



## Niinimäen tuulivoimahanke Näkemäalueanalyysi

---

5.4.2016

**Asiakas**

Tornator Oyj

Raino Kukkonen

[raino.kukkonen\(at\)tornator.fi](mailto:raino.kukkonen(at)tornator.fi)

**Raportin laatija**

WSP Finland Oy

Tuija Pakkanen

[tuija.pakkanen\(at\)wspgroup.fi](mailto:tuija.pakkanen(at)wspgroup.fi)

Ilkka Oikarinen

[ilkka.oikarinen\(at\)wspgroup.fi](mailto:ilkka.oikarinen(at)wspgroup.fi)

## Sisältö

1.	Työn tarkoitus.....	4
2.	Työssä käytetyt aineistot.....	4
3.	Käytetty ohjelmisto ja analyysimalli.....	6
4.	Tulokset.....	8
5.	Lähteet.....	16

## 1. Työn tarkoitus

Tässä raportissa on tarkasteltu Niinimäen tuulivoimahankkeen voimaloiden näkyvyyttä kuuteen kohteeseen. Työssä tarkennetaan syksyllä 2015 laadittua näkemäalueanalyysiä. Tarkastelukohteet on valittu varjon vilkuntamallinnuksen (Pöyry Oyj 2016) perusteella.

Näkemäalueanalyysillä saadaan yleiskuva siitä, mihin tuulivoimalat käytettyjen lähtötietojen perusteella näkyvät. Tuloksia voidaan hyödyntää esimerkiksi maisema-vaikutusten arvioinnissa ja havainnekuvien laadinnassa. Analyysin avulla voidaan myös tarkistaa, millä alueilla syntyy vaikutuksia asutuksen tai loma-asutuksen kannalta merkittäviin näkymiin tai erityisiin maisema- ja kulttuuriympäristökohteisiin. Analyysi on teoreettinen malli näkyvyydestä. Malli on yhtä tarkka kuin mallinnuksessa käytetty aineisto. Tätä työtä varten tehty analyysi huomioi maaston pinnanmuodot ja puuston korkeuden aiheuttaman mahdollisen vaikutuksen. Näkemäalueanalyysi sisältää:

- 1) Maaston korkeuden mallinnuksen ja kasvillisuuden mallinnuksen
- 2) Näkemäalueanalyysin voimalan napa- ja lapakorkeuden mukaan.

## 2. Työssä käytetyt aineistot

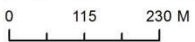
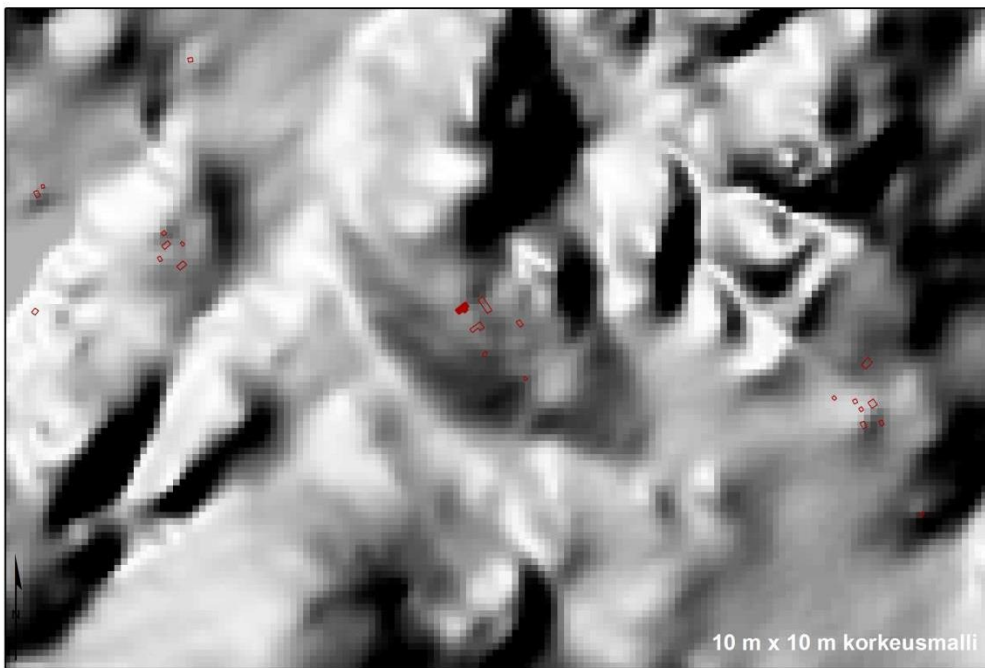
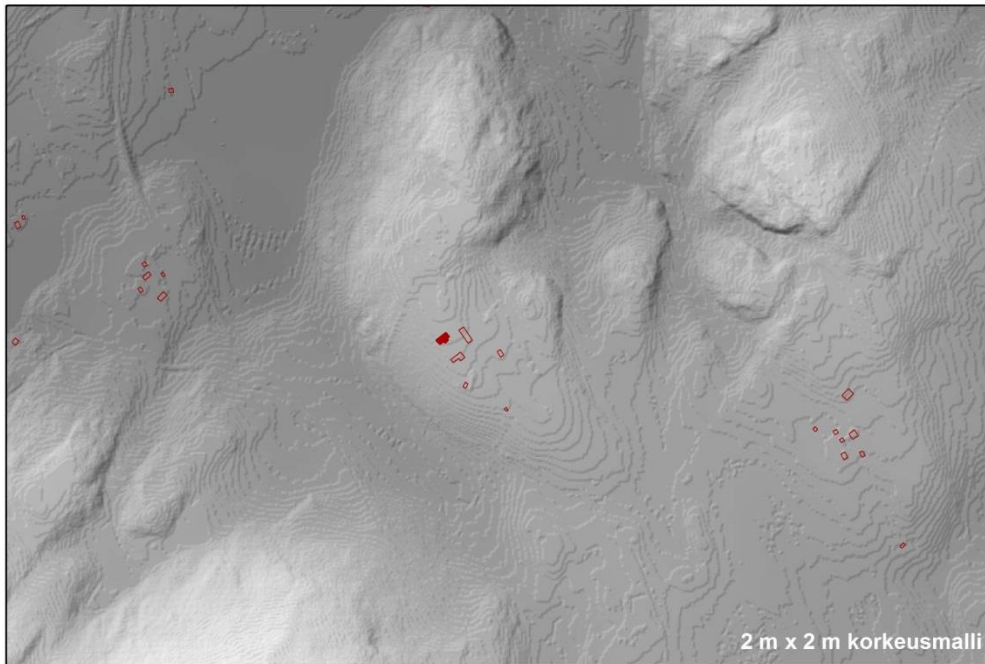
Työssä on käytetty pääosin Luonnonvarakeskuksen ja Maanmittauslaitoksen avoimia aineistoja. Tilaaja on toimittanut voimaloiden sijainnit koordinaattipisteinä (29 voimalaa).

