



# **3 Flash Finland**

Joroisten Tervajoensuon  
aurinkovoimalan  
suunnittelutarve- ja  
rakennuslupahakemuksen  
selosteet

Suunnittelutarveratkaisua ja rakennuslupaa haetaan Joroisten Tervajoensuon aurinkovoimalahankkeen suunnittelua, rakentamista ja jatkuvaa käyttöä varten.

Hanke koostuu aurinkovoimaloista, energiavarastoista sekä niiden toiminnalle tarpeellisista muista laitteista ja rakennelmista.

Hankkeeseen kuuluvat muun muassa aurinkovoimaloita ympäröivä vaikutusalue, huoltotiet, kaapeliliinjat sekä tarvittaessa sähköasema lisälaitteineen.

Hanke on suunniteltu siten, että alueen mahdollisuudet aurinkoenergian tuotannossa hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti ja kannattavasti ja samalla muun muassa tekniset ja ympäristö- sekä lupaoikeudelliset tekijät huomioiden.

Lupien hakemisen kohteena ovat luettelon mukaiset kiinteistöt, pinta-ala yhteensä 195,24 ha: 171-403-4-8, 171-408-3-100, 171-408-3-199, 171-403-4-1, 171-409-16-2, 171-409-7-9 ja 171-409-7-32.

Joroisten Tervajoensuon aurinkovoimala-alueen koko on n. 195,24 ha, josta on laadittu vuokrasopimus 40 vuodeksi. Aurinkovoimapuiston koko on n. 188,5 ha, jonne 3Flash Finland Oy on suunnitellut teholtaan 130 MWp aurinkovoimalan.

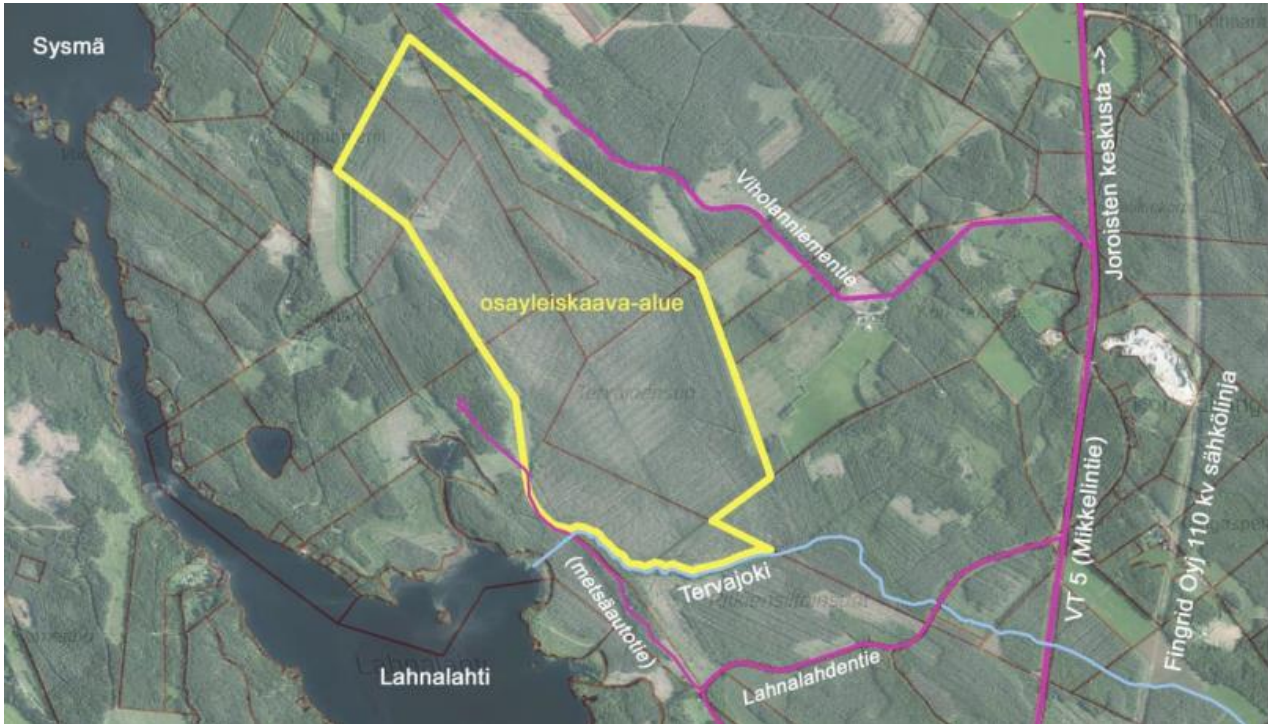
Suunnittelutarve- ja rakennuslupahakemusta jätettäessä voimalan kapasiteetiksi on täsmentynyt 128,9 MWp, ja se koostuu 204654 kpl:sta 630 Wp paneelista.

Liityntäjännite on 110 kV ja liityntätapana on joko Huutokosken sähköasema tai uusi VT5:n itäpuoli.

Aurinkovoimalan rakennusvaiheessa alueelle kulku on mahdollista kahta eri tieyhteyttä käyttäen. Voimala-alueen koillisosaan liikennöinti tapahtuu Viholanniementietä ja Viholanniementieltä toteutettavaa uutta tieyhteyttä pitkin.

Voimala-alueen lounaisosaan liikennöinti tapahtuu Lahnalahdentietä ja edelleen Lahnalahdentieltä haarautuvaa metsäautotietä pitkin.

Alue sijaitsee valtatie 5 (Mikkelintie) länsipuolella n. 9 - 10 km Joroisten kuntakeskuksesta etelälounaaseen. Alue sijoittuu lähelle Sysmä -järven Lahnalaahtea, joka koostuu suoalueista (Tervajoensuu, Pitkiensiltoinsuot) ja rajoittuu kaakossa Tervajokeen.



Kuva 1. Aurinkovoimala-alue ympäristöineen ilmakuvassa rajattuna keltaisella.

## Käytettävän teknologian esittely ja huoltotoimenpiteet

### N-tyyppin aurinkokennot

N-tyyppin aurinkokennot ovat markkinoiden tehokkaimpia ja käytössä pitkäikäisimpiä. Negatiivinen seostettu fosforipuoli muodostaa kennon pohjan ja booriseostettu puoli on päällä. Tämä tarkoittaa, että pohja on negatiivisesti varautunut ja elektronit virtaavat alustasta huipulle. Tekniikka ei ole altis niin sanotulle boori-happi-vikaantumiselle (boron-oxygen defect). Kun harkot (ingotit) valmistetaan, niissä on yleensä korkea "liunneen" hapen pitoisuus, joka syntyy kvartsista piin sulatuksen yhteydessä. Boorilla seostetun piin rakenteessa happi muodostaa rekombinaatioalueen, joka tunnetaan nimellä boori-happi-defekti, joka heikentää sen tehokkuutta. Käytettäessä fosforilla seostettuja n-tyyppin aurinkokennoja vikaantumisen riski pienenee. N-tyyppin aurinkokennot ovat vähemmän alttiita piin metallisille epäpuhtauksille. Myöskään valo ei aiheuta rakenteen hajoamista (Light Induced Degradation effect), jonka seurauksena käyttöikä pitenee ja teho suurenee ajan funktiona verrattuna p-tyyppin kennoihin.

