INSINÖÖRITOIMISTO
MÄKELÄINEN OY

RISTIINAN AURINKOVOIMALA
Kaatopaikantie 1
52300 Mikkeli

LAUSUNTO LISÄKUORMISTA KAATOPAIKAN ALUEELLA

31.05.2024

Tämä asiantuntijalausunto liittyy Mikkelin Ristiinaan suunnitteilla olevan aurinkovoimalahankkeen lisäkuormiin vanhan kaatopaikan alueella. Lausunto on pyydetty hankekehittäjä Solacur Oy toimesta.

Lähtötilanne

Kaatopaikka on perustettu n. 30 vuotta sitten. Aurinkopaneelikentästä n. 1,8 hehtaarin alue on suunniteltu sijoitettavaksi suljetun entisen yhdyskuntajätteen kaatopaikan päälle. Alue on nykyään pintakasvillisuuden peitossa. Suunnitelma paneelikentästä ja jätetäytön sijainti on esitetty kuvassa 1.

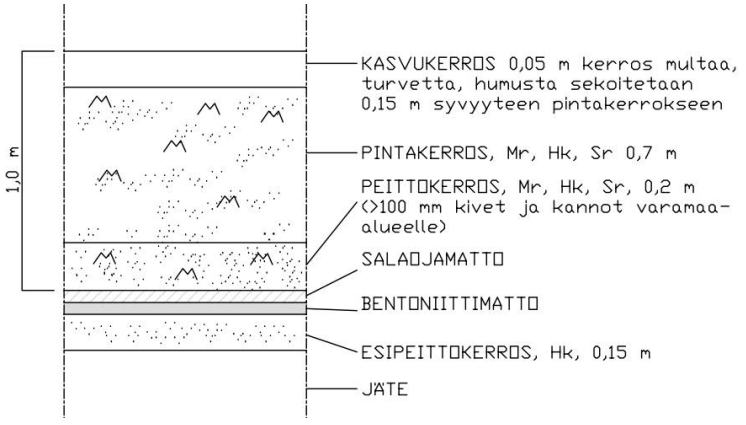


Kuva 1. *Ristiinan aurinkovoimalan sijainti kaatopaikkaan nähden. Suljetun yhdyskuntajätteen kaatopaikan rajaus on esitetty vihreällä. Lähde Envineer Oy.*

Kaatopaikan pintarakenteet

Kaatopaikan sulkemisen suunnitelmat on laatinut Ramboll Finland vuonna 2007 (työnumero 106777). Pintarakenteen tyyppipoikkileikkaus on esitetty kuvassa 2. Kaatopaikan pintarakenteen tiivistykseen on käytetty bentoniittimattoa ja kuivatuskerroksena salaojamattoa. Betoniittimatto on asennettu n. 150 mm paksuisen hiekkatäytön päälle (esipeittokerros). Bentoniittimatto on tyypillisesti noin 1 cm paksuinen käytännössä vesitiivis geosynteettirakenne. Maton päältä kerätään pintakerroksen läpi imeytyneet vedet täyttöalueen reunaan salaojamatolla, joka on verkkomainen noin 6 mm paksuinen muovinen matto molemminpuolisella suodatinkankaalla. Tästä rakenteesta siihen kertyneet vedet johdetaan salaojilla ja avo-ojilla täyttöalueen ulkopuolelle. Lähde Envineer Oy. Jätetäytössä olevat suotovesisalaojat sijoittuvat 6–8 syvyyteen nykyisestä maanpinnasta. Sadevesiviemäröinnit ovat 5–6 m syvyydellä maanpinnasta. Lähde Ramboll Oy.

Tiivistys ja kuivatuskerroksen päälle on rakennettu pinta- ja kasvukerros, joiden kerrospaksuus on yhteensä vähintään 1,0 m. Pintakerroksen tehtävänä on suojata mattoja ja toimia kasvillisuuden alustana. Pintakerrokset on tehty suunnitelmien mukaan moreeni-, hiekka- ja soratäyttönä. Pintakerroksen viettokaltevuus on välillä 1:4–1:20. Kasvukerroksessa on multaa ja turvetta n. 50 mm paksuudelta sekoitettuna 150 mm syvyyteen pintakerrosta. Kaatopaikan lakialueelle korkeimmalle kohdalle on tehty kaasunpoistokenttä, jonka kautta kaatopaikalla muodostuvat kaasut poistetaan ja käsitellään biologisesti hapettamalla. Lähde Envineer Oy.



Kuva 2. *Suljetun kaatopaikan pintarakenne. Lähde Ramboll Finland Oy.*

Kantavuuden määritys

Jätemaalle ei löydy kirjallisuudesta parametrejä, joiden perusteella maaperän kantavuutta voitaisiin luotettavasti laskennallisesti arvioida. Kantavuuden selvittäminen edellyttäisi maaperätutkimusta ja kairauksia jätemaasta. Kairaukset eivät ole kuitenkaan mahdollisia, koska pintarakenteen alapuolista salaoja- ja bentoniittimattoa ei tulisi vaurioittaa.

Jätemaan kantokestävyyttä on mahdollista arvioida kuormituskokeilla ja painumaseurannalla. Tätä lausuntoa laadittaessa täyttöalueella mahdollisesti toteutetun painumaseurannan mittaustuloksia ei ollut käytettävissä. Seuraavassa kantavuutta on arvioitu Rambollin suunnitelmissa esitettyjen tietojen perusteella. Tarkastelu perustuu oletukseen, että kaatopaikan rakenteet on toteutettu suunnitelmien mukaisesti ja rakenteet toimivat asianmukaisesti (toiminta varmistettu kaatopaikkamääräysten mukaisella jälkiseurannalla).