Rakennusten osalta on hyödynnetty Maanmittauslaitoksen avointa ja uusinta saatavilla olevaa rakennusaineistoa vuodelta 2016.

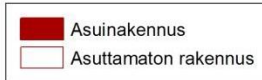
Maanpinnan korkeutta on tarkennettu maanmittauslaitoksen rasterikorkeusmallilla (2m). Kuvassa 1. on kuvattu 2 m ja 10 m korkeusmallien välistä tarkuuseroa.

Korkeusmalli 2 m on maanpinnan korkeutta kuvaava malli, jonka ruutukoko on 2 m x 2 m. Aineisto on tuotettu laserkeilausaineistosta, jonka pistetiheys on vähintään 0,5 pistettä / neliometri. Korkeusmalli 2 m tuotetaan kahdessa laatuluokassa: I laatuluokan korkeustarkkuus on keskimäärin 0,3 metriä ja II-laatuluokan korkeustarkkuus vaihtelee 0,3 ja yhden metrin välillä (Maanmittauslaitos 2016).

Puusto on mallinnettu Luken (ent. Metla) valtion metsäninventointiohjelman tuottamasta metsäalasta (MVMI). MVMI -aineisto on Monilähteen Valtakunnan Metsien Inventoinnin (MVMI) kartta-aineistoa vuodelta 2013 (uusin aineisto). Monilähteen inventoinnissa käytetään maastotietojen lisäksi satelliittikuvia ja muita numeerisia tietolähteitä, esimerkiksi numeerisia peruskarttoja ja korkeusmalleja. Niiden avulla koealoilta mitatut tiedot voidaan yleistää suhteellisen harvan koealaverkon väliin jääville alueille. Menetelmänä käytetään ns. k:n lähimmän naapurin luokitusta. Tässä työssä käytettiin MVMI:n puuston keskipituus- ja puuston latvuspeittävyys -aineistoja. Lisäkorkeus on lisätty korkeusmalliin niiltä osin, kun aineisto näyttää alueella olevan metsää. Metsäksi on määritelty alueet, joilla puuston korkeus on yli 5 metriä ja latvuspeitto yli 30 %.



Korkeusmallien tarkkuusero



Kuva 1. 10 m ja 2 m korkeusmallien tarkkuusero

### 3. Käytetty ohjelmisto ja analyysimalli

Näkemäalueanalyysi laadittiin ESRI:n ArcGIS-ohjelmiston Viewshed-työkalulla. Viewshed-analyysi arvioi näkyvyyden kullekin digitaalisen korkeusmallin solulle solun korkeusarvon perusteella. Tässä työssä analyysille on annettu tarkastelukorkeudeksi 1,65 metriä, joka on keskipituisen ihmisen silmänkorkeus. Analyysi arvioi näkyvyyttä 1,65 metrin korkeudella korkeusmallissa esitetystä korkeusarvosta.

Viewshed-analyysejä varten luotiin ensin rasterimuotoinen korkeusmalli. Tähän malliin lisättiin puuston korkeus MVM -aineiston avulla. Näiden tietojen perusteella luotiin uusi korkeusmalli, jossa huomioitiin puuston korkeus. Tämän puuston korkeuden huomioivan korkeusmallin pohjalta tehtiin varsinaiset viewshed -analyysit. Koska viewshed -analyysi arvioi näkyvyyden kullekin digitaalisen korkeusmallin solulle solun korkeusarvon perusteella, puuston korkeuden sisältämässä korkeusmallissa analyysi laskee siis näkyvyyttä puuston latvakorkeuden perusteella. Analyysissa siis huomioidaan metsäalueiden tuottama teoreettinen näkymäestevaikutus, mutta metsäalueiden sisällä näkyvyyttä ei voida arvioida (kuva 2. Näkemän muodostumisen periaatteet).

Vaikka mallissa käytettiin suhteellisen tuoretta (2013) tietoa metsän latvuspeittävydestä ja korkeudesta, eivät mallin laskema näkyvyysanalyysi ja maaston todellinen tilanne välttämättä kohtaa. Mahdolliset uudet hakkuualueet muuttavat näkemätilannetta. Malli olettaa metsän peittävän näkyvyyden täysin, vaikka todellisuudessa niin ei välttämättä ole, kuten esimerkiksi harvakasvuisten metsäkaistaleiden alueilla tai metsän reuna-alueilla. Myös mahdolliset uudet hakkuualueet muuttavat näkemätilannetta.

