

# VARESE SADAMA DETAILPLANEERINGUGA KAVANDATAVA TUULIKU (V66-1.65 MW) MÜRAHINNANG

Töö nr 18003284

Tartu 2019

**Veiko Kärbla**  
projektijuht

---

## SISUKORD

1. SISSEJUHATUS .....	3
2. MÜRA NORMTASEMED .....	4
3. LÄHTEANDMED JA METOODIKA .....	5
4. ARVUTUSTULEMUSED .....	6
5. KOKKUVÖTE .....	10

# 1. SISSEJUHATUS

Käesolev eksperthinnang on koostatud eesmärgiga määrata Pahapilli küla Varese sadama detailplaneeringuga kavandatava tuuliku töötamisega kaasnev müratase lähimatel elamualadel ning vastavus kehtivatele nõuetele. Vajadusel tuuakse välja soovitud leevendavate meetmete rakendamiseks (nt piirangud tuuliku töörežiimile teatud tuule suuna korral).

Planeeringualaks on Saare maakonnas Saaremaa vallas Pahapilli külas Varese sadama (48301:006:0515) katastriüksus. Detailplaneeringu eesmärk on Sadama territooriumile tuulegeneraatori kui sadamat teenindava tehnorajatise, statsionaarsete vee- ja elektrisüsteemide, kütusetankimise süsteemide ja laevadelt vastuvõetavate jäätmete eemaldamise süsteemide rajamiseks lahenduste määramine. Lisaks määratakse hoonestusala ning –tingimused sadama tegevusega seotud hoonete ehitamiseks.

Planeeritav elektrituulik (torn koos labadega) on 83 m kõrgune. Olemasolevad elamualad asuvad kavandatava tuuliku asukohast kaugemal kui 300 meetrit ja Külade üldplaneeringuga kavandatud elamualad kaugemal kui 500 meetrit. Lähipiirkonnas ei toimu märkimisväärset majandustegevust ning puuduvad märkimisväärsed olemasolevad müraallikad.

Kavandatava elektrituuliku töötamisega kaasnev müratase peab lähimate müratundlike hoonete juures vastama keskkonnaministri 16.12.2016 määruses nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ toodud nõuetele. Mürahinnangu koostamisel arvestatakse keskkonnaministri 06.10.2016 määrusega nr 32 „Välisõhus leviva müra piiramise eesmärgil planeeringu koostamisele esitatavad nõuded“.

Käesolev töö on koostatud, kontrollitud ja heaks kiidetud vastavalt Hendrikson & Ko OÜ kvaliteedipoliitikale. Hendrikson & Ko juhtimissüsteem on sertifitseeritud vastavalt kvaliteedistandardile ISO 9001: 2008. Töö tellijaks on Saaremaa Vallavalitsus.

## 2. MÜRA NORMTASEMED

Planeeringuala mürasituatsiooni hindamisel lähtutakse keskkonnaministri 16.12.2016 määruse nr 71 „Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid“ nõuetest. Määruse nõudeid tuleb täita planeerimisel ning ehitusprojektide koostamisel. Määrust ei kohaldata alal, kuhu avalikkusel puudub juurdepääs ja kus ei ole püsivat asustust, ning töökeskkonnas, kus kehtivad töötervishoidu ja tööohutust käsitlevad nõuded.

Eraldi normatiivid on kehtestatud liiklus- ja tööstusmürale. Tööstusmüra eespool nimetatud määruse tähenduses on müra, mida põhjustavad paiksed müraallikad sh elektrituulikud. Tööstusmüra normid on üldjuhul rangemad kui vastavad liiklusmüra normväärtused, kuna tehnoseadmete müra spektraalseid omadusi (näiteks võimalik tonaalne ja/või ebaühtlase tekkega müra) peetakse mõnevõrra häirivamaks kui tavapärasest sõiduvahendite müraspektrit.

