

Pärnu Vesi AS

Lõhnaainete mõõtmine ja
modelleerimine

Tallinn 2023



Pärnu Vesi AS

Lõhnaainete mõõtmine ja modelleerimine

Tallinn 2023

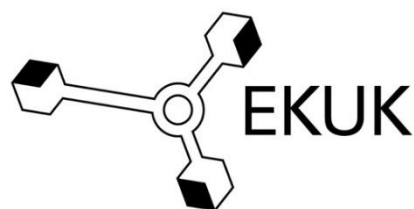
Kinnitas:

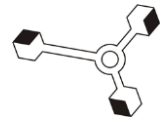
Toivo Truuts
õhulabori juhataja

Aruande koostajad:

Riina Titova
vanemspetsialist

Marek Maasikmets
andmeanalüüsi
grupi juhataja





Töö nimetus:

Pärnu Vesi AS lõhnaainete mõõtmine ja modelleerimine

Töö autorid:

Marek Maasikmets, andmeanalüüsi grupi juhataja
Keio Vainumäe, emissioonigrupi juhataja
Aser Sikk, vanemspetsialist
Tarmo Talvoja, vanemspetsialist
Riina Titova, vanemspetsialist

Töö tellija:

Aqua Consult Baltic OÜ
Pikk tn 20
Tartu, 51013
Tartumaa

Töö teostaja:

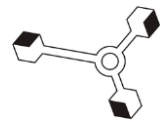
Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ

Marja 4D
Tallinn, 10617
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee
EAK poolt akrediteeritud katselabor L008.

Tellimuse nr: **ÕHK-747**

Töö valmimisaeg: **21.09.2023**

Käesolev töö on koostatud ja esitatud kasutamiseks tervikuna. Töös ja selle lisades esitatud kaardid, joonised, arvutused on autoriõiguse objekt ning selle kasutamisel tuleb järgida autoriõiguse seaduses sätestatud korda. Töö omandamine, trükkimine ja/või levitamine ärilistel eesmärkidel on ilma Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kirjaliku nõusolekuta keelatud. Töös toodud info kasutamine õppe- ja mitteärilistel eesmärkidel on lubatud, kui viidatakse algallikale. Andmete kasutamisel tuleb viidata nende loojale. Labor ei vastuta kliendi esitatud teabe õigsuse eest.



Sisukord

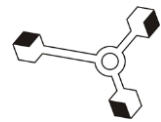
1	Sissejuhatus	6
2	Seadmed ja meetodika	7
3	Tulemused	9
3.1	Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon	9
3.2	Settetiendi	10
3.3	Eelsetiti	11
3.4	Liivapüüduri mahuti (keskmise)	12
3.5	Võrehoone ventilatsioon	13
3.6	Settetahendushoone ventilatsioon	14
4	Modelleerimistulemused	15
5	Fotod mõõtmiskohtadest	22

Tabelid

Tabel 1	Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon – füüsikalised parameetrid	9
Tabel 2	Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon – lõhnaained	9
Tabel 3	Settetiendi – lõhnaained	10
Tabel 4	Eelsetiti – lõhnaained	11
Tabel 5	Liivapüüduri mahuti (keskmise) – lõhnaained	12
Tabel 6	Võrehoone ventilatsioon – füüsikalised parameetrid	13
Tabel 7	Võrehoone ventilatsioon – lõhnaained	13
Tabel 8	Settetahendushoone ventilatsioon – füüsikalised parameetrid	14
Tabel 9	Settetahendushoone ventilatsioon – lõhnaained	14
Tabel 10	Möödetud ja vähendamismeetmetega alternatiivsed hetkelised heitkogused	15

Joonised

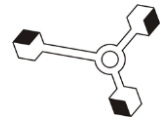
Joonis 1	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, 1:10 000	16
----------	--------------------------------------------------------------------------------------------	----



Joonis 2	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, 1:5000	17
Joonis 3	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 1, 1:10 000	18
Joonis 4	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 1, 1:5000	19
Joonis 5	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 2, 1:10 000	20
Joonis 6	Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 2, 1:5000	21