Sallittu lisäkuorma

Rambollin työselityksen perusteella pintakerrokset on rakennettu kerroksittain, maatäyttöjen tiivistämisestä/täryttämisestä tai tiiveysvaatimuksista ei ole erillistä mainintaa. Oletettavasti pintakerrokset ovat tiivistyneet rakentamistyön aikana pääasiassa rakennekerrosten omasta painosta ja työkoneiden painosta. Näin ollen pintakerrosten tiiveys voidaan olettaa tavanomaiseksi. Pintarakenteiden paino on keskitiiviin maalajin kuivatilavuuspainon mukaan laskettuna n. 18 kN/m^2. Laskennassa pintakerroksen paksuudeksi on oletettu 1 m.

Salaojamatto on pintarakenteen kriittinen mitoittava rakenne mahdollisille lisäkuormille. Salaojamatolle on määritetty Rambollin suunnitelmissa vähintään 20 kN/m^2 pintakuormakestävyys. Salaojamaton tyyppitietoja ei ollut tätä lausuntoa kirjoittaessa saatavilla mutta salaojamattojen kestävyys ja vedenjohtavuusominaisuudet on tyypillisesti varmistettu vähintään 20 kN/m^2 pintakuormalle. Edellisen perusteella salaojamaton päälle voidaan sallia 2 kN/m^2 lisäkuorma (salaojamaton oletettu pintakuormakestävyys 20 kN/m^2 – pintarakenteen paino 1 m syvyydessä 18 kN/m^2).

Pintakerroksen päällä oleva kuorma voidaan olettaa jakautuvan 1:1 kulmassa alempiin maakerroksiin. Tämän perusteella pintakerroksen päälle voidaan sallia 4 kN/m (400 kg/m) viivakuorma edellyttäen, että viivakuormien välinen etäisyys on vähintään 2,5 m. Vaihtoehtoisesti pintakerroksen päälle voidaan sallia tasan jakautunut pintakuorma 2 kN/m^2 (200 kg/m^2). Viivakuorma ja pintakuorma ei tule vaikuttaa samanaikaisesti. Pistekuormien vaikutukset on tarkastettava erikseen. Pistekuormasta saa aiheutua enimmillään 2 kPa suuruinen pintapaine salaojamaton päällä.

Edellä lasketusta lisäkuormasta aiheutuu 1 metrin syvyydessä n. 10 % ja 5 metrin syvyydessä n. 3 % kuormalisäys olevaan tilanteeseen nähden. Lisäkuorman vaikutukset pintarakenteiden ja jätemaan toimivuuteen voidaan arvioida pieneksi. On epätodennäköistä, että lisäkuormasta aiheutuisi salaoja- ja tuuletuskanaviston vaurioitumista, pintarakenteiden liukumista tai salaojamaton kasaan painumista.

Aurinkovoimalan rakenteet ja paino

Aurinkovoimala käsittää paneelikentän, johon asennetaan paneelikehikot vierekkäin omille alustoilleen. Paneelikehikkoon kiinnitetään useita aurinkopaneeliyksiköitä. Paneelikehikko toteutetaan teräs- tai puurakenteisena ja perustetaan pintarakenteen päälle betonianturoiden varaan. Betonianturoina käytetään esimerkiksi poikkileikkaukseltaan 300x300 mm kokoisia teräsbetonipaaluja, joilla varmistetaan kehikon riittävä tuenta ja ankkurointi tuulenpaineelle ja lumikuormille. Aurinkovoimalan rakenneperiaate on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. *Aurinkovoimalan rakenneperiaate.*

Aurinkopaneeleiden neliöpaino on tyypillisesti 45 asteen kulmaan asennettuna n. 0,2 kN/m^2 (vaakaprojektio). Teräsrakenteisen kehikon neliöpaino on vastaavasti n. 0,2 kN/m^2. Poikkileikkaukseltaan 300x300 kokoisen betonianturan viivakuorma omasta painosta on 2,3 kN/m. Anturat asennetaan tyypillisesti 3 metrin välein, jolloin anturan kokonaiskuormaksi saadaan 3,5 kN/m sis. viivakuorma paneeleilta ja kehikolta. Yhden metrin syvyydessä salaojamaton päällä anturan pintapaine on 1,5 kN/m^2 (viivakuorma 3,5 kN/m / kuormitusleveys 2,3 m, kuorman jakautuminen 1:1). Aurinkovoimalan laskennallinen paino on alle sallitun lisäkuorman.

Yhteenveto

Kaatopaikan päälle voidaan sallia aurinkovoimalan (aurinkopaneelit, tukikehikot ja perustukset) asentaminen ja kevyt huoltoliikenne. Aurinkopaneelikenttää ei suositella asennettavaksi kaasunpoistokentän päälle.

Pelastusajoneuvoliikenteen ja raskaiden pistemäisen kuormitusten kuten invertterit, muuntamot ja akustot osalta kantavuudesta tulisi tehdä tarkempi koekuormituksiin ja painumaseurantaan pohjautuva kantavuusselvitys. Lisäksi käytetyn salaojamaton tyyppitiedot ja kantavuus tulisi varmistaa, mikäli kaatopaikan alueelle suunnitellaan sijoitettavaksi suurempia lisäkuormia kuin tässä lausunnossa on esitetty.

Helsingissä 31.05.2024

Jarkko Luntta, DI
Insinööritoimisto Mäkeläinen Oy