ETHA WIND

VÄLKESELVITYS

Piipsannevan Tuulivoimapuisto, 22.12.2021

Etha Wind | Vaasanpuistikko 14 B 11, 65100, Vaasa, Finland | +358 2900 20440 | firstname.lastname@ethawind.com

SISÄLLYSLUETTELO

1 YHTEENVETO 2
2 TAUSTA 4
3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN 5
3.1 Ohje- ja raja-arvot 5
3.2 Varjovälkkeen lähtötiedot ja menetelmät 6
4 VÄLKEVAIKUTUKSET 9
4.1 Piipsannevan välkevaikutukset 9
4.2 Vaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät 10
4.3 Haittojen ehkäiseminen ja seuranta 11
5 LÄHTEET 12
Liite 1: Sijoitussuunnitelma 13

VERSIOHISTORIA

Versio, Päivämäärä	Tekijä,	Tarkastettu	Hyväksytty	Tiivistelmä
Ver 1, 2020-11-26	Klaus Jåfs	Jukka Rönnlund	Jukka Rönnlund	Piipsannevan tuulivoimapuiston välkeselvitys kahdelle eri hankevaihtoehdolle.
Ver 2, 2021-12-22	Sai Varun	Alexander Ehrs	Alexander Ehrs	Piipsannevan tuulivoimapuiston välkeselvitys. Päivitetty kokonaiskorkeus; 300 m.

1 YHTEENVETO

Tehtävä:

Välkeselvitys Piipsannevan tuulivoimapuiston vaikutusalueella.

Työmenetelmät:

Välkeselvitykseen on kerätty ajantasaista tietoa tuulivoimaloiden varjon välkkeen ominaispiirteistä, välkkeen ohjearvoista, paikallisista olosuhteista sekä mallinnusmenetelmistä. Pääasiallisena laskentatyökaluna on käytetty WindPRO Ver3.4 ohjelmiston SHADOW-moduulia. Mallinnuksessa ja raportoinnissa on käytetty ympäristöministeriön vuonna 2016 julkaisemia ohjeita raportista Tuulivoimarakentamisen suunnittelu (Ympäristöministeriö, 2016). Vaikutusten arvioinnissa käytetyt laskentaparametrit on taulukoitu tässä raportissa.

Tulokset:

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Ruotsissa ja Saksassa annettua maksimisuositusta kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään neljässä Piipsannevan tuulivoimapuiston havainnointipisteessä. Teoreettisen maksimitilanteen mallinnuksessa suosituksia (30 h/v ja 30 min/p) ylitetään neljässä ja kolmessa havainnointipisteessä.

Kohtuuton haitta varjoválkkeestä pystytään ehkäisemään pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

Taulukko 1. Yhteenveto vertailuarvojen ylityksistä. Taulukko kertoo kuinka monessa rakennuksessa (vakituinen tai vapaa-ajan asunto) kyseinen vertailuarvo ylitetään.

Vertailuarvo	Vertailuarvon ylityksiä
> 10 h/v, todellinen tilanne	3
> 8 h/v, todellinen tilanne	4
> 30 h/v, teoreettinen maksimi	4
> 30 min/pv, teoreettinen maksimi	3

2 TAUSTA

Tämä välkeselvitys on tehty Piipsannevan tuulivoimapuistolle Haapaveden kunnan alueella. Suunniteltu tuulivoimapuisto on kokonaisuudessaan 39 voimalan laajuinen. Välkeselvitys on osa hankkeen vaikutusten arviointia rakennuslupavaiheessa. Välkemallinnus on tehty voimalalla, jonka napakorkeus on 182 metriä ja roottorin halkaisija 236 metriä, jolloin kokonaiskorkeus on 300 metriä.