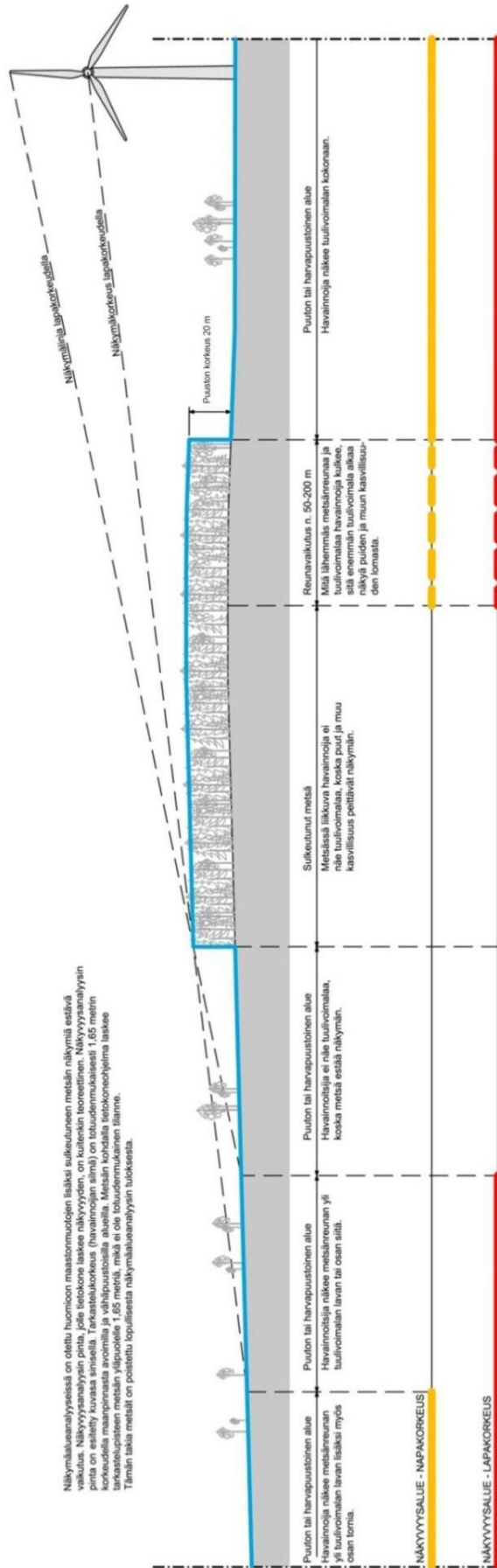
On huomattava, että analyysi ei huomioi näkyvyysvaikutuksen heikkenemistä etäisyyden kasvaessa tai taustan vaikutusta näkyvyyteen. Analyysi ei myöskään huomioi ihmisen rajallista erotuskykyä ja näkyvyysvaikutuksen heikkenemistä etäisyyden kasvaessa tai taustan vaikutusta näkyvyyteen.

Tuulivoimalan näkyvyyteen vaikuttavat monet tekijät, kuten ilman selkeys, valolosuhteet ja ympäröivän maisematilan tekijät, kuten kasvillisuus, maasto ja rakennukset. Lisäksi voimalan korkeus, voimaloiden lukumäärä ja väritys vaikuttavat näkyvyyteen. Koska muuttujia on paljon, on lähes mahdotonta mallintaa täydellisesti tuulivoimaloiden näkyvyyttä ja näkyvyyden vaikutusta maisemaan. Usein näkyvyyttä ja sen vaikuttavuutta jaotellaan vyöhykkeittäin. Karkeasti näkyvyysvyöhykkeet voidaan jaotella seuraavasti:

**Ensisijaisella näkyvyysvyöhykkeellä** (n. 0-10 km voimalasta) voimalalla on näkyvissä usein maisemaa dominoiva vaikutus. Joidenkin tutkimusten mukaan tuulivoimala on maisemaa dominoiva elementti noin 10 kertaa napakorkeutensa etäisyydelle ulottuvalla alueella.

**Vähenevän vaikutuksen vyöhykettä** on alue, joka jää n. 10 – 20 kilometrin välille tuulivoimaloista. Etäisyyden kasvaessa tuulivoimala alkaa sulautua maisemaan.

**Vähäisen vaikutuksen vyöhyke** sijaitsee yli 20 kilometrin päässä tuulivoimaloista. Sopivissa sää- ja valaistusolosuhteissa voimalat saattavat näkyä, mutta visuaaliset vaikutukset ovat hyvin vähäisiä.



Näkymäalueanalyysissä on otettu huomioon maastomuotojen lisäksi suiketuruneen metsän näkymä estävä vaikutus. Näkymäalueanalyysi on tarkempi kuin näkymäalueanalyysi. Näkymäalueanalyysin peria on esittää kuvassa sinisellä. Tarkastuskorkeus (havainnoijan silmä) on totaalisuhteesta 1,65 metrin korkeudella maanpinnasta avoimella ja viihdytysalalla alueille. Metsän kohdalla totaalisuhteesta 1,65 metrin korkeudella maanpinnasta avoimella ja viihdytysalalla alueille. Metsän kohdalla totaalisuhteesta 1,65 metrin korkeudella maanpinnasta avoimella ja viihdytysalalla alueille. Tämän takia metsät on poistettu kopioituneesta näkymäalueanalyysin tuloksesta.

Näkymäalueen määrittely napo- tai lapakorkeuden mukaan on ristiriitainen eikä kumpikaan tilanne vastaa täysin todellista havaintoa maastossa. Lapakorkeudella lasketulla näkymäalueella on lähtökohana, että näkymäalueelle näkyy penkin osa lavasta, esim. metsäreunan yllä pyörähtää 1 cm lavan korkeudesta. Todellisuudessa ihminen ei huomaa tätä. Lapakorkeudella lasketuilla näkymäalueilla ovat liian laajoja.