Müratundlike alade kategooriad määratakse vastavalt üldplaneeringu maakasutuse juhtotstarbele järgmiselt:

- I kategooria – virgestusrajatiste maa-alad ehk vaiksed alad,
- II kategooria - haridusasutuste, tervishoiu- ja sotsiaahoolekandeasutuste ning elamu maa-alad, rohealad,
- III kategooria – keskuse maa-alad,
- IV kategooria – ühiskondlike hoonete maa-alad.

Detailplaneeringuala ümbruse lähimad müratundlikud hoonestusalad (elamud) tuleb lugeda II kategooria aladeks.

Planeeringutes ja projekteerimisel kasutatakse järgmisi müra normtasemete liigitusi:

- müra piirväärtus – suurim lubatud müratase, mille ületamine põhjustab olulist keskkonnahäiringut ja mille ületamisel tuleb rakendada müra vähendamise abinõusid;
- müra sihtväärtus – suurim lubatud müratase uute planeeringutega aladel. Planeeringust huvitatud isik tagab, et müra sihtväärtust ei ületata.

Uute tuulikute kavandamisel tuleb üldjuhul eesmärgiks seada rangeimate nõuete ehk välisõhus leviva müra sihtväärtuse tagamine, mis tagab head tingimused lähimatel müratundlikel aladel.

Välisõhu normväärtustega võrdlemiseks kasutatakse tavapäraselt müra hinnatud taset päeval (7.00–23.00) ja öösel (23.00–7.00). Müra hinnatud tase on etteantud ajavahemikus mõõdetud või arvatud müra A-korrigeeritud tase, millele on tehtud parandusi, arvestades müra tonaalsust, impulssheli või muid asjakohaseid tegureid. Päevane ajavahemik (7-23) sisaldab ka õhtust aega (19-23), millele rakendatakse parandustegurit +5 dB.

Tabel 1. Tööstusmüra normtasemed (päeval/öösel, dBA)

Ala kategooria üldplaneeringu alusel	I virgestusrajatiste maa- alad ehk vaiksed alad	II haridusasutuste, tervis- hoiu- ja sotsiaahoole- kande-asutuste ning elamu maa-alad	III keskuse maa-alad IV ühiskondlike hoonete maa-alad
Müra sihtväärtus	45/35	50/40	55/45
Müra piirväärtus	55/40	60/45	65/50

II kategooria alade (elamud) tööstusmüra sihtväärtus on 50 dB päeval ja 40 dB öösel, tööstusmüra piirväärtus on päeval 60 dB ja öösel 45. Kuna tuulikud töötavad ööpäevaringselt saab määravaks mürataseme vastavus öistele nõuetele.

Tuulikuparkidest (ja üksikutuulikute) lähtuva müra hindamisel ja tuulikutele sobiva asukoha määramisel võetakse reeglina aluseks kõige rangem nõue ehk öine sihtväärtus, mis tagab naaberaladel head akustilised tingimused ööpäevaringselt.

Maaomanikuga kokkuleppel võib olemasolevatel elamumaadel lähtuda ka piirväärtusest (45 dB). Hoonete elu- ja magamisruumides on tööstusaladelt lähtuva müra puhul päevasel ajal lubatud 30 dB, öisel ajal 25 dB, mis on üldjuhul tagatud ka osaliselt avatud akende korral.

### 3. LÄHTEANDMED JA METOODIKA

Praegune mürafoon vaadeldavas piirkonnas koosneb peamiselt looduslikust foonist (merelained, tuul, puude sahin). Müra levimiseks on tingimused suhteliselt head – maastik on suures ulatuses avatud. Müralevi soodustavatest tuultest domineerivad edelatuuled. Suhteliselt kõrge on ka lõuna- ja läänetuulte osakaal.