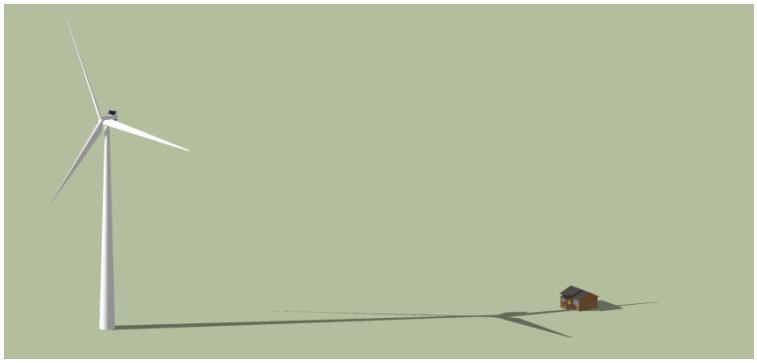
Välkeselvitys on tehty WindPRO 3.4 ohjelmiston SHADOW-moduulia käyttäen. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Tuloksia on verrattu Saksan, Ruotsin ja Tanskan suositusarvoihin (LAI, 2002; Boverket, 2009; Miljøministeriet, 2015). Etha Wind Oy on tarkistanut lähtötietojen oikeellisuuden ja vastaa siitä, että laskenta on oikein suoritettu.

3 VARJOVÄLKKEEN MUODOSTUMINEN

Tuulivoimaloiden roottorin pyörimisestä aiheutuu säännöllisesti välkkyvää varjovaikutusta, kun voimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä. Välkkeen määrä riippuu sääolosuhteista siten, että esimerkiksi pilvisellä säällä välkettä ei esiinny. Kesällä välkevaikutukset ovat laajimmillaan aamuisin ja iltaisin, kun aurinko on matalalla. Talvisin välkettä voidaan havaita laajemmalla alueella myös päivällä. Etäisyyden kasvaessa tuulivoimalan ja tarkastelupisteen välissä, välkkeen vaikutus pienenee. Kun tuulivoimala ei pyöri, välkettä ei esiinny. Välkevaikutus riippuu myös tuulen suunnasta eli roottorin kulmasta havainnointipisteeseen nähden.

Havaintopaikkaan kohdistuva varjovälke ei ole jatkuvaa, vaan välkkeen ajankohta ja kestoaika vaihtelevat vuorokauden ja vuodenajan mukaan. Yhtäjaksoista välkettä esiintyy yleensä 0-30 minuuttia päivässä riippuen havainnointipaikan suhteesta välkelähteeseen.

Ihmiset kokevat välkevaikutukset, kuten muutkin vaikutukset, hyvin eri tavoin. Suositusarvot ylittävä määrä varjovälkettä asuinalueella voi vaikuttaa asukkaiden viihtyvyyteen. Se havaitaanko varjovälkettä asuinalueella, loma-asunnolla tai työmaa-alueella, vaikuttaa ilmiön häiritsevyyteen. Myös eri hankkeiden varjovälkkeen kumuloituminen voi vaikuttaa lähialueen asuinviihtyvyyteen sekä virkistyskäyttöön.



Kuva 1. Varjovälkettä muodostuu, kun tuulivoimala pyörii tarkastelupisteen ja auringon välissä, aurinkoisella ja pilvettömällä säällä.

3.1 OHJE- JA RAJA-ARVOT

Suomen lainsäädännössä ei ole määritelty välkevaikutukselle raja-arvoja tai suosituksia. Ympäristöhallinnon ohjeen OH 5/2016 mukaan Suomessa vaikutuksia arvioitaessa on

suositeltavaa käyttää apuna muiden maiden ohjearvoja. Saksassa ja Ruotsissa on tuulivoimapuistojen viereiselle asutukselle annettu suositusarvo maksimissaan kahdeksan tuntia välkettä vuodessa (nk. ”real case” eli todellinen tilanne, jossa huomioidaan auringonpaisteajat ja tuuliolosuhteet). Lisäksi Saksassa ja Ruotsissa on annettu suositusarvo 30 minuuttia päivässä sekä 30 tuntia vuodessa niin kutsutussa ”worst-case” -eli teoreettisessa maksimitilanteessa. Tanskassa sovelletaan yleensä kymmenen tunnin vuotuisen välkkeen raja-arvoa todellisessa tilanteessa.