### Kaksipuoliset paneelit

Kaksipuoleisissa (Bifacial) aurinkopaneeleissa sähkömagneettista säteilyä kerätään paneelin molemmilta puolilta, jolloin myös pääasiassa maasta heijastuvaa säteilyä pystytään hyödyntämään. Kaksipuoleisten aurinkopaneelien takapuolen tuottoon vaikuttaa suuresti maan heijastuvuus, eli albedo. Albedokerroin kertoo, kuinka suuri osuus maahan osuvasta säteilystä heijastuu materiaalista takaisin. Kaksipuoleisen-moduulin pitkällä aikavälillä tuotettu sähköenergia voi teoriassa parhaimmillaan olla 25 % suurempi kuin yksipuolisella aurinkopaneelilla. Tyypillisesti kaksipuoleisilla aurinkopaneeleilla on saatu 3–10 % suurempaa sähköntuotantoa kuin yksipuoleisilla aurinkopaneeleilla. Erityistapauksissa hyöty voi olla vielä suurempikin, varsinkin hetkellinen sähköntuotanto. Hyöty voi olla suurempi esimerkiksi pilvisellä säällä sekä jos paneelit eivät ole suunnattuna suoraan etelään pohjoisella pallonpuoliskolla. Kaksipuoleiset aurinkopaneelit voi asentaa jyrkempään kulmaan kuin perinteiset yksipuoliset aurinkopaneelit. Jyrkemmän kulman avulla varjostus taustapuolelle on vähäisempää, mikä nostaa kokonais-sähköntuotantoa. Asennuskulmaan myös vaikuttaa maaston albedokerroin, mitä suurempi albedo-kerroin ympäristöllä on, niin sitä suurempaan kulmaan paneelit tulee asentaa. Pienemmällä albedo-kertoimella paneelit asennetaan pienempään kulmaan. Mitä suurempi heijastuvuus niin sitä suurempi osuus tuotetusta energiasta tulee maasta heijastuvasta säteilystä, tällöin aurinkopaneelin suuremman kulman avulla nostetaan ympäristöstä heijastuvaa säteilynmäärää paneeleille, mutta vähentäen auringosta suoraan tulevaa säteilyä aurinkoon suunnatulle paneelille. Kokonaissäteily paneeleille kuitenkin kasvaa, vaikka aurinkoon suunnattu paneeli saakin vähemmän säteilyä. Suurempi albedo-kerroin kertoo materiaalin heijastavan paremmin valoa. Kaksipuoleinen aurinkopaneeli hyötyy suuremmasta albedokertoimesta, joten alueen pintamateriaali vaikuttaa paljon siihen onko alueelle hyödyllistä asentaa kaksipuoleisia paneeleita. Pienellä albedo-kertoimella olevaan maastoon on usein järkevämpää sijoittaa yksipuoleisiin paneeleihin, sillä heijastuksista tuleva tuotanto ei riitä korvaamaan kaksipuoleisen paneelin suurempaa ostohintaa.

## Moduulien asennustapa

Yksiakseliset järjestelmät seuraavat auringon liikettä (tracking) yhdellä pyörimisakselilla joko idästä länteen horisontin seuraamiseksi (eli atsimuuttikulman) tai pohjoisesta etelään vuodenaikojen muutoksen (eli korkeuskulman) seuraamiseksi. Seurantajärjestelmät ovat mekaanisia laitteita, jotka mahdollistavat aurinkosähkömoduulien tai -ryhmien seuraamisen auringon asentoon nähden ajan funktiona energiantuotantoa optimoiden.

Yksiakselisessa seurantaratkaisussa moduuleja säädetään ajoittain tai jatkuvasti moduulin pinnan tuloikulman optimoimiseksi auringonsäteilyn mahdollisimman suoraa seuraamista ja keräämistä varten. Aurinkoseuraimen avulla aurinkopaneeli tuottaa sähköä tasaisemmin koko vuorokauden, koska se suuntautuneena aurinkoon päin sähköntuotannollisesti optimaalisesti koko vuorokauden. Aurinkoseuraimen perustukset ovat myös vaativampia kuin perinteisen kiinteäasenteisen, joka johtuu suuremmasta tuulikuormasta. Aurinkopaneeli voi hetkittäin olla jopa 90° kulmassa, eli täysin pystyssä, ja tuulikuorma voi suuntautua mistä tahansa suunnasta, johtuen aurinkopaneelin kääntymisestä. Laitetoimittajan moduuliratkaisu esitellään liitteessä 1.



Kuva 2. Aurinkoseuraimella (tracking) varustetun aurinkopaneelin tuotanto esitetty keltaisella vuorokauden eri aikoina suhteessa kiinteäasenteiseen aurinkopaneeliin.

## Moduulien kiinnitysratkaisu

Verrattuna muuttumattoman kiinnityskulman ratkaisuun, seurantateknologia mahdollistaa aurinkomodulin kohdistamisen mahdollisimman optimaalisesti suoraan säteilyn lähteeseen eri vuorokausi- ja vuodenaikavaihtelua seuraten. Seurantateknologian mahdollistamaa kiinnitystapaa voidaan myös hyödyntää esimerkiksi lumikuorman poistamiseen moduulin päältä kulmaa muuttamalla.

Yksiakselinen, liikkuva kiinnitysratkaisu mahdollistaa myös tasomaisten moduulien kääntämisen tuulen suuntaan nähden mahdollisimman optimaaliseen asentoon. Suunnittelussa huomioidaan ja minimoidaan riskirakenteet, jotka altistavat ukkosvahingoille.

## **Invertterit**

Aurinkopaneelit tuottavat tasavirtaa, joten sen muuttamiseksi vaihtovirtaan tarvitaan inverttereitä. Tasavirta tulee muuttaa vaihtovirraksi, jotta voimalan tuottama sähkövirta pystytään syöttämään sähköverkkoon. Teollisen mittakaavan aurinkovoimalaan käytetään useita inverttereitä, koska voimalan kokonaisteho on liian suuri yksittäiselle keskitetyille inverterille. Usean invertterin hyötyjä ovat vikasietoisuus, lyhyemmät ja yksinkertaisemmat DC-kaapeloinnit (tasavirta, engl. Direct Current). Usealla invertterillä varustettu voimala on merkittävästi vikasietoisempi, koska yksittäisen invertterin rikkoutuminen ei keskeytä tuotantoa kokonaan. DC-kaapeloinnit on hyvä pitää lyhyenä ja yksinkertaisena pitääkseen resistiiviset häviöt pieninä sekä kaapeleiden aiheuttamien silmukoiden pinta-alat pieninä. Invertterien ulostulo vaihtojännite on tyypillisesti pienjännitettä 400–690 V välillä. Invertterien tuottama vaihtojännite tulee muuntajan avulla nostaa korkeammaksi, kun aurinkovoimala on tarkoitus liittää keski- tai suurjännitelinjaan.

## **Huoltotoimet**

Invertterit, DC-järjestelmä ja muut sähkötekniset kojeet ja laitteet tulee huoltaa valmistajien ohjeiden mukaisesti.

Katkaisin- ja erotinhuollot tulee suorittaa viiden vuoden välein valmistajan ohjeen mukaan.