Näkökorkeudella lasketulla näkymäalueella on taas lähtökohana, että näkymäalueelle näkyy pyörähtä lavan lisäksi osa lavasta, esim. metsäreunan yllä pyörähtää 1 cm lavan korkeudesta. Todellisuudessa ihminen ei huomaa tätä. Lapakorkeudella lasketuilla näkymäalueilla ovat liian laajoja. Toteaatta tilanne on totaalisuhteesta kuin lapakorkeudella lasketuilla, koska 15-20 kilometrin päältä lapoja ei enää voi havaita peljällä silmällä.

Kuva 2. Näkymän muodostumisen periaatteet.

## 4. Tulokset

Näkemävaikutuksia tutkittiin kuuteen kohteeseen (kuva 3.).

### **Kohde A (kuvat 4. ja 5.)**

Kohteen A pihapiiriin ei analyysin perusteella näy tuulivoimaloita. Kohteen A välittömässä läheisyydessä sijaitsevalle vesialueelle näkyy joidenkin voimaloiden (1-10 voimalaa) naselli ja lavat.

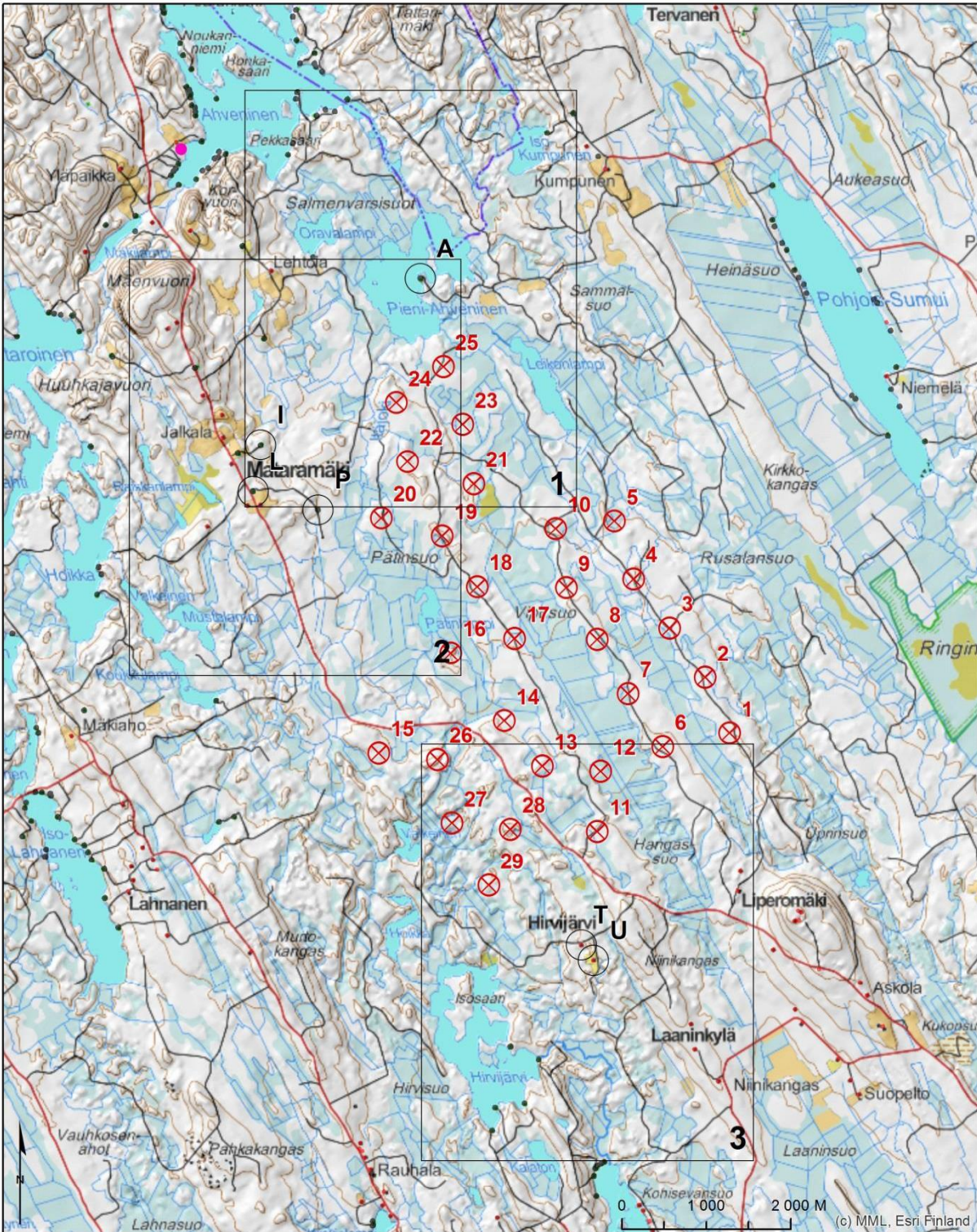
### **Kohteet I, L ja P (kuvat 6. ja 7.)**

Kohteeseen I ei analyysin perusteella näy tuulivoimaloita. Kohteen L pihapiiriin näkyy joidenkin voimaloiden (1-10 voimalaa) naselli ja usean voimalan (yli 10 voimalaa) lavat. Kohteeseen P näkyy 1-10 voimalan naselli ja lavat.

### **Kohteet T ja U (kuvat 8. ja 9.)**

Kohteen T pihapiiriin näkyy analyysin perusteella 1-10 voimalan lavat. Kohteen U pihapiiriin näkyy 1-10 voimalan naselli ja mahdollisesti yli 10 voimalan lavat.





