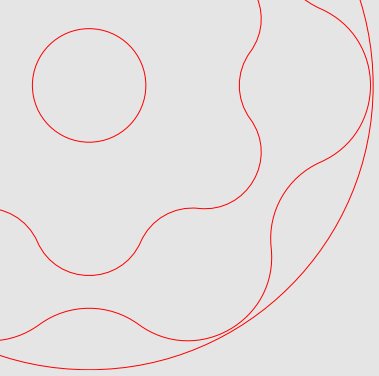


LIIVI LAHE MERETUULEPARK  
KESKKONNAMÕJU HINDAMINE  
KESKKONNAMÜRA HINNANG

MARKO RÜNDVA

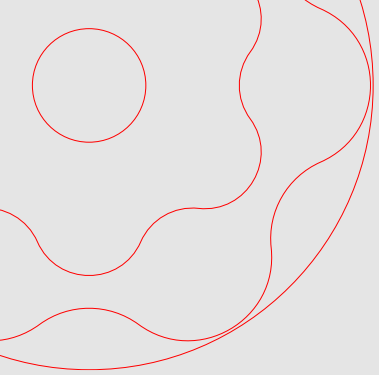
17-18.04.2024

KAJAJA  
ACOUSTICS



# Töö sisu

- ⦿ Teoreetiline käitamisaegse müra leviku modelleerimine
  - ⦿ 3 alternatiivi
  - ⦿ väliskeskkonnas leviv müra
  - ⦿ madalsageduslik müra
- ⦿ Ehitusaegse müra hinnang



## Keskkonnaministri määrus nr 71 (16.12.2016)

Välisõhus leviva müra normtasemed ja mürataseme mõõtmise, määramise ja hindamise meetodid

### Müra normtasemed

Müra liik, ühik		Müra piirväärtus $L_{pA,eq,T}$		Müra sihtväärtus $L_{pA,eq,T}$	
		Liiklusmüra [dBA]	Tööstusmüra <sup>3,4</sup> [dBA]	Liiklusmüra [dBA]	Tööstusmüra <sup>3,4</sup> [dBA]
Müra kategooria	Aeg <sup>2</sup>				
I kategooria – päev virgestusrajatiste maa- alad ehk vaiksed alad	öö	55	55	50	45
	öö	50	40	40	35
II kategooria – päev haridusasutuste, tervishoiu- ja sotsiaalhoolekande- asutuste ning elamumaa-alad, maatulundusmaa õuealad, rohealad	öö	60 65 <sup>1</sup>	60	55	50
	öö	55 60 <sup>1</sup>	45	50	40
III kategooria – keskuse maa-alad, IV kategooria – ühiskondlike hoonete maa-alad	päev	65 70 <sup>1</sup>	65	60	55
	öö	55 60 <sup>1</sup>	50	50	45

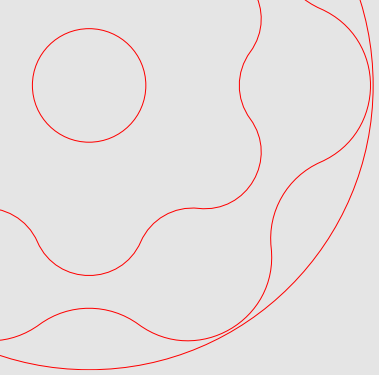
<sup>1</sup> müratundliku hoone teepoolsel küljel;

<sup>2</sup> päeva- ja ööaeg on vastavalt 7.00–23.00 ja 23.00–7.00;

<sup>3</sup> tehnoeadmete ning äri- ja kaubandustegevuse tekitatava müra piirväärtusena rakendatakse tööstusmüra sihtväärtust;

<sup>4</sup> ehitusmüra piirväärtusena rakendatakse kella 21.00–7.00 asjakohase müra kategooria tööstusmüra normtasemeid;

<sup>5</sup> impulssmüra piirväärtusena rakendatakse asjakohase müra kategooria tööstusmüra normtasemeid. Impulssmüra põhjustavad tööd, näiteks löhkamine, rammimine jne, võib teha tööpäevadel kella 7.00–19.00.

