

ENERGIAA OPETUKSEEN

AURINKOSÄHKÖPROJEKTEILLA



ALAJÄRVEN SIVISTYSTOIMI / DIGIIVI-HANKE

Seppo Antio



	1
Johdanto	2
Taustatietoa	4
Mikä on aurinkopaneeli?.....	4
Käsitteet ja suureet.....	5
Alakoulun aurinkosähkön tutkimuspaketti	6
Järjestelmän kokoaminen.....	8
Jännitteen ja virran mittaukset sekä tehon laskenta.....	11
Tietokoneen käyttö aurinkopaneelilla.....	16
Tehtäviä oppilaille.....	19
Sähköenergian varastointi ja hyötysuhde.....	23
Tyhjän varavirtalähteen lataus täyteen aurinkopaneelilla.....	24
Varavirtalähteen sähkövarauksen käyttö.....	27
Hyötysuhteen laskeminen.....	29
Yläkoulun aurinkosähkön tutkimuspaketti	32
Tehtäviä oppilaille.....	41
Aurinkopaneelin hyötysuhteen mittaus ja laskenta.....	41
Vaakasuurtaisen kulman vaikutus.....	50
Pystysuurtaisen kulman vaikutus.....	57
Varjostustutkimus.....	63
Muita mahdollisia tutkimuksia ja kokeita.....	67
Kilowattiluokan aurinkosähköjärjestelmä	68
Järjestelmän kokoaminen ja käyttö.....	70
Järjestelmän purku.....	75
Lisäakun käyttö.....	77
The Great Solar Escape - Pakopeli aurinkoenergialla	80
Salkun laitteet.....	81
Pelin kulku.....	84
Pakopelin ohjaajan välineet.....	87
Toimintaohje ohjaajalle.....	88
Peliohje pelaajille.....	91

Johdanto



Energiaa opetukseen aurinkosähköprojekteilla on kokemuksellinen ja tutkimuksellinen aurinkoenergian opetusmateriaali. Se on täynnä konkreettista tekemistä. Oppilaat eivät vain lue tai kuule aiheesta, vaan he tuottavat, varastoivat ja käyttävät aurinkosähköä itse.

Aurinkopaneelit, varavirtalähteet, mittarit ja monet muut laitteet herättävät halun kokeilla, oppia ja oivaltaa. Aurinkoenergian tutkiminen on samalla matka kohti kestävästä kehitystä ja tulevaisuutta. On tärkeää näyttää oppilaille konkreettisesti, miten auringonvalo muuttuu aidosti hyödynnettäväksi sähköenergiaksi ja mitä asioita tähän prosessiin liittyy.

Kirjassa on esitetty aurinkosähkön oppimispolku alakoulusta yläkouluun. Alakoulussa käytettävät laitteet ovat kaikki usb-pohjaisia. Niitä on helppoa kytkeä ja turvallista käyttää. Alakoulun alemmilla luokilla voidaan esimerkiksi ihan vain ihmetellä, miten aurinkopaneeli saa tuulettimen pyörimään ja puhelimen latautumaan. Myöhemmillä luokilla voidaan tehdä monenlaisia tehomittauksia usb-tehomittarilla.

Yläkoulun osiossa tehtävät, kokeet, mittaukset ja laskentakaavat ovat laajempia ja syvemmälle meneviä. Oppilaat mittaavat ja laskevat mm. aurinkopaneelin hyötysuhteen sekä tutkivat kulmien ja varjostuksen vaikutusta paneelin sähköntuottoon. Yläkoulun siirrettävä kilowattiluokan aurinkosähköjärjestelmä antaa kokemuksen todelliseen hyötykäyttöön kykenevästä laitteistosta. Esimerkiksi kahvin- sekä vedenkeitin, air fryeri ja jopa pieni sähkögrilli toimivat sillä mainiosti. Kirjan lopussa esitelty pakopeli pelillistää aurinkosähkön oppimisprosessin ja testaa polun varrella opittuja asioita.



Materiaali on suunniteltu opettajan tueksi ja oppilaiden innostamiseksi. Se tarjoaa valmiita kokeita, mittausohjeita ja tehtäviä, jotka voi toteuttaa ilman monimutkaisia valmisteluja. Kirja soveltuu yhtä hyvin perusopetuksen tunneille kuin opettajankoulutukseen ja erilaisiin energia- tai teknologiakasvatuksen projekteihin. Kirja tukee perusopetuksen laaja-alaisia tavoitteita: ajattelua, monilukutaitoa, teknologista osaamista ja vastuullisuutta ympäristöstä.

Tavoite	Toteutuminen
L1 - Ajattelu ja oppimaan oppiminen	Tutkiva ja oivaltava työskentelytapa
L2 - Vuorovaikutus	Yhteistyö ja pelillinen tiimityö
L4 - Monilukutaito	Ohjeet, kaavat, mittausdata ja kuvaajat
L5 - TVT-osaaminen	Mittalaitteiden ja digitaalisten laitteiden käyttö
L7 - Kestävä tulevaisuus	Aurinkoenergia ja uusiutuvat energiaratkaisut

Opetushallituksen rahoittamassa DigiAVi-hankkeessa hankimme Alajärven ja Vimpelin kouluille kaikki materiaalissa esitetyt laitteet. Olemme koonneet niiden tilauslinkit nettisivuille lukijoiden käyttöön. Linkit löytyvät laitepakettien kappaleista. Tilauslinkit vievät meidän käyttämiin verkkokauppoihin. Samoja tai vastaavia tuotteita löydät myös monista muista verkkokaupoista. Voit etsiä niitä tuotenimillä.

AURINKOSÄHKÖ ON TULEVAISUUDEN ENERGIAA. TÄLLÄ KIRJALLA SE MUUTTUU NÄKYVÄKSI, MITATTAVAKSI JA KOETTAVAKSI JOKAISELLE OPPILAALLE.

Muita materiaaleja kirjoittajalta:

[TeknoAapinen](#)

[Ilmastoteknologiaa](#)



Taustatietoa

Ennen laitteiden käyttöä on hyvä antaa oppilaille taustatietoa aiheesta. Voitte etsiä omatoimisesti lisätietoa tämän kappaleen käsitteistä.

Mikä on aurinkopaneeli?

Aurinkopaneeli on laite, joka muuntaa auringon valon sähköksi. Valon fotoneissa on energiaa ja aurinkopaneelissa niiden energia muuntuu sähköenergiaksi.

Aurinkopaneeli on tehty pii-nimisestä aineesta. Pii on eräänlaista kiveä, jota löytyy myös hiekasta. Valon fotonien osuessa piihin ne saavat siinä olevat elektronit liikkeelle. Ja sähkövirta on elektronien liikettä johtimessa.

Aurinkopaneelissa olevat metallijohtimet keräävät nämä liikkuvat elektronit ja ohjaavat ne johtoja pitkin laitteisiin tai akkuun. Näin valon energia muuttuu sähköenergiaksi ilman ääntä, savua tai liikkuvia osia.



Aurinkopaneelin tuottamaan sähkömäärään vaikuttavat monet tekijät:

- Paneelin koko ja kennotekniikka: suurempi pinta-ala ja laadukkaammat kennot tuottavat enemmän sähköä.
- Auringon säteilyteho: mitä kirkkaammin aurinko paistaa, sitä enemmän energiaa paneeli saa ja myös tuottaa.
- Paneelin suunta ja kallistuskulma: paras tuotto saadaan, kun paneeli osoittaa suoraan kohti aurinkoa.

- Lämpötila: paneelit toimivat parhaiten viileässä, kuumuus laskee niiden tehoa.
- Varjot ja lika: oksat, lehdet ja pöly estävät valon pääsyn kennoihin ja vähentävät tuottoa.

Aurinkopaneeli on päästötön uusiutuvan energian lähde. Sillä voidaan tuottaa sähköä kestävästi auringon säteilystä, ilmaisesta energialähteestä.

Käsitteet ja suureet

Materiaalin tehtävissä käsitellään taulukossa esitettyjä sähköön liittyviä suureita. Voitte etsiä lisätietoa niistä.

Suure	Tunnus	Yksikkö	Kuvaus
Jännite	U	V (Voltti)	Kertoo, kuinka suuri sähköinen "paine" on
Virta	I	A (Ampeeri)	Kertoo, kuinka paljon sähkövarauksia kulkee
Teho	P	W (Watti)	Kertoo, kuinka paljon energiaa siirtyy
Sähköenergia	E	Wh (wattitunti)	Kertoo, kuinka paljon energiaa on käytetty
Hyötysuhde	η	% (prosentti)	Kertoo, kuinka tehokkaasti energiaa on käytetty

Alakoulun aurinkosähkön tutkimuspaketti

Alakoulun tutkimuspaketin myötä lapset saavat ensikosketuksen aurinkosähkön tuottamiseen, käyttämiseen ja varastointiin. Aurinkosähkön tuottamisessa käytetään siirrettävää 100 Watin aurinkopaneelia. Siirrettävä paneeli on helppo ja nopea ottaa käyttöön oppitunnin aikana sekä sijoittaa se haluttuun käyttöpaikkaan.



Kuvassa pakin sisältö purettuna.

Alla olevassa kuvassa on esitetty paketin laitteet. Ne ovat kaikki USB-käyttöisiä.



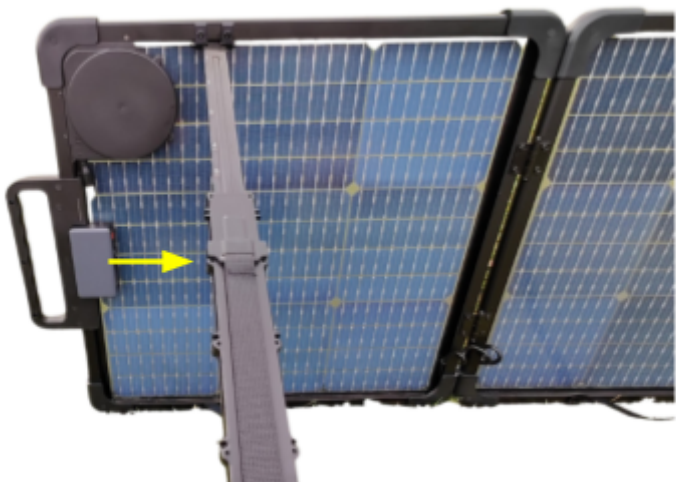
	Laite	Tarkoitus
1	100 Watin aurinkopaneeli	Sähköenergian tuottaminen
2	Tuuletin	Sähköenergian käyttö
3	Varavirtalähde	Sähköenergian varastointi
4	Tehomittari	Sähköenergian mittaaminen
5	Kirkas LED-nauha	Sähköenergian käyttö
6	Monivärinen LED-nauha	Sähköenergian käyttö
7	3-porttinen USB A-hubi	kolmen laitteen samanaikainen käyttö
8	USB C-kaapeli	laitteiden kytkentä
9	USB A-jatkokaapeli	laitteiden kytkentä
10	USB C-A -kaapeli	laitteiden kytkentä

[Täältä löydät meidän käyttämät tilauslinkit.](#)

Aurinkopaneeli kestää sadetta, mutta liitinrasia ja muut laitteet eivät. Älä jätä niitä sateeseen. Varavirtalähde sisältää akun, käsittele sitä varovasti, älä pudota tai paisko sitä.

Järjestelmän kokoaminen

Pystytä aurinkopaneeli ja irrota liitinrasia paneelin takapuolelta.



Vedä kaapeli ulos kelalta punaiseen merkkiin asti.



Kytke kaapeli liitinrasian pyöreään INPUT-liittimeen. Kaapeli sopii vain oikeaan liittimeen, joten sitä ei voi kytkeä väärin. Kytkemisen jälkeen liitinrasian punainen merkkivalo syttyy toimivan järjestelmän merkiksi.

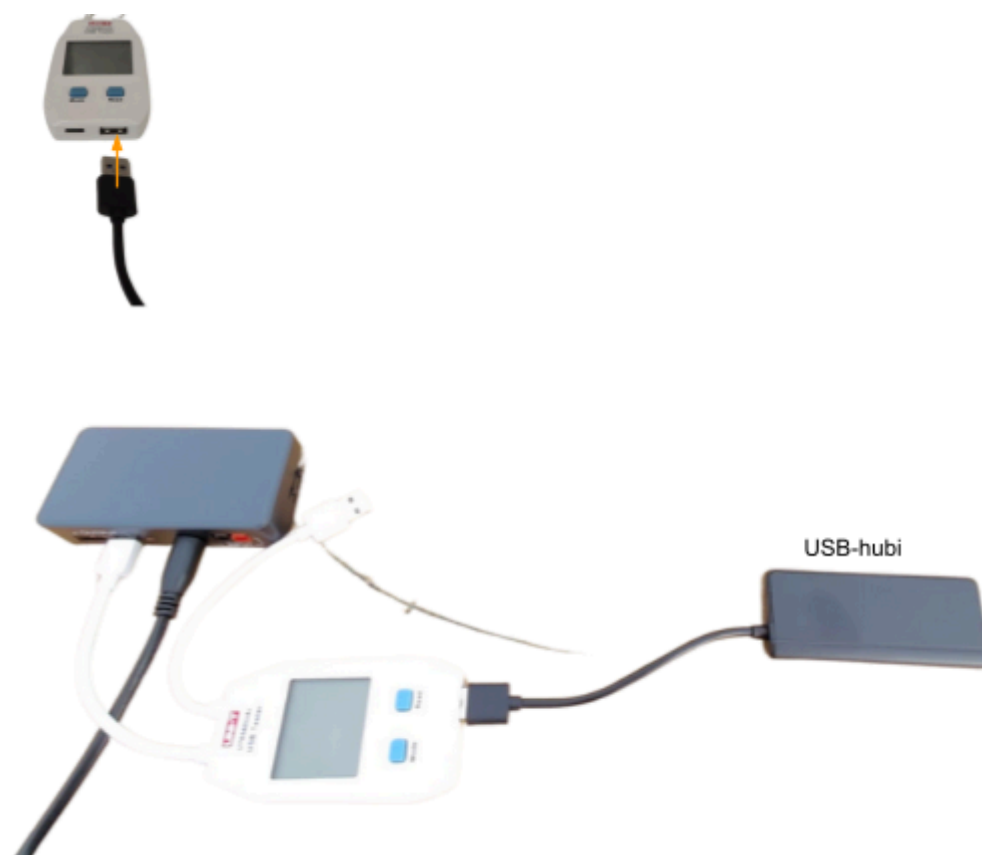


Nyt meillä on auringonvalosta sähköenergiaa tuottava järjestelmä valmiina. Seuraavaksi kytkemme laitteita, jotka käyttävät tätä energiaa sekä tehomittarin, joka kertoo meille kulutetun sähkötehon määrän.

Kytke UNI-T tehomittarin USB A-kaapeli paneelin liitinrasian USB A-liittimeen.



Kytke USB-hubin kaapeli tehomittarin USB A-porttiin.



Seuraavaksi pääsemme kytkemään laitteita. Liitetään järjestelmään ensiksi tuuletin. Napsauta tuuletin päälle sen takapuolella olevasta kytkimestä.



Tässä meillä on nyt ensimmäinen puhtaasti aurinkosähköllä toimiva laite. Tehomittarista näemme jännitteen sekä virran ja voimme laskea niistä tuulettimen kuluttaman sähkötehon.



Jännitteen ja virran mittaukset sekä tehon laskenta

Fysiikassa suureilla on oman tunnukset ja yksiköt, joita käytetään laskukaavoissa. Taulukossa on esitetty tasavirtapiirin tehon laskentaan tarvittavat suureet. Usein näiden yhteydessä käytetään etuliitteitä, kuten milli tai kilo (esim. x milliampeeria, x kilowattia).

Suure	Tunnus	Yksikkö
Jännite	U	Voltti, merkitään V
Virta	I	Ampeeri, merkitään A
Teho	P	Watti, merkitään W

Teho lasketaan kaavalla:

$$P = U \times I$$

Sanallisesti: teho on jännite kertaa virta.

Tehomittarin näytöltä näemme jännitteen ja virran.



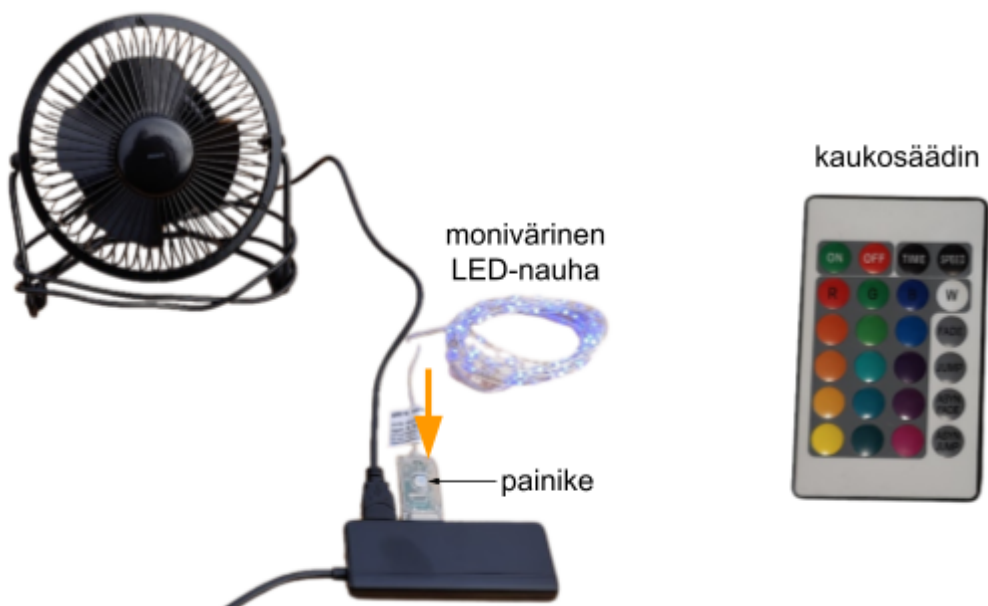
Sinun lukemat voivat hiukan poiketa kuvassa esitetyistä lukemista. Tässä Jännite U on 5,02 Volttia ja Virta I on 0,51 Ampeeria. Lasketaan näistä sähköteho aiemmin esitetyllä kaavalla.

$$P = U \times I$$

$$P = 5,02 V \times 0,51 A$$

$$P = 2,56 \text{ Wattia}$$

Lisätään seuraavaksi monivärinen LED-nauha, kytke nauhan USB-liitin USB-hubiin kuvan mukaisesti. Sytytä LEDit liittimessä olevasta painikkeesta ja kaukosäätimellä voit ohjata nauhaan eri värejä ja toimintoja.



Jokainen lisätty laite kasvattaa energiankulutusta. Jännite pysyy lähes samana, mutta virran arvo kasvaa, kuvassa virta on kasvanut 0,78 Ampeeriin.



Lasketaan, paljonko nämä kaksi laitetta yhdessä kuluttavat sähkötehoa.

$$\text{Jännite } U = 5,03 \text{ V}$$

$$\text{Virta } I = 0,78 \text{ A}$$

$$P = U \times I$$

Sijoitetaan arvot kaavaan

$$P = 5,03 \text{ V} \times 0,78 \text{ A}$$

$$P = 3,92 \text{ Wattia}$$

Merkitään tämä teho alaindeksillä seuraaviin laskuihin näin:

$$P_{\text{tuuletin} + \text{LED moniväri}} = 3,92 \text{ W}$$

Se kertoo, että kyseessä on tuulettimen ja monivärisen LED-nauhan yhteinen tehonkulutus.

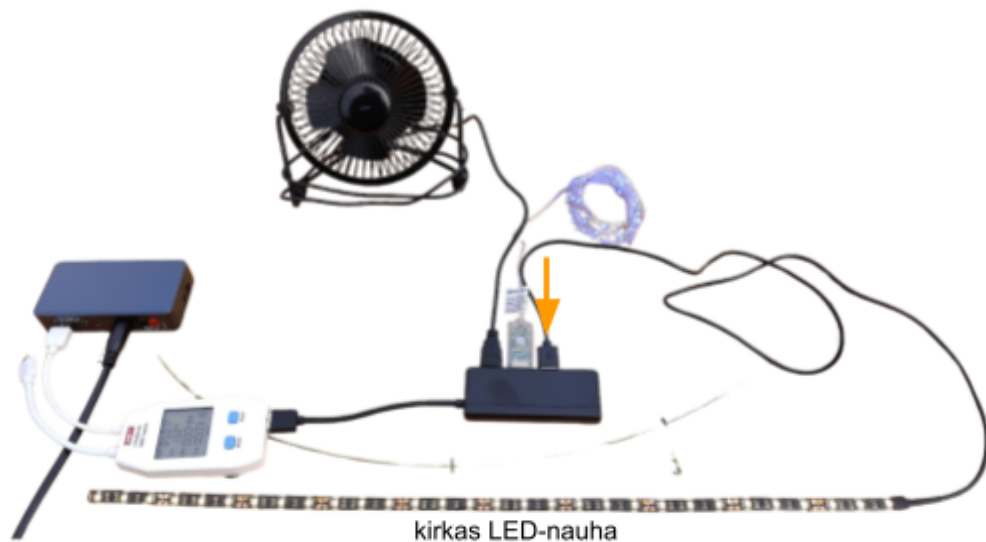
Tuulettimen tehonkulutus oli 2,56 W ja tuulettimen sekä monivärisen LED-nauhan yhteinen kulutus on 3,92 W. Voimme laskea tästä, paljonko monivärinen LED-nauha kuluttaa tehoa.

$$P_{LED\ moniväri} = P_{tuuleti + LED\ moniväri} - P_{tuuletin}$$

$$P_{LED\ moniväri} = 3,92\ W - 2,56\ W$$

$$P_{LED\ moniväri} = 1,35\ W$$

Liitetään järjestelmään lopuksi kirkas LED-nauha USB-hubin porttiin. Kuvassa on esitetty aurinkopaneelia lukuunottamatta koko järjestelmä.