Käytössä olevien laitteiden ja laitekokonaisuuksien huollon tarpeen arviointiin sovelletaan säännöllistä silmämääräistä ja muuta yleistä aistienvaraista havainnointia, tarkkailua, tarkastimia ja testaukset vähintään kerran vuodessa. Laajemmat suunnitelman mukaiset huoltotoimet tulee suorittaa erillisen ohjeen mukaisesti kolmen vuoden välein, joista vastaa kohteen sähkönkäytön johtaja.

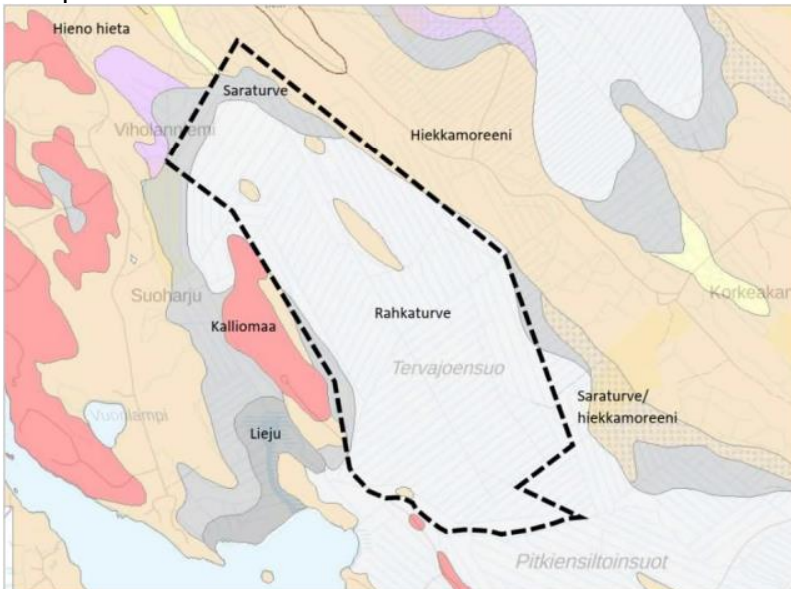
## **Perustamistapa**

Aurinkovoimalan perustamistapa on paaluperustus. Aurinkovoimalan rakentaminen ja käyttö on suunniteltu toteutettavaksi siten, että Tervajoensuon kuivatustarve on mahdollisimman vähäinen. Paalut tulevat olemaan joko puu- tai teräspaaluja. Paalut lyödään maahan turvekerroksen läpi hiekka- ja moreenikerrokseen kantavien rakenteiden päällä liikkuvalla traktorikaivurilla nykyiset ojarakenteet huomioon ottaen, jolloin kiintoainesta kulkeutuu Tervajokeen ja edelleen Lahnalahteen mahdollisimman vähän. Tarvittava lyöntisyvyys määritetään maaperätutkimusten perusteella. Puupaalujen katkaisu oikeaan korkoon suoritetaan käsin moottorisahalla tai kaivuriin asennettavalla leikkurilla/puristimella.



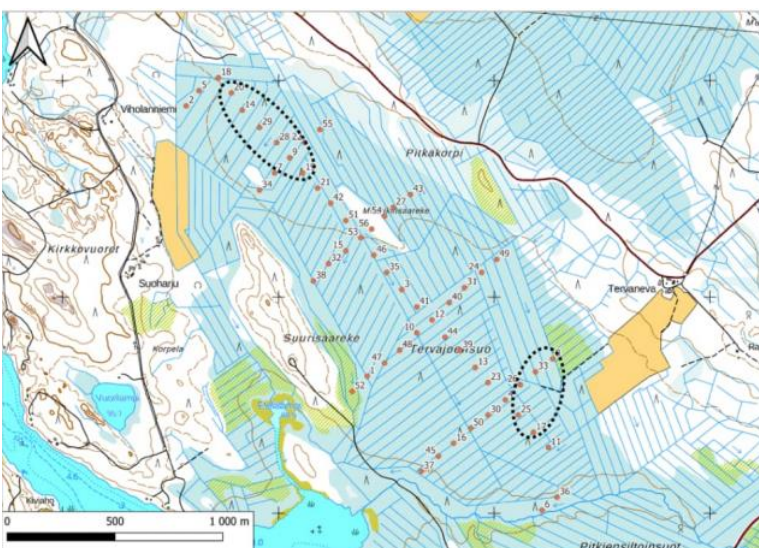
## Maaperä

Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperäkartan mukaan hankealue on pääosin rahkasammalaluetta. Pohjoisosassa sijaitsee muutama suon yläpuolelle nouseva moreeniharjanne. Suon reuna-alueilla on saraturvealueita ja ympäröivät alueet ovat pääosin moreenimaata. Hankealueen länsipuolisen Suurisaarekkeen alue on kalliomaata.



Kuva 3. Vuoden 1979 turvekerroksen tutkimuspisteet. Turpeen alapuolinen pohjamaa oli tulkittu hiekkamoreeniksi muutoin paitsi katkoviivalla esitetyillä alueilla, joissa pohjamaa oli tulkittu hiekaksi.

Geologian tutkimuskeskuksen vuonna 1979 tekemässä selvityksessä on tutkittu Tervajoensuon turvepaksuuksia sekä turpeen laatua alueen mahdollisen polttoaineturvetuotannon näkökulmasta (Geologian tutkimuslaitos 1981). Tutkimusten yhteydessä havainnoitiin myös turpeen alapuolisen pohjamaan laatua. Selvityksen perusteella turvekerroksen paksuus hankealueella on keskimäärin noin 3,4 m ja turpeen alapuolinen maaperä on pääosin hiekkamoreenia ja paikoitellen hiekkaa.