Uute tuulikute kavandamisel hinnatakse tuuleturbiinide müra arvutuslikult, mis annab hea ülevaate müra levikust suurel maa-alal. Normidega võrdlemise seisukohalt olulises mürataseme vahemikus (35...40 dB) summutab tuule kiirusel üle 8 m/s taustamüra moodsate tuuleturbiinide hääle pea täielikult. Väiksema tuule kiiruse korral võib küll madalama taustafooni tõttu tuulikute müra kohati selgemalt kostuda (kui tuuliku rootori kõrgusel on vähemasti tagatud minimaalne tuuliku töötamiseks vajalik tuule kiirus), kuid vastavad ümbruskonna lähimatel müratundlikel aladel esinevad müratasemed jäävad siiski madalamaks kui tavapärasele arvutusmetoodikale vastava tuule kiiruse (8 m/s 10 m kõrgusel maapinnast) korral. Vaiksemates tuuleoludes töötab ka tuulik reeglina vaiksemas režiimis, samuti on müra levik piiratud väiksema alaga.

Müra modelleerimisel kasutati järgmisi andmeid:

- Tuuliku tüüp: Vestas V66;
- Tuuliku nimivõimsus: 1,65 MW;
- Tuuliku torni (masti) kõrgus: 50 m;
- Tuuliku rootori diameeter: 66 m;
- Tuuliku müraemissoon ( $L_{WA}$ ): 102,5 dB.

Tuuliku müraemissiooni puudutavad andmed on võetud arvutustarkvara WindPRO andmebaasist (01.02.2019 seisuga). Andmebaas sisaldab Vestas V66 tuuliku andmeid, kuid antud tuuliku puhul ei ole müra osas välja toodud, kas tegemist on ametlike (ehk garanteeritud müratase, mida ei ületata) müraemissiooni andmetega, seetõttu lisatakse arvutamisel müraemissioonile +2 dB arvestamiseks võimaliku määramatusega sisendandmetes<sup>1</sup>.

Lisaks on tootja infomaterjalides<sup>2</sup> kirjas, et Vestas V66 näol on tegemist kahe generaatoriga tuulikumudeliga, mille müraemissioon kuni 5 m/s (referentskõrgusel 10 m

<sup>1</sup> Tuulikute poolt emiteeritav müratase määratakse standardi IEC 61400-11 kohaselt

<sup>2</sup> General Specifications. V66-1.65 MW. OptiSlip Wind Turbine. 943511 VER 10

maapinnast) puhuvate tuulte korral on kuni 97,9 dB. Teine generaator käivitub üle 5 m/s puhuvate tuulte korral ning müraemissioon 8 m/s puhuva tuule korral on 102,5 dB.

Tuuliku töötamisega kaasnev müratase ja müra levik arvutati tuulikuparkide kavandamise ja mõjude hindamise spetsiaaltarkvaraga WindPRO. Arvutamisel kasutati rahvusvahelist standardit ISO 9613-2: "Acoustics — Abatement of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation", mis on Euroopa Liidu soovituslik tööstusmüra arvutusmeetod liikmesriikidele, kellel ei eksisteeri siseriiklikke arvutusmeetodeid (Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiiv 2002/49/EÜ, 25. juuni 2002, mis on seotud keskkonnamüra hindamise ja kontrollimisega). Nimetatud standard on tuulikuparkide müra leviku hindamisel laialt kasutatav ka muu maailma praktikas. Müra levik on antud ebasoodsates tingimustes - müralevi soodustav pärituul 8 m/s igas suunas. Reaalselt igapäevaselt ning päeva/öö keskmisena avalduvad müratasemed on seega üldjuhul madalamad.

Arvutuspiirkonna kohta koostati kolmemõõtmeline maastikumudel (sh Maa-ameti Lidar kõrgusandmed). Välisõhu müratase hinnatakse 2 m kõrgusel maapinnast ehk keskmise inimese kuulmiskõrgusel (või pisut kõrgemal), mürakontuurid esitatakse 5 dB vahemike kaupa, tihedas arvutusvõrgustikus 5\*5 m sammuga.

Arvutamisel käsitletakse tuulikut kui punktmüraallikat ning maksimaalne müra levik antakse samaaegselt kõigis suundades, reaalses oludes saab mürakaardil esitatud situatsioon korraga esineda ainult ühe suunas.