Kirkkaan LED-nauhan lisäyksen jälkeen näemme tehomittarista jännitteen ja virran arvot:

$$Jännite U = 5,07 V$$

$$Virra I = 1,32 A$$

Lasketaan tästä koko järjestelmän tehonkulutus:

$$P_{järjestelmä} = U \times I$$

$$P_{järjestelmä} = 5,07 V \times 1,32 A$$

$$P_{järjestelmä} = 6,69 W$$

Kirkkaan LED-nauhan tehonkulutuksen voimme laskea näin:

$$P_{LED\ kirkas} = P_{järjestelmä} - P_{tuuletin + LED\ moniväri}$$

$$P_{LED\ kirkas} = 6,69 W - 3,92 W$$

$$P_{LED\ kirkas} = 2,77 W$$

Nyt tiedämme mittausten ja laskujen perusteella, kuinka paljon laitteemme kuluttavat sähkötehoa.

Laite	Tehonkulutus
Tuuletin	2,56 W
Monivärinen LED-nauha	1,35 W
Kirkas LED-nauha	2,77 W
Koko Järjestelmä	6,69 W



Tietokoneen käyttö aurinkopaneelilla

Nykyisin monien kannettavien tietokoneiden virtaliittimenä on USB C-liitin. Varsinkin Chromebookeissa USB C-virtaliitin on hyvin yleinen. Käyttämämme aurinkopaneelin liitinrasiassa on myös USB C-lähtö, joten sopivalla kaapelilla saamme myös tietokoneen toimimaan aurinkosähköllä. Sää ei saisi olla kovin pilvinen, sillä tietokone tarvitsee huomattavasti enemmän sähkötehoa kuin aiemmin käyttämämme laitteet. Jos paneeli ei tuota riittävästi tehoa, niin silloin tehomittari sammuu vähän väliä.

Jatketaan ja kootaan järjestelmä, joka muodostuu seuraavista osista:

- Aurinkopaneeli
- UNI-T -tehomittari
- USB C-kaapeli urosliittimillä
- Kannettava tietokone USB C-virtaliittimellä



1. Kytke aurinkopaneelin kaapeli liitinrasiiaan pyöreään INPUT-liittimeen.



2. Kytke tehomittarin **USB C-kaapeli** liitinrasian OUTPUT-liittimeen.



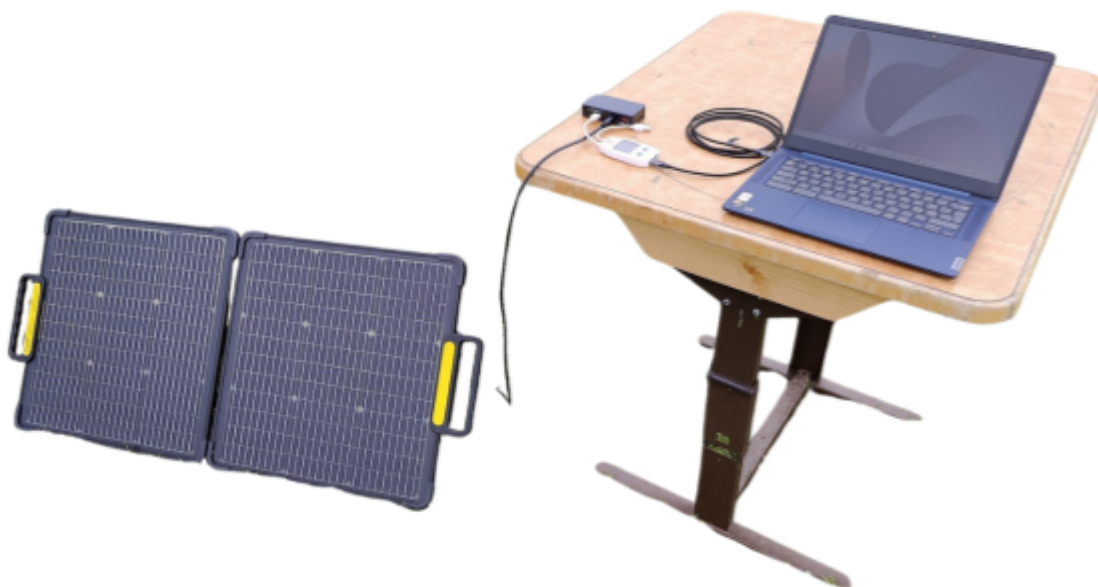
3. Kytke USB C-kaapeli tehomittarin USB C-porttiin.



4. Kytke kaapelin toinen pää tietokoneen USB C-virtaliittimeen.



Nyt meillä on aurinkosähköllä toimiva tietokone ja voimme mitata sen tehonkulutuksen. Kuvassa on esitetty valmis järjestelmä.



5. Katso jännite- sekä virtalukemat tehomittarista ja kirjaa ne taulukkoon. Sinun lukemat voivat poiketa kuvassa esitetystä arvoista. Laske lopuksi teho kaavalla $P = U \times I$ ja kirjaa myös se taulukkoon.

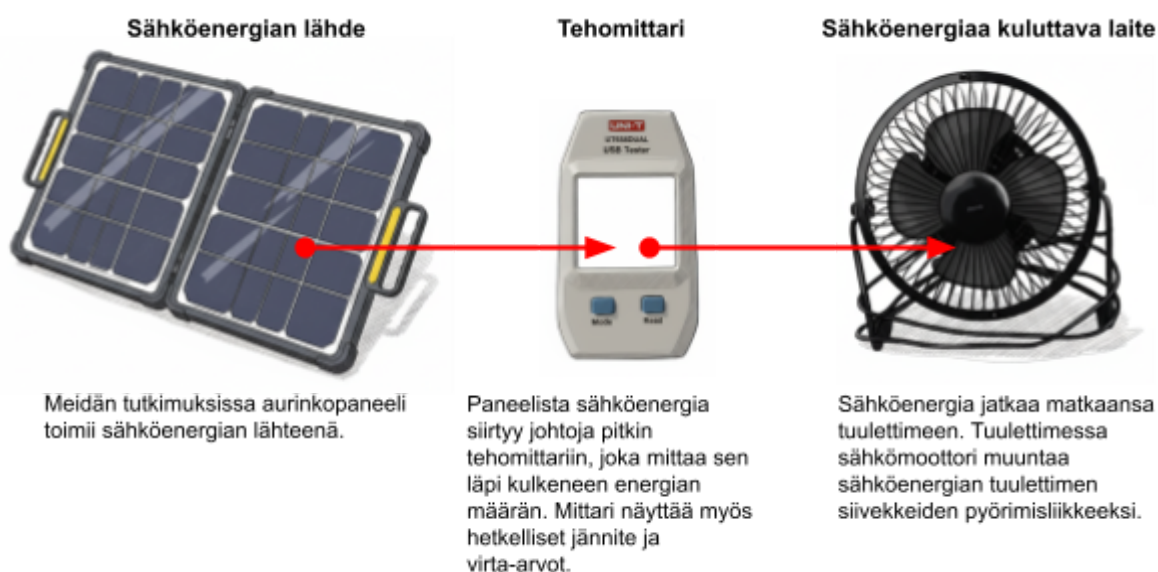


Tietokoneen latausteho		
Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Voltia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

Tehtäviä oppilaille

Tehonmittaus yleisesti

Yleisesti tehoa mittaavissa kytkennöissä tehomittari liitetään aina teholähteen ja tehoa kuluttavan laitteen väliin. Tällöin laitteen käyttämä teho kulkee mittarin läpi ja se voidaan mitata.



Valmistelu:

1. Vie aurinkopaneeli ulos, pystytä ja suuntaa se aurinkoon. **Älä katso suoraan aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä.** Paneelin summittainen suuntaaminen riittää hyvin.
2. Irrota liitinrasia paneelin paneelin takaa.
3. Vedä paneelin kaapeli ulos paneelin takana olevasta kelasta.
4. Kytke paneelin kaapeli liitinrasian pyöreään INPUT-liittimeen.
5. Kytke tehomittarin USB A-liitin liitinrasian USB A-porttiin.
6. Kytke USB-hubi tehomittarin USB A-liittimeen.

Tuulettimen tehonmittaus

1. Kytke tuuletin USB-hubiin ja napsauta se päälle takana olevasta kytkimestä.
2. Lue tehomittarista jännitteen U sekä virran I arvot ja kirjaa ne taulukkoon.
3. Laske tuulettimen kuluttama sähköteho kaavalla $P = U \times I$ ja kirjaa se taulukkoon.

Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Voltia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

4. Sammuta tuuletin kytkimestä ja irrota se USB-hubista.

Monivärisen LED-nauhan tehonmittaus

1. Kytke monivärinen LED-nauha USB-hubiin ja napsauta se päälle USB-liittimessä olevasta painikkeesta.
2. Lue tehomittarista jännitteen U sekä virran I arvot ja kirjaa ne taulukkoon.
3. Laske monivärisen LED-nauhan kuluttama sähköteho kaavalla $P = U \times I$ ja kirjaa se taulukkoon.

Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Voltia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

4. Irrota monivärinen LED-nauha USB-hubista.

Kirkkaan LED-nauhan tehonmittaus

1. Kytke kirkas LED-nauha USB-hubiin.
2. Lue tehomittarista jännitteen U sekä virran I arvot ja kirjaa ne taulukkoon.
3. Laske kirkkaan LED-nauhan kuluttama sähköteho kaavalla $P = U \times I$ ja kirjaa se taulukkoon.

Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Volttia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

4. Irrota kirkas LED-nauha usb hubista.

Koko järjestelmän tehonkulutuksen mittaus

1. Kytke tuuletin sekä monivärinen ja kirkas LED-nauha USB-hubiin ja kytke laitteet päälle.
2. Lue tehomittarista jännitteen U sekä virran I arvot ja kirjaa ne taulukkoon.
3. Laske koko järjestelmän kuluttama sähköteho kaavalla $P = U \times I$ ja kirjaa se taulukkoon.

Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Volttia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

4. Sammuta tuuletin kytkimestä ja irrota kaikki laitteet USB-hubista.

Jos käytävissä on USB C-virtaliittimellä varustettuja puhelimia ja tabletteja, niin voitte mitata ja laskea niiden tehonkulutuksen latauksessa.

Puhelimen latausteho		
Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Volttia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

Tabletin latausteho		
Suure	Mitattu arvo	Yksikön selitys
Jännite U	V	Volttia
Virta I	A	Ampeeria
Teho P	W	Wattia

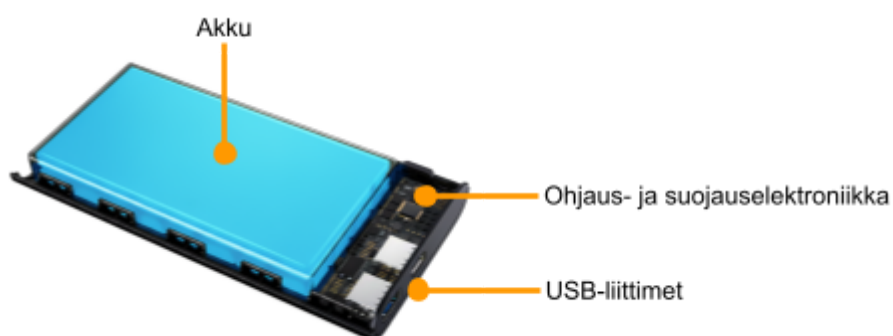
Lopuksi voitte vertailla, kuinka paljon sähkötehoa eri laitteiden lataaminen kulutti.

Sähköenergian varastointi ja hyötysuhde

Sähköenergiaa voidaan varastoida akkuun myöhemmin käytettäväksi. Nykyään ladattavia akkuja löytyy todella monesta laitteesta. Esimerkiksi sähköhammasharjasta, puhelimesta, kannettavasta tietokoneesta, varavirtalähteestä ja sähköautoista.

Akun kapasiteetti kertoo, kuinka paljon virtaa (sähkövarausta) akku voi luovuttaa ajan kuluessa. Kapasiteetti ilmoitetaan ampeeritunteina ja pienempien akkujen kohdalla käytetään usein etuliitettä milli. Esimerkiksi meidän USB-varavirtalähteen akun kapasiteetti on 10 000 mAh (=10 Ah). Tämä tarkoittaa, että teoriassa varavirtalähde pystyy antamaan ulos virtaa (sähkövarausta) esimerkiksi 1 Ampeerin virran 10 tunnin ajan. Käytännössä ihan tällaiseen suorituskyykyyn ei päästä, sillä akusta ei voi ottaa ihan kaikkea varausta ulos ja lisäksi osa kuluu laitteiden, liittimien ja kaapeleiden häviöihin.

Mitä suurempi akun kapasiteetti on, sitä pidempään se kykenee antamaan virtaa ulos. Akuissa kapasiteetti on hyvin keskeinen ominaisuus ja myös hintaa määrittävä tekijä. Yleensä esimerkiksi varavirtalähteiden hinta nousee niiden akkujen kapasiteettien perusteella. Alla oleva kuva havainnollistaa varavirtalähteen rakennetta.



Akku vastaa sähköenergian varastoisesta.

Elektronikka ohjaa latausta ja purkaa sääten jännitettä sekä virtaa. Suojaus estää yllilatauksen, ylipurkauksen ja oikosulun.

Liittimien kautta varavirtalähde ladataan ja puretaan käyttäen siihen varastoitu sähköenergia.

Tyhjän varavirtalähteen lataus täyteen aurinkopaneelilla

Tämä tutkimus on kaksiosainen, aluksi täysin tyhjä varavirtalähde ladataan aurinkopaneelilla täyteen ja myöhemmin puretaan tyhjäksi. Lataus ja purku on hyvä tehdä eri päivinä, sillä kumpikin kestää useamman tunnin. Pyri suorittamaan lataus sellaisena päivänä, jolloin on odotettavissa jatkuvaa auringonpaistetta. Tällöin lataus on nopeampaa ja mittari pysyy varmasti koko ajan päällä.

Opettaja valmistelee tämän harjoituksen purkamalla varavirtalähteen ihan tyhjäksi. Tämän voi tehdä esimerkiksi kytkemällä tuulettimen ja LED-nauhat USB-hubin kautta varavirtalähteeseen ja jättämällä ne päälle. Kun laitteet sammuvat, on varavirtalähde silloin purettu.

1. Vie aurinkopaneeli ulos haluamaasi paikkaan ja pystytä se.
2. Irrota liitinkotelo paneelin takaa, vedä virtakaapeli ulos ja kytke se liitinrasian pyöreään INPUT-liittimeen (katso tarvittaessa lisäohjeita aiemmista projekteista).



3. USB C-lähdön kautta lataaminen on tehokkaampaa (suurempi jännite), joten kytke tehomittarin USB C-kaapeli liitinrasian USB C-porttiin.



4. Kytke USB C-kaapeli tehomittariin ja kaapelin toinen pää varavirtalähteen USB C-porttiin.



5. Selvitämme nyt, kuinka paljon sähköenergiaa tarvitaan tyhjän 10 000 mAh varavirtalähteen lataamiseksi täyteen. Voimme mitata tämän tehomittarilla. Paina mittarissa olevaa **Mode**-painiketta yhden kerran, jolloin näyttöön tulee näkyviin arvo **Wh**. Wattitunti ilmoittaa mittarin läpi kuluneen sähköenergian määrän, eli kuinka monta wattia kuinka pitkän ajan.



Sähköenergian määrä wattitunteina lasketaan yksinkertaisella kaavalla, se on sähköteho Watteina x aika tunteina. Eli kuinka monta Wattia on käytetty ja kuinka pitkän ajan. Sähköenergia merkitään kirjaimella E.

$$E = P \times t$$

$$E = \text{sähköenergia wattitunteina}$$

$$P = \text{sähköteho watteina}$$

$$t = \text{aika tunteina}$$

6. Jätä varavirtalähde latautumaan ja käy välitunneilla katsomassa, onko lataus päättynyt. Samalla voit myös suunnata paneelin uudelleen vastaamaan auringon kiertoa taivaalla. **Älä kuitenkaan koskaan katso silmillä suoraan aurinkoon**, sillä se voi vahingoittaa näköä. Käytä hyväksi varjoa. Paneeli on suunnattu aurinkoa kohti, kun siitä lähtevä varjo suuntautuu kohtisuoraan paneelin taakse.

Lataus on päättynyt, kun tehomittarin näyttämä virta on pudonnut noltaan ja varavirtalähteen näytössä näkyy luku 100 vilkkumatta. Kirjaa tehomittarin Wh-lukema taulukkoon.

Varavirtalähteen lataus	
Lataukseen käytetty sähköenergian määrä	Wh

Varavirtalähteen sähkövarauksen käyttö

Tutkimuksen toisessa vaiheessa selvitämme, kuinka paljon sähköenergiaa saamme ulos täyteen ladatusta varavirtalähteestä. Varavirtalähteen akun purku tyhjäksi kestää noin viisi tuntia, joten se on hyvä aloittaa heti koulupäivän alussa.

1. Kytke tehomittarin USB A-kaapeli varavirtalähteeseen.



2. Purkamisen nopeuttamiseksi tarvitsemme mahdollisimman ison tehonkulutuksen. Kytke tuuletin ja LED-nauhat USB-hubiin ja liitä hubi tehomittarin USB A-porttiin kuvan mukaisesti. Kytke kaikki laitteet päälle.



3. Jännitteen U tulisi olla noin 5,12 Volttia ja Virran I 1,32 Ampeeria. Sinun lukemasi voivat hiukan poiketa näistä. Tutulla kaavalla voimme laskea laitteiden kuluttaman sähkötehon.

$$P = U \times I$$

$$P = 5,12 V \times 1,32 A$$

$$P = 6,76 \text{ Wattia}$$

4. Meidän tulee kuitenkin selvittää, kuinka paljon sähköenergiaa saamme varavirtalähteestä ulos. Paina mittarissa olevaa **Mode**-painiketta yhden kerran, jolloin näyttöön tulee näkyviin arvo sähköenergian määrä **Wh**.



5. Sitten vain jäädään odottamaan. Käy kahden tunnin päästä katsomassa varavirtalähteen pieneltä näytöltä, kuinka monta prosenttia sen varauksesta on vielä jäljellä. Kun varausta on jäljellä enää 10 prosenttia tai alle, jää seuraamaan ja kirjaamaan sähköenergian arvoja ylös. Sinun tulisi nähdä mittarista sähköenergian määrä wattitunteina juuri ennen kuin varavirtalähteen varaus on kulunut loppuun, jolloin koko järjestelmä sammuu. Tällöin myös tehomittari sammuu ja sen myötä kaikki mittaustulokset häviävät.

Kirjaa taulukkoon viimeisin wattituntilukema, jonka sait talteen järjestelmän vielä ollessa päällä.

Varavirtalähteen purku	
Purkamisesta saatu sähköenergian määrä	Wh

Hyötysuhteen laskeminen

Nyt tiedämme, kuinka paljon sähköenergiaa tyhjän varavirtalähteen täyteen lataamiseen tarvittiin sekä sen, kuinka paljon sähköenergiaa täyden varavirtalähteen purkamisesta saatiin ulos. Merkitään energiamäärät näin:

$$E_{\text{sisään}} = \text{lataamisen käytetty sähköenergian määrä [Wh]}$$

$$E_{\text{ulos}} = \text{purkamisesta saatu sähköenergian määrä [Wh]}$$

Näistä energiamääristä voimme laskea sähkön varastoinnin hyötysuhteen. Se kertoo, kuinka monta prosenttia lataamiseen käytetystä sähköenergiasta saimme myöhemmin käyttöön. Hyötysuhde lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\text{hyötysuhde} = \frac{E_{\text{ulos}}}{E_{\text{sisään}}} \times 100\%$$

Jos esimerkiksi olisit saanut tulokset $E_{\text{sisään}} = 44 \text{ Wh}$ ja $E_{\text{ulos}} = 34 \text{ Wh}$, niin voimme sijoittaa nämä kaavaan ja laskea hyötysuhteen.

$$\text{hyötysuhde} = \frac{34 \text{ Wh}}{44 \text{ Wh}} \times 100\% \approx 77\%$$

Hyötysuhde kertoo meille myös, että peräti 23 prosenttia sähköenergiasta hävisi latauksen, varastoinnin ja käytön aikana. Näin käy aina kaikissa järjestelmissä, sillä minkään laitteen hyötysuhde ei ole 100 prosenttia. Jos se olisi yli 100 prosenttia, niin meillä olisi käsissämme ikiliikkuja. Sellainen laite tuottaisi enemmän energiaa kuin kuluttaisi.