Fotod

Foto 1	Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon	22
Foto 2	Settetiendi	22
Foto 3	Eelsetiti	23
Foto 4	Liivapüüduri mahuti (keskmine)	23
Foto 5	Võrehoone ventilatsioon	24
Foto 6	Settetiendushoone ventilatsioon	24



1 Sissejuhatus

Aqua Consult Baltic OÜ tellimusel teostati 2023. aasta juulis emissioonimõõtmised Pärnu Vesi AS reoveepuhastusjaama heiteallikatest. Mõõtmised teostati kuuest mõõtepunktist:

05.07.2023

- Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon, 11:29-12:29;
- Settetihendi, 13:09-14:09;
- Eelsetiti, 14:30-15:30.

06.07.2023

- Liivapüüduri mahuti (keskmise), 14:12-15:12;
- Võrehoone ventilatsioon, 11:27-12:27;
- Settetihendushoone ventilatsioon, 12:47-13:37.



2 Seadmed ja meetodika

Füüsikalised parameetrid

Gaasi kiirus määrati dünaamilise rõhu kaudu. Dünaamiline rõhk määratakse kuumades, niisketes ja tahkeid osakesi sisaldavates gaasides Pitot-toruga, mis on ühendatud silikoonvoolikute abil mõõteseadmega Testo 400. Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega ± 0.5 Pa. Temperatuuri mõõtmiseks ja välisõhurõhu määramiseks kasutati mõõteseadet Testo 400. Gaaside joonkiiruse, staatilise rõhu ja temperatuuri määramisel lähtuti standardtööjuhendist STJnrÕ104 v.5.

Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetriga

Lõhnaproovide kogumisel kasutati Nalophan™ proovivõtukotte mahutavusega ca 8 liitrit ning SKC vaakumkohvrit. Proovid analüüsiti 24 tunni jooksul dünaamilise olfaktomeetriga TO9 evolution (Olfasense GmbH). Lõhnaühikute määramine toimus organoleptiliselt Jah/Ei meetodil. Lõhnaproove hindasid n-butanooli (C₄H₉OH) suhtes testitud ekspertrühma liikmed. Ekspertrühma liikmete valikul lähtutakse standardist EVS-EN 13725. Saadud lõhnaaine analüüsitulemuste põhjal arvutati lõhnaaine hetkelised heitkogused (OU/s).

Pindsaasteallikate heitkoguste leidmise arvutuskäik

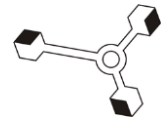
Lõhnaproovide kogumisel pindsaasteallikatest kasutati mõõtekohale paigutatud vookambrit (Scentroid SF450) diameetriga 0.45 m. Vookambrit kasutati dünaamilises režiimis (N₂ pealevool kiirusega ~ 5 l/min).

Peale vookambri paigaldamist ja stabiliseerimisega võeti pindallikast eralduvast õhust kontsentratsioonide määramiseks ühe tunni jooksul lõhnaainete proovid. Vookambri kasutamine võimaldab välja arvutada lõhnaainete hetkelised heitkogused uuritava pinnaühiku kohta. Lõhnaainete hetkeliste heitkoguste (OU/s \times m²) arvutamiseks kasutati järgmist arvutuskäiku:

$$q_e = \frac{\bar{C}_{dn} \times Q}{A}$$

, kus

- q_e lõhnaaine heitkogus (OU/s \times m²)
- \bar{C}_{dn} keskmine lõhnaaine kontsentratsioon normaaltingimustel (OU/m³)
- Q N₂ pealevoolu mahtkiirus vookambrisse (m³/s)
- A vookambri pindala, (m²)



Lõhnaainete hajumise hindamine

Lõhnaaine hajumise ja esinemissageduse hindamiseks kasutati õhukvaliteedi juhtimissüsteemi tarkvara Airviro modelleerimismooduli hulka kuuluvat Lagrange'i osakestemudelit Austal2000G, mis võimaldab hinnata lõhnatundide esinemist protsendina aasta jooksul. Mudel Austal2000G vastab keskkonnaministri määruses nr 81 § 2 lg 2 punktis 3 viidatud standardile EVS 886-1 „Lõhnaainete hajumine atmosfääris. Osa 1: Põhialused”.