**Näkymäalueanalyysin tarkennus**

**Kolmen tarkastelualueen karttajako**

- Tarkastelukohteet
- ⊗ Voimaloiden sijainnit

1:60 000

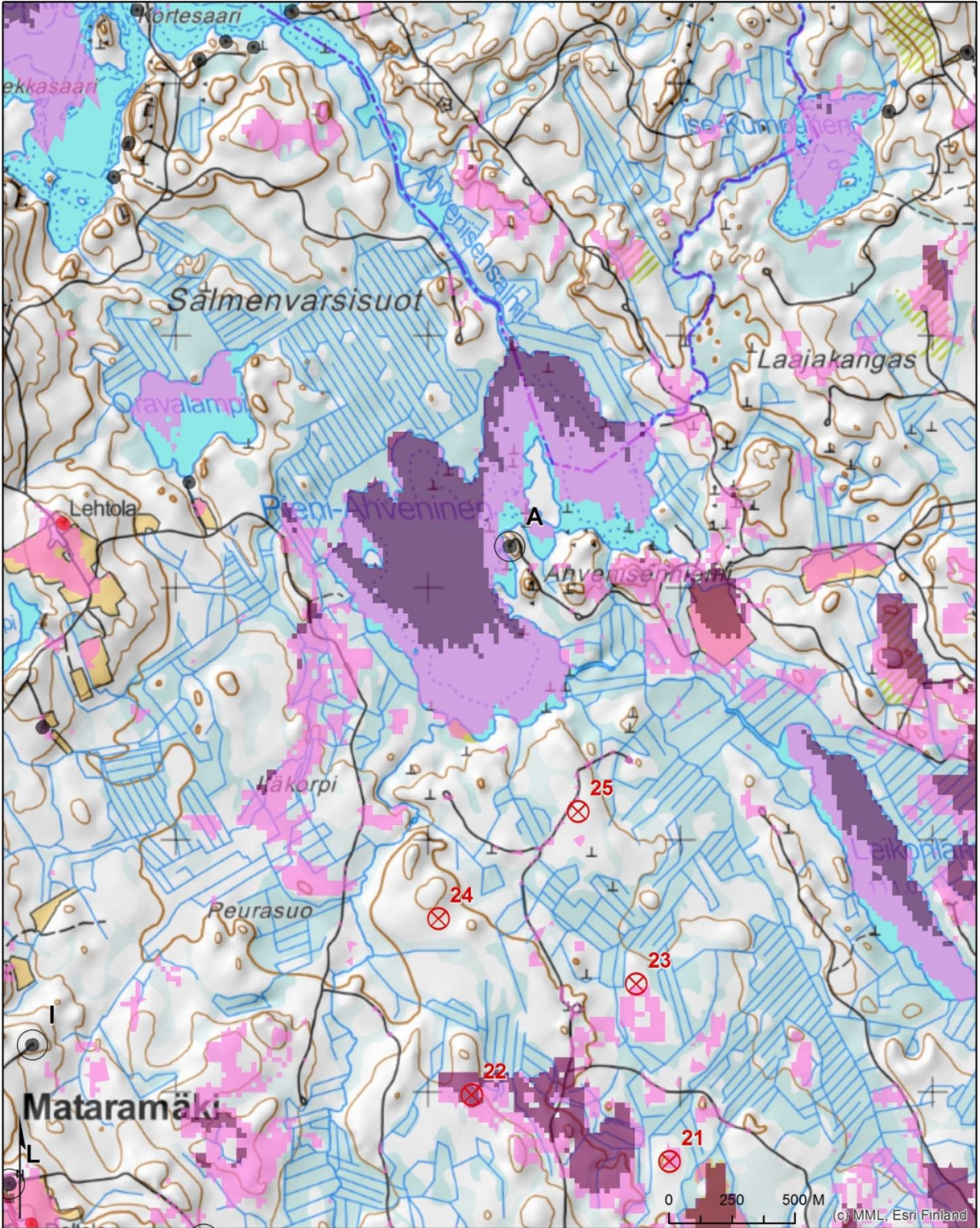
Kuva 3. Kolmen tarkastelualueen karttajako.



Lapanäkyvyys kohteessa A

- |   |                                      |   |                       |
|---|--------------------------------------|---|-----------------------|
|  | Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10) |  | Tarkastelukohteet     |
|  | Useita voimaloita näkyvissä (10<)    |  | Voimaloiden sijainnit |
|  | Asuinrakennus                        |   |                       |
|  | Lomarakennus                         |   |                       |
- 1:20 000