Mainittakoon tässä yhteydessä lämpöpumput, jotka ottavat pienen määrän sähköenergiaa ja antavat suuremman määrän lämpöenergiaa ulos. Tämä perustuu siihen, että ne keräävät energiaa ympäristöstä, ilmasta tai maaperästä. Näin toimien lämpöpumput ovat erittäin hyödyllisiä. Ne säästävät sähköenergiaa kerätessään ympäristöstä uusiutuvaa energiaa ja tuottavat meille lämpöä.

Pohdinta

Mutta palataan takaisin hyötysuhteeseen. Nyt on pohdinnan paikka, miksi tutkimuksessamme 23 prosenttia sähköenergiasta hävisi? Mihin se meni?



Energiahäviö voidaan selittää näin. Osa energiasta muuttui lämmöksi johtimissa, liittimissä ja varavirtalähteen sisällä. Sähkövirta kohtaa vastusta, ja kun virta kulkee vastuksen läpi, syntyy lämpöä. Vaikka lämpöä ei tässä kokeessa havaittu selvästi, sitä kuitenkin syntyi koko ajan.

Lisäksi varavirtalähteen akussa osa energiasta kului akun kemiallisiin reaktioihin. Kun sähköenergiaa varastoidaan akkuun, se muuttuu kemialliseksi energiaksi ja osa tästä energiasta jää "lukittuna" akkuun tai kuluu reaktioiden sivutuotteina lämmöksi. Myös tehomittari ja jännitteensäätöpiirit kuluttavat pienen määrän energiaa toimiakseen, joten nekin lisäävät häviötä.

On tärkeää huomata, että energia ei oikeasti katoa. Se vain muuttuu toiseen muotoon. Osa sähköenergiasta muuttui lämmöksi ja se poistui ympäristöön. Saimme siis ulos sekä lämpöenergiaa että sähköenergiaa ja me mittasimme vain sähköenergian määrää. Kokonaisenergiamäärä pysyy siis samana, vain sen muoto muuttuu.

Yläkoulun aurinkosähkön tutkimuspaketti

Yläkoulun tutkimuspaketin laitteet mahdollistavat aurinkosähkön monipuolisen tutkimuksen ja paneelien syvällisemmän analysoinnin.

[Täältä löydät meidän käyttämät tilauslinkit.](#)

Paketin laitteet:

- 100 Watin aurinkopaneeli USB A ja USB C -lähdöillä
- 50 Watin aurinkopaneeli MC4-liittimillä
- Paneelin suuntain
- 10 000 mAh ja 20 000 mAh varavirtalähteet
- UNI-T USB-tehomittari
- MC4-liittimen avain
- UNI-T aurinkopaneelitesteri
- Fluke auringon säteilytehon mittari W/m²

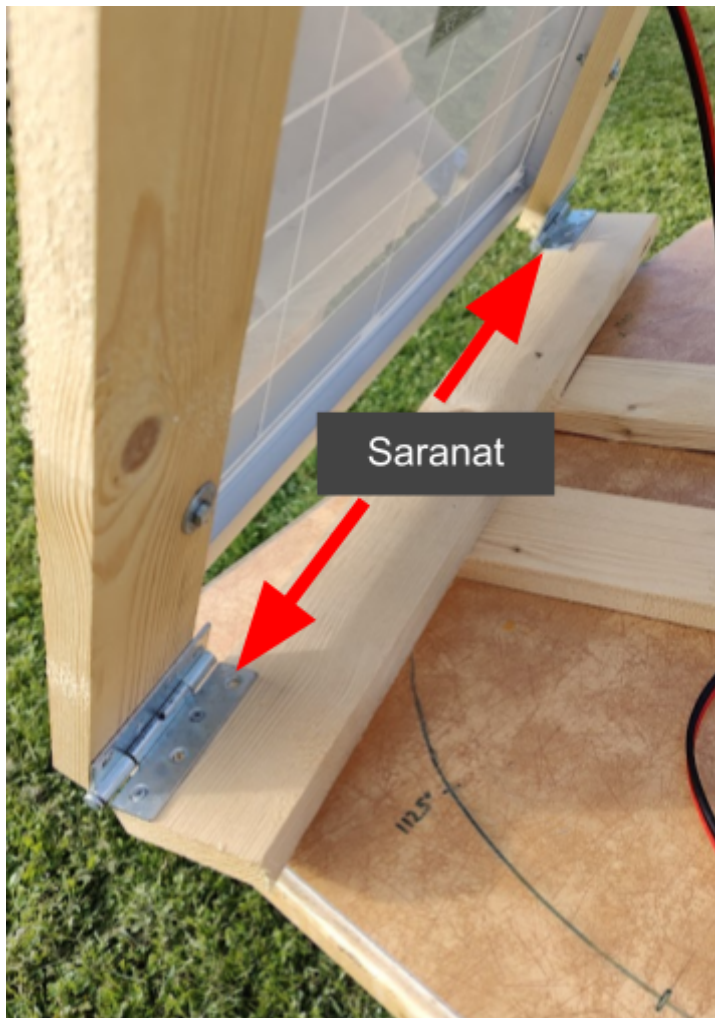


USB-pohjaiset teho- ja energiamittaukset ovat mahdollisia myös tällä laitepaketilla, koska siihen sisältyy aurinkopaneeli USB-lähdöillä, USB-tehomittari ja varavirtalähde. Ladattavina / kuormittavina laitteina voidaan käyttää tietokoneita tai oppilaiden puhelimia. Katso niihin liittyvät ohjeet alakoulun osiosta.

Yläkoulussa pääpaino on 50W paneelin ja siihen liitettävän paneelitesterin sekä säteilytehon mittarin käytössä. Koululla olisi hyvä rakentaa 50 Watin paneelille alusta, jossa sitä voidaan kiertää vapaasti 360 astetta vaakasuunnassa ja kallistaa pystysuunnassa 0-90 astetta. Tällainen alusta mahdollistaa paneelin vaaka- ja pystysuuntaisten kulmien vaikutuksen tutkimisen paneelin tehontuottoon. Alla olevissa kuvissa on esitetty yksi mahdollinen toteutus alustalle. Alustan rakennus voi olla osa aurinkosähkön tutkimusprojektia ja se sopii hyvin käsityössä tehtäväksi.

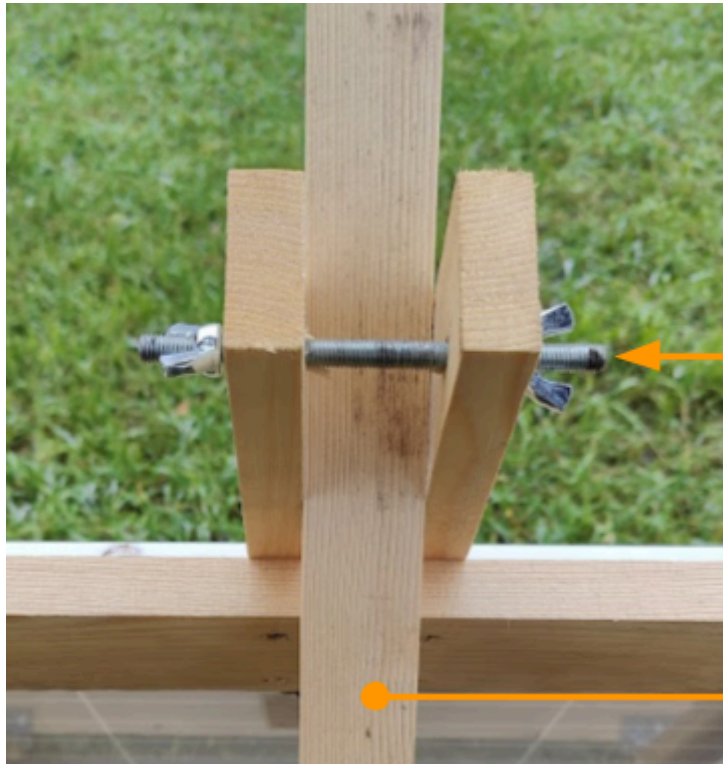


Paneelin teline on kiinnitetty alustan etuosaan saranoilla. Ne mahdollistavat paneelin kallistamisen, eli pystysuuntaisen kulman muutoksen.



Ilman tukea paneeli kaatuisi alas, joten tukivarsi lukitaan siipimuttereilla paneelin telineen yläosasta. **Tämä on tärkeä turvallisuustekijä, jotta paneeli ei kaadu kesken mittauksen alas.** Kun paneeli lukitaan säädettyyn asentoon, mittaajien sormet ja kädet ovat turvassa paneelin kaatumiselta.

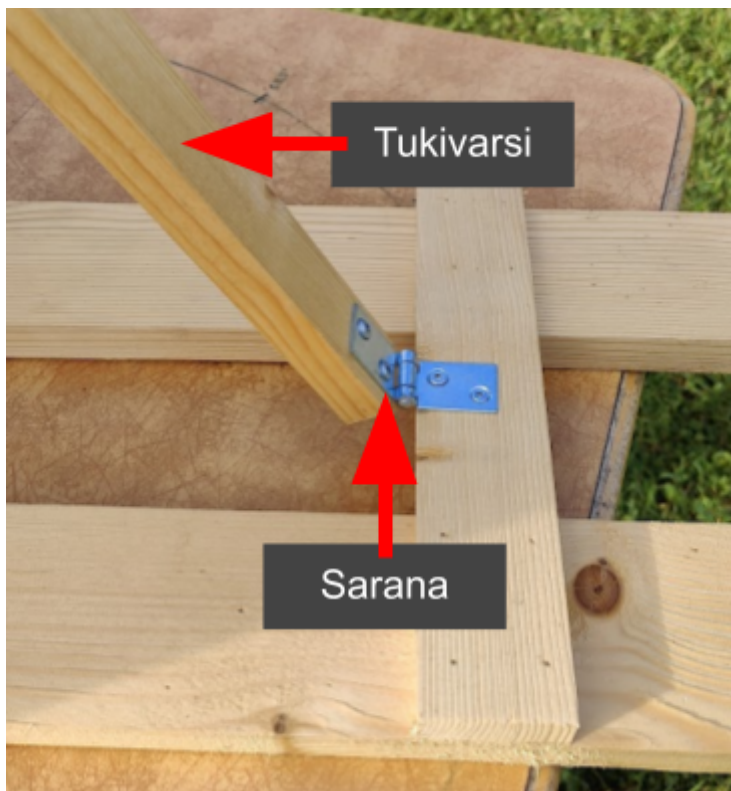
Tukivarren yläosa on lukittu käyttäen M8 kierretankoa ja siipimuttereita, jotka saa kätevästi auki ja kiinni ilman työkaluja.



Tukivarren lukitus
M8 kierretangolla ja
siipimuttereilla

Tukivarsi

Toisesta päästä tukivarren tulee olla saranoitu.



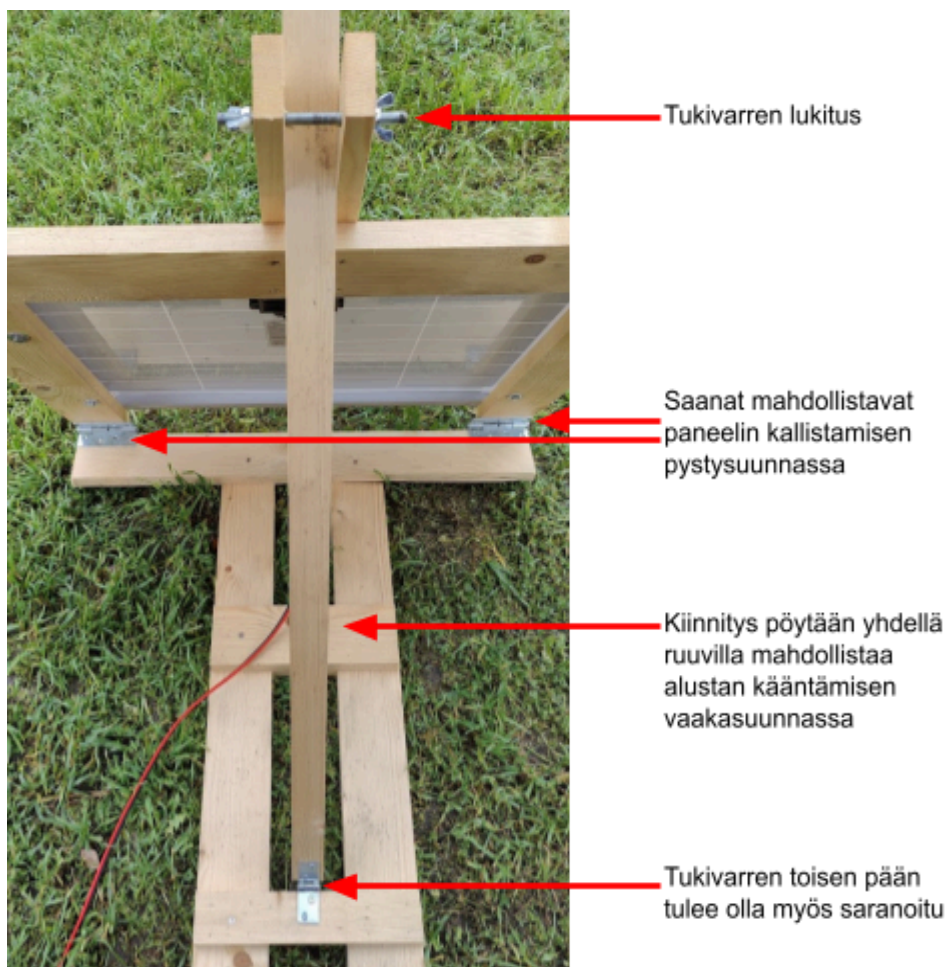
Tukivarsi

Sarana

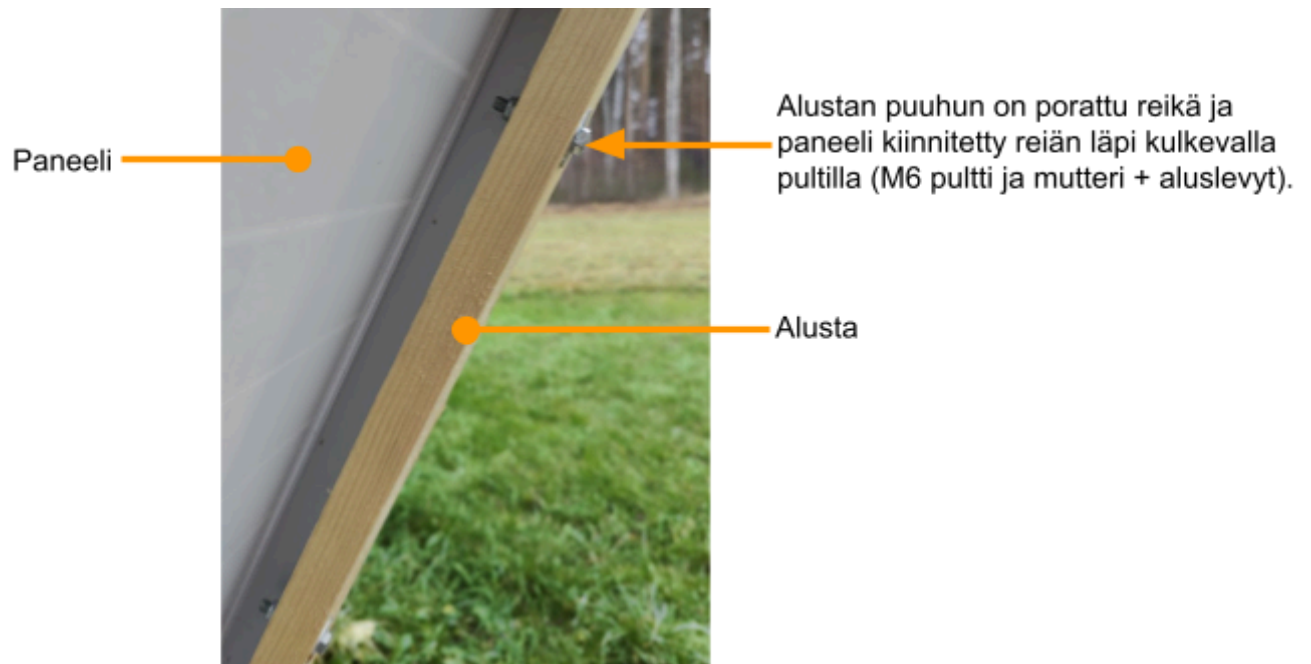
Alusta on alla olevassa pöydässä kiinni vain yhdellä ruuvilla. Tämä mahdollistaa alustan kääntämisen vaakasuunnassa.



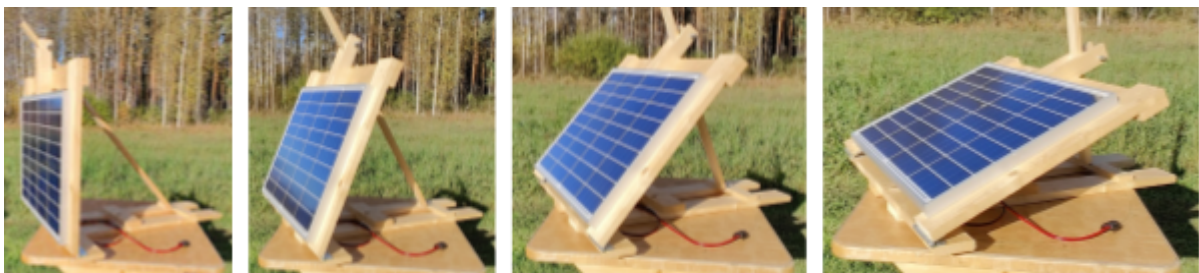
Yleiskuva alustasta:



Paneelin kehyksen takapuolella on reiät, josta se voidaan kiinnittää pulteilla alustaan.



Alla oleva kuvasarja havainnollistaa vielä paneelin kallistusta pystysuunnassa eri kulmiin.



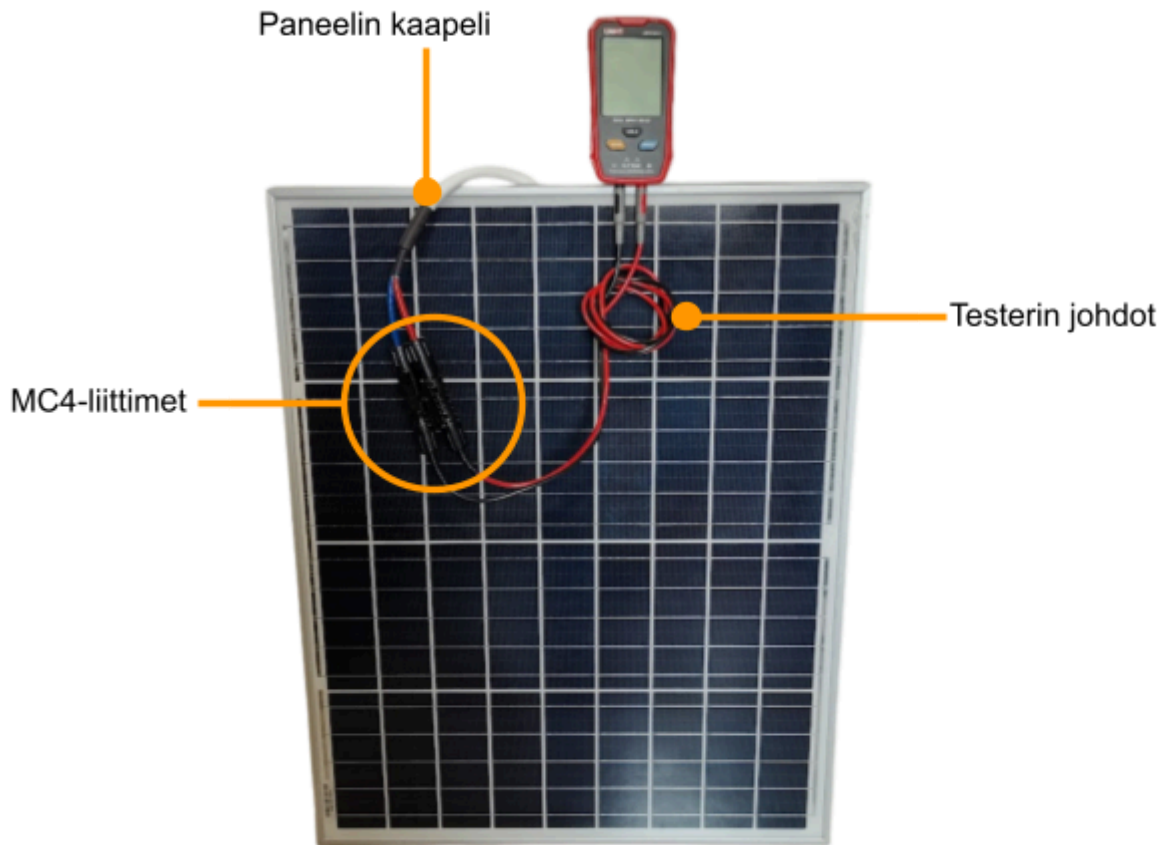
UNI-T-paneelitesteri

Tämä paneelitesteri tarjoa yhden napin painalluksella paljon tietoa aurinkopaneelista. Se mittaa:

- Paneelin tuottaman maksimitehon mittaushetkellä (5-800 W).
- Maksimitehopisteen jännitteen (12-60 V).
- Maksimitehopisteen virran (0-35 A).
- Avoimen piirin jännitteen (12-60 V).
 - Avoimen piirin jännite tarkoittaa paneelin tuottamaa jännitettä, kun siihen ei ole kytketty mitään tehoa kuluttavaa laitetta.
- Oikosulkuvirran (0-35 A).
 - Oikosulkuvirta tarkoittaa virtaa, jonka paneeli tuottaa kun sen plus- ja miinusnavat oikosuljetaan johtimella. Se on paneelin maksimi virranantokyky.