Hajumisarvutuste aluseks võeti mõõdetud lõhnaainete kontsentratsioonid ning nende põhjal arvatud lõhnaainete hetkelised heitkogused (OU/s). Modelleerimisel võeti võrgustiku suuruseks 58 × 62 ruutu ning võrgustiku ruudu suuruseks 50 × 50 m. Arvutustes arvestati 2022. aasta meteoroloogiliste tingimustega. Lisaks eeldati hajumisarvutustes, et heiteallikate ajaline dünaamika on aastaringselt ühtlane.

Pärnu Vesi AS heiteallikatest emiteeritava lõhnaaine heitkoguste põhjal teostati lõhnaaine ajalise esinemissageduse hindamine modelleerimise kaudu. Lõhnaainete modelleerimine viidi läbi järgmiselt:

- Pärnu Vesi AS kõikide heiteallikate koosmõju.

Lõhnaaine esinemissageduse hajumisarvutuste tulemusi võrreldi keskkonnaministri määruses nr 81 „Lõhnaaine esinemise hindamise kord, hindamisele esitatavad nõuded ja lõhnaaine esinemise häiringutasemed” sätestatuga. Määruse § 6 lg 2 kohaselt on lõhnaaine esinemise häiringutase vastuvõtja juures 15%. Häiringutase ei näita lõhnaainete intensiivsust, vaid tuntava lõhna tõenäolist esinemise sagedust aasta jooksul ehk 1314 tunnil aastas võib lõhnahäiring olla tajutav. Vastuvõtjaks loetakse nimetatud määruse kontekstis elumupiirkondi, ühiskondlikke hooneid ja ettevõtteid, kes ei ole lõhnaainete tegevuskava koostamise kohuslased.



3 Tulemused

Mõõtetulemused on esitatud tabelites (vt Tabel 1 kuni Tabel 9).

3.1 Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon

Tabel 1 Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon – füüsikalised parameetrid

Temperatuur, rõhk, kiirus	
	Mõõtepunktis
Emissioonigaaside temperatuur, °C	19.1
Rõhk, kPa	101.1
Mahtkiirus, Nm ³ /s	0.291
Kiirus gaasikäigus, m/s	3.9
Gaasikäigu diameeter, m	0.32

Tabel 2 Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon – lõhnaained

Lõhnaainete sisaldus – liivapüüdmise kruvi ventilatsioon (05.07.2023)		
Proovivõtu kellaaeg	OU/m ³	OU/s
11:29-11:40	321.65	93.7
11:54-12:04	338.91	98.7
12:19-12:29	258.05	75.2
Keskministatud tulemus		89.2

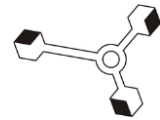


3.2 Settetihendi

Settetihendi pindala – 420 m². Mõõtmiste käigus kasutati vookambrit (Scentroid SF450) dünaamilises režiimis (N₂ pealevool kiirusega 5 l/min).

Tabel 3 **Settetihendi – lõhnaained**

Lõhnaainete sisaldus – settetihendi (05.07.2023)			
Proovivõtu kellaeg	OU/m ³	OU/s × m ²	OU/s
13:09-13:19	2403.78	1.26	529.0
13:35-13:45	3138.1	1.64	690.6
13:59-14:09	4312.34	2.26	949.0
Keskmistatud tulemus			722.9

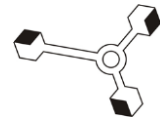


3.3 Eelsetiti

Eelsetiti pindala – 2000 m². Mõõtmiste käigus kasutati vookambrit (Scentroid SF450) dünaamilises režiimis (N₂ pealevool kiirusega 5 l/min).