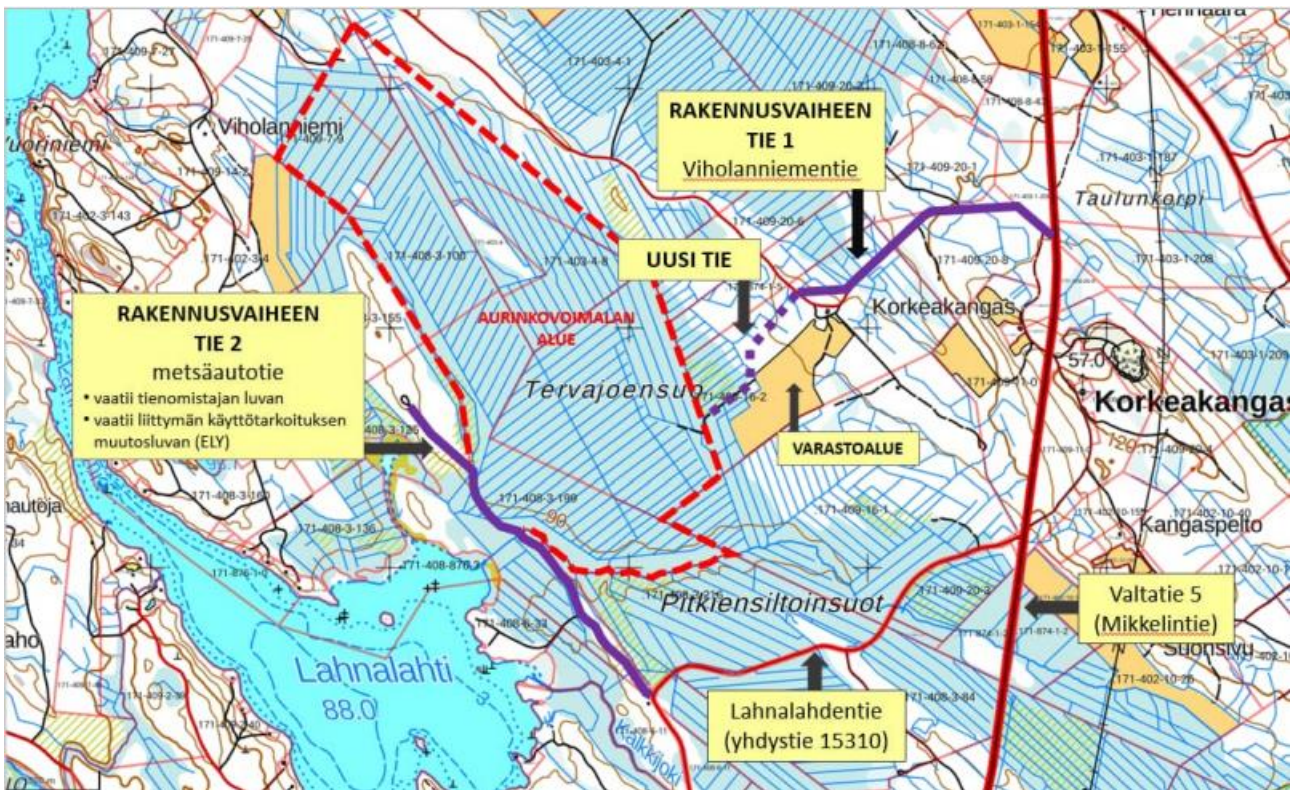


Kuva 3. Vuoden 1979 tutkimuspisteet. Turpeen alapuolinen pohjamaa oli tulkittu hiekkamoreeniksi muutoin paitsi katkoviivalla esitetyillä alueilla, joissa pohjamaa oli tulkittu hiekaksi.

## Alueen tiet

Aurinkovoimalan rakennusvaiheessa tullaan käyttämään kahta eri tieyhteyttä voimala-alueelle. Voimala-alueen koillisosaan liikennöinti tapahtuu Viholanniementietä ja Viholanniementieltä toteutettavaa uutta tieyhteyttä pitkin.

Voimala-alueen lounaisosaan liikennöinti tapahtuu Lahnalahdentietä ja edelleen Lahnalahdentieltä haarautuvaa metsäautotietä pitkin. Viholanniementietä ja metsäautotietä parannetaan ja korjataan tarpeellisin osin tukemaan liikennemäärien kasvua.



Kuva 4. Aurinkovoimalan rakennusvaiheen tiestö.

Projektin jälkeen tiestö luovutetaan tiehoitokunnalle vähintään alkuperäisessä tai paremmassa kunnossa. Liikenneturvallisuus taataan metsäautotien parannuksen yhteydessä tehtävällä risteysalueen suunnittelulla ja poistamalla puustoa näkemäalueilta.



## Alueen liikennemäärät

Aurinkovoimalan rakentaminen aikana liikenne tulee lisääntymään sekä Viholanniementiellä että Lahnalammentiellä. Maksimiliikennemäärät ja liikenteen jakautuminen tiestölle on arvioitu seuraaviin taulukoihin:

Modulien toimitukset	Toimitukset /kk	kpl	Liikenteen jakautuminen	
			Tielle 1/%	Tielle 2/%
Puoliperävaunu 40" kontti	5	419	100 %	0 %
<b>Maanrakennus- ja kiviainekuljetukset</b>				
Puoliperävaunu kasettiauto	4	4875	70 %	30 %
<b>Muu työmaaliikenne</b>				
Erilainen kalusto	9	1000	70 %	30 %
<b>Yhteensä</b>		<b>6294</b>		

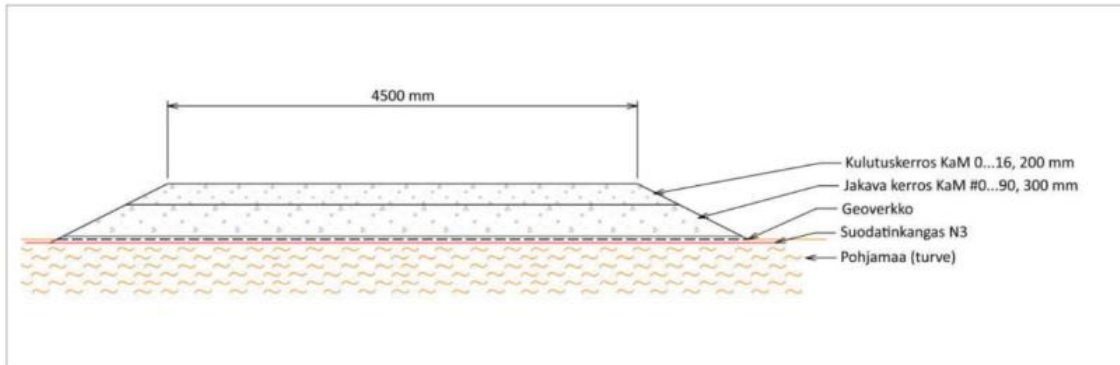
Taulukko 1. Toimitukset ja liikenteen jakautuminen.

Modulien toimitukset	ajoja /kk	ajoja/vko	ajoja/pvä	ajoja /h	Paino /kg	Paino /T
Puoliperävaunu 40" kontti	84	21	4	0,35	37170	37,17
<b>Maanrakennus- ja kiviainekuljetukset</b>						
Puoliperävaunu kasettiauto	1219	305	61	5,08	72000	72
<b>Muu työmaaliikenne</b>						
Erilainen kalusto	111	28	6	0,46	3500	3,5
<b>Yhteensä</b>	<b>1414</b>	<b>353</b>	<b>71</b>	<b>5,89</b>		

Taulukko 2. Toimitukset ja ajokertojen määrä.

### Aurinkovoimalan alueen sisäinen tieverkko

Aurinkovoimalan alueelle tullaan rakentamaan sisäinen tieverkosto. Alueelle sijoitettavien erillisten muuntaja-asemien kautta kulkevat alueen sisäiset tiet yhdistyvät alueen ympäri kulkevaan tiehen. Uudet hankealueen sisäiset tieyhteydet sijoittuvat pääasiassa suoalueelle, mutta tiestön rakentamisessa hyödynnetään mahdollisimman paljon nykyisiä tieyhteyksiä ja olemassa olevia tienpohjia/polkuja.



Kuva 5. Alustava poikkileikkaus teiden rakenteesta.