Lisaks arvestatakse müralevi modelleerimisel ka heli neelduvust või peegelduvust maapinnal. Heli neelduvus sõltuvalt maapinna ja maakasutuse omadustest on määratud skaalal 0 (akustiliselt "kõva" heli peegeldav pinnas: maanteed, veekogud, betoonpind) kuni 1 (akustiliselt "pehme" heli neelav pinnas: põllud, põõsad, heinamaa, lumine pind). Antud juhul esineb müraallika ja müratundlike hoonete vahelisel alal ligikaudu võrdselt akustiliselt „pehmet“ ehk helilaineid neelavat looduslik pinnast ning akustiliselt "kõva" ehk heli peegeldavat pinnast (veepind). Seetõttu on arvutustes kasutatud koefitsienti 0,5, mis vastab segapinna definitsioonile.

Modelleerimisel ei ole arvestatud otseselt müra levikut takistavate objektidega nagu kõrgemad puud ja metsaalad. Juhul, kui tuuliku ja vaateleja vahele jäävad metsatukad, on tegelikkuses avalduvad müratasemed madalamad kui arvutustes näidatud.

## 4. ARVUTUSTULEMUSED

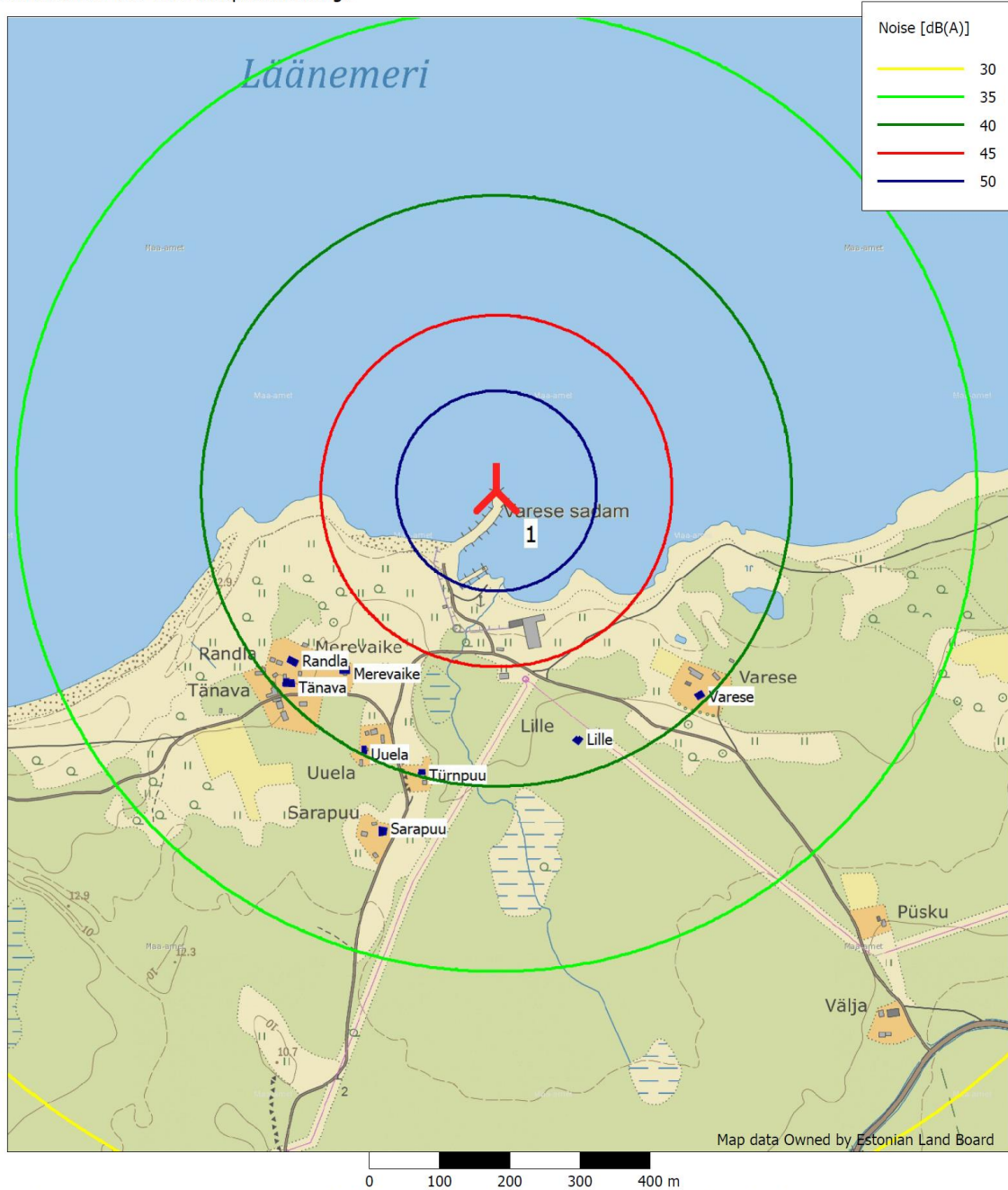
Spetsiaaltarkvaraga WindPRO modelleeritud müra levik ebasoodsates oludes on toodud skeemkaardil 1. Skeemkaardil 2 on toodud detailsem väljavõtte müraarvutuse sisendandmetest ja arvutustulemustest lähimate müratundlike hoonete juures.