Tabel 4 Eelsetiti – lõhnaained

Lõhnaainete sisaldus – eelsetiti 05.07.2023)			
Proovivõtu kellaeg	OU/m ³	OU/s × m ²	OU/s
14:30-14:41	10808.63	5.66	11326.7
14:55-15:05	6865.54	3.60	7194.6
15:20-15:30	8586.48	4.50	8998.1
Keskmistatud tulemus			9173.1



3.4 Liivapüüdu mahuti (keskmine)

Liivapüüdu mahuti pindala – 130 m². Mõõtmiste käigus kasutati vookambrit (Scentroid SF450) dünaamilises režiimis (N₂ pealevool kiirusega 5 l/min).

Tabel 5 Liivapüüdu mahuti (keskmine) – lõhnaained

Lõhnaainete sisaldus – liivapüüdu mahuti (06.07.2023)			
Proovivõtu kellaeg	OU/m ³	OU/s × m ²	OU/s
14:12-14:22	6781.71	3.55	461.9
14:37-14:47	5389.82	2.82	367.1
15:02-15:12	12338.59	6.47	840.5
Keskmistatud tulemus			556.5



3.5 Võrehoone ventilatsioon

Tabel 6 Võrehoone ventilatsioon – füüsikalised parameetrid

Temperatuur, rõhk, kiirus	
	Mõõtepunktis
Emissioonigaaside temperatuur, °C	18.4
Rõhk, kPa	101.6
Mahtkiirus, Nm ³ /s	0.651
Kiirus gaasikäigus, m/s	8.6
Gaasikäigu diameeter, m	0.32

Tabel 7 Võrehoone ventilatsioon – lõhnaained

Lõhnaainete sisaldus – võrehoone ventilatsioon (06.07.2023)		
Proovivõtu kellaeg	OU/m ³	OU/s
11:27-11:37	1470.24	957.8
11:52-12:03	1401.55	913.1
12:17-12:27	2728.49	1777.6
Keskmistatud tulemus		1216.2



3.6 Settahendushoone ventilatsioon

Tabel 8 Settahendushoone ventilatsioon – füüsilised parameetrid

Temperatuur, rõhk, kiirus	
	Mõõtepunktis
Emissioonigaaside temperatuur, °C	20.4
Rõhk, kPa	101.3
Mahtkiirus, Nm ³ /s	1.519
Kiirus gaasikäigus, m/s	8.3
Gaasikäigu diameeter, m	0.50

Tabel 9 Settahendushoone ventilatsioon – lõhnaained

Lõhnaainete sisaldus – settelahendushoone ventilatsioon (06.07.2023)		
Proovivõtu kellaeg	OU/m ³	OU/s
12:47-13:00	342.97	521.0
13:12-13:25	594.58	903.2
13:37-13:47	543.54	825.6
Keskmistatud tulemus		749.9



