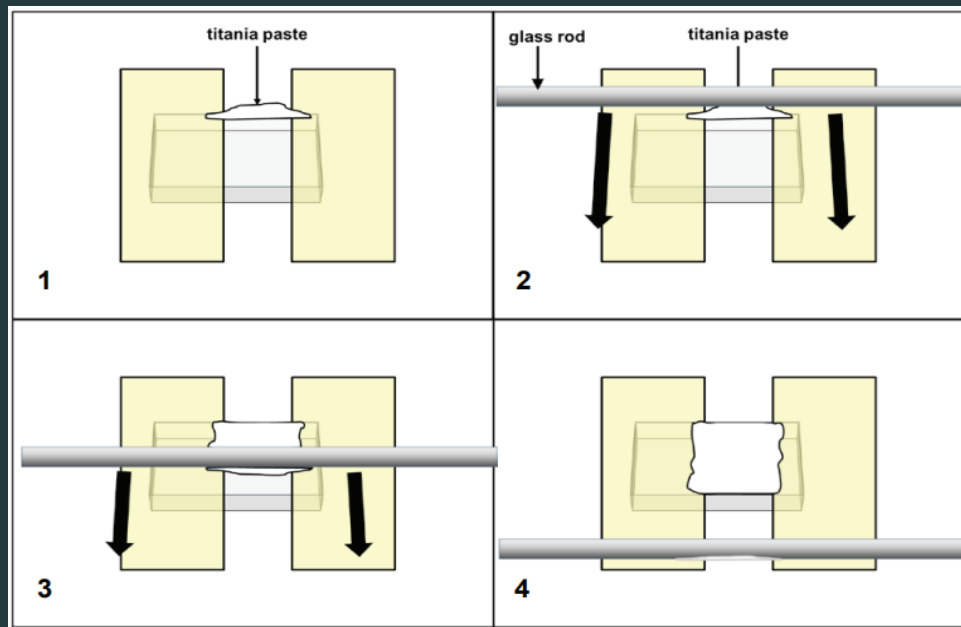




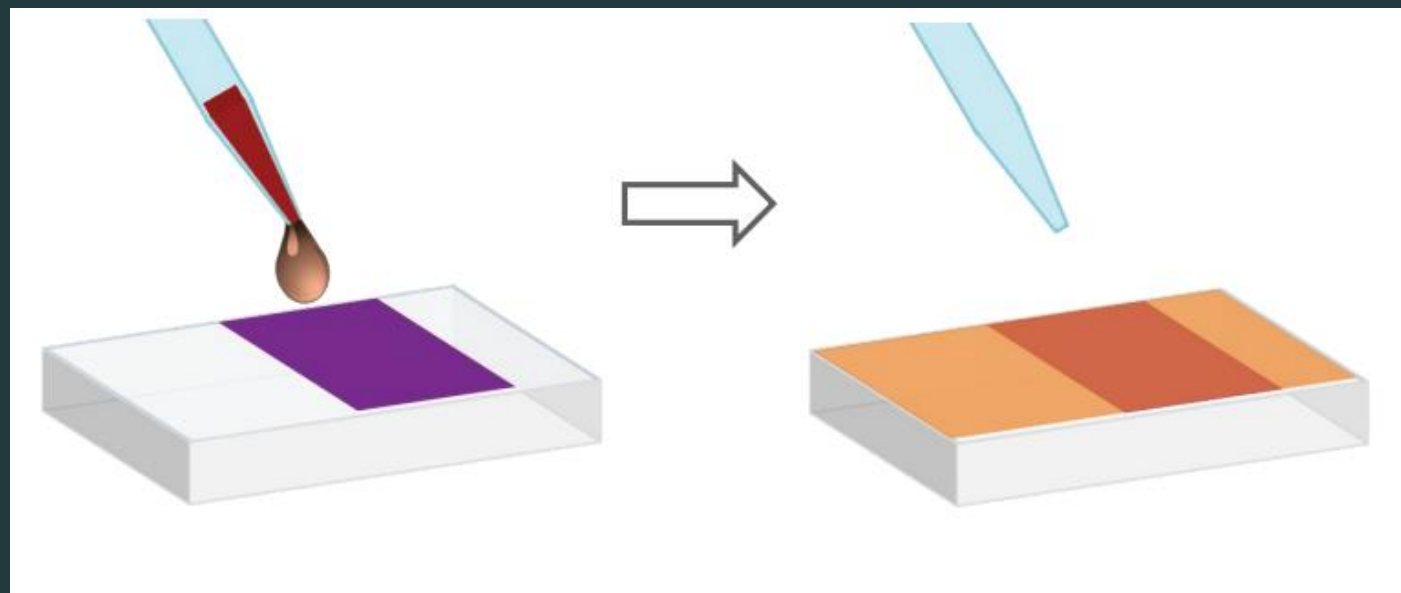
Kohta 1: Levyn 2 pinnan peittäminen grafiittikynällä