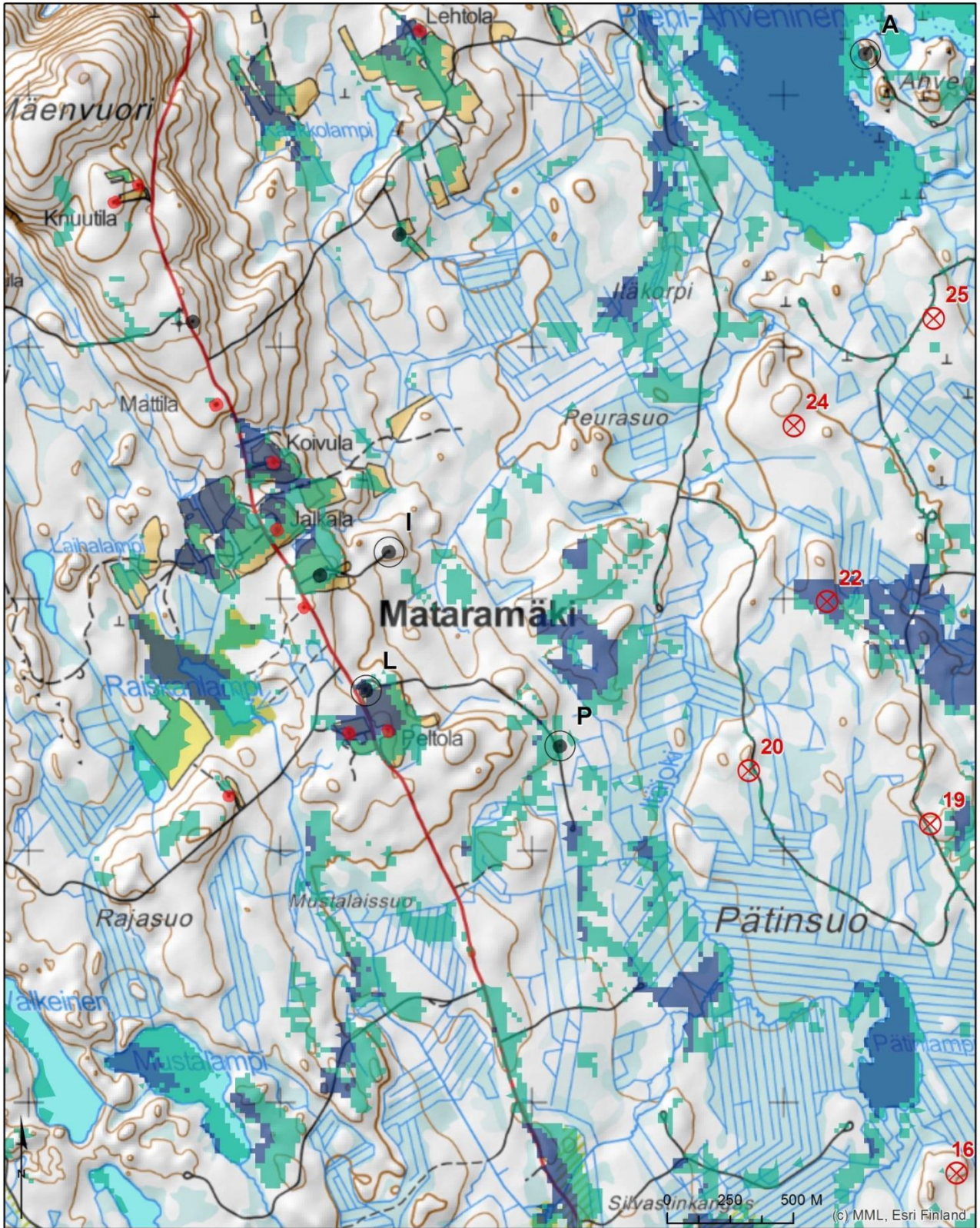
Kuva 4. Lapanäkyvyys kohteessa A.



**Nasellin näkyvyys kohteessa A**

- |   |                                      |   |                       |
|---|--------------------------------------|---|-----------------------|
|  | Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10) |  | Tarkastelukohteet     |
|  | Useita voimaloita näkyvissä (10<)    |  | Voimaloiden sijainnit |
|  | Asuinrakennus                        |   |                       |
|  | Lomarakennus                         |   |                       |
- 1:20 000