4 Modelleerimistulemused

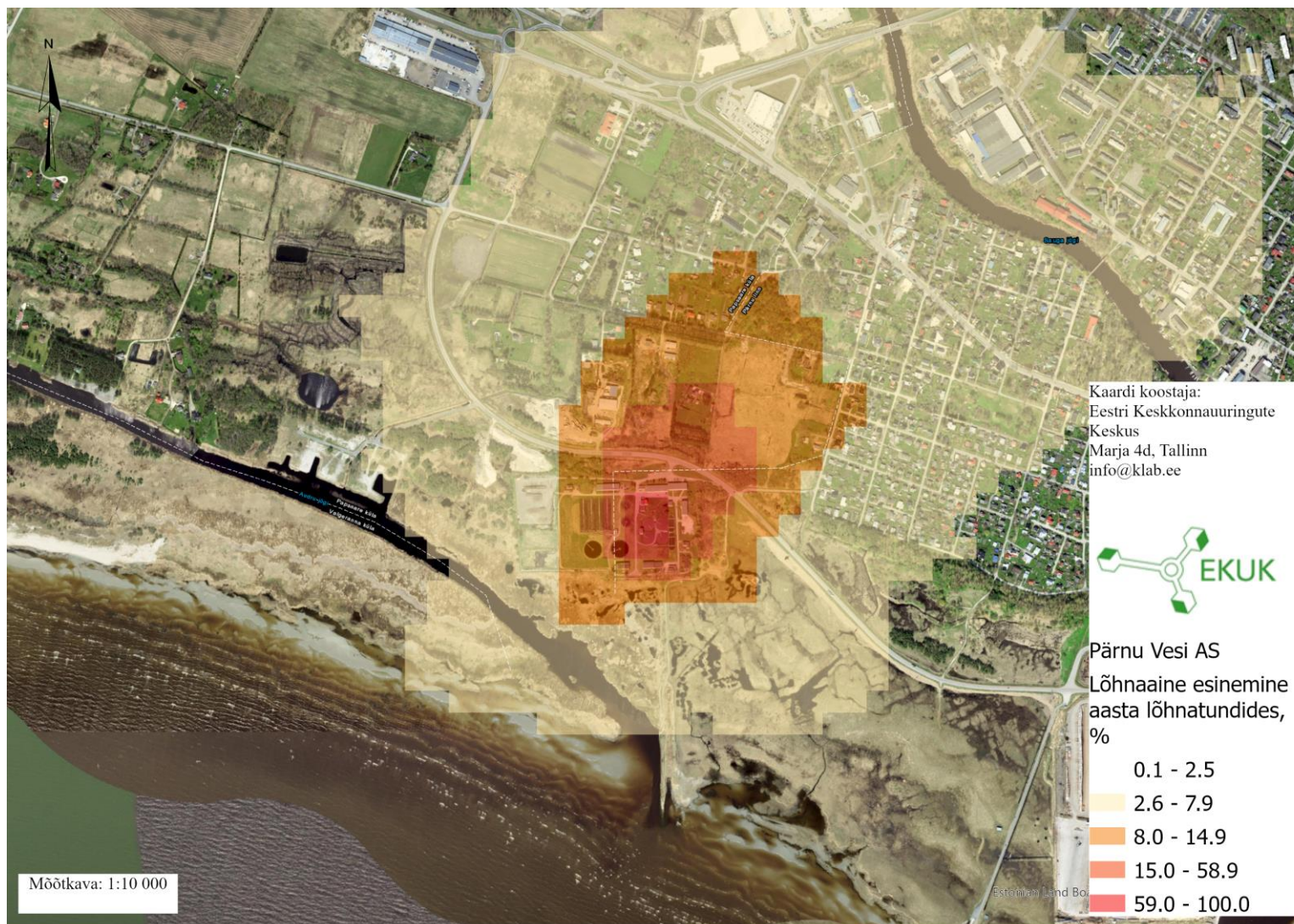
Allolevatel joonistel on toodud Pärnu Vesi AS lõhnaainete esinemissageduse modelleerimistulemused (Joonis 1 ja Joonis 2) ning millest nähtub, et lõhnaaine esinemise häiringutase (15%) on lähima vastuvõtja (elamud põhja suunal, ca 200 m kaugusel) ületatud.

Lisaks teostati tellija poolt koostatud vähendamismeetmetega (alternatiiv 1 ja alternatiiv 2) arvutused, mille hetkelised heitkogused on toodud allolevas tabelis.