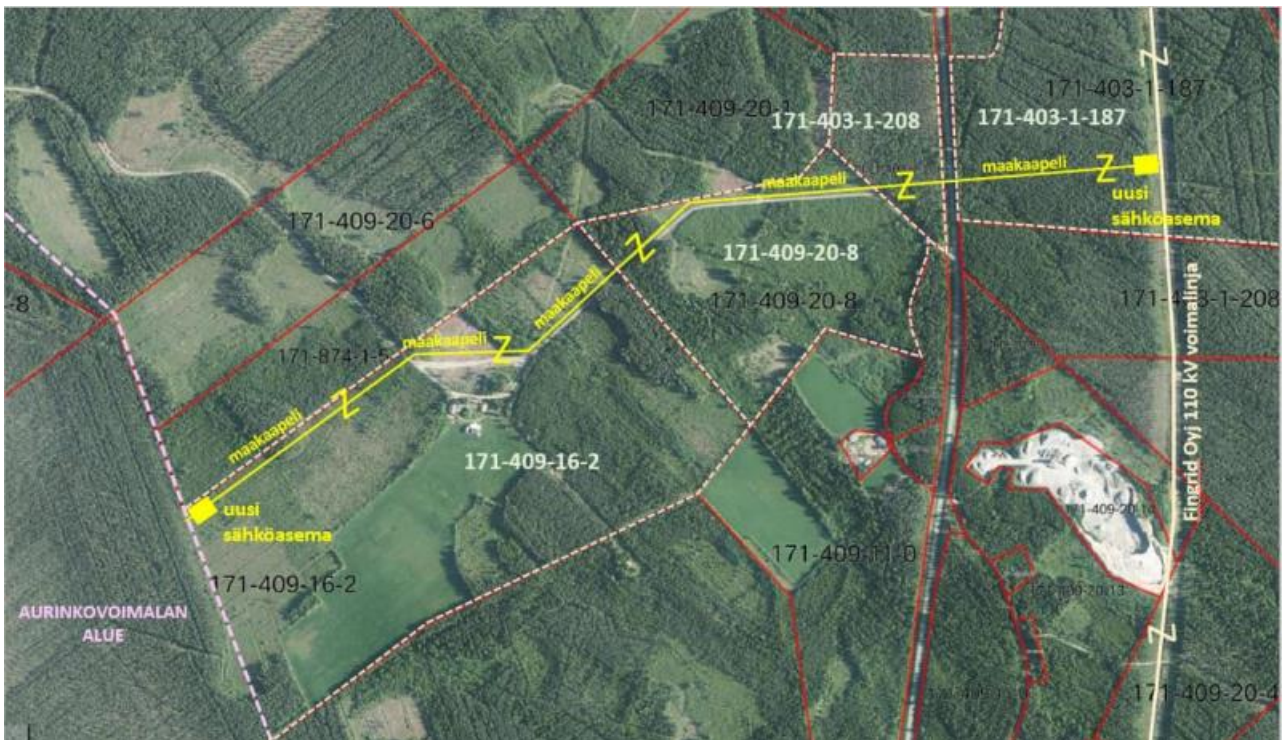
Tiestön rakentamisen yhteydessä ei tulla tekemään massanvaihtoja, jolloin vesistövaikutuksia syntyy mahdollisimman vähän. Tielinjaukset pyritään sijoittamaan kantavimmalle maaperälle ja teiden rakenne optimoidaan paikallisiin olosuhteisiin. Voimalan tierakenteet suoalueella tehdään turpeen päälle toteutettavina lujiteverkkorakenteina, joiden avulla vältetään tai minimoidaan massanvaihdon ja kuivatuksen tarve.

Teiden rakenteissa käytetään geolujiteverkkoa, joka asennetaan turvekerroksen päälle. Teiden kantavat kerrokset sijoittuvat puolestaan geolujitteen päälle. Tiet kantavat tarvittavat rakennusaikaiset työkoneet ja käytönaikaiset huoltokoneet/ajoneuvot, jotka tulevat olemaan lähinnä mönkijöitä.

## Liittyminen sähköverkkoon

Aurinkovoimalan alueelle sijoittuvat erilliset muuntaja-asemat liittyvät uuteen rakennettavaan sähkölinjaan, joka puolestaan liitetään valtatie 5 (Mikkelintie) itäpuolella kulkevaan Fingrid Oyj:n 110 kv voimalinjaan.

Liittäminen 110 kv kantaverkkoon vaatii kahden uuden sähköaseman rakentamisen. Uusi sähkölinja toteutetaan maakaapelina.



Kuva 6. Sähköliitynnän alustava linjaus.

## Aurinkovoimalan elinkaari

Valmistajat antavat tuotteilleen keskimäärin 25 vuoden takuuajan, jonka aikana teho saisi laskea korkeintaan 20 %. Takuu aika annetaan yleensä merkittävällä turvamarginaalilla, jotta valmistajat eivät joutuisi pulaan ennen aikaisesti hajoavien paneelien kanssa. Paneelien tehon lasku on siis pääosin merkittävästi vähäisempää, ja järkevä käyttöikä paneeleille voi lähennellä jopa 40 vuotta. Paneelin elinikä voi siis olla yhtä pitkä kuin keskimääräisen rakennuksen elinikä. Tässä hankkeessa aurinkovoimalalla odotetaan olevan vähintään 30 vuoden elinkaari.

Paneelien todellista elinikää ei varmuudella voida tietää, sillä teknologia on kehittynyt, eikä nykyisen kaltaisia paneeleja ole ollut käytössä vielä tarpeeksi pitkää aikaa. Paneelin rikkoutuminen johtuu yleensä lasin hajoamisesta, valmistusvirheestä tai taustakalvon ja/tai kapselointikalvon hapertumisesta auringon säteilyn vaikutuksesta. Kapselointikalvon hapertuminen johtaa mahdollisesti piikennon altistumiseen hapelle, joka ajan saatossa heikentää kennojen tehoa. Aurinkopaneeli voi myös menettää tehoaan kennojen ja kehyksen välillä kulkevan sähkövirran aiheuttaman rappeutumisen eli PID:n seurauksena (Potential-Induced Degradation).

## Elinkaariajattelu

Jätelaki ohjaa kierrättämistä etusijaperiaatteella. Etusijaperiaatteen mukaan jätteen tuottamisen vähentämisen jälkeen tärkeimpänä kierrätyskeinona on uudelleenkäyttö. Laitteita tulee käyttää niin kauan, kun se on vielä järkevää. Lain mukaan etusijajärjestyksen voi ohittaa vain tilanteissa, jossa toinen kierrätysmenetelmä on kokonaisuudessaan ympäristöystävällisempi. Etusijajärjestystä noudatettaessa huomioidaan myös tekniset ja taloudelliset edellytykset, aurinkopaneelilta ei voida vielä vaatia 100 prosentista materiaalien kierrätysastetta teknisten ja taloudellisten haasteiden vuoksi.

Aurinkopaneelien uudelleenkäyttö tarkoittaa käytettyjen paneelien asentamista kohteisiin, joihin alemman hyötysuhteen paneelit vielä kelpaavat. Uudelleenkäytössä tuote käytetään uudelleen, eikä siitä synny missään vaiheessa jätettä. Mahdollisuus paneelien second hand - markkinoille on vasta avautumassa. Suurien aurinkovoimaloiden paneeleja vaihdetaan usein heti, kun ne ovat tuottaneet tavoitellun liikevaihdon. Voimalahankkeista purettujen paneelien etuna on suuri määrä samoja, samoissa olosuhteissa olleita paneeleja. Teollisen mittakaavan aurinkovoimalasta voi riittää paneeleja kymmeneen, ellei satoihin pienasennuksiin. Alle kymmenvuotiaiden paneelien hyötysuhde on edelleen korkea, joten asentaminen on järkevää. Kuntotarkastuksen ja tehomittauksen jälkeen paneelit voitaisiin asettaa myyntiin tai uusiokäyttöön.