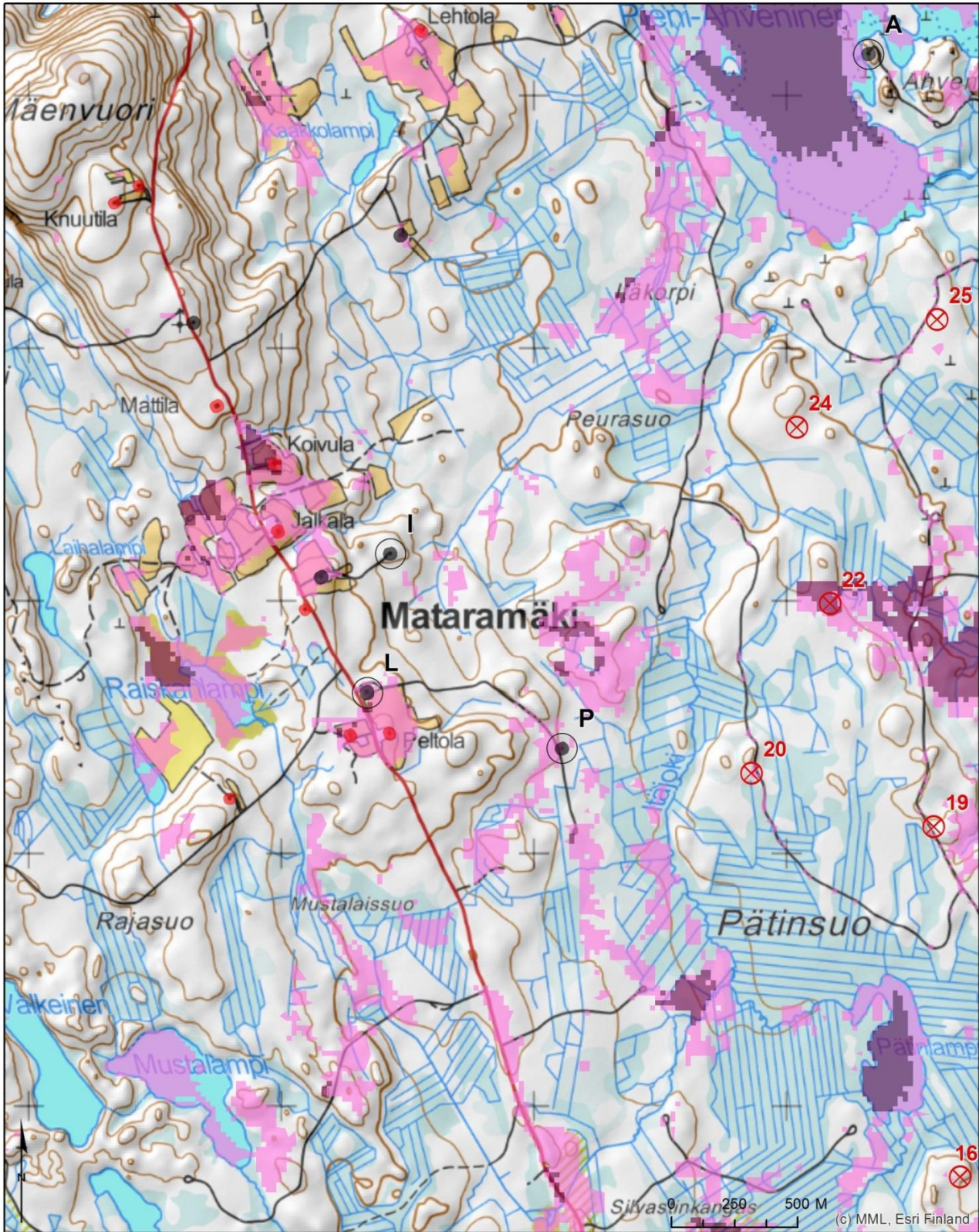
Kuva 5. Nasellin näkyvyys kohteessa A



Lapanäkyvyys kohteilla P, L ja I

- |  |   |
|--|---|
| <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #4CAF50; border: 1px solid black;"></span> Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></span> Tarkastelukohteet  |
| <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #3954AB; border: 1px solid black;"></span> Useita voimaloita näkyvissä (10<)    | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center; vertical-align: middle;">X</span> Voimaloiden sijainnit |
| <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #E53935; border: 1px solid black;"></span> Asuinrakennus                        |   |
| <span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: #333; border: 1px solid black;"></span> Lomarakennus                            |   |
- 1:20 000

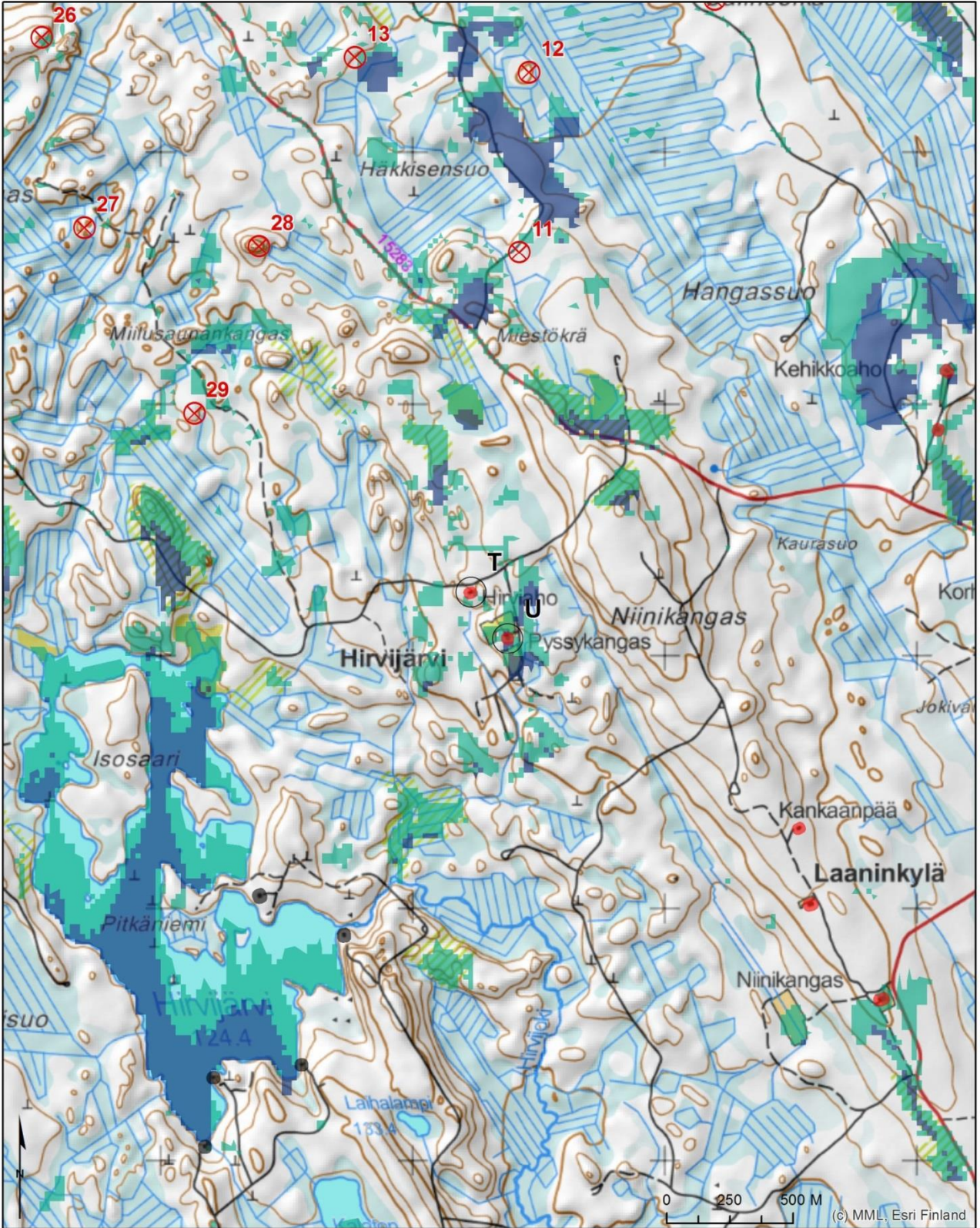
Kuva 6. Lapanäkyvyys kohteissa P, L ja I



**Nasellin näkyvyys kohteilla P, L ja I**

- |   |  |
|---|--|
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFB6C1; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10) | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%; margin-right: 5px;"></span> Tarkastelukohteet  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Useita voimaloita näkyvissä (10<)    | <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; border: 1px solid black; border-radius: 50%; text-align: center; vertical-align: middle; margin-right: 5px;">X</span> Voimaloiden sijainnit |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF0000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Asuinrakennus                        |  |
| <span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #000000; border: 1px solid black; margin-right: 5px;"></span> Lomarakennus                         |  |
- 1:20 000