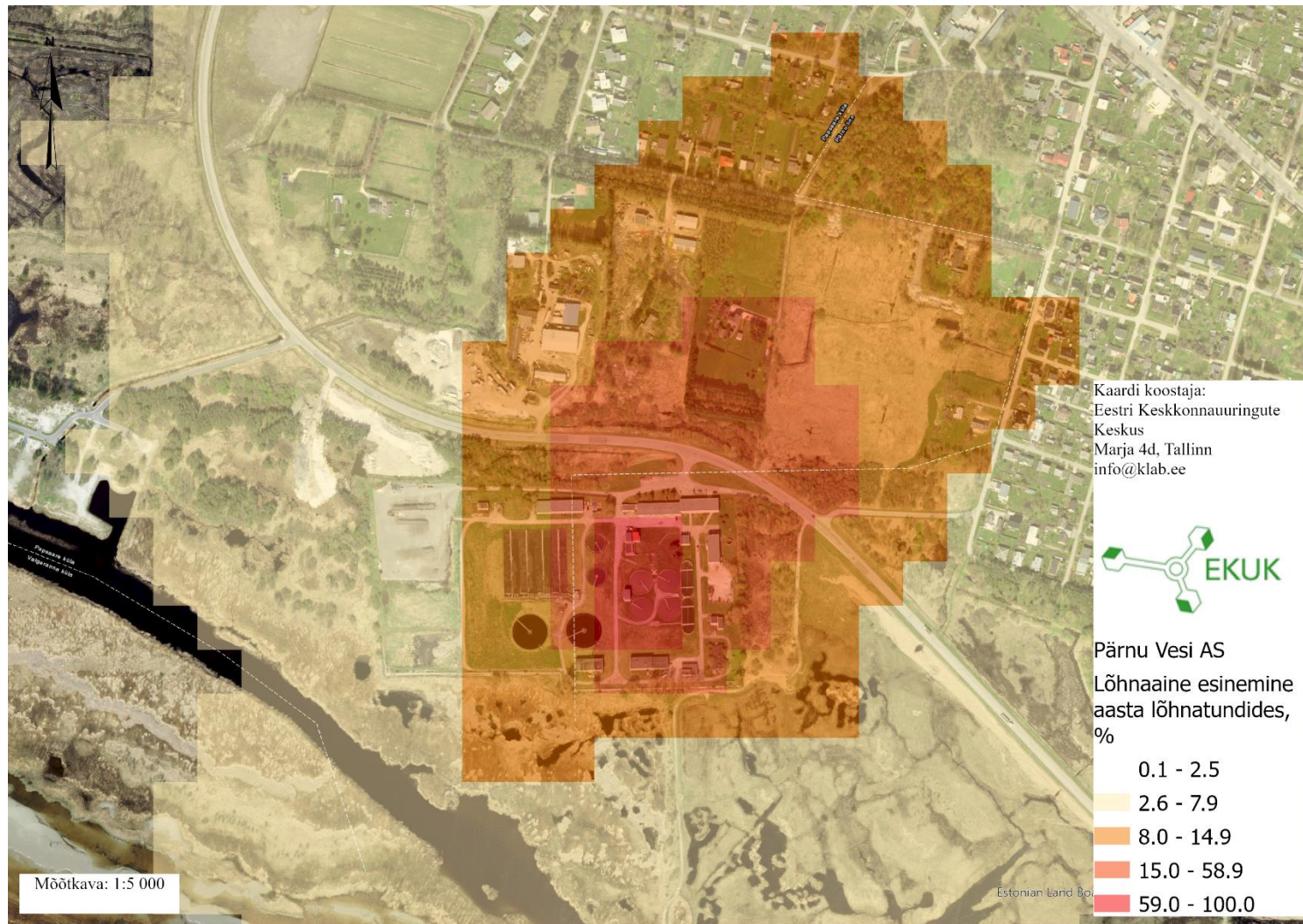
Tabel 10 Mõõdetud ja vähendamismeetmetega alternatiivsed hetkelised heitkogused

Mõõtepunkt	Mõõdetud	Alternatiiv 1	Alternatiiv 2
	OU/s	OU/s	OU/s
Liivapüüdmise kruvi ventilatsioon	89	18	18
Settetiendi (S=420 m ²)	723	723	723
Eelsetiti (S=2 000 m ²)	9173	4587	917
Liivapüüduuri mahuti (S=130 m ²)	557	557	557
Võrehoone ventilatsioon	1216	243	243
Settetahendushoone ventilatsioon	750	750	750
Kokku	12508	6877	3208