Project:  
**2019\_Varese sadam**

Licensed user:  
**Hendrikson & Ko**  
Raekoja plats 8  
EE-51004 Tartu  
+372 7 409 806  
Hendrikson&Ko  
Calculated:  
26.02.2019 15:17/3.1.597

**DECIBEL - Map 8,0 m/s**

**Calculation:** V66 G0.5 maapinnamudeliga



Map: Estonian Land Board Basemaps / Maa-ameti aluskaardid, Print scale 1:8 000, Map center Estonian Lambert L-EST97-EST97 (EE) East: 406 900 North: 6 493 800  
 X New WTG      Noise sensitive area  
 Noise calculation model: ISO 9613-2 General. Wind speed: 8,0 m/s  
 Height above sea level from active line object

Skeemkaart 1. Arvutuslik müra levik kavandatava tuuliku töötamise korral.

Project:

2019\_Varese sadam

Licensed user:

Hendrikson &amp; Ko

Raekoja plats 8

EE-51004 Tartu

+372 7 409 806

Hendrikson&amp;Ko

Calculated:

26.02.2019 15:17/3.1.597

## DECIBEL - Main Result

**Calculation:** V66 G0.5 maapinnamudeliga

**Noise calculation model:**

ISO 9613-2 General

**Wind speed:**

8,0 m/s

**Ground attenuation:**

General, fixed, Ground factor: 0,5

**Meteorological coefficient, C0:**

0,0 dB

**Type of demand in calculation:**

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

**Noise values in calculation:**

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

**Pure tones:**

Fixed penalty added to source noise of WTGs with pure tones: 0,0 dB(A)

**Height above ground level, when no value in NSA object:**

2,0 m Don't allow override of model height with height from NSA object

**Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive is less restrictive.:**

0,0 dB(A)



▲ New WTG

■ Noise sensitive area

## WTGs

East	North	Z	Row data/Description	WTG type			Power, rated [kW]	Rotor diameter [m]	Hub height [m]	Noise data				
				Valid	Manufact.	Type-generator				Creator Name	Wind speed [m/s]	LWA,ref [dB(A)]	Pure tones	
1	406 921	6 493 961	1,9 VESTAS V66v2 1650-30...	Yes	VESTAS	V66v2-1 650/300	1 650	66,0	50,0	USER	8m Man. 27-02-98	8,0	104,5	No h

h) Generic octave distribution used

## Calculation Results

### Sound level

No.	Name	East	North	Z	Imission height [m]	Demands		Sound level [dB(A)]
						Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]	
A	Lille	407 035	6 493 610	6,9	2,0	40,0	41,4	
B	Varese	407 204	6 493 670	4,2	2,0	40,0	40,4	
C	Merevaika	406 710	6 493 710	5,9	2,0	40,0	42,5	
D	Randla	406 637	6 493 718	5,0	2,0	40,0	41,2	
E	Tänava	406 631	6 493 691	5,4	2,0	40,0	40,7	
F	Türnpuu	406 818	6 493 563	5,7	2,0	40,0	40,3	
G	Sarapuu	406 763	6 493 478	6,7	2,0	40,0	38,2	
H	Uuella	406 734	6 493 596	6,2	2,0	40,0	40,3	

### Distances (m)

WTG	
NSA	1
A	369
B	406
C	328
D	373
E	396
F	411
G	508
H	409

Skeemkaart 2. Väljavõte müraarvutuse sisendandmetest ja arvutustulemustest.