Paneelitesterin mittajohdot kytketään mitattavaan paneeliin MC4-liittimillä ja testeri saa myös käyttösähkönsä suoraan paneelista. Kuvassa on esitetty testerin kytkentä paneeliin.



Auringon säteilytehon mittari

Tämä mittari kertoo meille, kuinka monta Wattia aurinko säteilee tehoa neliömetrille. Mittausanturi on laitteen yläosassa ja on tärkeää, ettei sitä peitetä tai varjosteta mittauksia tehdessä. Aurinkopaneeliin liittyvissä mittauksissa (mm. paneelin hyötysuhteen laskenta) on oleellista suunnata mittari samalla tavalla kuin paneeli. Helpoiten tämä onnistuu sijoittamalla mittari paneelin päälle.



Tehtäviä oppilaille

Aurinkopaneelin hyötysuhteen mittaus ja laskenta

Aurinkoisena kesäpäivänä auringon säteilyteho Suomessa on helposti 1000 Wattia neliometriä kohden. Vielä syyskuun lopussakin voidaan päästä lukemiin 900 W/m². Aurinkopaneeli kykenee muuntamaan säteilytehosta kuitenkin vain osan sähkötehoksi. Seuraavaksi selvittämmekin tämän muunnoksen hyötysuhteen.

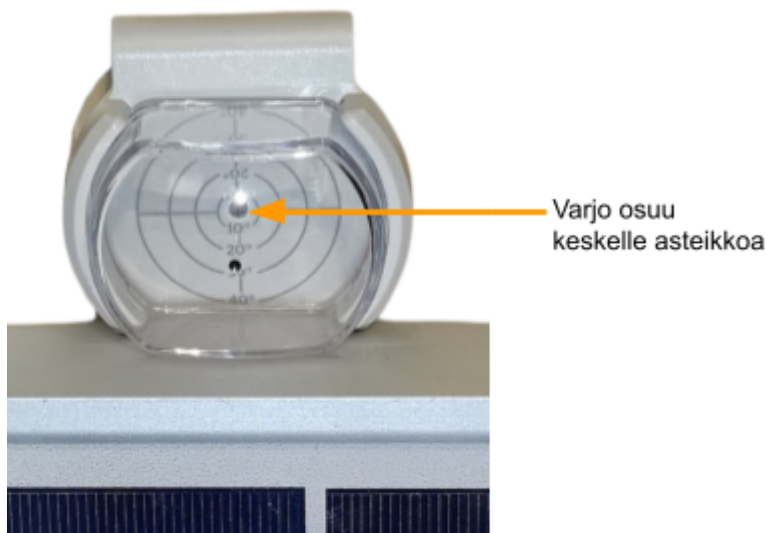
Tutkimukseen tarvitaan seuraavat välineet:

- 50 Watin aurinkopaneeli MC4-liittimillä
- Paneelin suuntauksen apuväline
- UNI-T paneelitesteri
- Fluken säteilytehomittari
- Paneelin kokoisen mitan, esim. rullamitta käy hyvin

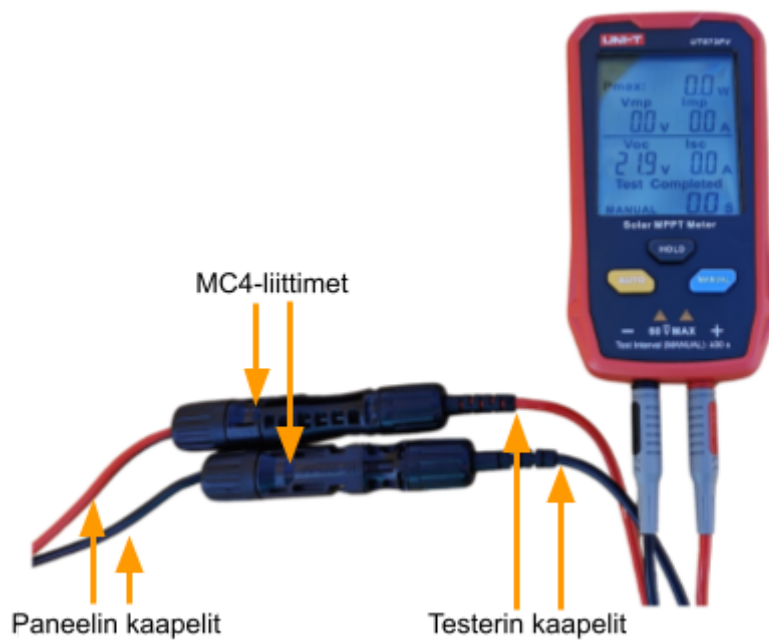
Huom! säteilytehon ja paneelin sähkötehon mittaukset tulee tehdä selkeällä, mielellään täysin pilvettömällä säällä. Tällöin pilvisuus ei pääse vaikuttamaan tuloksiin.

Työvaiheet

1. Suuntaa paneeli suoraan aurinkoon, mutta älä katso silmillä aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä. Käytä paneelin suuntauksen salkusta löytyvää suuntainta. Aseta suuntain paneelin päälle niin, että se on samassa kulmassa paneelin kanssa. Suuntaa sitten paneeli siten, että suuntainin kuvun alla näkyvä varjo osuu keskelle asteikkoja. Tue paneeli tähän asentoon tukevasti, ettei se pääse liikkumaan.



- Liitä UNI-T paneelitesteri aurinkopaneelin kaapeliin MC4-liittimillä. MC4-liittimet sopivat vain oikein päin toisiinsa, niitä ei voi kytkeä väärin. Testerissä musta kaapeli liitetään mustaan liittimeen ja punainen punaiseen. Testerillä on suojaus väärin päin kytkennältä. Jos testerillä ei käynnisty automaattisesti, tarkista että sen kaapelit on kytketty oikein. Kytkennän jälkeen jätämme testerin odottamaan ja palaamme siihen myöhemmin.



- Käynnistä säteilytehon mittari painamalla virta-painiketta ja aseta mittari paneelin päälle, jotta se on suunnattu samoin kuin paneeli. Varmista, ettei säteilymittarin anturi jää varjoon tai kallistu eri kulmaan kuin paneeli.



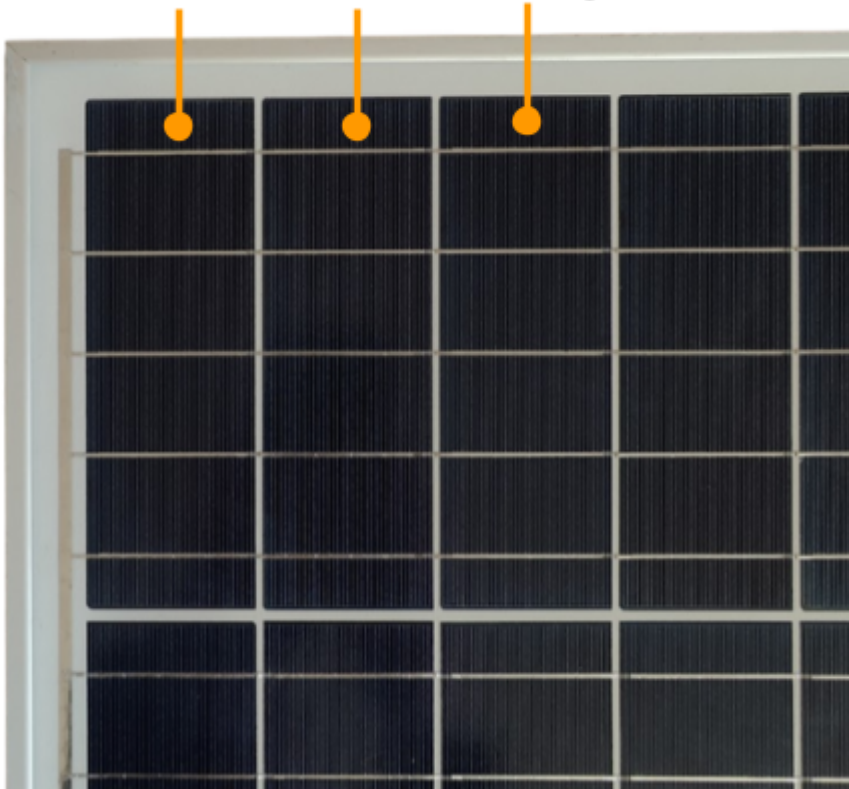
4. Lue säteilyteho W/m^2 mittarin näytöltä ja kirjaa se kohdassa 7 olevaan taulukkoon.
5. Paina paneelitesterin painiketta "**Manual**". Testerin aloittaa mittaukset ja se kestää muutaman sekunnin. Tulosten valmistuttua lue **Pmax**-arvo laitteen näytöltä ja kirjaa se kohdan 7 taulukkoon.



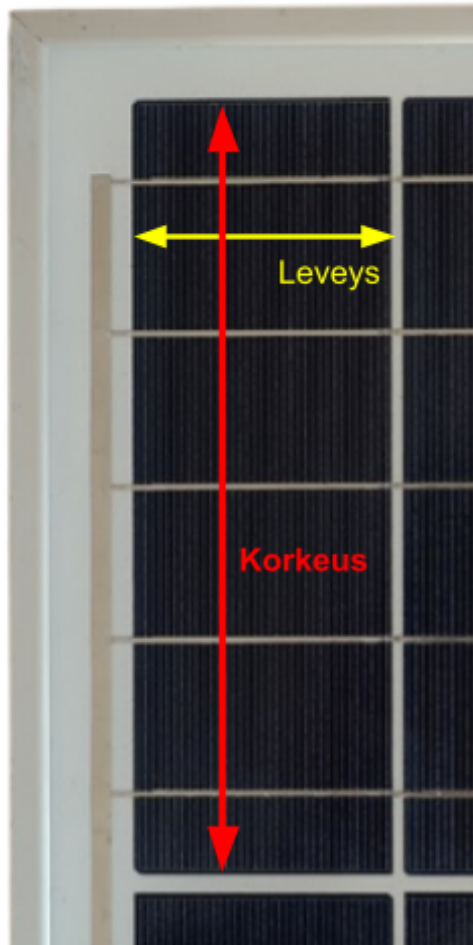
6. Nyt tiedämme auringon säteilytehon W/m^2 ja paneelin tuottaman sähkötehon Watteina. Mitä muuta tietoa vielä tarvitsemme hyötysuhteen laskemiseksi?

Meidän tulee tietää paneelin aktiivinen pinta-ala, eli se osa paneelista, joka reagoi auringon valoon ja tuottaa sähköä. Tämä aktiivinen alue muodostuu useista sarjaan ja rinnakkain kytketyistä aurinkokennoista. Kennot näkyvät tummina nelikulmioina paneelin pinnalla.

Tummat alueet ovat aurinkokennoja



Mittaa yhden kennon leveys sekä korkeus millimetreinä.



Laske paneelissa olevien kennojen lukumäärä. Näillä tiedoilla voimme laskea paneelin aktiivisen pinta-alan suuruuden. Kaavassa kennon mitat jaetaan luvulla 1000, koska haluamme pinta-alan neliömetreinä (muunnamme millimetrit metreiksi).

$$A_{\text{aktiivinen alue}} = (\text{kennon leveys}/1000) \times (\text{kennon korkeus}/1000) \times \text{kennojen lukumäärä}$$

Laske pinta-ala neliömetreinä ja kirjaa se kohdan 7 taulukkoon. Jatkossa puhumme pelkästään paneelin pinta-alasta ja se tarkoittaa nimenomaan tätä aktiivista pinta-alaa.

7. Taulukko mittaustuloksille:

Mittauskohde	Mittaustulos
Auringon säteilyteho	W/m ²
Paneelin tuottama sähköteho	W
Paneelin pinta-ala	m ²

8. Nyt meillä on kaikki tarvittava tieto paneelin hyötysuhteen laskemiseksi. Pohdi itse, miten sen voisi näillä tiedoilla laskea? Millaisella kaavalla se lasketaan?

Vastaus on esitetty seuraavalla sivulla.



9. Yleisesti hyötysuhde lasketaan kaavalla

$$\text{hyötysuhde } \eta = \frac{P_{\text{ulos}}}{P_{\text{sisään}}} \times 100\%$$

P_{ulos} = paneelin tuottama sähköteho Watteina

$P_{\text{sisään}}$ = auringon säteilyteho $\frac{W}{m^2}$ x paneelin pinta – ala m^2

Kirjoitetaan nämä kaavaan

$$\eta = \frac{\text{paneelin tuottama sähköteho Watteina}}{\text{auringon säteilyteho } \frac{W}{m^2} \times \text{paneelin pinta-ala } m^2} \times 100\%$$

Katsotaan esimerkki luvuilla. Nämä luvut eivät vastaa tutkimuksessa mitattuja arvoja, eivätkä siten anna suoraa vastausta tehtävään. Sinun tulee laskea se itse mittaamillasi arvoilla.

$$\text{paneelin tuottama sähköteho} = 30 \text{ W}$$

$$\text{auringon säteilyteho} = 1007 \frac{W}{m^2}$$

$$\text{paneelin pinta – ala} = 0,15 \text{ m}^2$$

Sijoitetaan arvot kaavaan ja lasketaan

$$\eta = \frac{30 \text{ W}}{1007 \frac{W}{m^2} \times 0,15 \text{ m}^2} \times 100\%$$

$$\eta = 19,86 \%$$

Laske nyt tutkimuksessa käyttämäsi paneelin hyötysuhde ja kirjaa se taulukkoon.

Mittausten ja laskennan perusteella paneelin hyötysuhde	
$\eta =$	%

Paneelin hyötysuhteeseen vaikuttavat tekijät

Aurinkopaneelin hyötysuhde kertoo siis, kuinka suuri osa auringon säteilyenergiasta muuttuu sähköenergiaksi. Jos hyötysuhde on esimerkiksi 20 %, se tarkoittaa, että paneeli tuottaa sähköä viidenneksen siitä energiasta, joka osuu sen pinnalle. Loput muuttuvat muuksi energiaksi, pääasiassa lämmöksi.

Nykyiset aurinkopaneelit yltyvät tavallisesti 15–22 prosentin hyötysuhteeseen. Joten jos mittaustuloksesi on tätä luokkaa, niin se on realistinen tulos.

Vaikka hyötysuhde ei koskaan ole 100 %, aurinkopaneelit ovat silti hyvin tehokas ja puhdas tapa tuottaa energiaa, koska ne hyödyntävät uusiutuvaa auringon säteilyenergiaa ilman päästöjä.

Hyötysuhteeseen vaikuttavia tekijöitä:

- Säteilyteho ja auringon kulma: Mitä suurempaan auringonsäteet osuvat paneeliin, sitä enemmän energiaa kennoihin siirtyy. Jos paneeli on vinossa tai varjossa, säteilyteho pienenee ja myös hyötysuhde laskee.
- Lämpötila: Paneelit toimivat parhaiten viileinä. Kun kenno lämpenee, sen jännite laskee ja sähköteho pienenee. Siksi aurinkoisina hellepäivinä hyötysuhde voi jopa hieman laskea, vaikka valo lisääntyy.
- Varjostukset ja lika: Pienikin varjo, kuten oksa tai likainen kohta kennon päällä, voi vähentää virtaa huomattavasti. Paneelit kannattaa pitää puhtaina ja sijoittaa varjottomaan paikkaan.

- Paneelin kennotyyppi: Eri kennotekniikoilla on erilainen hyötysuhde. Monikidepaneelit ovat edullisia mutta hieman tehottomampia, kun taas yksikidepaneelit (monocrystalline) tuottavat enemmän sähköä samalla pinta-alalla.
- Sähköiset häviöt: Myös johdot, liittimet ja mittalaitteet aiheuttavat pieniä häviöitä, jotka alentavat kokonaishyötysuhdetta.

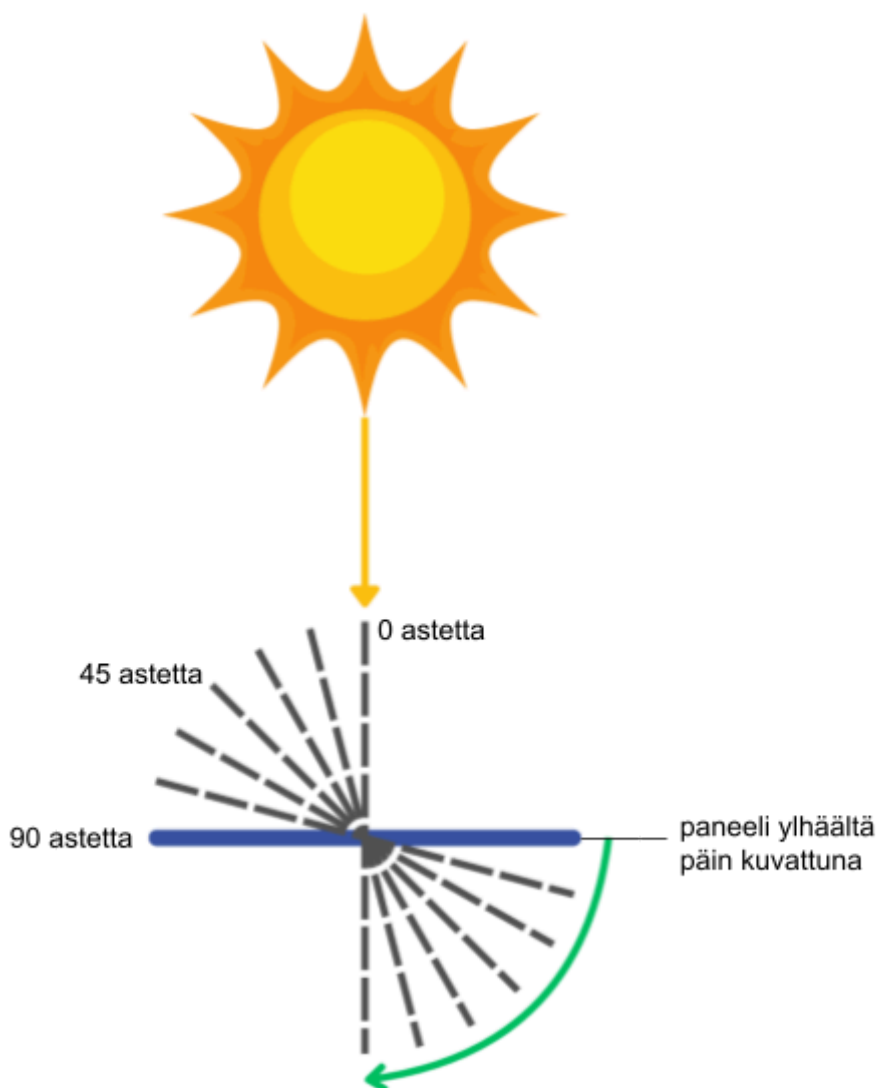
Lopuksi

Pura kytkentä ja pakkaa laitteet siististi takaisin salkkuun.

Vaakasuuntaisen kulman vaikutus

Paneelin vaaka- ja pystysuuntainen kulma aurinkoon nähden vaikuttaa sen sähköntuottoon. Suoraan aurinkoon suunnattuna paneeli luonnollisesti tuottaa eniten tehoa, mutta miten paljon tehontuotto laskee vaakasuuntaisen kulman muuttuessa, se selvitetään tässä tutkimuksessa.

Kuvassa on esitetty paneelin vaakasuuntainen kääntäminen kohtisuorasta 90 asteen kulmasta 0 asteen kulmaan 15 asteen välein. Paneeli on kuvattu ylhäältä päin.



Tutkimukseen tarvitaan seuraavat välineet:

- 50 Watin aurinkopaneeli MC4-liittimillä
- Paneelin suuntauksen apuväline
- Vaakasuunnassa käännettävä ja pystysuunnassa kallistettava alusta
- UNI-T paneelitesteri
- Puhelimeen asennettu sovellus suuntauksen mittaamiseen

Huom! mittaukset tulee tehdä selkeällä, mielellään täysin pilvettömällä säällä. Tällöin pilvisuus ei pääse vaikuttamaan tuloksiin.