Käytöstä kokonaan poistetut paneelit ovat altistuneet pitkäkestoisesti UV-säteilylle ja muille luonnon olosuhteille. Paneelit hajoavat usein taustakalvostaan. Taustakalvon vaurion voi aiheuttaa esimerkiksi kuumentunut kenno, uv-säteily tai ympäröivät olosuhteet. Ajan kuluessa taustakalvo hapertuu, halkeilee tai kalkkiutuu. Taustakalvon hajoaminen ei vielä sellaisenaan johda paneelin toimimattomuuteen, mutta kosteus ja happi pääsevät aiheuttamaan korroosiot metallisiin johtimiin. Korrosio aiheuttaa aluksi suuremman paneelinsisäisen vastuksen eli heikomman tehon. Myöhemmin johtimet voivat katketa korroosion seurauksena.

Suurin osa jätteestä päätyy kierrätykseen tai hyödynnetään energiaksi. Ellei tuotetta voi uudelleen käyttää tai kierrättää, se voidaan hyödyntää energiantuotantolaitoksessa. Jätteen loppusijoitus kaatopaikalle on tuotteen elinkaaren viimeinen vaihtoehto, kun hyödyntämättömän jätteen osuus on vain pari prosenttia.



## **Materiaalien kierrätystä ohjaavat lait, direktiivit ja asetukset**

### **Jätelaki ja tuottajavastuu**

Jätelain mukaan sähkö- ja elektroniikkalaitteen tuottajalla on velvollisuus järjestää Suomen tai muun EU-maan markkinoille lasketulle tuotteellensa jätehuolto ja kierrätys.

Tuottajavastuu koskee aurinkopaneelien valmistajia, maahantuoja ja omalla nimellään tai merkillään myyviä myyjiä. Tuottajan vastuulla on myös erilliskeräyksen, varastoinnin ja logistiikan järjestäminen. Keräyspisteiden tulee kattaa koko maa.

Tuottajan tulee varmistaa keräys- ja kierrätysvelvollisuuden täytyminen asettamallaan vakuudella.

Tuottajavastuu määritellään WEEE-direktiivissä 2012/19, jätelaissa 646/2011 ja valtioneuvoston asetuksessa sähkö- ja elektroniikkaromusta 519/2014.

Pirkanmaan ELYkeskus (PIRELY) valvoo tuottajavastuun toteutumista ja ELY-keskukselle on raportoitava myydyt, kerätyt ja kierrätetyt tuotteet. Tuottajayhteisöt voivat hoitaa tuottajavastuun velvollisuudet tuottajan puolesta, joka edellyttää tuottajalta yrityksen rekisteröinnin tuottajayhteisön jäseneksi.

### **WEEE-direktiivi**

Eurooppalaisella direktiivillä on maailmanlaajuisia vaikutuksia, sillä jokainen elektroniikkalaitteiden tuottaja, jonka tuotteita myydään EU-alueella, on tasavertaisesti vastuussa jätteiden kierrätyksestä. Ympäristöä suojellaan ja kiertotaloutta parannetaan EU:n WEEE-direktiivillä 2012/19/EU materiaalien uudelleen käyttämiseksi. Direktiivillä pyritään korjaamaan esimerkiksi laitton elektroniikkajätteen vienti.

Vuonna 2012 jätedirektiiviä uudistettiin niin, että se sisältää erikseen maininnat aurinkopaneeleista, jonka seurauksena jokaisen jäsenvaltion on otettava paneelijäte huomioon.

Suomen jätelaki on yhteneväinen WEEE-direktiivin kanssa elektroniikkajätteen osalta, jossa määritetään tuottaja liittymään tuottajayhteisöön tai kierrättämään jätteet itse. Jos tuottajayhteisöön ei liity, on raportoitava suoraan kunkin maan ELY-keskusta vastaavalle taholle. Tuottajilla on vastuu merkitä tuotteisiinsa WEEE-direktiivin mukaiset tiedot. Paneeleissa on oltava merkintä, että ne on vietävä kierrätyspisteeseen, eikä paneelia saa laittaa muun jätteen sekaan. Kierrätyksen maksuttomuus on myös esitettävä selkeästi. Paneelivalmistajan on lisäksi tiedotettava kierrätyksen suorittajaa paneelien oikeasta käsittelytavasta kuljetuksessa, säilytyksessä ja kierrätysprosessissa.

### **RoHS-direktiivi**

Euroopan Unionin säädöksen tehtävänä on rajoittaa vaarallisten aineiden käyttöä sähkö- ja elektroniikkalaitteissa. Tavoitteena on suojella ihmistä ja ympäristöä vähentämällä jätteiden haitallisuutta. RoHSia sovelletaan kaikkiin sähkö- ja elektroniikkalaitteisiin, joka rajoittaa muun muassa kadmiumin, lyijyn, elohopean kromin ja useiden muovin pehmentimien käyttöä. Laite saa sisältää enintään 0,01 p-% kadmiumia ja 0,1 p-% muita rajoitettuja aineita. Rajoitettujen aineiden käyttöön on annettu poikkeuksia tilanteissa, joissa korvaavia aineita ei tieteellisistä tai teknisistä syistä ole saatavilla.

Valmistajan vastuuseen kuuluu vaatimusten selvittäminen ja tarkastaminen, että laite täyttää ne. Valvontaviranomaisena toimii Turvallisuus ja kemikaalivirasto Tukes.

Aurinkopaneeli sisältää lyijyä alle 0,1 p-%, mutta sillä on silti vapautus RoHS-lainsäädännöstä lyijyn osalta. Lyijyä käytetään kennojen juotoksissa. Lyijyn avulla juotoksen lämpötila saadaan pidettyä alempana. Väitetään, että korkeammalla lämpötilalla juottaminen vahingoittaisi kennoja.

### **POP-asetus**

Pysyvät orgaaniset yhdisteet eli POP-yhdisteet tarkoittavat erittäin myrkyllisiä, hitaasti hajoavia kemiallisia yhdisteitä, jotka ovat kaukokulkeutuvia ilman, veden ja eläinten mukana kauas alkuperäisistä lähteistään.

POP-yhdisteiden haitallisuus perustuu siihen, että ne säilyvät pitkään ympäristössä. Pienet pitoisuudet voivat olla haitallisia ihmisille ja ympäristölle. Useat POP-yhdisteet ovat rasvaliukoisia ja kerääntyvät näin ravintoketjujen yläpään kuluttajiin. Aineiden pitkäaikais- ja yhteisvaikutuksia ei vielä tunneta.

POP-yhdisteiden käyttöä on rajoitettu maailmanlaajuisella pysyvien orgaanisten yhdisteiden käyttöä ja päästöjä rajoittavalla, joka on EU-alueella saatettu voimaan EU:ssa ja sovelletaan lainsäädäntöön kaikissa jäsenvaltioissa.

POP-asetus säätelee tiettyjä orgaanisia yhdisteitä tai yhdisteryhmiä koskevat jätehuollon velvoitteet, jotka riippuvat jätteen sisältämien myrkyllisten ja hitaasti hajoavien kemiallisten POP-yhdisteiden pitoisuuksista.

Sähkö- ja elektroniikkalaitteissa esimerkiksi muovikotelot, kaapelien eristeet, piirikortit ja kierrätysmuoveista valmistetut tuotteet voivat sisältää POP-yhdisteitä.

### **Materiaalien kierrätys**

Aurinkopaneelien kierrätystavoite on tällä hetkellä 70 prosenttia, vaikka selkeää kierrätystapaa tai keräyspisteitä ei ole vielä kehitetty. Vallitsevan käytännön mukaan käyttöikänsä päässä olevat aurinkopaneelit tulee kaatopaikan sijaan toimittaa sähkö- ja elektroniikkaromun keräykseen.