Teoreettinen maksimitilanne tarkoittaa tilannetta, jossa kaikkien voimaloiden oletetaan olevan toiminnassa keskeytyksettä, ja taivaan oletetaan aina olevan pilvetön. Aurinkoisina ajanjaksoina teoreettisen maksimitilanne voi toteutua päivätasolla, mutta käytännössä ei vuositasolla. Tämän raportin välkemallinnustuloksia on verrattu edellä mainittuihin suositusarvoihin.

3.2 VARJOVÄLKKEEN LÄHTÖTIEDOT JA MENETELMÄT

Välkkeen muodostumiseen vaikuttavat oleellisesti sääolosuhteiden lisäksi voimaloiden käyttöaika, korkeus ja roottorin halkaisija. Myös kasvillisuus ja puusto vaikuttavat oleellisesti välkevaikutuksen muodostumiseen. Välkemallinnus on tehty sekä ilman puuston suojaavan vaikutuksen huomiointia että suojavaikutus huomioiden.

Tuulivoimaloiden aiheuttaman varjovälkkeen vaikutusalue ja –määrä mallinnetaan tuulivoimamallinnukseen käytettävällä WindPRO-ohjelmalla, jossa pohjatietona käytettiin paikallisia olosuhteita vastaavia tilastollisia tietoja. Ohjelmalla voidaan laskea sekä tiettyyn pisteeseen kohdistuva varjovälke, että koko tuulivoima-alueen varjovälkkeen muodostuminen. Laskennat tehdään todellisten olosuhteiden mukaisesti, jolloin otetaan huomioon tuulivoimaloiden korkeus, sijainti ja roottorin halkaisija sekä paikalliset, tilastolliset sääolosuhteet. Puustoa ja muuta kasvillisuutta ei kuitenkaan huomioida, mistä johtuen paikoittain raportoidaan liian korkeat välkearvot. Käyttöaste ja tuulensuunnat lasketaan käyttäen Tuuliatlaksen tietoja.

Välkemallinnukset on suoritettu alalla vakiintuneen käytännön mukaisesti, ottaen huomioon voimalan lapojen keskimääräiset leveydet, joiden avulla lasketaan maksimitarkasteluetäisyys voimaloista (LAI 2002). Maksimitarkasteluetäisyys määritetään siten, että havainnointipisteessä voimalan lapa peittää vähintään 20 % auringosta. Mikäli voimala on niin kaukana

havainnointipisteestä, että sen lavat peittävät alle 20 % auringon pinta-alasta, ei havainnointi pisteeseen muodostu häiritsevään voimakkaita liikkuvia varjoja.

Välkemallinnuksessa on käytetty nk. kasvihuoneasetusta, eli välkettä lasketaan havaittavaksi aina, kun välkealue osuu rakennuksen kohdalle.

Maastotietokantana käytettiin Maanmittauslaitoksen kahden metrin korkeusmallia ja säähavaintotietoina käytettiin Oulun lentokentän sääaseman havaintoja. Oulun havaintoasema sijaitsee noin 90 kilometrin päässä suunnitellusta tuulivoimapuistoalueesta. Laskelmissa oletetaan, että tuulivoimaloiden roottorit pyörivät vain tuulennopeuden ollessa sopiva. Varjovälkettä tarkasteltiin kahden metrin korkeudelta eli suunnilleen ihmisen havainnointikorkeudelta. Mallinnuksessa käytetyt asetukset, auringonpaisteajat sekä tuulivoimaloiden toiminta-aika on esitetty alla olevissa taulukoissa.

Taulukko 2. Mallinnuksessa käytetyt asetukset

Asetus	Kuvaus
Auringonpaisteajat	Oulun sääaseman havainnot, Ilmatieteen laitos (taulukko 3)
Toiminta-aika	Tuuliatlaksen perusteella (taulukko 4)
Asuntojen asetus	Kasvihuone-asetus
Mallinnus	Välkemallinnus vakiintuneen menetelmän mukaisesti (LAI 2002)
Lapaparametrit	Voimalavalmistajien lapaparametrejä käytössä
Puuston vaikutus	Ei huomioitu
Vertailuarvot	10 h/v todellinen tilanne 8 h/v todellinen tilanne 30 h/v teoreettinen tilanne 30 min/pv teoreettinen tilanne