Työvaiheet

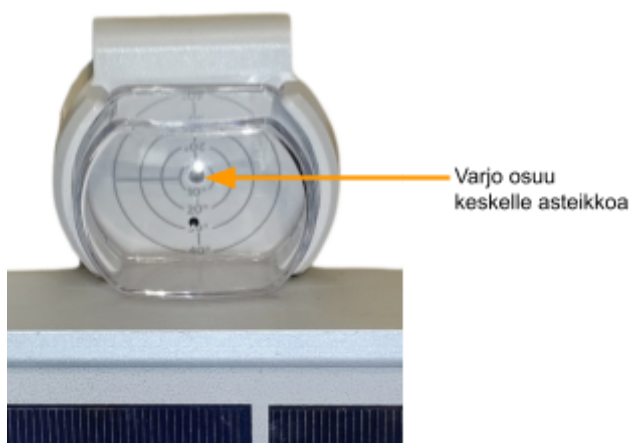
1. Asenna ensimmäiseksi puhelimeen tarvittava kompassi-sovellus. Tässä on käytetty Android-puhelinta, joten sovellukset löytyvät Play-kaupasta.

Kompassi: Linkki bit.ly/3LnXZxS ja QR-koodi

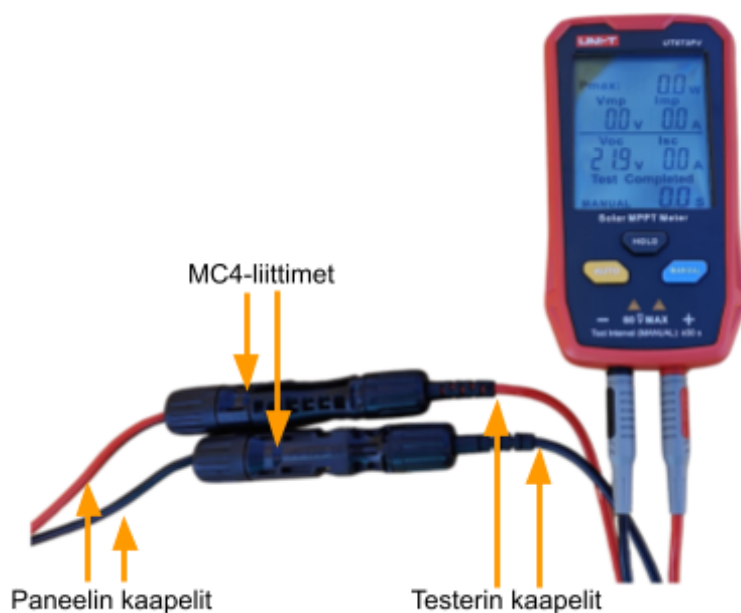


Kalibroi kompassi asennuksen jälkeen ohjeiden mukaisesti.

2. Suuntaa paneeli suoraan aurinkoon, mutta älä katso silmillä aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä. Käytä paneelin suuntauksen salkusta löytyvää suuntainta. Aseta suuntain paneelin päälle niin, että se on samassa kulmassa paneelin kanssa. Suuntaa sitten paneeli siten, että suuntaimen kuvun alla näkyvä varjo osuu keskelle asteikkoa. Kiinnitä paneeli tähän asentoon tukevasti, ettei se pääse liikkumaan.



3. Liitä UNI-T paneelitesteri aurinkopaneelin kaapeliin MC4-liittimillä. MC4-liittimet sopivat vain oikein päin toisiinsa, niitä ei voi kytkeä väärin. Testerissä musta kaapeli liitetään mustaan liittimeen ja punainen punaiseen. Testerillä on suojausta väärin päin kytkennältä. Jos testerillä ei käynnisty automaattisesti, tarkista että sen kaapelit on kytketty oikein.

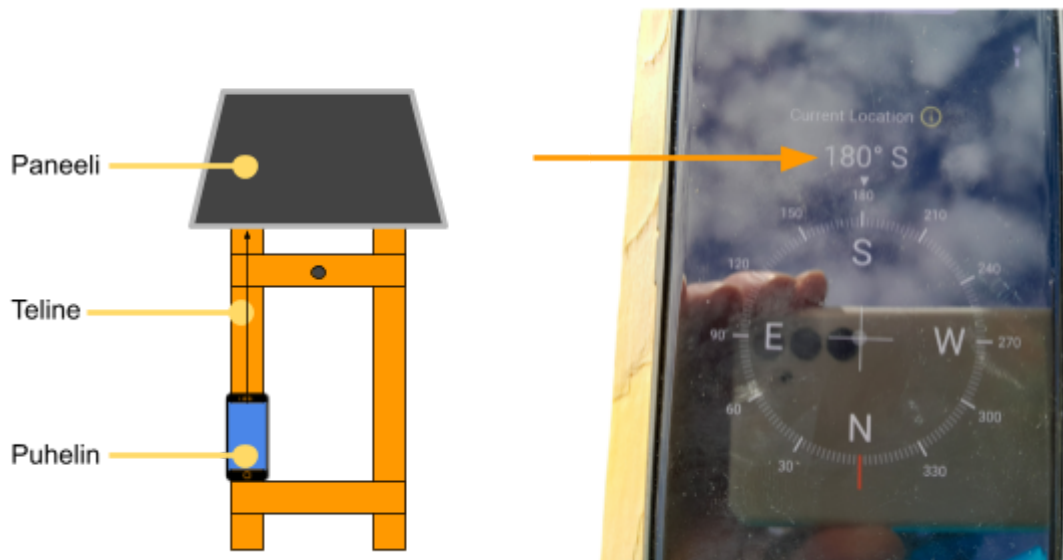


4. Paneelin tulisi olla nyt kohtisuorassa optimikulmassa aurinkoon nähden. Mitataan paneelin tuottama sähköteho tässä asennossa. Paina paneelitestertestä painiketta "**Manual**". Kun mittaustulokset ovat valmistuneet, lue testerin näytöltä arvo **Pmax** ja kirjaa se kohdan 9 taulukkoon.



5. Nyt tiedämme, kuinka paljon paneeli tuottaa sähkötehoa optimaalisessa kulmassa. Lähdetään seuraavaksi muuttamaan vaakasuuntaista kulmaa.

Käynnistä puhelimesta kompassi-sovellus ja aseta puhelin käännettävän alustan päälle niin, että se puhelimen yläosa osoittaa suoraan paneelin takaosaan. Lue puhelimen näytöltä suunnan asteluku.



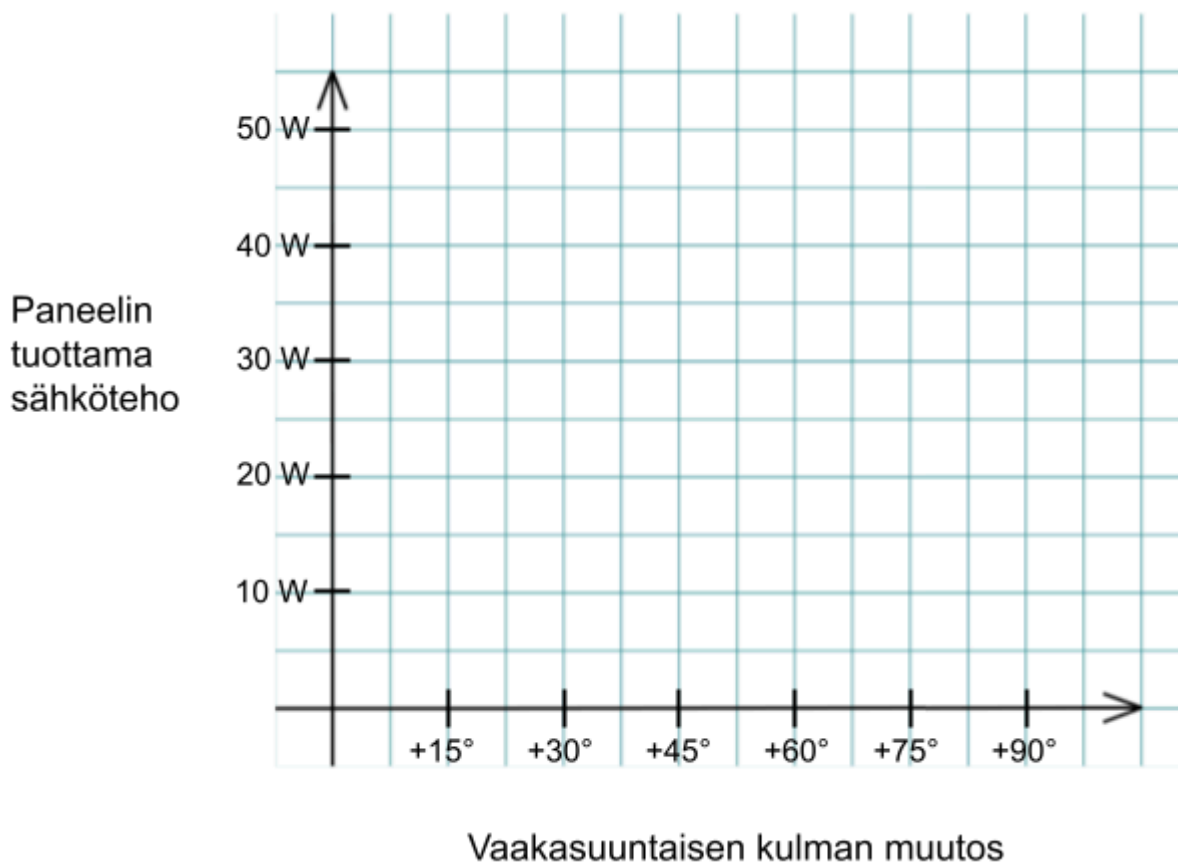
6. Teemme mittaukset 15 asteen välein. Käännä paneelin telinettä myötapäivään niin, että puhelimesta näkyvä asteluku on kasvanut alkuperäisestä lukemasta 15 astetta. Kuvan lähtötilanteen asteluvulla uusi lukema olisi 195 astetta.
7. Mittaa paneelin tehontuotto testerillä ja kirjaa lukema kohdan 9 taulukkoon.
8. Toista vaiheita 6 ja 7 kuusi kertaa. Jos aurinko menee pilveen, odota kirkasta hetkeä, jotta mittaus pysyy vertailukelpoisena.

9. Taulukko mittaustuloksille:

Vaakasuuntaisen kulman vaikutus paneelin tehontuottoon		
Kulma suhteessa aurinkoon	Mitattu teho	Tehon vähenemä %
Optimikulma	W	-
+15°	W	%
+30°	W	%
+45°	W	%
+60°	W	%
+75°	W	%
+90°	W	%

Laske taulukon viimeiseen sarakkeeseen, kuinka paljon teho on prosentteina vähentynyt optimikulman tehosta. Palauta matematiikasta mieleesi, miten prosentit lasketaan tai etsi tieto netistä.

10. Piirrä tehon vähenemää esittävä kuvaaja alla olevaan koordinaatistoon. Siinä esitetään teho kulman funktiona. Voit tehdä kuvaajan myös Sheets-taulukkolaskentaan.



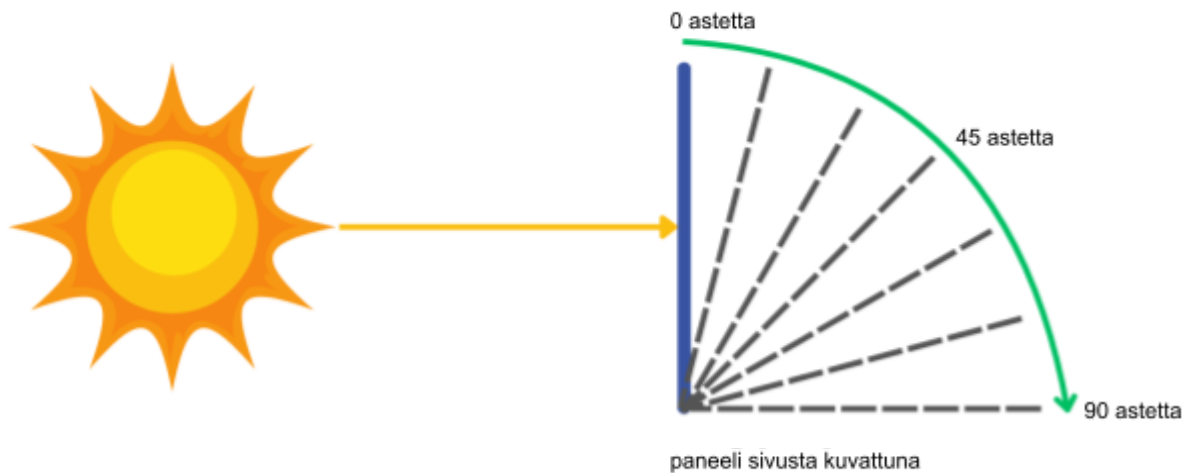
11. Aurinko nousee idästä ja laskee länteen. Päivän aikana se kiertää täyden ympyrän. Näin ollen kiinteästi asennetun paneelin vaakasuuntainen kulma ei ole koko vuorokauden ajan optimaalinen aurinkoon nähde. Arvioi tutkimuksesi pohjalta, kuinka monta prosenttia enemmän sähköenergiaa vuorokauden aikana voisi tuottaa sellainen paneeli, joka seuraa auringon kulkua vaakasuunnassa.

Auringon korkeus taivaalla vaihtelee myös vuorokauden aikana ja sen vaikutusta paneelin tehontuottoon selvitämme seuraavassa tutkimuksessa.

12. Jos et jatka saman tien seuraavaan tutkimukseen, niin pura järjestelmä ja pakkaa laitteet siististi takaisin salkkuun.

Pystysuuntaisen kulman vaikutu

Paneelin pystysuuntainen kulma aurinkoon nähden vaikuttaa myös sen tehontuottoon. Alla olevassa kuvassa on mallinnettu paneelin pystysuuntainen kääntäminen 15 asteen välein.



Tutkimus tehdään hyvin samalla tavalla kuin edellinen ja myös kaikki laitteet ovat samoja. Katso tarvittaessa ohjeita edellisestä tutkimuksesta ja sovelta niitä tähän.

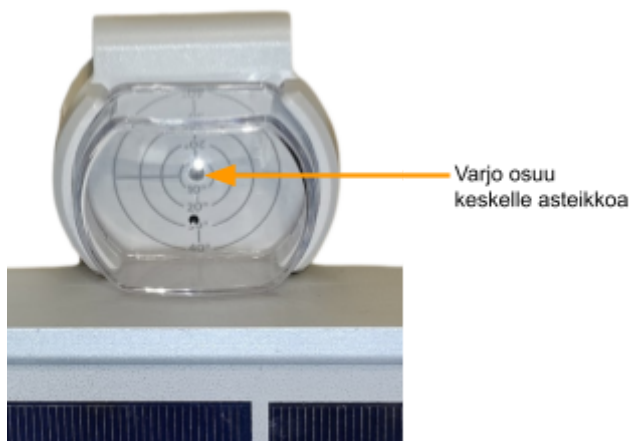
Työvaiheet

1. Asenna ensimmäiseksi puhelimeen tarvittava kulmamittari-sovellus. Tässä on käytetty Android-puhelinta, joten sovellukset löytyvät Play-kaupasta.

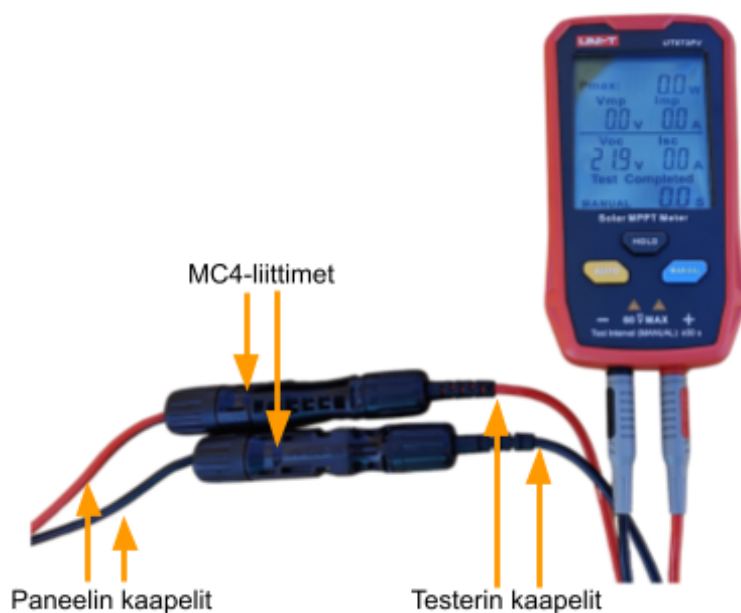
Kulmamittari: Linkki <http://bit.ly/4oC1j76> ja QR-koodi



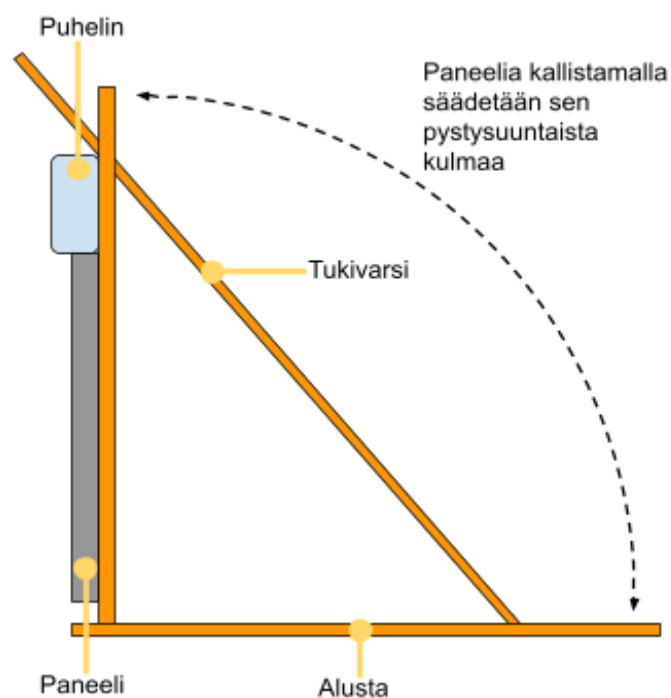
2. Suuntaa paneeli suoraan aurinkoon, mutta älä katso silmillä aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä. Käytä paneelin suuntauksen salkusta löytyvää suuntainta. Aseta suuntain paneelin päälle niin, että se on samassa kulmassa paneelin kanssa. Suuntaa sitten paneeli siten, että suuntaimen kuvun alla näkyvä varjo osuu keskelle asteikkoja. Kiinnitä paneeli tähän asentoon.



3. Liitä UNI-T paneelitesteri aurinkopaneelin kaapeliin MC4-liittimillä. MC4-liittimet sopivat vain oikein päin toisiinsa, niitä ei voi kytkeä väärin. Testerissä musta kaapeli liitetään mustaan liittimeen ja punainen punaiseen. Testerillä on suojaus väärin päin kytkennältä. Jos testerillä ei käynnisty automaattisesti, tarkista että sen kaapelit on kytketty oikein.



4. Käynnistä puhelimesta kulmamittari-sovellus ja aseta puhelin kyljelleen samaan tasoon paneelin kanssa kuvan mukaisesti. Kallista alustaa niin, että kulmaksi tulee 0 astetta.



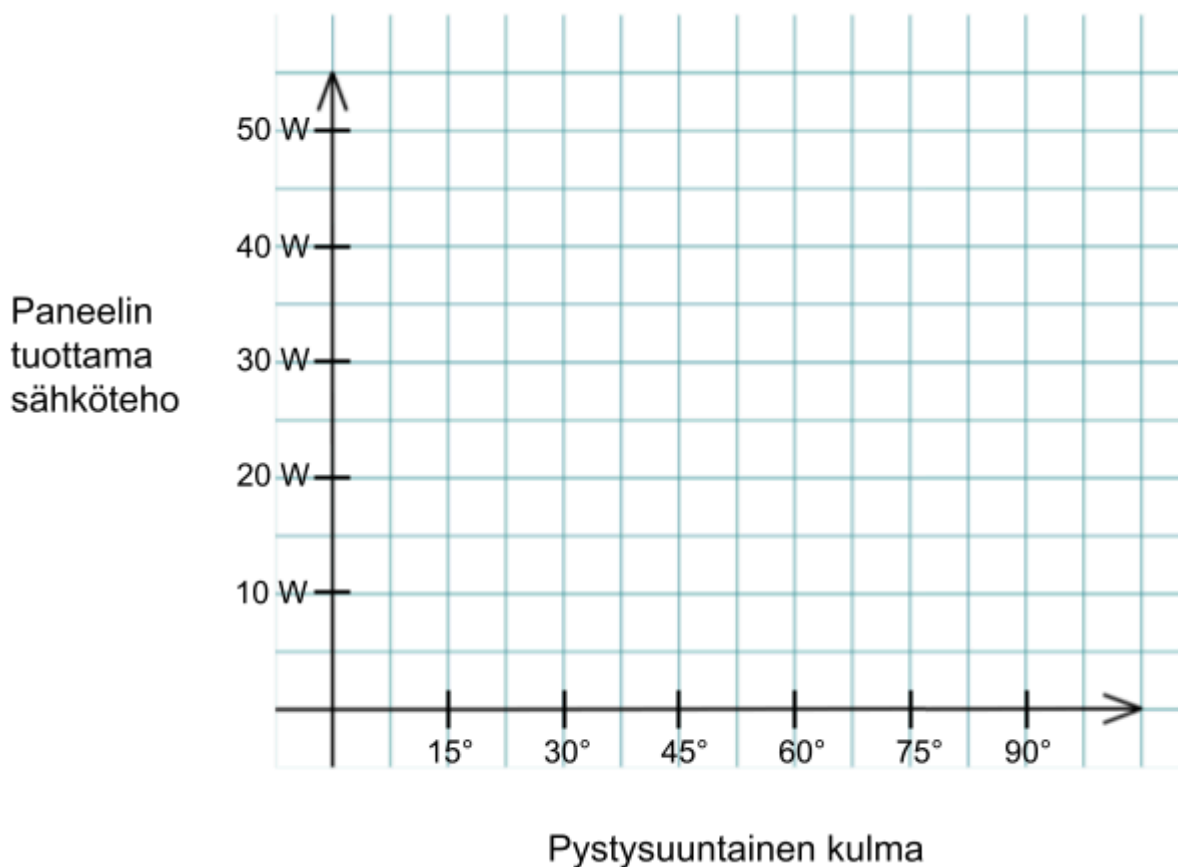
5. Mittaa paneelin tuottama sähköteho. Paina paneelitesteristä painiketta "**Manual**". Kun mittaustulokset ovat valmistuneet, lue testerin näytöltä arvo **Pmax** ja kirjaa se kohdan 9 taulukkkoon.