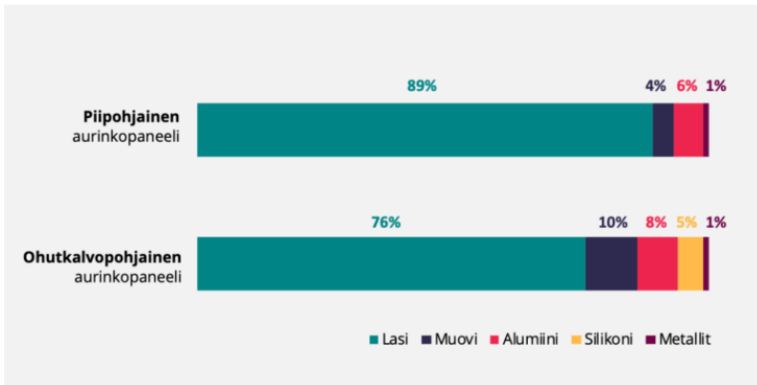
Sähkö- ja elektroniikkaromu lajitellaan, esikäsitellään ja uudelleen käytettävät materiaalit jalostetaan tai toimitetaan ulkomaille. Käyttöikänsä päässä olevat sähkö- ja elektroniikkalaitteet murskataan pääasiassa teollisuuden raaka-aineiksi. Sähkö- ja elektroniikkaromun käsittelyprosessissa erotellaan ensin käyttökelpoiset laitteet. Käyttökelvottomista laitteista poistetaan vaaralliset osat ja aineet, jonka jälkeen laitteet murskataan.

Murskauksen jälkeen erilaiset materiaalit erotellaan toisistaan eri teknologioita hyödyntäen. Teräs voidaan esimerkiksi erottaa magneetilla ja sähköjohtojen muovit painon perusteella. Paneelit koostuvat pääosin piistä, kuparista, hopeasta, lyijystä ja tinasta sekä vähäisemmistä määristä indiumia, seleeniä, telluuria, galliumia ja germaniumia. I

## Aurinkopaneelit

Piipohjaisten aurinkopaneelien kierrätysprosessi alkaa alumiini- ja lasiosien erottamisella. Lähes kaikki lasi ja ulkoiset metalliosat voidaan kierrättää tai käyttää uudelleen sellaisenaan.

Loput materiaalit lämpökäsitellään 500 °C:ssa, jolloin kapseloitu muovi haihtuu ja pii voidaan jatkokäsitellä.



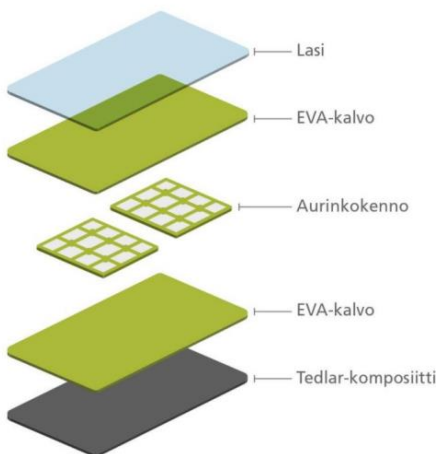
Kuva 7. Aurinkopaneelien materiaalien kierrätysvertailu.

Prosessissa haihtuva muovi on mahdollista käyttää uudelleen lämpöenergian lähteenä. Lämpökäsittelyn jälkeen piimoduuli erotetaan ja näistä keskimäärin 80 % voidaan uudelleen käyttää uusien paneelien valmistuksessa.

Jäljelle jäänyt pii käsitellään hapolla ja käytetään uusien piimoduulien valmistukseen, jolloin piimateriaalin kierrätysaste on parhaimmillaan jopa 85 %.

Jätejakeet erotellaan ja lasijae kierrätetään sulattamossa. Lasi on yksi aurinkopaneelin arvokkaimmista materiaaleista, johtuen sen suuresta massaosuudesta paneelissa. Lasin ja alumiinikehikon talteenotto on yksi helpoimpia, ja pienissä määrissä kannattavimpia kierrätysmenetelmiä. Lasin keräämiseen on EU-alueella käytössä useita menetelmiä

Talteen otettavia materiaaleja ovat kaapelit, kadmium, yksittäiset komponentit, lyijylasi, metalli, muovi ja lyijytön lasi.



Kuva 8. Aurinkopaneelin kerrosrakenne

## **PV Cycle**

PV Cycle on eurooppalainen voittoa tavoittelematon aurinkopaneelien kierrätykseen erikoistunut tuottajayhteisö. EU:n elektroniikkajätedirektiivit yltyvät lähes jokaiseen jäsenvaltioon. PV Cycle toimii jo yli 20 Euroopan maassa tuottajayhteisönä, joka hoitaa lain vaatimat velvollisuudet. PV Cyclen ainutlaatuisuus piilee siinä, että se keskittyy lähes pelkästään aurinkopaneelijätteeseen. Aurinkopaneelien ohella se käsittelee myös akkuja, jotka voivat olla osa aurinkopaneelijärjestelmää. Tuottajayhteisö on perustettu vuonna 2007 usean alan yrityksen toimesta. Toimintaperiaatteena on on kerätä mahdollisimman monelta toimijalta kaikki jätteet yhteen pisteeseen, jolloin jätteenkäsittelylaitos on kannattavaa rakentaa. Paneelijätettä tulee toistaiseksi niin vähän, ettei pienempiä laitoksia ole järkevää rakentaa. PV Cyclellä on yli 350 keräyspistettä, joihin tuottajat voivat toimittaa jätteensä. Suurten resurssiensa ansiosta PV Cyclen kierrätysmenetelmät ovat huippuluokkaa. PV Cycle julkaisi vuonna 2016 ennätystuloksen paneelin komponenttien kierrättämisessä, kun peräti 96 prosenttia piikennopaneelin materiaaleista oli saatu talteen. Loput neljä prosenttia ovat eva-kalvoa tai muita energiaksi soveltuvia jättejakeita. Muiden kuin piikennopaneelien kierrätyslukemat ovat vielä parempia, jopa 98 %. PV Cycle hyödyntää sekä lämpökäsittelyä että mekaanista murskausta. Murskauksen jälkeen silppu lajitellaan joko laserin tai värinän avulla. Materiaalit pyritään puhdistamaan ja jalostamaan erillisiksi raaka-aineiksi. PV Cyclen kierrätysmenetelmät ylittävät EU:n vaatimukset kirkkaasti.