Kohta 3: Mustikkamehun lisäys



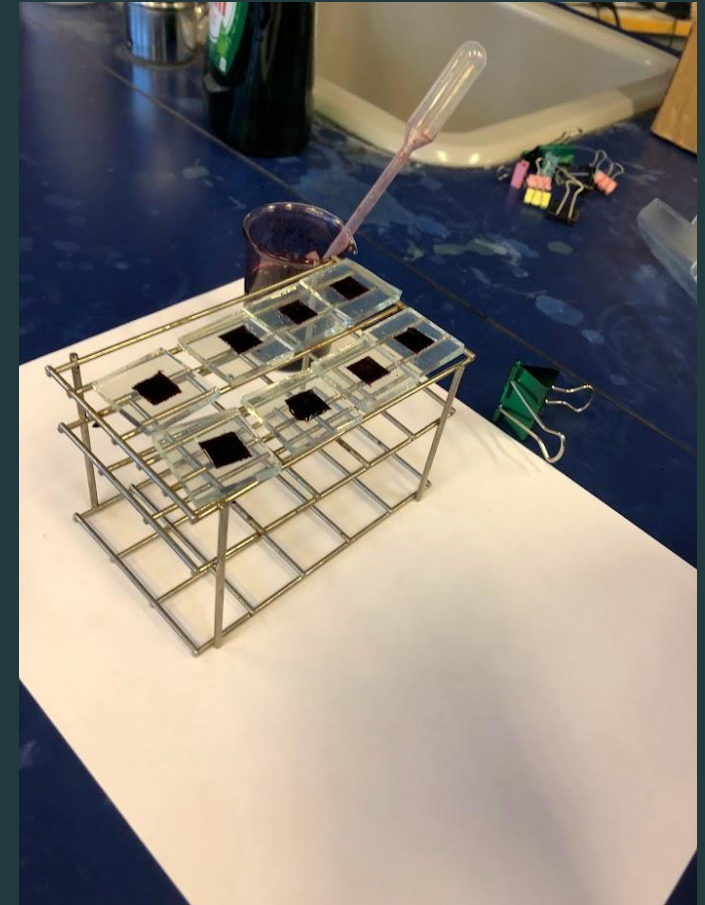
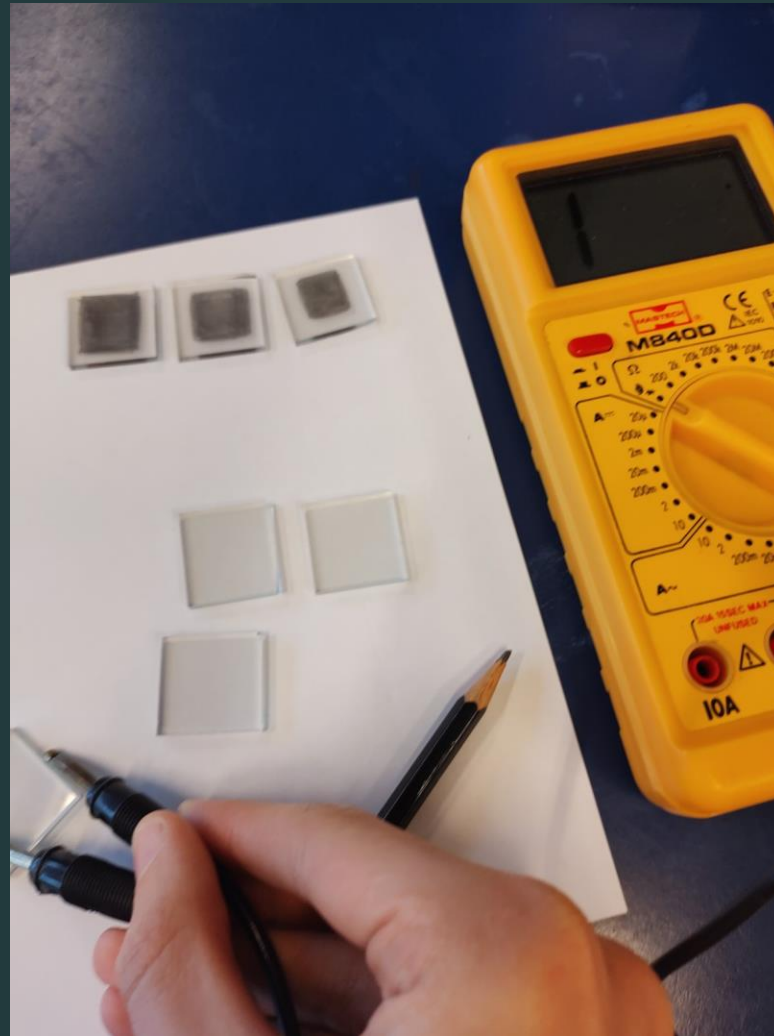
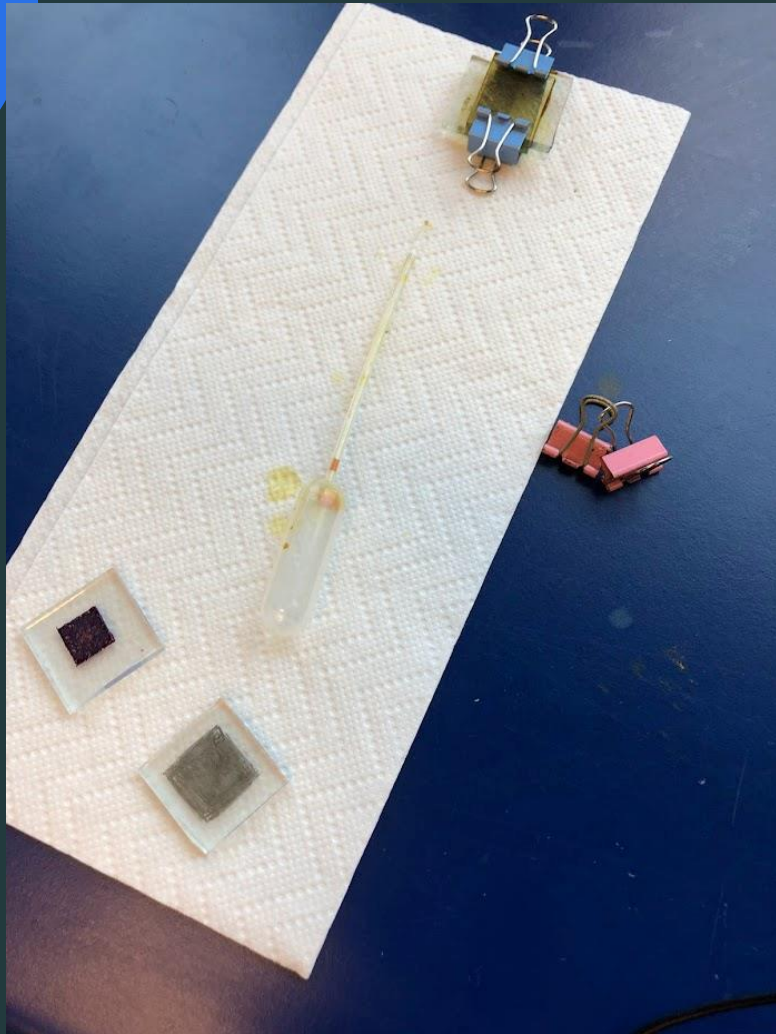
Kohta 2: Titaanioksidin levittäminen



