

Tuulivoimatuotannon aiheuttama maatärinä

Tämän hetkisen käsityksemme mukaan tuulivoimaloiden aiheuttama maatärinä ei ole aiheuttanut suuria ongelmia Suomessa tai maailmalla. On mahdollista, että osa koetuista tärinähaitoista on selitettävissä infraäänillä, joita voimaloiden käymisestä aiheutuu. Tuulivoimaloiden siipien pyörimisen vaikutuksesta syntyy matalataajuisia tärinää voimalan runkoon, perustukseen ja sitä kautta mahdollisesti maaperään ja ympäristöön. Matalataajuinen tärinä välittyy parhaiten pehmeissä maakerroksissa kuten savissa.

Yleensä tuulivoimalan aiheuttama maatärinä on suuruusluokaltaan melko pientä verrattuna esimerkiksi rataliikenteeseen, joka voi nykypäivänä aiheuttaa haittaa ympäristöönsä jopa satojen metrien päähän. Voimalan perustuksesta maaperään siirtyvän tärinäherätteen tulisi olla hyvin voimakas, jotta herätteen vaikutus voisi olla havaittavissa vielä kilometrien päässä tärinälähteestä. Toisaalta maaperän ominaistajuuden tulisi osua lähelle herätteen taajuutta, jolloin resonanssin myötä värähtely voisi teoriassa kulkea maaperässä pitkiä matkoja. Ilman resonanssi-ilmiötä värähtely pienenee melko nopeasti voimalasta poispäin mentäessä pääasiassa geometrisen vaimennuksen johdosta.

Suomessa tuulivoimaloiden yleisin perustustapa on moreeninvarainen gravitaatioperustus tai mursketäytön välityksellä kallion varaan tehty gravitaatioperustus. Myös kallioon ankkuroitu perustustapa on yleistynyt viime aikoina, kun kallio on riittävän matalassa – maksimissaan noin 3-5 m syvyydessä – ja kun kallio on kiinteää. Tuulivoimala voidaan perustaa myös paaluille, mikäli maapohja ei ole riittävän kantavaa ja perustuksen painumat muodostuvat liian suuriksi. Paaluille perustaminen on kallista ja voimalat pyritäänkin sijoittamaan kantaville maapohjille ja kallioalueille.

Tuulivoimaloiden lapojen pyörintä ja vaihteleva tuulen voimakkuus aiheuttavat voimalaperustukselle dynaamista kuormaa ja värähtelyä, jonka taajuus ja voimakkuus vaihtelevat. Tuulivoimaloiden mittojen kasvaessa myös voimaloiden lapojen pyörimisliikkeestä aiheutuvat värähtelyt kasvavat. Voimalavalmistajat pyrkivät ratkaisuihin, joissa tuulivoimalan rakenteiden ominaistajuus on suurempi kuin roottorin suurin mahdollinen pyörimistaajuus. Tällä voidaan välttää tilanteet, joissa roottorin pyörimistaajuus kävisi lähellä rakenteiden ominaistajuutta eikä rakenne resonoi. Resonointi, paitsi vähentää voimalan tehokkuutta, lisää rakenteen värähtelyn voimakkuutta ja voisi myös pahimmillaan aiheuttaa rakenteiden pettämistä.

Maanvaraisten voimalaperutusten värähtely siirtyy maapohjaan ja aiheuttaa maapohjassa ympäristöön leviävää värähtelyä. Maapohjassa syntyvän värähtelyn voimakkuus ja taajuus sisältö riippuvat perustuksen värähtelystä, lähinnä sen voimakkuudesta ja syntyvän muodonmuutoksen suuruudesta sekä maakerrosten jäykkyydestä (kimmomoduulista) ja paksuudesta. Mitä pehmeämpi perustuspohja on, sitä matalampi taajuista ympäristöön leviävä värähtely on.