6. Teemme mittaukset 15 asteen välein. Kallista paneelia alaspäin 15 astetta. Käytä mittaamiseen puhelimen kulmamittari-sovellusta tai astemittaa.
7. Mittaa paneelin tehontuotto testerillä ja kirjaa lukema kohdan 9 taulukkoon.
8. Toista vaiheita 6 ja 7 kuusi kertaa. Jos aurinko menee pilveen, odota kirkasta hetkeä, jotta mittaus pysyy vertailukelpoisena.
9. Taulukko mittaustuloksille:

Pystysuuntaisen kulman vaikutus paneelin tehontuottoon	
Kulma	Mitattu teho
0	W
15°	W
30°	W
45°	W
60°	W
75°	W
90°	W

10. Piirrä tehon vähenemää esittävä kuvaaja alla olevaan kaavioon. Siinä esitetään teho kulman funktiona. Voit tehdä kuvaajan myös Sheets-taulukkolaskentaan.



11. Päättele mittaustuloksista ja kuvaajasta, millä pystysuuntaisen kulman arvolla paneeli tuottaisi eniten sähkötehoa. Aseta sitten paneeli tähän kulmaan ja mittaa sen tuottama teho. Kirjaa tulokset taulukkoon.

Optimaalinen pystysuuntainen kulma riippuu vuodenajasta ja kellonajasta, sillä auringon korkeus taivaalla vaihtelee niiden mukana.

Aurinkopaneelin optimaalinen pystysuuntainen kulma	
Päivämäärä	
Kellonaika	
Kulma	
Mitattu sähköteho	

12. Jos et jatka saman tien seuraavaan tutkimukseen, niin pura järjestelmä ja pakkaa laitteet siististi takaisin salkkuun.

Varjostustutkimus

Paneeliin osuvat varjot vähentävät sen tehontuottoa. Tässä tutkimuksessa selvitetään, kuinka paljon varjostaminen vaikuttaa tuotettuun sähkötehoon.

Tutkimukseen tarvitaan seuraavat välineet:

- 50 Watin aurinkopaneeli MC4-liittimillä
- Paneelin suuntauksen apuväline
- UNI-T paneelitesteri
- Mitta
- Hiukan paneelia isompikokoinen pahvi tai ohut vaneri

Huom! Tutkimus tulee tehdä selkeällä, mielellään täysin pilvettömällä säällä. Tällöin pilvisyys ei pääse vaikuttamaan tuloksiin.

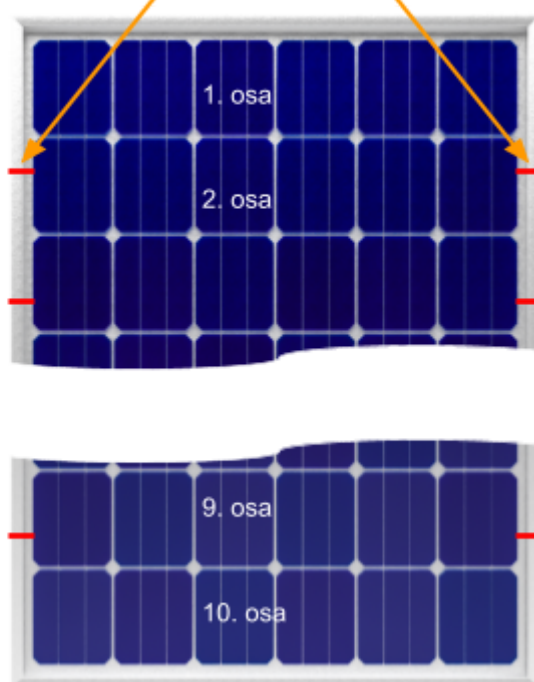
Työvaiheet

1. Mittaa paneelin pidemmän sivun aktiivinen tumma alue ja jaa se kymmeneen osaan. Merkitse jakoviivat paneelin vasempaan ja oikeaan kehykseen.

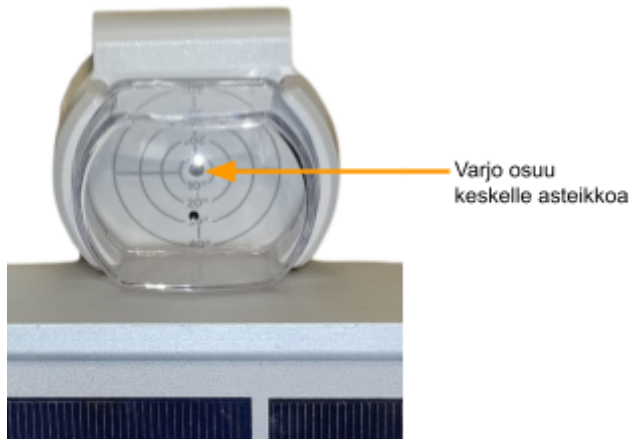
Paneelin aktiivinen alue alkaa mustasta taustasta.



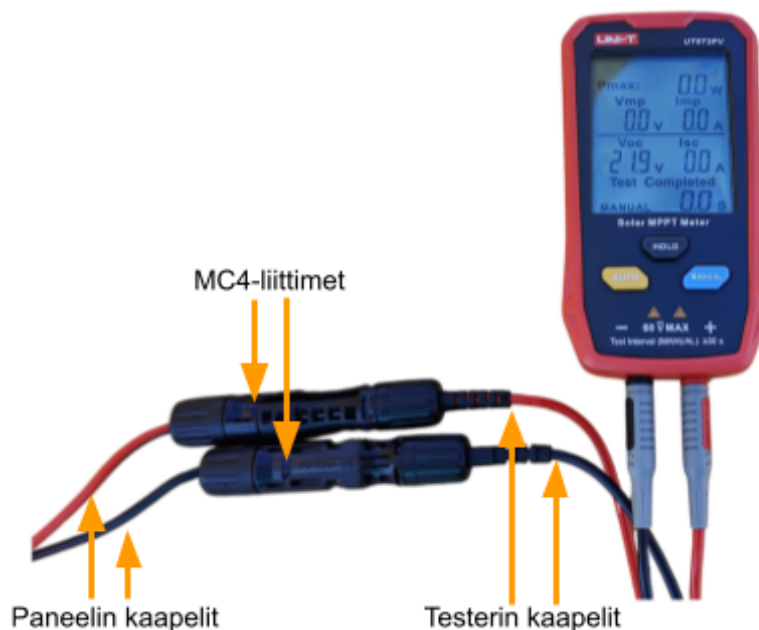
Jakoviivat kehyksissä



2. Suuntaa paneeli suoraan aurinkoon, mutta älä katso silmillä aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä. Käytä paneelin suuntauksen salkusta löytyvää suuntainta. Aseta suuntain paneelin päälle niin, että se on samassa kulmassa paneelin kanssa. Suuntaa sitten paneeli siten, että suuntaimen kuvun alla näkyvä varjo osuu keskelle asteikkoja. Tue paneeli tähän asentoon tukevasti, ettei se pääse liikkumaan.



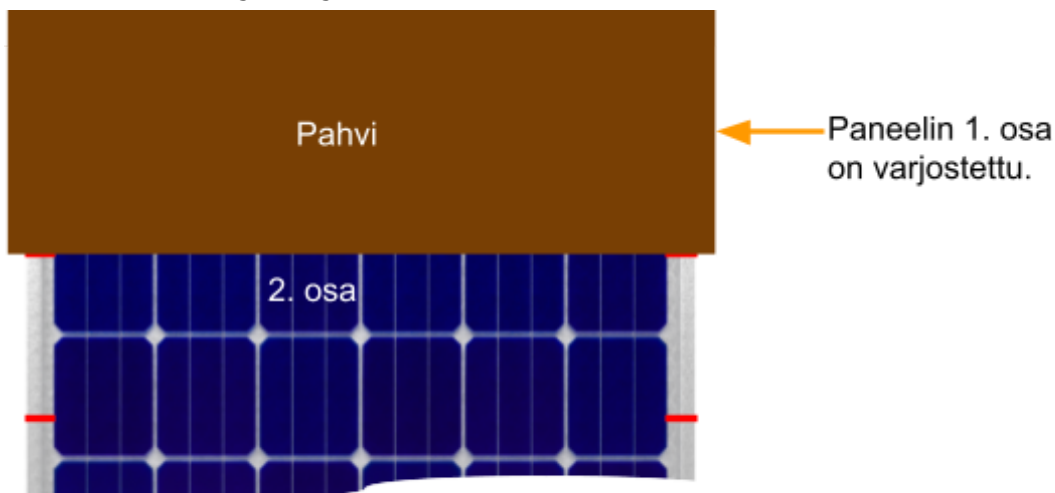
3. Liitä UNI-T paneelitesteri aurinkopaneelin kaapeliin MC4-liittimillä. MC4-liittimet sopivat vain oikein päin toisiinsa, niitä ei voi kytkeä väärin. Testerissä musta kaapeli liitetään mustaan liittimeen ja punainen punaiseen. Testerillä on suojaus väärin päin kytkennältä. Jos testerillä ei käynnisty automaattisesti, tarkista että sen kaapelit on kytketty oikein.



4. Paina paneelitesterin painiketta "**Manual**". Testerin aloittaa mittaukset ja se kestää muutaman sekunnin. Tulosten valmistuttua lue **Pmax**-arvo laitteen näytöltä ja kirjaa se kohdan 7 taulukkoon.



5. Peitä pahvilla 1. osa paneelista kuvan mukaisesti. Tämä varjostaa 10 prosenttia paneelin aktiivisesta pinta-alasta. Mittaa paneelin tuottama teho ja kirjaa se kohdan 7 taulukkoon.



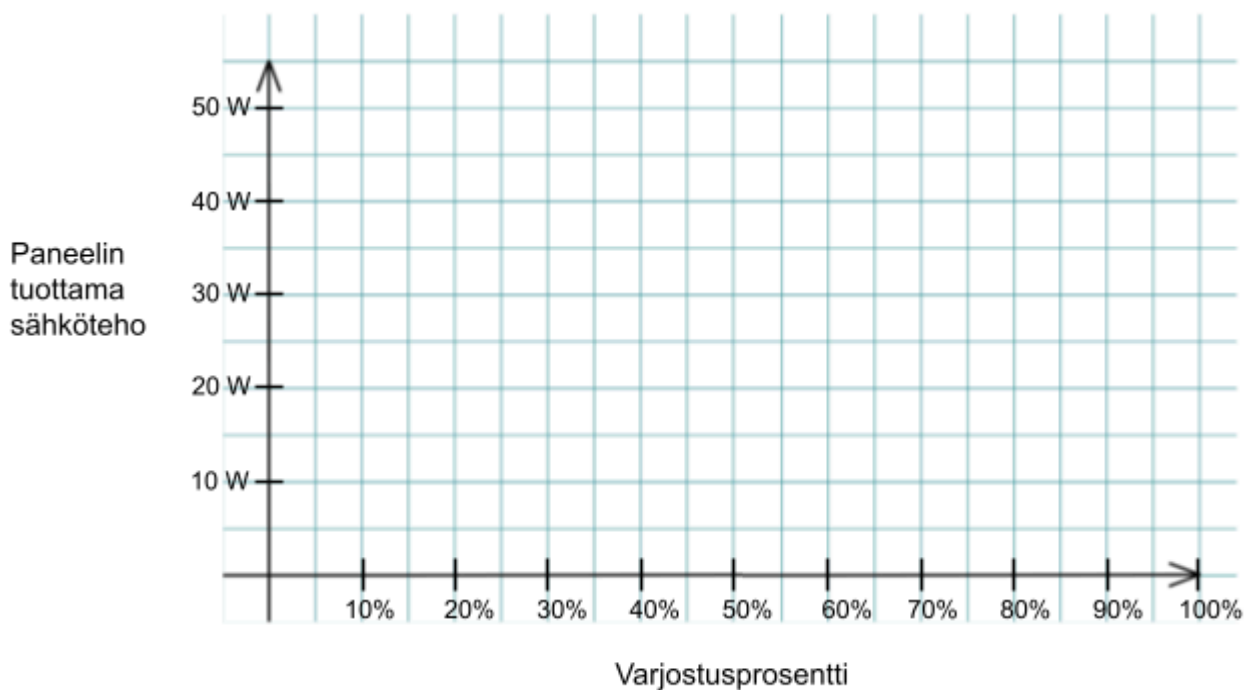
6. Peitä seuraava osa paneelista ja mittaa sen tehontuotto. Kirjaa tulos taulukkoon. Toista näitä vaiheita, kunnes paneeli on kokonaan peitetty.

7. Taulukko tuloksille

Aurinkopaneelin tehontuotto varjostettuna		
Varjostettu pinta-ala %	Mitattu sähköteho W	Tehon vähenemä %
0%	W	-
10%	W	%
20%	W	%
30%	W	%
40%	W	%
50%	W	%
60%	W	%
70%	W	%
80%	W	%
90%	W	%
100%	W	%

8. Laske taulukon viimeiseen sarakkeeseen, kuinka monta prosenttia teho on vähentynyt ensimmäisen rivin lukemasta, eli tilanteesta jolloin paneelia ei varjostettu ollenkaan. Palauta matematiikasta mieleesi, miten prosentit lasketaan tai etsi tieto netistä.

9. Piirrä varjostuksen vaikutus tehoon esittävä kuvaaja alla olevaan koordinaatistoon. Siinä esitetään teho varjostusprosentin funktiona. Voit tehdä kuvaajan myös Sheets-taulukkolaskentaan.



10. Havaintojesi perusteella pohdi, kuinka merkittävää on tehontuoton kannalta sijoittaa aurinkopaneelit niin, ettei niiden päälle osu varjoja.
11. Pura lopuksi järjestelmä ja pakkaa laitteet siististi takaisin salkkuun.

Muita mahdollisia tutkimuksia ja kokeita

- Auringon säteilytehomittarilla voidaan tutkia kuinka paljon säteilyteho vaihtelee sään mukaan (selkeä, puolipilvinen, pilvinen) sekä miten säteilyteho muuttuu vuorokauden aikojen että vuodenaikojen mukana. Tulokset voidaan kirjata Sheets-taulukkolaskentaan ja piirtää niistä kuvaaja.

Kilowattiluokan aurinkosähköjärjestelmä

Osana DigiAVi-hankkeen toteutusta hankimme sekä Alajärven että Vimpelin yläkouluille kilowattiluokan siirrettävän aurinkosähköjärjestelmän. Sen kautta oppilaat saavat kokemuksen todelliseen hyötykäyttöön kykenevästä järjestelmästä, jolla voidaan käyttää normaaleja 230 Voltin sähkölaitteita aina 1800 watin tehoon asti.

Esimerkiksi kahvin- ja vedenkeitin, air fryeri ja jopa sähkögrilli toimivat sillä mainiosti. Oppilaat voivat vaikkapa valmistaa ulkona ruokaa aurinkosähköä käyttäen. Tämä mahdollistaa aidon oppimiskokemuksen. Oppilaat näkevät, miten auringon säteilyenergia muuttuu järjestelmässä hyödynnettäväksi sähköenergiaksi sekä miten tätä energiaa voidaan varastoida ja käyttää.

Katso oheisesta QR-koodista ja linkistä löytyvä demo, keitämme siinä kupillisen teetä aurinkosähköllä.

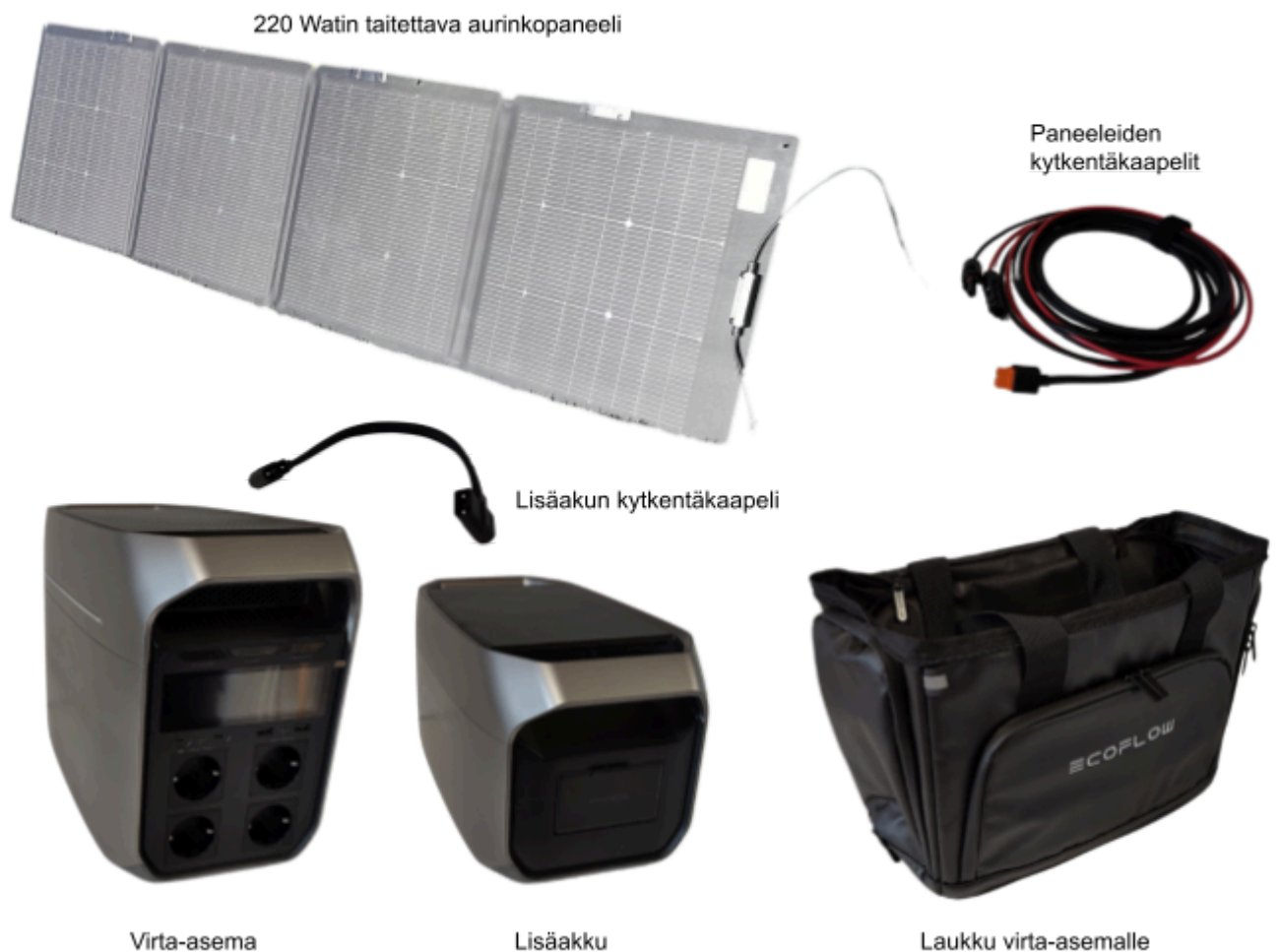


Linkki: bit.ly/aurinkoteeta



Järjestelmän laitteet:

- 2 kpl EcoFlow Next Gen 220W aurinkopaneelia
- 2kpl EcoFlow MC4 to XT60i Solar paneelien kytkentäkaapelia
- EcoFlow DELTA 3 Plus virta-asema
- EcoFlow DELTA 3 Smart Extra Battery lisäakku
- EcoFlow Delta 3 suojalaukku virta-asemalle

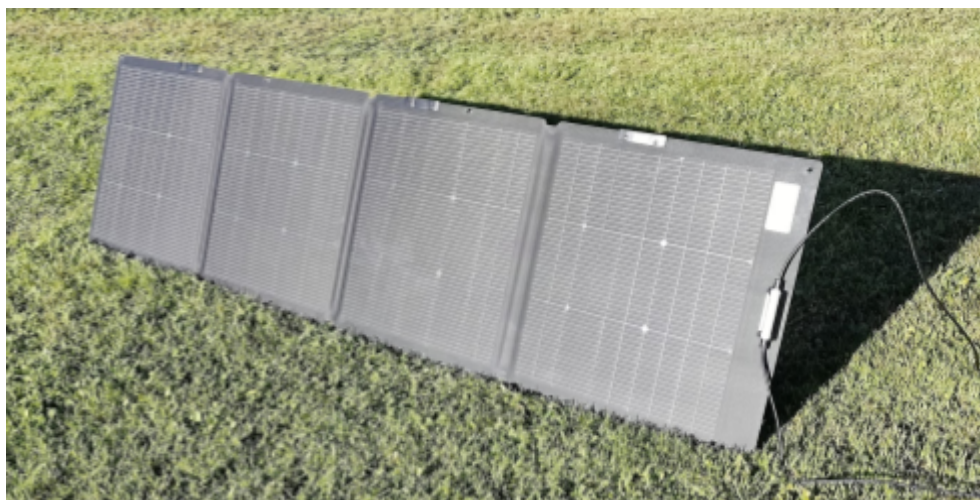


[Täältä löydät meidän käyttämät tilauslinkit.](#)

Järjestelmän kokoaminen ja käyttö

Virta-asema ja lisäakku eivät ole kosteussuojattuja. **Älä jätä niitä sateeseen tai alttiiksi voimakkaalle kosteudelle.** Sama koskee myös virta-asemaan liitettäviä muita sähkölaitteita. Paneelit ja niiden kaapelit sen sijaan kestävät kosteutta. **Käsittele virta-asemaa ja akkua varovasti, älä kolhi tai pudota niitä.** Katsotaanpa sitten, miten aurinkopaneeli ja virta-asema otetaan käyttöön. Kokonaisuuden hahmottamiseksi voit katsoa aluksi sivulla 70 olevan kuvan järjestelmästä.