## **Jätteiden kansainväliset siirrot**

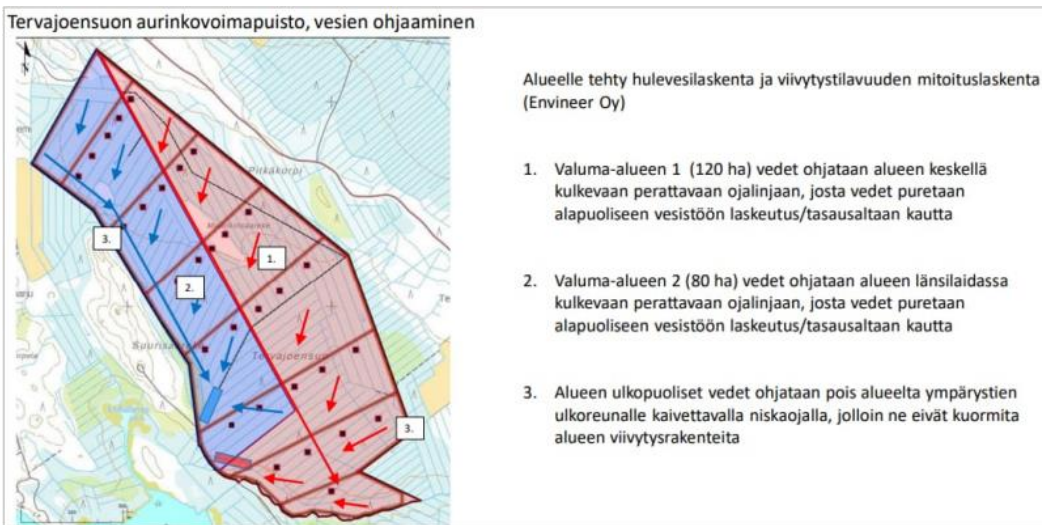
Elektroniikkajäte mukaan lukien jätteiden siirto ulkomaille on luvanvaraista. Suomen ympäristökeskus SYKE on jätteen kansainvälisten siirtojen valvontaan erikoistunut viranomainen. SYKE myös käsittelee jättesiirtoluvat ja tekee niistä päätökset sekä valvoo että tarkastaa niitä yhteistyössä tullin kanssa. Kaiken, paitsi vaarattoman jätteen siirtoon EU-alueella vaaditaan lupa. Luvatta tehty jätteesiirto voi aiheuttaa maasta viejälle rangaistuksen. Muihin kuin EU-maihin siirrettäessä on otettava huomioon myös kohdemaan säädökset. Tietyt jätteet voidaan muuttaa muotoon, jossa niitä ei enää luokitella jätteeksi.

Esimerkiksi kokonainen rikkinäinen aurinkopaneeli on jätettä, mutta siististi irrotetut kehykset voidaan luokitella alumiiniksi, joka on sellaisenaan raaka-aine. Kuitenkin kehyksetön laminoitu aurinkopaneelipaketti luokitellaan elektroniikkajätteeksi. Tuotannossa syntyvä sivutuote voidaan luokitella muuksi kuin jätteeksi, jos se täyttää jätelain pykälän 5 § kohdat. Oikein käsiteltynä esimerkiksi piikennot voitaisiin mahdollisesti luokitella raaka-aineeksi.



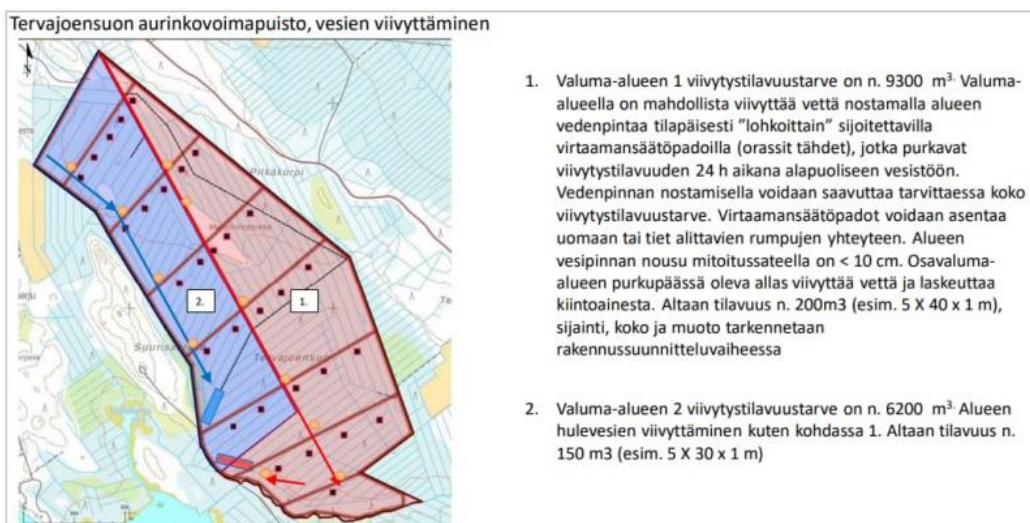
## Vesistönsuojelutoimenpiteet

Aurinkovoimalan rakentaminen tai käyttö ei edellytä merkittävää Tervajoensuon kuivattamista, suoalue itsessään viivyttää valumavesiä merkittävästi. Aurinkovoimalahankkeen yhteydessä parannetaan tarvittavilta osin hankealueen vesienjohtamista siten, että vedet ohjataan hallitusti hankealueen lounaisosaan perkaamalla tarvittaessa keskeisimmät reuna- ja pääojat. Voimala-alueen lounaisosasta vedet puretaan viivästyksen/laskeutuksen jälkeen metsäautotien länsipuolelle. Lähtökohtaisesti vesien purku metsäautotien alitse toteutetaan kahdesta pisteestä



Kuva 9. Periaatepiirros aurinkovoimala-alueen valumavesien ohjaamisesta.

Molemmat purkureitit varustetaan hankealueen puolelle tehtävillä altailla, joiden tehtävänä on tarvittaessa viivästyttää Tervajoensuolta tulevaa valumaa sekä toimia kiintoaineksen laskeutusaltaina. Altaat mitoitetaan siten, että niillä pystytään hallitsemaan (viivyttämään) edellä mainittu aurinkovoimalahankkeen aiheuttama lisävaluma. Tarvittaessa vesipintaa hankealueella hallitaan perattaviin ojiin perustettavilla settipadoilla, jolla voidaan lisätä valumavesien viivymää, sekä säädettyä vesipintaa halutulla tasolle.



Kuva 10. Periaatepiirros aurinkovoimala-alueen valumavesien viivyttämisestä.



## **3Flash Finland**

Voimalan lounaispuoliselle alueelle on vireillä Pelastakaa Sysmäjärvi ry:n hanke, jonka tarkoituksena on palauttaa Tervajoen alajuoksu alkuperäiseen uomaansa (Etelälammen kautta) ja luoda Etelälampeen kiintoainesta pidättävät kosteikko-olosuhteet. Voimalahankkeen eteneminen ei kuitenkaan ole riippuvainen kosteikkohankkeesta, sillä edellä mainitulla tavalla voimala-alueelta tulevat vedet käsitellään ja voidaan purkaa alueelta ulos jo nykytilanteessa ilman että voimala-alueelta tulee merkittävää kiintoainekuormitusta. Kosteikkojärjestelyt aikanaan tulevat parantamaan Tervajoen Lahnalaahteen aiheuttamaa kuormitusta kokonaisuutena.

30.5.2023

3Flash Finland Oy

*Visiting addresses:*

*Kourakasanlenkki 23, 60200 SEINÄJOKI*

*Neulekatu 10, 55120 IMATRA*

*Lukkarinmäki 1 C, 02400 KIRKKONUMMI*

Yhteyshenkilö: Miko Huomo  
[miko.huomo@3flash.fi](mailto:miko.huomo@3flash.fi)  
+358 50 410 1270

*Liitteet:*

*Liite 1 Laitetoimittajan moduuliratkaisu*

*Liite 2 Pelastusviranomaisen lausunto toimitetaan myöhemmin*