Kallionvaraisissa perustuksissa ja paaluperustuksissa värähtelyn voimakkuus on pienempi ja syntyvä muodonmuutos on pienempi kuin maanvaraisen perustuksen yhteydessä, koska kallion kimmomoduuli on suuri ja paalujen kärjen alla oleva maapohja on jäykkää. Tällöin myös ympäristöön leviävän värähtelyn heräte on pienempi ja voimakkuus on pienempi.

Värähtelyn voimakkuus arvioidaan siirtymän, heilahdusnopeuden ja heilahduskiiktyvyyden huippuarvoilla, jotka korreloivat parhaiten rakenteisiin syntyvien rasitusten kanssa.

Värähtelyn voimakkuuteen eri etäisyyksillä vaikuttaa maaperän dynaaminen kimmokerroin, joka on suhteessa maan lujuuteen. Mitä lujempaa maalaji on, sitä nopeammin värähtely vaimenee etäisyyden kasvaessa. Kauimmaksi värähtely ulottuu hienorakeisissa pehmeissä kivennäismaalajeissa (savi, siltti) ja eloperäisissä maalajeissa (lieju, turve).

Maalajeilla kuten rakenteillakin on ominaistajuus eli luonnollinen värähtelytaajuus. Tällä taajuudella värähtely vaimenee maaperässä heikoimmin ja värähtely ulottuu kauimmas

herätelähteestä. Pehmeiköillä hallitseva värähtelytaajuus (luonnollinen värähtelytaajuus) on matala eli luokkaa 2...6 Hz ja tiiviillä maakerroksilla korkea, yleensä 20...>40 Hz. Esimerkiksi rautatietärinän, joka on yleisin ympäristöön haitallistakin värähtelyä aiheuttava värähtelylähde, voimakkuus karkeasti puolittuu soramailla, kun etäisyys kasvaa 1,5-kertaiseksi kun taas pehmeillä savimailla puolittuminen tapahtuu, kun etäisyys kasvaa 6-kertaiseksi. Savimailla rautatietärinä ulottuu satojenkin metrien päähän radasta, kun taas moreenissa ja soramailla (kova maa) rautatietärinä ulottuu yleensä alle 100 m päähän.

Tuulivoimaloiden perustukset suunnitellaan niin, että rakenteen värähtelyn ominaistajuudet ovat pienet, alle 0,2 Hz. Lisäksi tuulivoimalan herätevärähtelyn voimakkuus on pieni verrattuna esimerkiksi junien aiheuttamaan värähtelyyn johtuen mm. liikkuvan massan pienuudesta. Tuulivoimaloita ei perusteta anturaperustuksilla pehmeiden maakerrosten varaan. Pehmeiden maakerrosten tapauksessa voimat perustetaan paaluille. Näistä tekijöistä johtuen tuulivoimaloiden aiheuttaman maavärähtelyn voimakkuus ympäristössä on pieni ja värähtelyn ulottuma ympäristöön on arviolta vain kymmeniä metrejä.

Kivikankaan tuulivoimapuiston alue on tyypillistä moreenikangasvaltaista aluetta, missä alavammilla paikoilla on turvepohjaisia rämeitä ja soita. Alueella on myös kallioalueita. Tuulivoimat voidaan perustaa kovalle pohjille – moreenin varaan ja kallion varaan.

Tuulivoimapuistojen turvaetäisyyden ollessa yli 1 km asutukseen nähden voidaan arvioida, ettei maavärähtelyä havaita. Kallion kauttakään välittyvän värähtelyn ei voida arvioida aiheuttavan näin suurilla etäisyyksillä havaintokynnyksen ylittävää värähtelyä (runkomelua).

Ulkomailla tehdyissä mittauksissa on havaintoja, että tuulivoimaloiden aiheuttama maavärähtely voisi muodostua häiriöksi herkille seismisille asemille, joiden tarkoituksena on tunnistaa maanjäristyksiä ja maanalaisia ydinkokeita, mutta ihmisille ja rakennuksille ei ole tunnistettavissa olevia vaikutuksia.