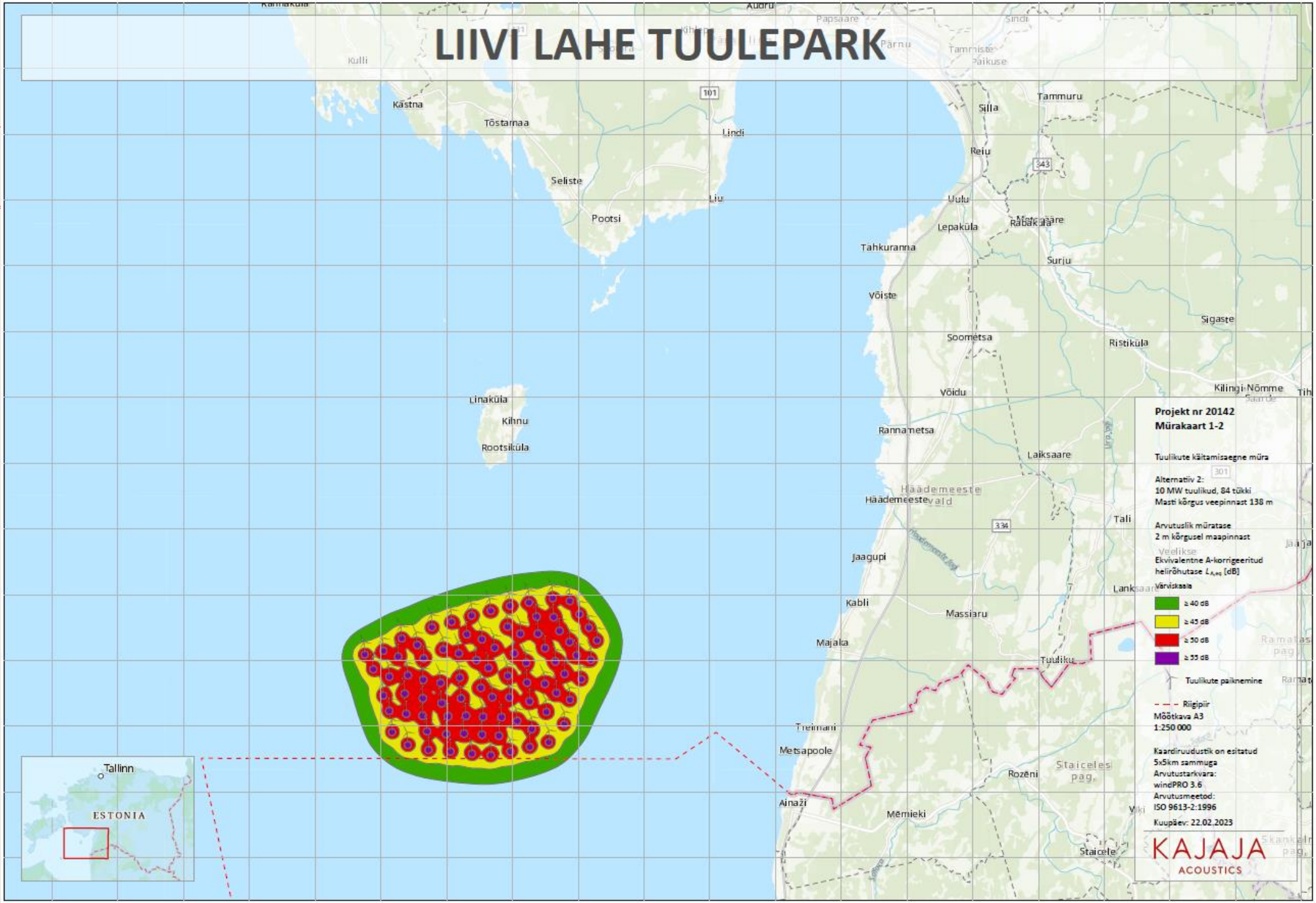


# Välisõhus leviva müra hinnangu lähteandmed

	10 MW TUULIKUD [dB]	15 MW TUULIKUD [dB]	20 MW TUULIKUD [dB] <sup>(1)</sup>
$L_{WA}$	113	118	121
Tuulikute arv	84	67	50

<sup>(1)</sup> kõik emissioonid on tuletatud 15 MW tuuliku lähteandmete alusel

# LIIVI LAHE TUULEPARK



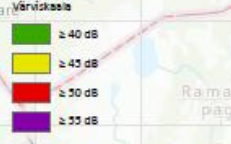
## Projekt nr 20142 Mürakaart 1-2

Tuulikute käitamisaegne müra

Alternatiiv 2:  
10 MW tuulikud, 84 tükki  
Masti kõrgus veepinnast 138 m

Arvutuslik müratase  
2 m kõrgusel maapinnast

Veeliks  
Ekvivalentne A-korrigeeritud  
helir nustase  $L_{Aeq}$  [dB]



Tuulikute paiknemine

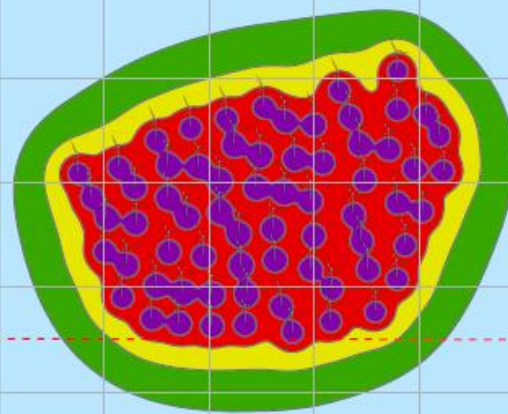
--- Riigipiir  
Mõõtkaava A3  
1:250 000

Kaardir udustik on esitatud  
5x5km sammuga  
Arvutusarkivara:  
windPRO 3.6  
Arvutusmeetod:  
ISO 9613-2:1996  
Kuupäev: 22.02.2023

**KAJAJA**  
ACOUSTICS



# LIIVI LAHE TUULEPARK



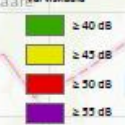