Taulukko 3. Mallinnuksessa käytetyt auringonpaisteajat

Kuukausi	Keskimääräinen auringonpaisteen tuntimäärä päivässä
Tammikuu	0.77
Helmikuu	2.46
Maaliskuu	4.42

Huhtikuu	6.93
Toukokuu	8.81
Kesäkuu	9.87
Heinäkuu	9.13
Elokuu	6.84
Syyskuu	4.43
Lokakuu	2.23
Marraskuu	0.93
Joulukuu	0.26
Keskiarvo	**4.76**

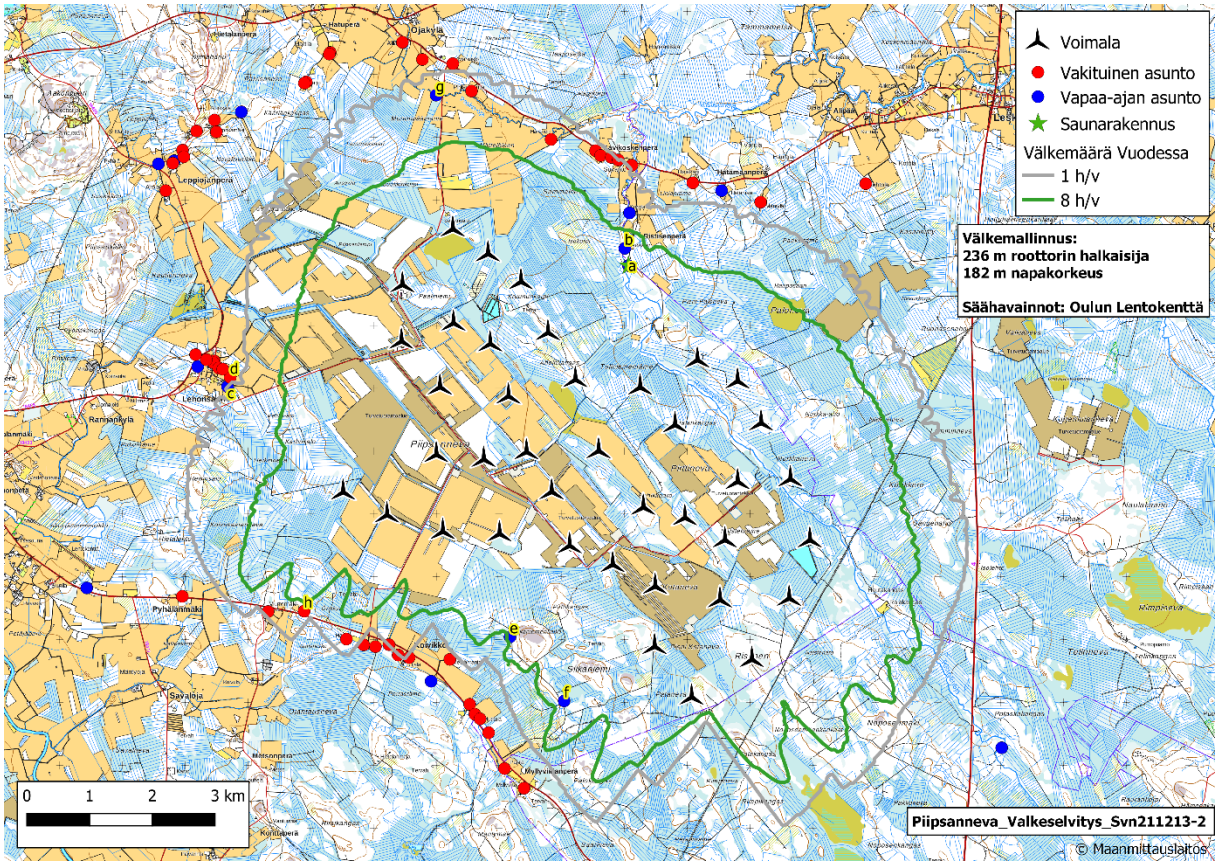
Taulukko 4. Tuulivoimaloiden toiminta-aika