Müra modelleerimise tulemustest selgub, et kavandatava tuuliku täisvõimsusel töötamisel võib ebasoodsate ilmastikuolude korral esineda lähimate elamute fassaadil öise müra sihtväärtuse (40 dB) ületamist. Päevase tööstusmüra sihtväärtuse (50 dB) ületamist ei esine, samuti vastab müratase päevase ja öise tööstusmüra piirväärtuse nõuetele.

Kõrgeim müratase esineb arvutuslikult Merevaike kinnistu eluhoone juures (tegemist on ka tuulikule lähima hoonega): modelleerimise kohaselt kuni 42,5 dB (ehk öise sihtväärtuse ületamine 2,5 dB ulatuses). Öise sihtväärtuse ületamist võib teoreetiliselt esineda ka teiste eluhoonete juures: nt Lille kinnistul (ületamine 1,4 dB), Randla kinnistul (ületamine 1,2 dB), ülejäänud hoonete puhul jääb teoreetiline sihtväärtuse ületamine väiksemaks kui 1 dB.

Antud juhul on modelleerimisel lisaks tuuliku müraemissioonile arvestatud ka võimalikku määramatust (+2 dB). Juhul, kui määramatust täiendavalt arvesse mitte võtta ning eeldada, et andmebaasis sisalduv müraemissiooni arv väärtus ( $L_{WA}$  102,5 dB) vastab ka tegelikule (garanteeritud) tuuliku müraemissioonile, esineb müra sihtväärtuse ületamist ainult lähimal eluhoonega kinnistul (Merevaike) ning ületamine on suhteliselt väike ehk 0,5 dB. Teiste eluhoonete juures on sel juhul tööstusmüra sihtväärtusele vastavad tingimused ööpäevaringselt tagatud.

Lisaks võib välja tuua asjaolu, et Vestas V66 näol on tegemist kahe generaatoriga tuulikumudeliga, mille puhul teine (suurema müraemissiooniga) generaator käivitub alles üle 5 m/s puhuvate tuulte korral (referentskõrgus 10 m maapinnast) ning müraemissioon 102,5 dB saavutatakse 8 m/s puhuva tuule korral. Kuni 5 m/s puhuvate tuulte korral on tuuliku müraemissioon kuni 97,9 dB.

Seega, kuna nõrgema tuule korral (alla 5 m/s 10 m kõrgusel maapinnast) töötab ainult tuuliku madalama müraemissiooniga generaator, on selles olukorras kõigi lähimate müratundlike hoonete juures tagatud öisele tööstusmüra sihtväärtusele vastav olukord ning müratase elamute lähedal jääb selgelt madalamaks kui sihtväärtus.

Tuuliku täisvõimsusel töötamise korral on aga lähimatel müratundlikel aladel öine müra sihtväärtus ületatud, seega tuleb hetkel kavandatud tuulikutüübi rajamise korral rakendada piiranguid tuuliku öisele tööajale (vahemikus 23.00-7.00) ja/või võimsusele (tuuliku töötamise võimsust piirates on võimalik vähendada müraemissiooni).

Tagamaks öisele müra sihtväärtusele vastav olukord lähimatel elamualadel on soovitatav ebasoodsatel ilmastikuoludel (loode-, põhja- ja kirdetuul üle 5 m/s) piirata tuuliku töötamisvõimsust. Nõrgema kui 5 m/s (10 m kõrgusel maapinnast) tuule korral ei ole piirangud vajalikud, samuti ei ole piirangud vajalikud päevasel ajal (7.00-23.00).