## Projekt nr 20142 Mürakaart 1-3

Tuulikute käitamiseaegne müra

Alternatiiv 3:  
15 MW tuulikud, 67 tükki  
Masti kõrgus veepinnast 146 m

Arvutuslik müratase  
2 m kõrgusel maapinnast

Veelike  
Ekvivalentne A-korrigeeritud  
helirõhutase  $L_{A,eq}$  [dB]



Tuulikute paiknemine

--- Riigipiir  
Mõõtkava A3  
1:250 000

Kaardiruumistik on esitatud  
5x5km sammuga  
Arvustarkvara:  
windPRO 3.6  
Arvustusmeetod:  
ISO 9613-2:1996  
Kuupäev: 22.02.2023

**KAJAJA**  
ACOUSTICS



# LIIVI LAHE TUULEPARK

## Projekt nr 20142 Mürakaart 1-4

Tuulikute käitamiseaegne müra

Alternatiiv 4:  
20 MW tuulikud, 50 tükki  
Masti kõrgus veepinnast 162 m

Arvutuslik müratase  
2 m kõrgusel maapinnast

Veelike  
Ekvivalentne A-korrigeeritud  
helirõhutase  $L_{Aeq}$  (dB)



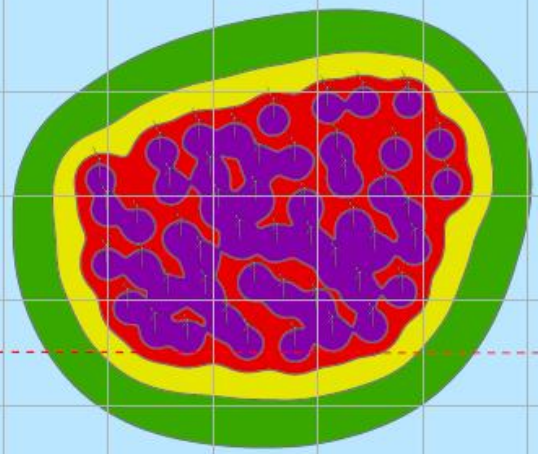
Tuulikute paiknemine

--- Riigipiir  
Mõõtkava A3  
1:250 000

Kaardiruudustik on esitatud  
5x5km sammuga  
Arvustarkvara:  
windPRO 3.6  
Arvutusmeetod:  
ISO 9613-2:1996