Tuulensuunta	Toiminta-aika (h/v)
Pohjoinen	594
Pohjoiskoillinen	414
Itäkoillinen	366
Itä	339
Itäkaakko	470
Eteläkaakko	733
Etelä	908
Etelälounas	1058
Länsilounas	1078
Länsi	906
Länsiluode	606
Pohjoisluode	541
Summa	**8013**

4 VÄLKEVAIKUTUKSET

4.1 PIIPSANNEVAN VÄLKEVAIKUTUKSET

Välkemallinnuksen tuloksia kuvataan visuaalisesti kartoilla, ja lisäksi tuloksia on kuvattu yksityiskohtaisesti sanallisesti. Kartalla tulokset on esitetty soveltaen todellisen tilanteen vertailuarvoa 8 h/v. Tässä mallinnuksessa puuston suojaavaa vaikutusta ei ole huomioitu.



Kuva 2. Varjovälkkeen muodostuminen Piipsannevan alueella. Havainnointipisteet on merkitty kuvaan (a-h) ja niiden välketasot on esitetty taulukossa 5.

Vihreän alueen ulkopuolella varjovälkettä esiintyy vuodessa alle kahdeksan tuntia. Ruotsissa ja Saksassa annettu maksimisuositus kahdeksan tunnin vuotuisesta varjon välkkeestä ylitetään neljässä havainnointipisteessä, joista yksi on saunarakennus ja kolme ovat vapaa-ajan rakennuksia. Suurin välkemäärä esiintyy saunarakennuksessa (14h, 9m). Kolmessa vapaa-ajan rakennuksessa

välkettä esiintyy 9h,28m – 12h,31m. Teoreettisen maksimitilanteen suositusarvot (30 h/v ja 30 min/p) eivät ylity muissa havainnointipisteissä.

Laskennassa on tarkasteltu välkettä yksittäisissä havainnointipisteissä. Seuraavassa taulukossa on laskennasta saadut tulokset havainnointipisteille.

Taulukko 5. Varjovälkelaskennan tulokset, Piipsanneva

Havainnointi piste	Asunnon luokka	Itäinen koord. (ETRS TM35FIN)	Pohjoinen koord. (ETRS TM35FIN)	Vilkkumisen määrä (todellinen tilanne, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/v)	Vilkkumisen määrä (teoreettinen maksimi, h/pv)	Suositus-arvon ylitys
a	Saunarakennus	436 066	7 114 957	14:09	102:14	0:58	Kyllä
b	Vapaa-ajan asunto	436 007	7 115 233	11:50	89:10	0:54	Kyllä
c	Vakituinen asunto	429 673	7 113 032	1:00	7:00	0:23	Ei
d	Vapaa-ajan asunto	429 716	7 113 178	0:00	0:00	0:00	Ei
e	Vapaa-ajan asunto	434 177	7 109 044	9:28	37:06	0:29	Kyllä
f	Vapaa-ajan asunto	435 040	7 108 024	12:31	47:39	0:35	Kyllä
g	Vapaa-ajan asunto	432 999	7 117 673	1:33	19:31	0:28	Ei
h	Vakituinen asunto	430 895	7 109 455	4:19	15:25	0:28	Ei

4.2 VAIKUTUSTEN ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT

Välkemallinnus edustaa keskimääräistä varjostustilannetta, jossa pohjana on käytetty pitkän ajan tilastollisia sääarvoja. Mikäli sääolosuhteet poikkeavat merkittävästi tilastoiduista arvoista, saattaa myös välkkeen määrä poiketa.

Tuulivoimaloiden käyttöaste, eli aika jolloin voimalat pyörivät ja tuottavat sähköä, vaikuttaa merkittävästi välkkeen syntymiseen. Käyttöasteen pienentyessä saattaa välke yksittäisessä pisteessä vähentyä. Myös epävarmuus oletetuissa tuulensuunnissa voi vaikuttaa laskentatulokseen.

Välkemallinnuksessa ei otettu huomioon korkean kasvillisuuden mahdollista suojavaikutusta. Avoimilla alueilla sijaitseville rakennuksille välkemäärät ovat tässä mallinnuksessa samanlaiset, kuin mallinnettaessa kasvillisuuden kanssa. Rakennuksissa, jotka sijaitsevat lähellä metsäalueita, kokevat todellisuudessa vähemmän välkettä, kuin mallinnuksessa, koska metsä rajoittaa välkkeen syntymistä.