1. Vie aurinkopaneeli (tai molemmat paneelit), virta-asema ja paneelien kytkentäkaapelit haluamallesi käyttöpaikalle.
2. Pura paneeli suojalaukusta, avaa ja pystytä se. Suuntaa paneeli aurinkoon, mutta älä katso silmillä suoraan aurinkoon, se voi vahingoittaa näköä.



3. Ota paneelin kytkentäkaapeli ja kytke sen MC4-liittimet paneelista tulevan kaapelin vastaaviin liittimiin kuvan mukaisesti. Nämä liittimet menevät aina oikein päin, et voi kytkeä niitä väärin.



4. Paneelin kytkentäkaapelin toisessa päässä on XT60-liitin, joka kytketään virta-asemaan. Avaa virta-aseman takapuolella oleva kansi ja kytke liitin kuvan mukaisesti jompaan kumpaankin oranssiin porttiin. Nämäkin liittimet menevät vain oikein päin, et voi kytkeä niitä väärin.

Avaa takapuolella oleva kansi



5. Sähköenergiaa tuottava paneeli on nyt kytketty. Seuraavaksi voit käynnistää virta-aseman. Paina etupaneelissa olevaa painiketta **“POWER”** kunnes laite piippaa ja näyttöön tulee tiedot näkyviin.

Paina tämän jälkeen painiketta **“AC ON/OFF”**. Tämä painike kytkee 230 Voltin pistorasiat päälle ja toinen painallus pois päältä.

Käynnistä virta-asema painikkeesta **“POWER”**

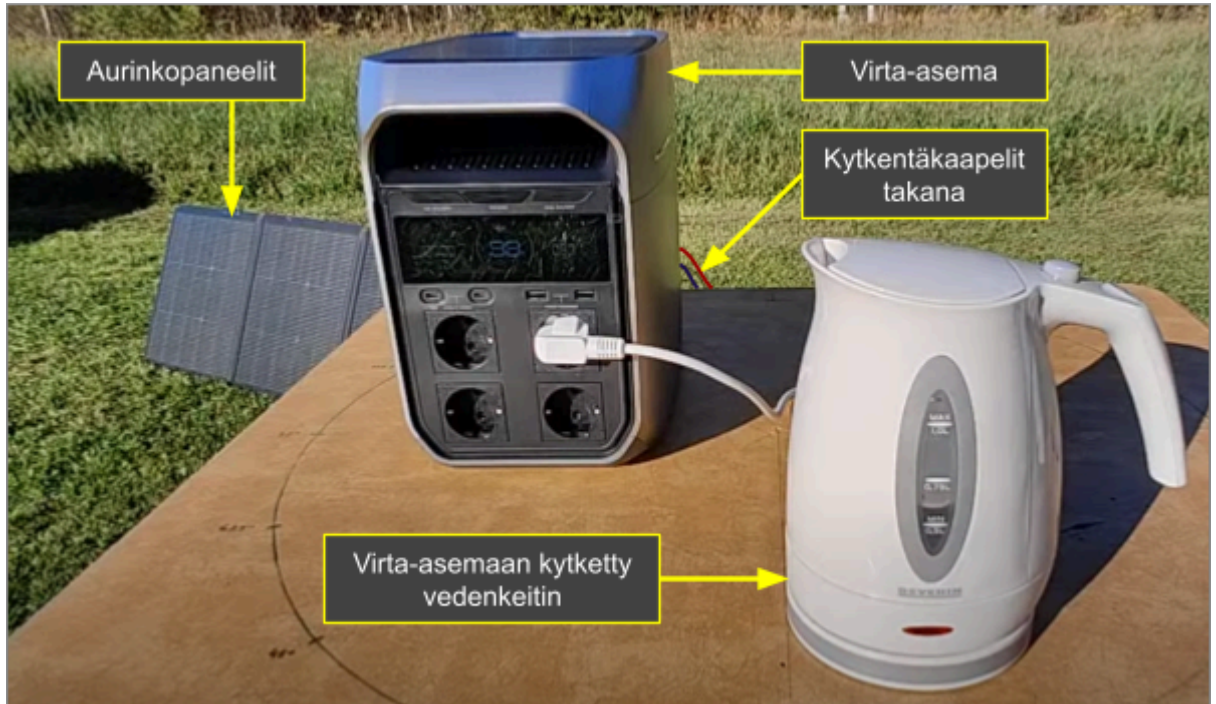


Kytke pistorasialähdöt päälle painikkeesta **“AC ON/OFF”**



6. Järjestelmä on nyt käyttövalmis ja voit kytkeä haluamasi sähkölaitteet pistorasioihin. Huomioi, että laitteiden yhteenlaskettu maksimiteho saa olla enintään 1800 Wattia. Virta-asema ei kuitenkaan rikkoudu ylikuormituksesta, vaan sammuttaa silloin itsensä.

Kuva käyttövalmiiksi kootusta järjestelmästä:



Yleensä sähkölaitteissa on tyyppikilpi (tarra), josta näkee niiden kuluttaman tehon. Jos laitteessa ei ole tyyppikilpeä, niin tehonkulutus on kerrottu sen käyttöohjeessa.

Hetkellisesti virta-asema kykenee antamaan ulos jopa 3600 Watin tehon, mutta tämä on tarkoitettu sähkömoottoreita sisältävien laitteiden käyttöön. Siksi näin, että sähkömoottori ottaa käynnistyessään hetkellisesti huomattavasti suuremman tehon kuin mitä sen varsinainen käyttö kuluttaa.

7. Laitteen näytöltä näet oleellista tietoa järjestelmän toiminnasta. Näet mm. sisään menevän sähkötehon, laitteiden kuluttaman sähkötehon sekä virta-aseman akun varausasteen prosentteina. Näyttö sammuttaa itsensä aina tietyn ajan kuluttua, mutta voit kytkeä sen takaisin päälle napauttamalla painiketta "**POWER**".



Kuvan tilanteessa virta-asemasta ulos otettava sähköteho on paljon suurempi paneelista sisään tuleva. Virta-asema ottaakin tarvittavan lisätehon sen sisällä olevasta akusta, jonka varausprosentti näkyy näytön keskellä.

8. Jos haluat käyttää etupaneelissa olevia USB-portteja, niin kytke ne päälle painikkeesta "**USB ON/OFF**". Toinen painallus kytkee portit pois päältä.

USB-portit kytetään päälle ja pois tästä painikkeesta



Virta-aseman käyttöaika pelkästään akun energialla riippuu siihen kytkettyjen laitteiden kuluttamasta sähkötehosta. Alla olevassa taulukossa on esitetty laskennallisia viitearvoja.

Laitteiden sähköteho	Käyttöaika
200 W	4 h 28 min
500 W	1 h 47 min
800 W	1 h 7 min
1000 W	53 min
1500 W	35 min
1800 W	30 min

Käyttöajat on siis laskettu pelkästään virta-aseman akun kapasiteetin perusteella huomioimatta aurinkopaneeleista tulevaa tehoa. Virta-asemaa voi käyttää ilman paneelitakin ja sen akun voi ladata myös pistorasiasta mukana tulevalla johdolla. Aurinkopaneelit kytkettynä käyttöaika luonnollisesti kasvaa.

Laite laskee myös itse jäljellä olevan käyttöajan aurinkopaneelien tuoton, akun varaustason sekä kulutetun sähkötehon perusteella ja esittää sen laitteen näytöllä. Alla olevassa kuvassa käyttöajaksi on laskettu 1,4 tuntia.



Jäljellä
oleva
käyttöaika

Järjestelmän purku

1. Irrota sähkölaitteet virta-asemasta.
2. Irrota paneeleista tuleva kaapeli virta-aseman takapuolelta ja sulje liittimet peittävä kansi.

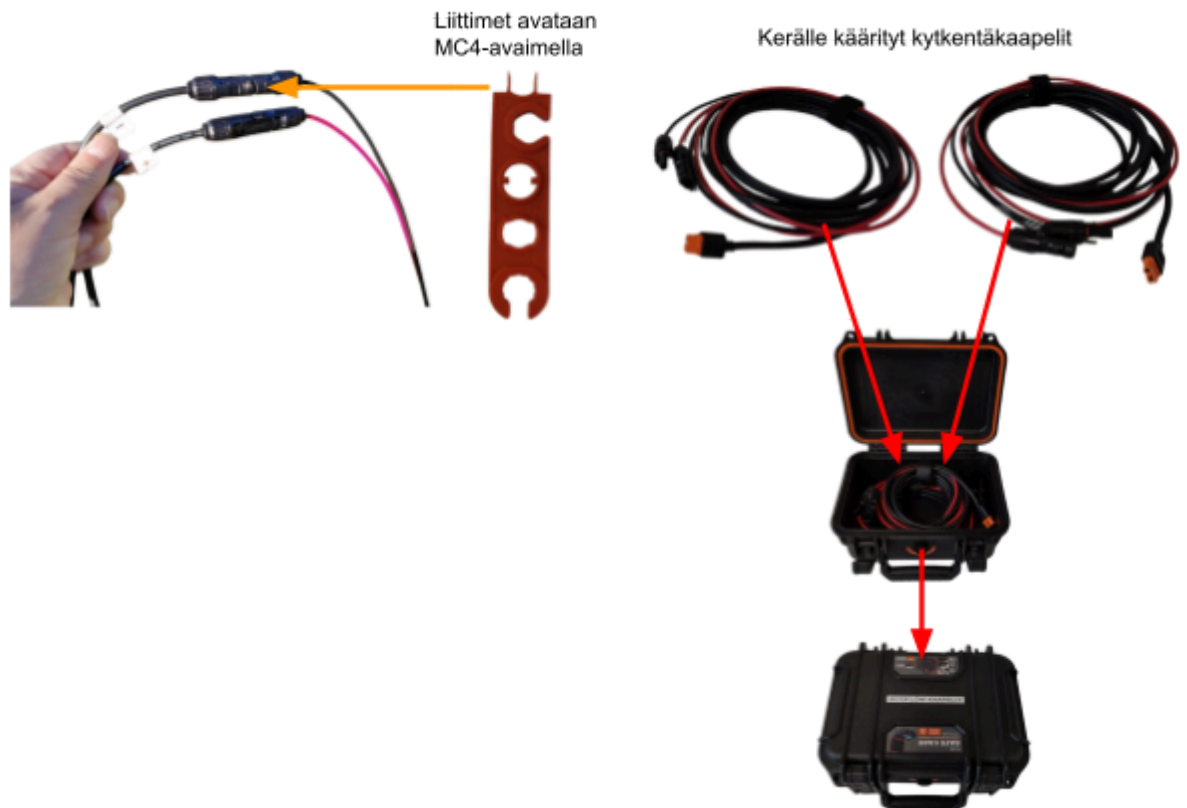


3. Sammuta virta-asema painamalla pitkään painiketta "**POWER**". S sammumisen merkiksi laite piippaa, tuuletin pyörii ja näyttö sammuu.

Sammuta virta-asema painamalla pitkään painiketta "**POWER**"



4. Avaa paneelien kytkentäkaapeleiden MC4-liittimet (käytä tarvittaessa MC4-avainta). Kääri kaapelit rullalle ja pakkaa ne siististi salkkuun.



5. Taita paneelit kasaan ja pakkaa ne suojalaukkuihin.
6. Pakkaa virta-asema laukkuun.

Lisäakun käyttö

Lisäakulla voidaan tuplata virta-asemaan kytkettyjen sähkölaitteiden käyttöaika. Alla olevassa taulukossa on esitetty laskennallisia viitearvoja.

Laitteiden sähköteho	Käyttöaika
200 W	8 h 53 min
500 W	3 h 34 min
800 W	2 h 13 min
1000 W	1h 47 min
1500 W	1h 11 min
1800 W	59 min



Lisäakku on helppo ottaa käyttöön:

1. Sammuta virta-asema, jos se on päällä painikkeesta **"POWER"**.
2. Avaa virta-aseman takana oleva luukku ja kytke lisäakun kaapeli liittimeen **"EXTRA BATTERY PORT"**. Kaapeli sopii vain tähän yhteen liittimeen ja oikein päin. Katso liittimistä tai kuvasta, miten päin ne yhdistetään. Varmista, että liitin menee pohjaan asti.



3. Avaa lisäakun takana oleva luukku ja liitä kaapelin toinen pää liittimeen. Varmista, että liitin menee pohjaan asti.



4. Lisääkun kytkentä on nyt valmis. Voit käynnistää virta-aseman painikkeesta **"POWER"**. Lisäakku käynnistyy samassa yhteydessä automaattisesti.



5. Kun lopetat laitteiden käytön ja purat järjestelmän, niin irrota ensimmäiseksi aurinkopaneelien kytkentäkaapeli virta-asemasta. Sammuta sitten virta-asema, lisäakku sammuu samalla automaattisesti. Irrota lopuksi kaapeli virta-asemasta sekä lisäakusta ja sulje luukut. Pakkaa tavarat siististi takaisin salkkuihin ja laukkuihin.

The Great Solar Escape - Pakopeli aurinkoenergialla

Pelaajat ovat haaksirikkoutuneet asumattomalle saarelle, missä tavalliset matkapuhelimet eivät toimi. Saarelta löytyy kuitenkin mystinen salkku ja kirjekuori sekä aurinkokennolla toimiva laskin.



Kuoresta paljastuu peliohjeena toimiva kirje. Se ohjaa pelin kulkua alusta loppuun. Kirje on peräisin saarelle aiemmin haaksirikkoutuneelta henkilöltä, joka onnistui pelastautumaan sattumalta mukanaan olleilla laitteilla. Ohje ei paljasta tarkasti kaikkia suoritettavia asioita. Pelaajien tulee tietää ja oivaltaa oma osuus itsenäisesti.

Hei!
Jos luet tätä kirjettä, olet kokenut saman kuin minä - haaksirikkoutunut tälle asumattomalle saarelle. Kaukana kaikesta, poissa matkapuhelinten kuuluvuusalueelta. Mutta tilanne ei ole ihan toivoton.
Minulla oli aikanaan onnea. Mukanani oli salkku, jonka laitteilla onnistuin pelastautumaan. Siltä varalta, että joku vielä tarvitsisi salkkua, jätin sen tänne yhdessä tämän kirjeen kanssa. Nyt tuo sama salkku on sinun toivosi!

Salkun laitteet

[Linkkisivulta löydät pakopelin välineiden ja laitteiden tilauslinkit.](#)

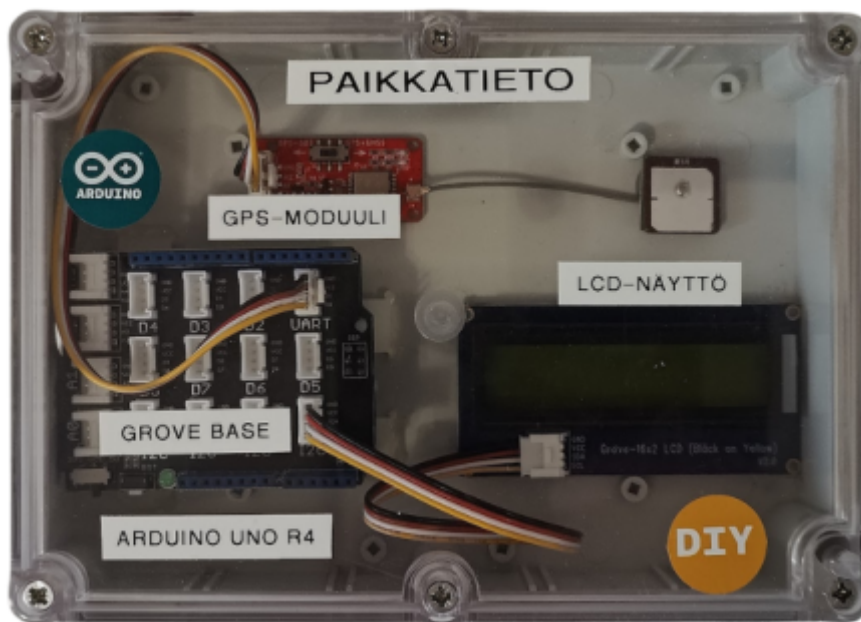
- 60 Watin aurinkopaneeli USB C ja DC5521-lähdöillä.



- Radiopuhelin



- Arduino Unosta + komponenteista rakennettu ja ohjelmoitu paikkatietolaite. Näyttää sijaintipaikan leveys- ja pituusasteet viiden desimaalin tarkkuudella LCD-näytöllä. Paikkatieto luetaan GPS-satelliiteista. Tämän DIY-laitteen tarkoitus on osoittaa oppilaille, että varsin moderniakin teknologiaa sisältäviä laitteita on mahdollista koota ja ohjelmoida itse.



- LED-valo DC5521-pistokkeella.



- Ladattavat AAA-paristot radiopuhelimeen + latauskaapeli



- USB C uros-uros ja USB C uros-naaras -kaapelit

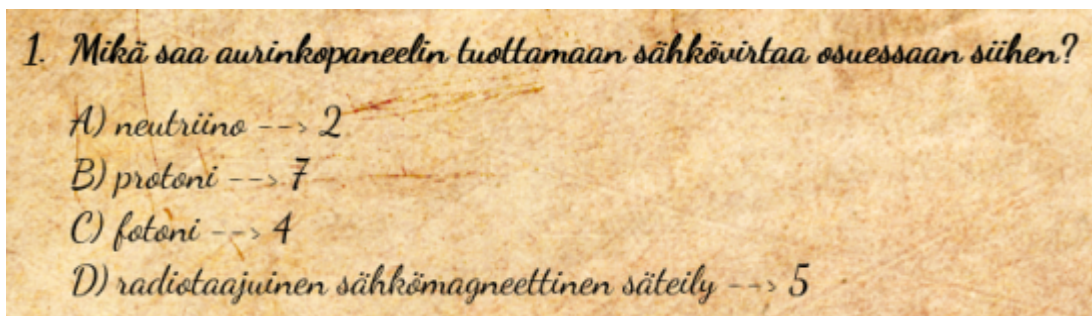


Käytettävät laitteet kuluttavat sen verran vähän sähkötehoa, että 60 Watin aurinkopaneeli kykenee tuottamaan sitä riittävästi hyvin pilviselläkin säällä. Pilvisuus ei siis ole este pelin pelaamiselle.

Pelin kulku

Tämä kappale on tarkoitettu pelinohjaajalle taustatiedoksi, **sitä ei ole tarkoitus jakaa pelaajille.**

1. Ensimmäiseksi pelaajien tulee ratkaista kirjeessä olevat neljä monivalintatehtävää. Jokainen tehtävä antaa yhden numeron avainpiilon numerolukon koodiin. Yhdessä tehtävässä tarvitaan mukana olevaa laskinta.

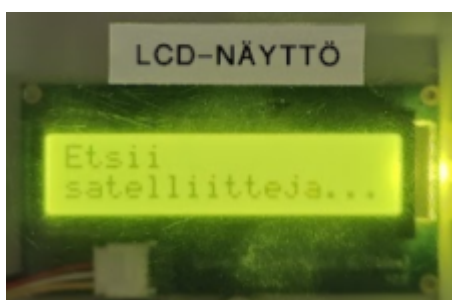


Esimerkiksi tähän kysymykseen oikea vastaus on C) fotoni ja tästä saadaan numerolukon koodiin ensimmäiseksi numeroksi 4. Avainpiilosta löytyvällä avaimella pelaajat saavat salkun auki.