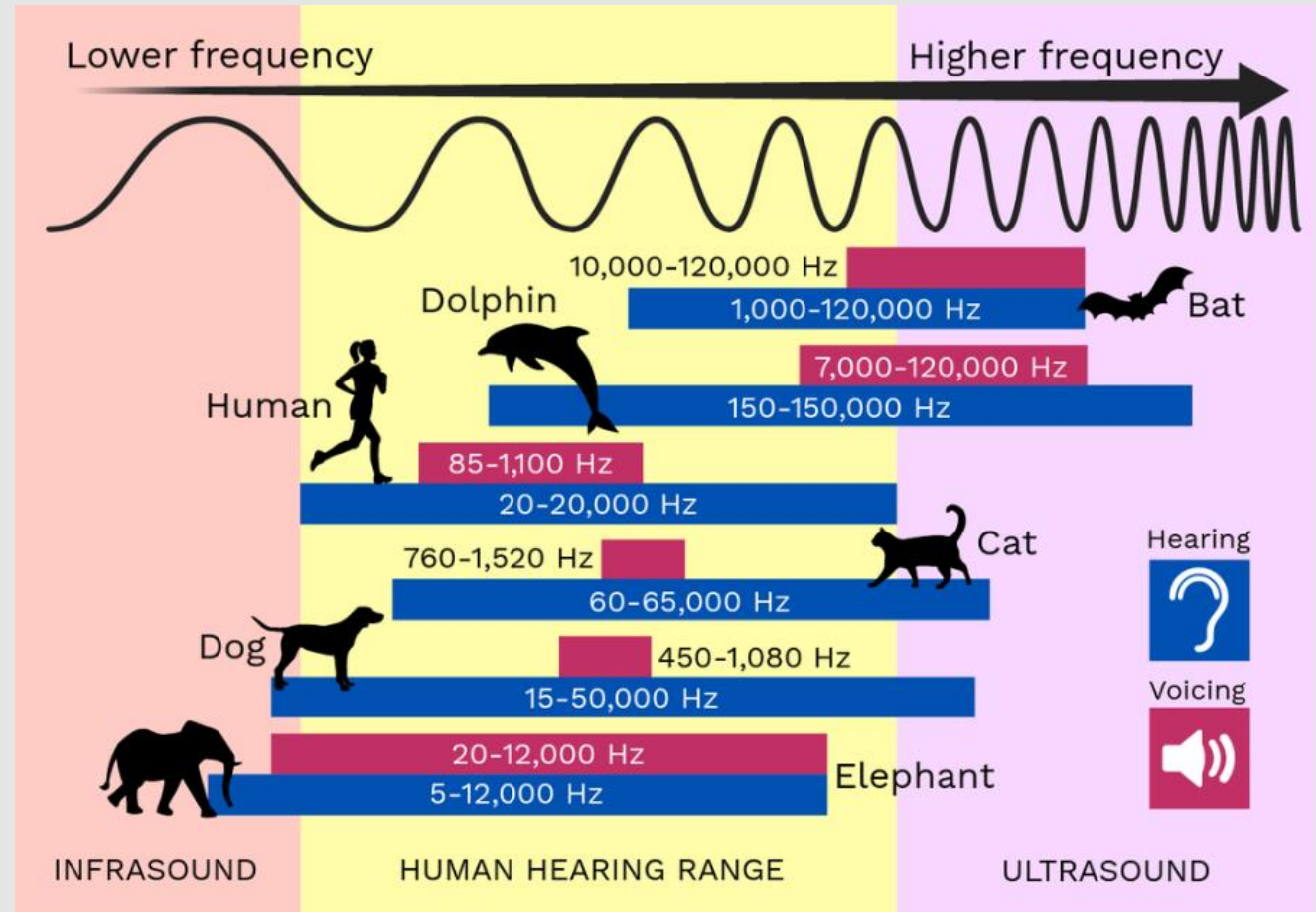
Kuupäev: 22.02.2023

**KAJAJA**  
ACOUSTICS



# Madalsageduslik müra (1)

- Infraheli – sagedus alla 20 Hz
- Madalsageduslik heli – sagedusvahemikus 10-200 Hz
- Ultraheli – sagedus üle 20 kHz



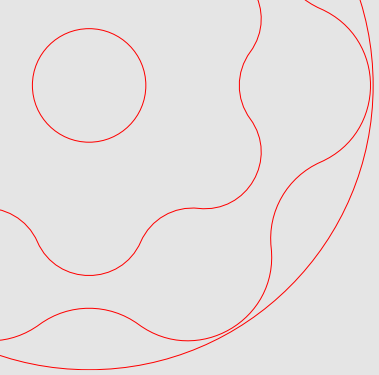
<https://theory.labster.com/hearing-range-dbs/>



# Madalsageduslik müra (2)






- ⊗ Sotsiaalministri 04.03.2002 määrus nr 42 „Müra normtasemed elu- ja puhkealal, elamutes ning ühiskasutusega hoonetes ja müra mõõtmise meetodid“
- ⊗ Sotsiaalministri 06.05.2002 määrus nr 75 “Ultra- ja infraheli helirõhutasemete piirväärtused ning ultra- ja infraheli helirõhutasemete mõõtmine” - *esitatud infraheli helirõhutasemete piirväärtused elamutes ja ühiskasutusega hoonetes*
- ⊗ Väritingimustes madalsagedusliku müra helirõhutasemete osas Eestis riiklik regulatsioon puudub
- ⊗ Soome siseriikliku tuuleparkide madalsagedusliku müra leviku juhendmaterjal „Ympäristöhallinnon ohjeita 2, Tuulivoimaloiden melun mallintaminen (2014)“

1/3 oktaavriba kesksagedus, Hz	Helirõhutase L <sub>p,eq</sub> , dB
10	95
12.5	87
16	79
20	71
25	63
31.5	55.5
40	49
50	43
63	41.5
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32




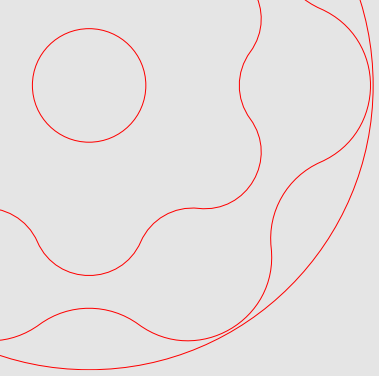
# Madalsagedusliku müra hinnang (1)