4.3 HAITTOJEN EHKÄISEMINEN JA SEURANTA

Tuulivoimaloiden varjovälkevaikutuksia pystytään ehkäisemään jo suunnitteluvaiheessa. Voimaloita voidaan sijoittaa siten, että ne aiheuttavat mahdollisimman vähän välkettä herkälle alueelle. Myös voimalan koko vaikuttaa merkittävästi syntyvän välkkeen määrään, joten valitsemalla matalampia voimaloita tai pienempiä roottoreita, voidaan välkevaikutuksia vähentää.

Kohtuuton haitta varjovälkkeestä pystytään ehkäisemään myös pysäyttämällä välkettä aiheuttavat voimalat kriittiseksi ajaksi. Voimalat voidaan ohjelmoida pysähtymään automaattisesti vallitsevien sääolosuhteiden mukaisesti, kun välkettä muodostuisi herkälle alueelle (flicker control).

5 LÄHTEET

Boverket (2009). *Vindkraftshandboken – planering och prövning av vindkraft på land och i kustnära vattenområden.*

Etha Wind Oy (2020). *02-Flicker and ZVI-CGYK150223-1-Rev12.* Internal work description.

LAI (2002). *Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergieanlagen (WEA-Schattenwurf-Hinweise), Länderausschuss für Immissionsschutz-Arbeitsgruppe Schattenwurf.*

Miljøministeriet Naturstyrelsen (2015). *Vejledning om planlægning for og tilladelse til opstilling af vindmøller.*

Ympäristöministeriö (2016). *Tuulivoimarakentamisen suunnittelu / OH 5/2016. Helsinki.*

LIITE 1: SIJOITUSSUUNNITELMA

Voimala	Itäinen (ETRS-TM35-FIN)	Pohjoinen (ETRS-TM35-FIN)	Napakorkeus / Roottorin halkaisija / Kokonaiskorkeus (m)
2	432 457	7 113 755	182 / 236 / 300
4	433 071	7 113 024	182 / 236 / 300
5	433 276	7 115 542	182 / 236 / 300
7	434 163	7 112 880	182 / 236 / 300
8	434 851	7 111 357	182 / 236 / 300
10	432 473	7 114 654	182 / 236 / 300
11	436 502	7 109 850	182 / 236 / 300
12	433 837	7 115 146	182 / 236 / 300
13	433 286	7 114 043	182 / 236 / 300
14	434 363	7 114 703	182 / 236 / 300
15	434 793	7 113 891	182 / 236 / 300
16	435 230	7 113 143	182 / 236 / 300
17	434 020	7 110 687	182 / 236 / 300
18	437 175	7 113 456	182 / 236 / 300
19	437 815	7 113 121	182 / 236 / 300
20	438 657	7 111 560	182 / 236 / 300
21	436 262	7 113 022	182 / 236 / 300
22	433 769	7 111 872	182 / 236 / 300
23	438 190	7 112 452	182 / 236 / 300
24	437 614	7 110 589	182 / 236 / 300
25	437 083	7 108 086	182 / 236 / 300
26	435 825	7 110 197	182 / 236 / 300
27	436 493	7 108 892	182 / 236 / 300
28	431 527	7 111 352	182 / 236 / 300
29	438 638	7 109 659	182 / 236 / 300
30	438 968	7 110 589	182 / 236 / 300
31	434 450	7 111 992	182 / 236 / 300
32	435 138	7 110 499	182 / 236 / 300
33	433 013	7 111 949	182 / 236 / 300
34	436 313	7 111 110	182 / 236 / 300
35	436 976	7 110 945	182 / 236 / 300
36	435 600	7 112 009	182 / 236 / 300
37	437 536	7 109 634	182 / 236 / 300
38	437 817	7 111 519	182 / 236 / 300
39	436 819	7 112 422	182 / 236 / 300
40	433 872	7 113 713	182 / 236 / 300
41	433 116	7 110 723	182 / 236 / 300

42	432 227	7 110 987	182 / 236 / 300
43	438 044	7 108 685	182 / 236 / 300