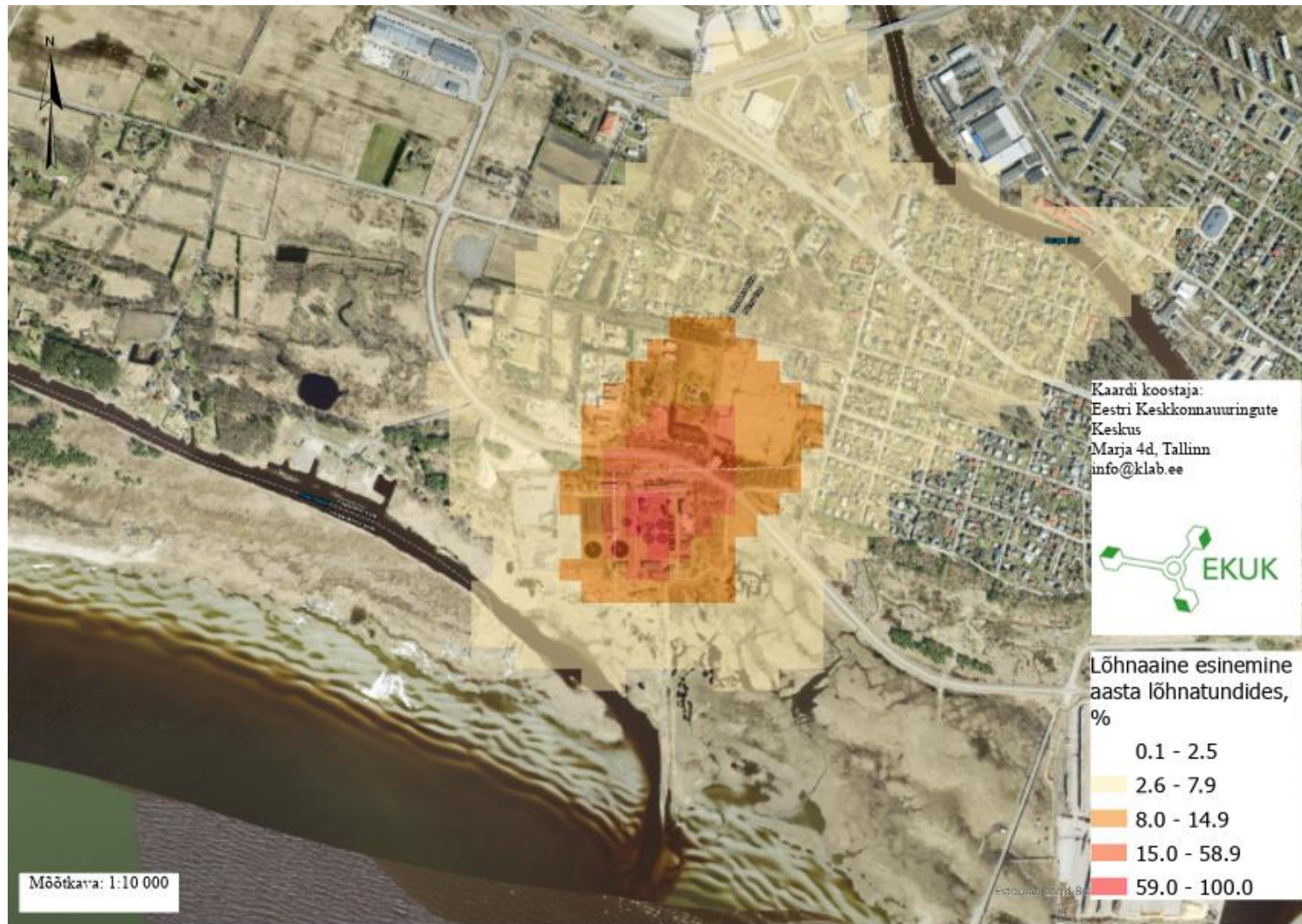
Seejärel teostati Tabel 10 toodud alternatiivsete hetkeliste heitkogustega hajumisarvutused, mis on toodud Joonis 3 kuni Joonis 6. Hajumisarvutustest nähtub, et alternatiiv 2 stsenaariumi puhul tagatakse lähima vastuvõtja juures lõhnaaine esinemise häiringutasemest kinnipidamine e. tulemus on alla 15% aasta lõhnatundidest.