## 5. KOKKUVÕTE

Käesoleva eksperthinnangu eesmärgiks oli määrata Pahapilli küla Varese sadama detailplaneeringuga kavandatava tuuliku töötamisega kaasnev müratase lähimatel elamualadel ning vastavus kehtivatele nõuetele. Lisaks toodi välja soovitud leevendavate meetmete (müra vähendavate meetmete) rakendamiseks (piirangud tuuliku töörežiimile teatud tuule suuna korral). Planeeritav elektrituulik Vestas V66-1.65 MW on 83 m kõrgune (torn koos labadega, sh on rootori diameeter 66 m).

Detailplaneeringuala ümbruse lähimad müratundlikud hoonestusalad (olemasolevad eluhooned asuvad kavandatava tuuliku asukohast kaugemal kui 300 m) tuleb lugeda II kategooria aladeks. Uute tuulikute kavandamisel tuleb lähimatel müratundlikel aladel eesmärgiks seada rangeimate nõuete ehk välisõhus leviva müra sihtväärtuse tagamine. II kategooria alade (elamud) tööstusmüra sihtväärtus on 50 dB päeval ja 40 dB öösel. Kuna tuulikud töötavad ööpäevaringselt saab määravaks mürataseme vastavus öistele nõuetele.

Tuuliku müraemissiooni puuduvad andmed võeti arvutustarkvara WindPRO andmebaasist, kuid antud tuuliku puhul ei ole andmebaasis ning V66-1.65 MW infomaterjalides müra osas välja toodud, kas tegemist on ametlike (ehk garanteeritud müratase, mida ei ületata) müraemissiooni andmetega, seetõttu lisati arvutamisel müraemissioonile +2 dB arvestamiseks võimalikku määramatusega sisendandmetes.

Müra modelleerimise tulemustest selgub, et kavandatava tuuliku täisvõimsusel töötamisel võib ebasoodsate ilmastikuolude korral esineda lähimate elamute fassaadil öise müra sihtväärtuse (40 dB) ületamist kuni 2,5 dB ulatuses. Päevase tööstusmüra sihtväärtuse (50 dB) ületamist ei esine. Juhul, kui võimalikku määramatust täiendavalt arvesse mitte võtta ning eeldada, et andmebaasis sisalduv tuuliku müraemissiooni arväärtus ( $L_{WA}$  102,5 dB) ei vaja korrektuuri, esineb müra öise sihtväärtuse ületamist ainult lähimal eluhoonega kinnistul (Merevaike kinnistul sihtväärtuse ületamine 0,5 dB). Tööstusmüra öine sihtväärtus lähima eluhoone juures on siiski mõlemal juhul ületatud ning müra piiramise meetmed on teatud tuule suuna ja tugevuse korral vajalikud.

Lisaks võib välja tuua asjaolu, et Vestas V66 näol on tegemist kahe generaatoriga tuulikumudeliga, mille puhul teine generaator käivitub alles üle 5 m/s puhuvate tuulte korral (referentskõrgus 10 m maapinnast) ning müraemissioon 102,5 dB saavutatakse 8 m/s puhuva tuule korral. Väiksema kui 5 m/s tuule kiiruse korral on tuuliku müraemissioon kuni 97,9 dB. Seega on ainult ühe generaatori töötamise korral kõigi lähimate müratundlike hoonete juures tagatud ka öisele tööstusmüra sihtväärtusele vastav olukord.

Tuuliku täisvõimsusel töötamise korral on aga lähimatel müratundlikel aladel öine müra sihtväärtus ületatud, mistõttu tuleb hetkel kavandatud tuulikutüübi rajamisel ebasoodsate tuuleolude korral (loode-, põhja- ja kirdetuul üle 5 m/s 10 m kõrgusel maapinnast) rakendada piiranguid tuuliku öisele tööajale (vahemikus 23.00-7.00) ja/või võimsusele. Väiksema kui 5 m/s tuule kiiruse korral ei ole piirangud vajalikud, samuti ei ole piirangud vajalikud päevasel ajal (07.00-23.00).