Kohta 4: Jodiliuksen lisäys



# Kuvia rakennusvaiheesta



# Tutkimuksen tulokset

- Oikeanpuoleisessa taulukossa on esitetty Grätzel-kennojen mitatut sähkövirrat ja jännitteet.
- Näistä pystyimme laskemaan tehon ja tehon / neliometri. Vertaamalla tätä UV-lampun tehoon pystyimme laskemaan kennojen hyötysuhteen.
- Grätzel-kennojen hyötysuhde oli tutkimuksessa 15%. Tämä on hieman koulumme paneelien 16% alempi, mutta kuitenkin erittäin hyvä tulos.
- Hyötysuhteet eivät kuitenkaan olleet suoraan verrannollisia erilaisten mittausympäristöjen vuoksi.

| Kenno (nro)      | Sähkövirta (A) | Jännite (V) |
|------------------|----------------|-------------|
| 1                | 0.0035         | 0.162       |
| 2                | 0.0027         | 0.143       |
| 3                | 0.0019         | 0.112       |
| 4                | 0.0043         | 0.172       |
| 5                | 0.0017         | 0.116       |
| <b>Keskiarvo</b> | 0.00282        | 0.141       |

Kennoista mitatut sähkövirrat, jännitteet ja niiden keskiarvot, joista pystyimme laskea niiden tehon.

# Johtopäätökset

- Grätzel-kenno on toimiva aurinkokennomalli, joka kykenee tuottamaan sähkövirtaa jo alkeellisella tasolla samoissa suuruusluokissa ja kilpailukykyisesti perinteisiin piipohjaisiin paneeleihin verrattuna.
- Investoinnin lisäys ja kennojen kehittäminen voisi parantaa Grätzel-kennojen kestävyyttä ja hyötysuhdetta.
- Grätzel-kennot voivat jopa kokonaan korvata piipohjaiset aurinkopaneelit tulevaisuudessa.