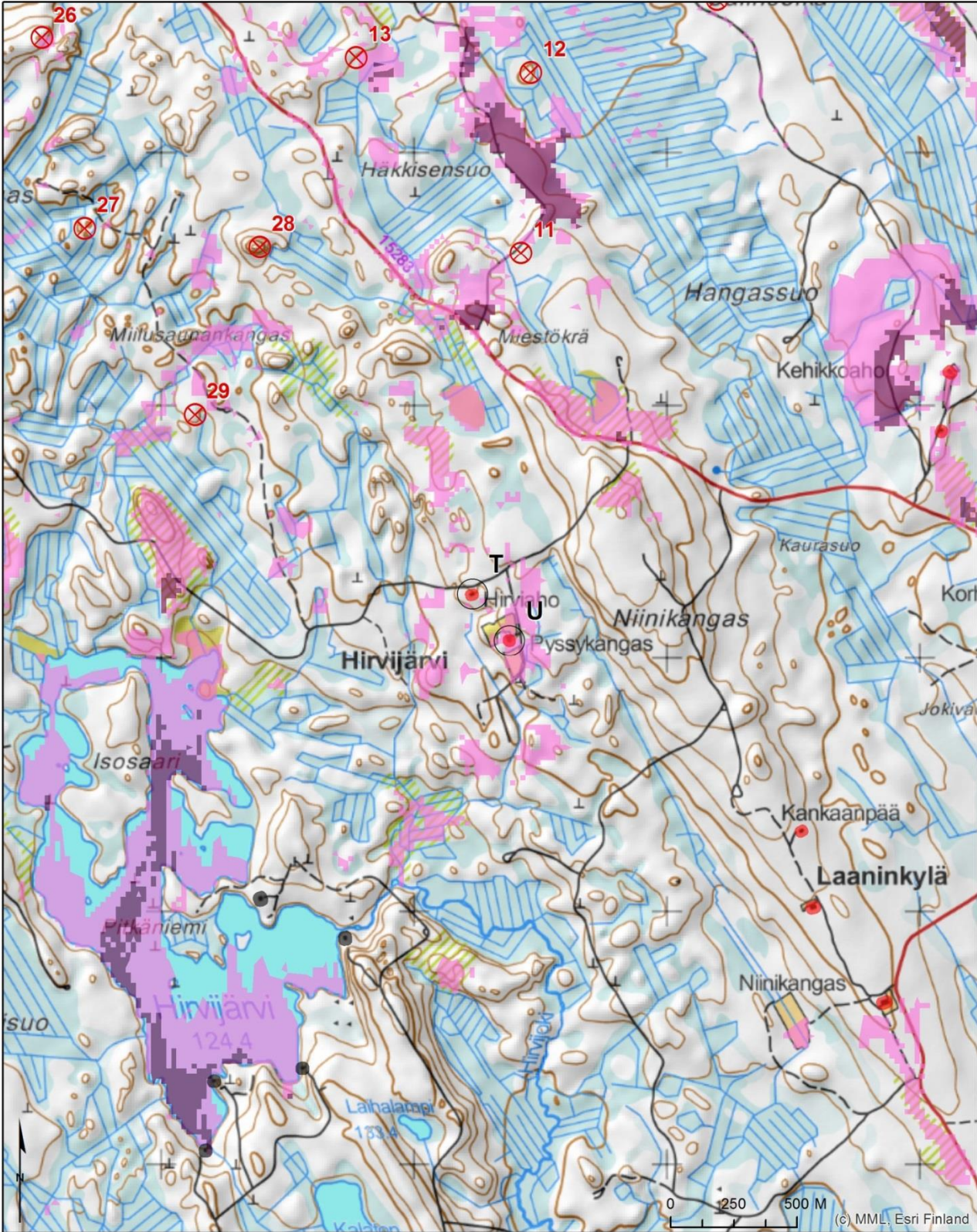
Kuva 7. Nasellin näkyvyys kohteissa P, L ja I



**Lapanäkyvyys kohteissa T ja U**

- Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10)
  - Useita voimaloita näkyvissä (10<)
  - Asuinrakennus
  - Lomarakennus
  - Tarkastelukohteet
  - X Voimaloiden sijainnit
- 1:20 000

Kuva 8. Lapanäkyvyys kohteissa T ja U



**Nasellin näkyvyys kohteissa T ja U**

- Joitakin voimaloita näkyvissä (1-10)
  - Useita voimaloita näkyvissä (10<)
  - Asuinrakennus
  - Lomarakennus
  - Tarkastelukohteet
  - Voimaloiden sijainnit
- 1:20 000

Kuva 9. Nasellin näkyvyys kohteissa T ja U

## 5. Lähteet

Energia-Ekono Oy 1999b. Tuulivoiman projektiopas. Motivan julkaisu 5/1999.

Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto 2015. Tuulivoiman sosiaalinen hyväksyttävyyys Helsingissä. Helsingin kaupunki, kaupunkisuunnitteluvirasto. 14.10.2015.

Maanmittauslaitos 2016. *Korkeusmalli 2m*. Tuotekuvaukset. Maanmittauslaitoksen kotisivut. <http://www.maanmittauslaitos.fi/digituotteet/korkeusmalli-2-m> (Katsottu 1.4.2016)

Pöyry Oyj 2016. Niinimäen tuulivoimahankkeen varjon vilkuntavaikutukset.

Valtakunnan metsien inventointi, monilähteinen VMI. Luonnonvarakeskuksen kotisivut. <http://www.metla.fi/ohjelma/vmi/vmi-moni.htm>. (Katsottu 4.4.2016).

Weckman, Emilia 2006. Tuulivoimalat ja maisema. Suomen ympäristö 5/2006, Luonto, 42 s.