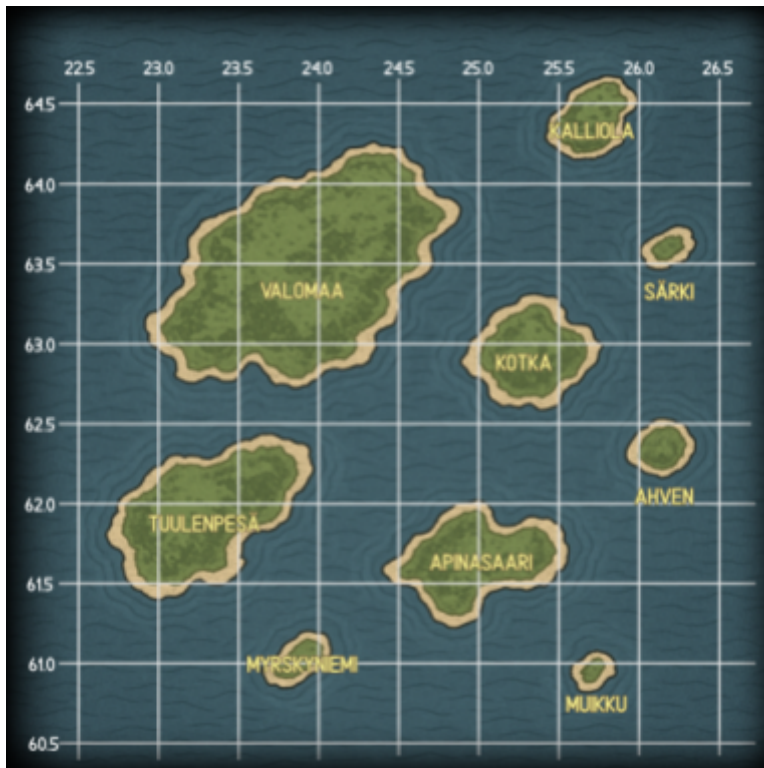
2. Pelastajien ohjaamiseksi paikalle pelaajien tulee selvittää olinpaikkansa, eli minkä nimisellä saarella he ovat. Tämä onnistuu aurinkopaneelia, usb-kaapelia paikkatietolaitetta käyttäen.

Pelaajat virittävät aurinkopaneelin toimintakuntoon ja kytkevät paikkatietolaitteen siihen kiinnin USB C uros-uros -kaapelilla. Laite käynnistyy automaattisesti heti kaapelin kytkemisen jälkeen. Aluksi laitteen näytöllä lukee teksti "Etsii satelliitteja...". Laite on ihan aito ja hakee oikean paikkatiedon GPS-satelliiteista.

Kun laite on vastaanottanut paikkatiedon kertovan GPS-signaalin, se näyttää leveys- ja pituusasteet näytöllä viiden desimaalin tarkkuudella.



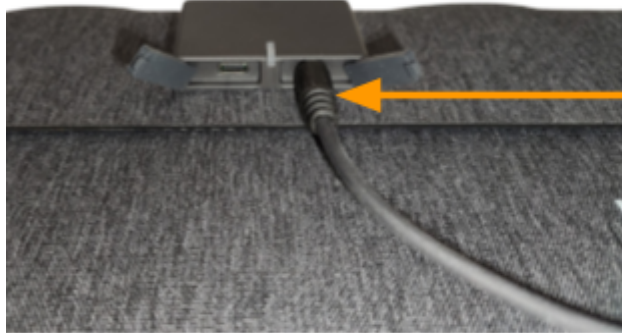
Pelaajien tulee osata leveys- ja pituusasteita sekä karttaa käyttäen selvittää saaren nimi. Kartta on luonnollisesti kuvitteellinen, mutta laitteen ilmoittamat koordinaatit ovat oikeita.



Todellisissa kartoissa leveys- ja pituusasteet eivät muutu näin paljoa esitetyillä matkoilla. Näin piirretty kartta helpottaa kuitenkin sen tulkintaa ja toimii sekä Alajärven että Vimpelin kouluilla. Todellisiakin karttoja tulkitaan kuitenkin ihan samalla tavalla.

3. Salkussa on radiopuhelimeen sopivat AAA-paristot, mutta ne ovat tyhjiä. Pelaajien tehtävänä on kytkeä paristot aurinkopaneeliin ja ladata ne joko täyteen tai vähintään 10-15 minuutin ajan. Latausaika voidaan sopia ennen pelin aloitusta. Latauksen aikana paristossa palaa punainen LEDi. Latauksen valmistuttua LEDin väri muuttuu vihreäksi.

4. Pelastajat löytävät haaksirikkolaiset vain, jos he ovat saaneet LED-valon loistamaan. Tämä onnistuu kytkemällä LED-valon kaapelin päässä oleva DC5521-pistoke aurinkopaneelin vastaavaan liittimeen. Kirkkaan valon tehtävänä on ohjata pelastajat tarkasti ja nopeasti paikalle.



LED-valon kaapeli kytkettynä aurinkopaneelin liitinrasiaan

5. Viimeinen tehtävä on laittaa paristot radiopuhelimeen, käynnistää se ja ottaa yhteys pelastajiin (pelin ohjaajaan). Salkussa on ohje radiopuhelimen käyttöön ja pelaajien tulee osata tulkita sitä. Puhelussa pelaajat sanovat "Olemme x-nimisellä saarella. Tulkaa heti hakemaan meidät". X:n tilalla he käyttävät saaren nimeä.



Mikäli saaren nimi on oikein, pelin ohjaaja lähtee pelastamaan pelaajat. Jos pelin suorittamiseen käytettyä aikaa mitataan, niin kello voidaan pysäyttää sillä hetkellä, kun pelaajat ottavat radiopuhelimella yhteyden ohjaajaan.

Kaikki nämä vaiheet suorittamalla pelaajat ovat ratkaisseet pakopelin täydellisesti. He onnistuivat pakenemaan saarelta omia tietoja sekä taitojaan hyödyntäen sekä aurinkoenergiaa käyttäen. Hyvä suoritus!

Pakopelin ohjaajan välineet

Pakopeli tarvitsee ohjaajan valmistelemaan pelin sekä vastaamaan radiopuhelimeen pelin aikana. Ohjaajan laitteistoon kuuluu samanlainen radiopuhelin kuin pelaajilla sekä taskulamppu.



Toimintaohje ohjaajalle

Todetaan ihan aluksi, että voit muokata pelin kestoa ja vaikeusastetta jättämällä yhden tai useamman vaiheen 1-5 pois pelistä. Esimerkiksi muualla Suomessa paikkatietolaitteen mukaan ottaminen voi olla haastavaa. Jos vaihetta 2 halutaan kuitenkin käyttää pelissä, niin silloin kirjeessä voidaan kertoa leveys- ja pituusasteiden koordinaatit. Näin pelaajat saavat saman tiedon ilman paikkatietolaitetta ja heidän tulee osata tulkita karttaa niiden perusteella. Lyhyin versio pelistä voisi esimerkiksi sisältää vain vaiheen 1.

Alla olevassa taulukossa on listattu, mitä välineitä missäkin vaiheessa tarvitaan ja mitä tehtäviä niillä suoritetaan.

Vaihe	Välineet	Tehtävä
1	kirjeen tehtävät laskin	Tehtävien ratkaisu ja numerokoodin muodostus avainpiilon avaamiseksi. Salkun avaaminen piilosta löytyvällä avaimella.
2	aurinkopaneeli paikkatietolaite usb-c uros-uros -kaapeli kirjeen kartta	Paikan leveys- ja pituusasteiden selvitys ja saaren nimen selvittäminen kartasta niiden perusteella.
3	aurinkopaneeli ladattavat paristot latauskaapeli	Radiopuhelimeen tulevien paristojen lataus.
4	aurinkopaneeli led-valo	Led-valon kytkentä aurinkopaneeliin tuottamaan valoa.
5	radiopuhelin radiopuhelimen ohje ladatut paristot	Paristojen asennus radiopuhelimeen ja pelastajien kutsuminen paikalle radiopuhelimella.

Linkeistä voit ladata itsellesi peliohjeen muokattavaksi.

- [Peliohje Word-tiedostona](#)
- [Peliohje PDF-tiedostona](#)

Käydään seuraavaksi läpi pelin valmistelutoimet. Vaiheet 1-7 suoritetaan hyvissä ajoin ennen peliä. Vaiheesta 8 lähtien edetään juuri ennen pelin aloitusta.

1. Ohjaajan ja pelaajien radiopuhelimet on hyvä asettaa valmiiksi kanavalle 1. Molempien on käytettävä samaa kanavaa, jotta he kuulevat toisensa. Kytke radiopuhelimet päälle ja aseta kanava radiopuhelimen oman ohjeen mukaisesti.



Kanavan valitseminen

Radiopuhelin käyttää kanavaa lähetystaajuutena.

1. Paina -valikkopainiketta, kunnes kanavan numero alkaa vilkkua.
2. Vaihda kanava painamalla painiketta tai . Kun painikkeita painetaan pitkään, voit selata kanavia ja koodeja nopeasti.
3. Poistu valikosta painamalla **PTT**-painiketta tai jatka määrittystä painamalla -valikkopainiketta.

2. Radiopuhelimien kantama tulee testata ennen pelin alkua. Radiopuhelimien maksimikantamaksi on ilmoitettu jopa 4 kilometriä, mutta välissä olevat rakenteet ja esteet heikentävät sitä merkittävästi.

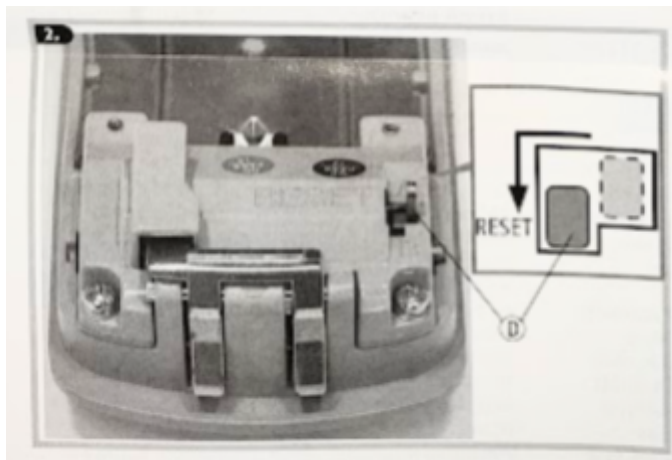
Avustaja menee puhelimen kanssa pelipaikalla ja sinä jäät paikalle, josta aiot ohjata peliä. Varmistakaa, että puhe kuuluu sinun ja avustajan välillä. Jos ei kuulu, niin lyhentäkää teidän välistä etäisyyttä tai sijoittukaa siten, että välillänne on mahdollisimman vähän esteitä. Kerran tehtyä kantamatestiä ei tarvitse myöhemmin uusia paikkojen pysyessä samoina.

3. Sammuta pelaajien radiopuhelin ja ota AAA-paristot ulos. Seuraavaksi puretaan paristot tyhjiksi. Aseta paristot taskulamppuun ja jätä se päälle. Kun lamppu on sammunut, voit laittaa paristot salkkuun.
4. Laita salkkuun myös kaikki muut tarvittavat välineet sen mukaisesti, mitä vaiheita 1-5 käytät pelissä.
5. Lukitse salkku avaimella ja aseta avain avainpiiloon.
6. Pyöritä avainpiilon numerokiekot asentoon, jossa piilo ei aukea, esim. "0000".
7. Tulosta peliohje pelaajille ja laita se kirjekuoreen.
8. Vie salkku, kirjekuori ja laskin ulos pelipaikalle.
9. Ohjaa ryhmä pelipaikalle ja aloita peli. Jos mittaatte pelin suorittamiseen kuluvaa aikaa, niin käynnistä ajanotto.
10. Poistu kauemmaksi ja kytke oma radiopuhelimesi päälle. Varmista, että se on kanavalla 1.
11. Jää odottamaan pelaajien yhteydenottoa. Peli on suoritettu kun pelaajat ottavat sinuun yhteyden radiopuhelimella ja kertovat, minkä nimisellä saarella he ovat. Kysy heiltä, ovatko he kytkeneet led-valon loistamaan. Jos ovat, niin peli on suoritettu täydellisesti.

Jos mittaatte suoritusaikaa, niin voit nyt pysäyttää ajanoton.

12. Käy pelastamassa ryhmä saarelta. Sammuttakaa radiopuhelimet, purkakaat kytkennät ja pakatkaa välineet takaisin salkkuun.

Halutessasi voit keksiä tehtäviin uusia kysymyksiä ja vastausvaihtoehtoja. Samalla voit muuttaa avainpiilon numerolukon koodin alla olevilla ohjeilla.



(FI) Numeroyhdistelmän asettaminen

1. Avaa avainlokero
2. Paina nollauspainike (D) vasemmalle ja sen jälkeen alas
3. Aseta haluamasi numeroyhdistelmä
4. Palauta nollauspainike alkuperäiseen asentoonsa

Peliohje pelaajille

Peliohje alkaa seuraavalta sivulta. Tulosta se pelaajille ja sulje kirjekuoreen.

Hei!

Jos luet tätä kirjettä, olet kokenut saman kuin minä - haaksirikkoutunut tälle asumattomalle saarelle. Kaukana kaikesta, poissa matkapuhelinten kuuluvuusalueelta. Mutta tilanne ei ole ihan toivoton.

Minulla oli aikanaan onnea. Mukanani oli salkku, jonka laitteilla onnistuin pelastautumaan. Siltä varalta, että joku vielä tarvitsisi salkkua, jätin sen tänne yhdessä tämän kirjeen kanssa. Nyt tuo sama salkku on sinun toivosi!

Aluksi haluan varmistaa, että sinulla on tarvittavat perustiedot laitteista. En nimittäin anna niitä kenelle tahansa. Olen lukinnut ne salkkuun ja sijoittanut salkun avaimen avainpiilon.

Ratkaisemalla oikein seuraavalla sivulla olevat tehtävät osoitat tietosi minulle. Oikea ratkaisu antaa sinulle numerokoodin, jolla saat avainpiilon auki ja salkun avaimen käsiisi. Ympyröi mielestäsi oikea vastausvaihtoehto ja ota talteen numero sen perästä. Ensimmäisen kysymyksen oikea vastausvaihtoehto antaa 1. numeron avainpiilon numerolukkoon. Toisen kysymyksen oikea vastausvaihtoehto antaa numerolukon 2. numeron, jne. Kaikki tehtävät ratkaistuasi sinulla on numerosarja avainpiilon numerolukkoon.

Toivotan sinulle onnea!

-Tuntematon -

Osoita tietosi ja ratkaise nämä tehtävät, silloin olet jo edennyt yhden askeleen verran kohti kotia.

1. Mikä saa aurinkopaneelin tuottamaan sähkövirtaa osuessaan siihen?

A) neutriino --> 2

B) protoni --> 7

C) fotoni --> 4

D) radiotaajuinen sähkömagneettinen säteily --> 5

2. Nyt tarvitset laskinta. Kun aurinkopaneeli antaa ulos 4,9 Ampeerin virran ja 12,5 Voltin jännitteen, niin kuinka suuren sähkötehon Watteina se silloin tuottaa?

A) 2,55 Wattia --> 3

B) 17,4 Wattia --> 8

C) 48,5 Wattia --> 9

D) 61,25 Wattia --> 7

3. Mihin suuntaan aurinkopaneeli tulisi Suomessa suunnata, jotta se tuottaisi mahdollisimman paljon sähköenergiaa?

A) Itään --> 4

B) Länteen --> 5

C) Etelään --> 2

D) Pohjoiseen --> 6

4. Kun akkua ladataan aurinkopaneelilla (tai muulla energialähteellä), niin mihin osa energiasta häviää?

A) Se muuttuu takaisin valoksi --> 3

B) Se muuttuu lämmöksi --> 5

C) Se katoaa kokonaan --> 7

D) Se muuttuu vedeksi --> 8

Syötä numerosarja avainpiilon numerolukkoon ja yritä avata se. Jos lukko ei aukea, niin yksi tai useampi valitsemasi vastausvaihtoehto (numero sarjassa) on silloin väärin. Muuta vastauksia, muodosta uusi numerosarja ja yritä uudelleen. Älä anna periksi.

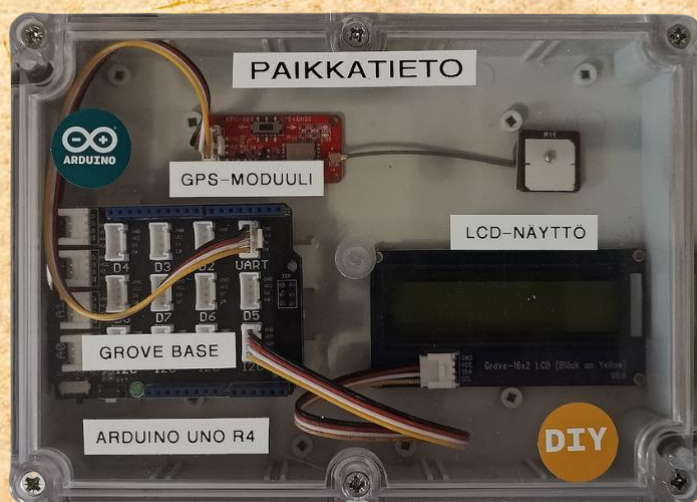
Kun avainpiilo aukeaa, ota siellä oleva avain ja avaa sillä salkun molemmat lukot. Kun salkku aukeaa, uusi toivo syttyy – mutta vain, jos osaat käyttää sen sisältöä viisaasti.

Jatka seuraavalta sivulta.

Hienoa, olet saanut salkun auki!

Nyt sinun tulee selvittää, missä sinä tarkalleen ottaen olet. Tämä tieto on ensiarvoisen tärkeä. Ilman sitä pelastajat eivät osaa tulla noutamaan sinua oikeasta paikasta.

Salkusta löytyvä paikkatietolaite kertoo sinulle sijaintipaikkasi leveys- ja pituusasteiden koordinaatit. Viritä aurinkopaneeli tuottamaan sähköä ja kytke paikkatietolaite siihen kiinni USB-kaapelilla. Satelliittien etsintään kuluu hetki. GPS-signaalin löytymisen jälkeen näette paikkatiedon koordinaatit laitteen näytöltä.



Pelkät koordinaatit eivät kuitenkaan vielä riitä. Sinun tulee osata käyttää niitä yhdessä kartan kanssa. Seuraavan sivun karttaan on merkitty leveys- ja pituusasteet. Selvitä koordinaateilla ja kartalla, minkä nimisellä saarella sinä olet.

Kartta



Kuten varmaan jo arvasithkin, pelastajat kutsutaan paikalle radiopuhelimella. Mutta voi voi, sen patterit ovat täysin tyhjä. Karkea pettymys - juuri kun kaikki näytti niin hyvältä.

Mutta tutkika pattereita vähän tarkemmin. Huomaatko, ne ovat ladattavat ja sinulla on kaikki tarvittava niiden lataamiseksi. Ratkaise, miten se tehdään.



Kun olet onnistunut ratkaisemaan latauksen arvoituksen, niin anna niiden latautua noin 10-15 minuuttia. Sinä aikana niihin varastoituu riittävästi sähköenergiaa. Jatka sitten seuraavalle sivulle.

Pelastajat löytävät sinut vain, jos olet saanut led-valon loistamaan. Sen valo ohjaa heidät luoksesi, sillä saari on hyvin suuri. Ratkaise siis seuraavaksi, miten voit sytyttää led-valon salkun välineillä.

Pieni vinkki sinulle: Paneelissa voi olla vain yksi johto kerralla kiinni. Jotta pyöreästä DC5521-lüttimestä saisi virtaa ulos, tulee USB-kaapeli ensin irrottaa paneelistä.



Hienoa! Nyt on jäljellä enää viimeisen vaiheen tehtävät. Laita paristot radiopuhelimeen ja katso, että asetat ne oikein päin. Käynnistä puhelin ja varmista, että se on kanavalla 1. Pelastajat kuulevat sinua vain sillä kanavalla. Selvitä radiopuhelimen tarkempi käyttö mukana tulevasta ohjeesta. Alla on yksi puheen lähettämiseen liittyvä vinkki.

Paina kyljessä olevaa painiketta puhuessasi puhelimeen. Lähetys on päällä vain painiketta painettaessa.



Huom! Jos puhelin ei toimi, niin paristoissa ei ehkä ole riittävästi virtaa. Silloin sinun tulee laittaa ne uudelleen latautumaan.

Nyt voit ottaa yhteyden pelastajiin.

Paina siis painiketta puhelimen kyljestä ja sano puhelimeen:

"Olemme x-nimisellä saarella. Tulkaa heti hakemaan meidät."

Käytä x:n tilalla saaren oikeaa nimeä.

Mahtavaa! Olette nyt onnistuneet pelastautumaan saarelta ja ratkaisseet pakopelin kaikki tehtävät. Voitte olla hyvin tyytyväisiä suoritukseenne.