## Lähteandmed

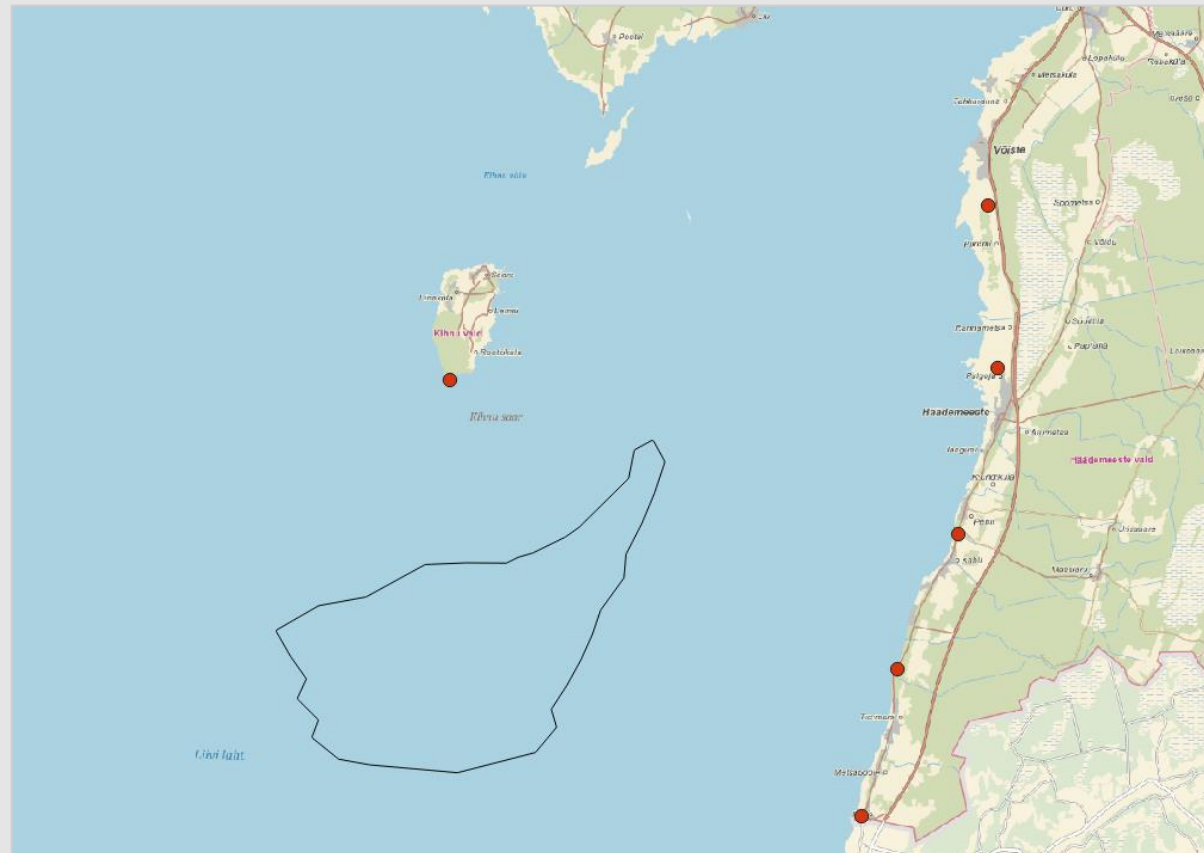
-  Tuulikute müraemissioonid
-  Helilaine geomeetiline ja atmosfääriline sumbuvus
-  Heli peegelduvus maa- ja veepinnalt
-  Tuulikute kaugus vastuvõtvast punktist
-  Hoonete hinnatud heliisolatsioonivõime

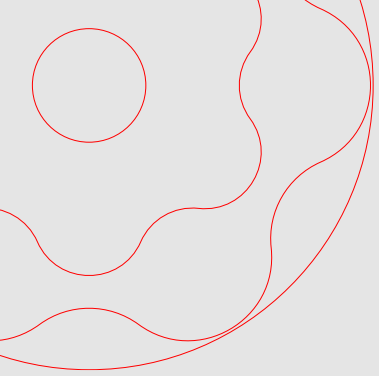
## Tulemused

-  Arvutustulemused on madalamad kui sotsiaalministri määruse nr 42 lisas 1 esitatud soovituslikud helirõhutasemete arväärtused.



# Madalsagedusliku müra hinnang (2)





# Ehitusaegne müra

- ⊗ Ajutine müra – sõltub tuuliku tüüpidest ja ehitustehnoloogiast
- ⊗ Lähtuda kehtivatest normtasemetest
- ⊗ Tõenäolisem mürahäiringu allikas tuulepargi käitamiseks vajalike seonduvate rajatiste (kaablid, alajaamad jne) ehitamine



# Järeldused

- ⊗ Välisõhus leviv müra
  - ⊗ Tööstusmüra öine piirtase 40 dB jääb mere peale
- ⊗ Madalsageduslik müra
  - ⊗ igas hindamispunktis jäi müratase alla soovituslikke helirõhutasemeid ning alla esitatud piirväärtuseid

**TÄNAN TÄHELEPANU EEST!**

**KAJAJA**  
ACOUSTICS