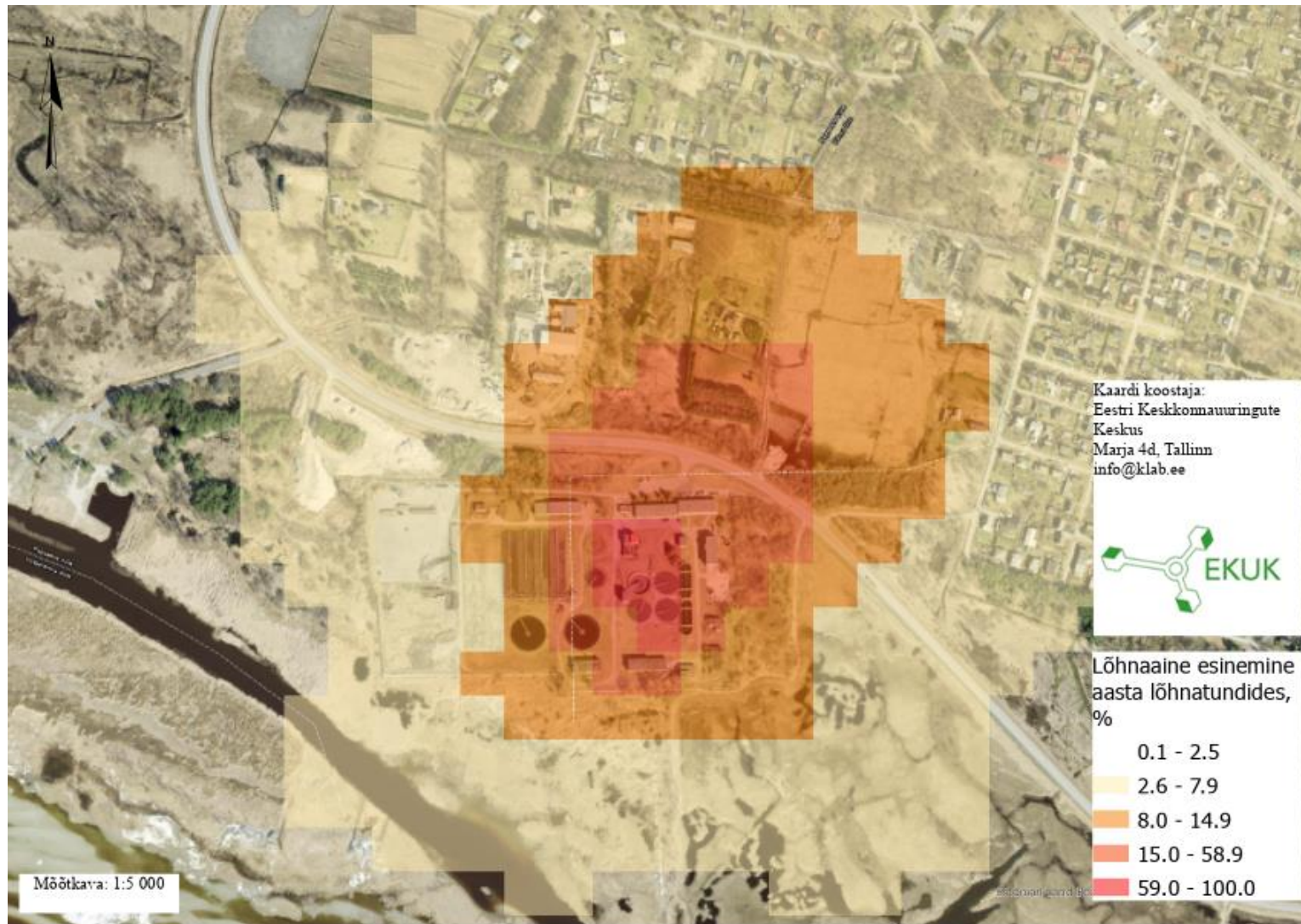
Joonis 1 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, 1:10 000



Joonis 2 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, 1:5000



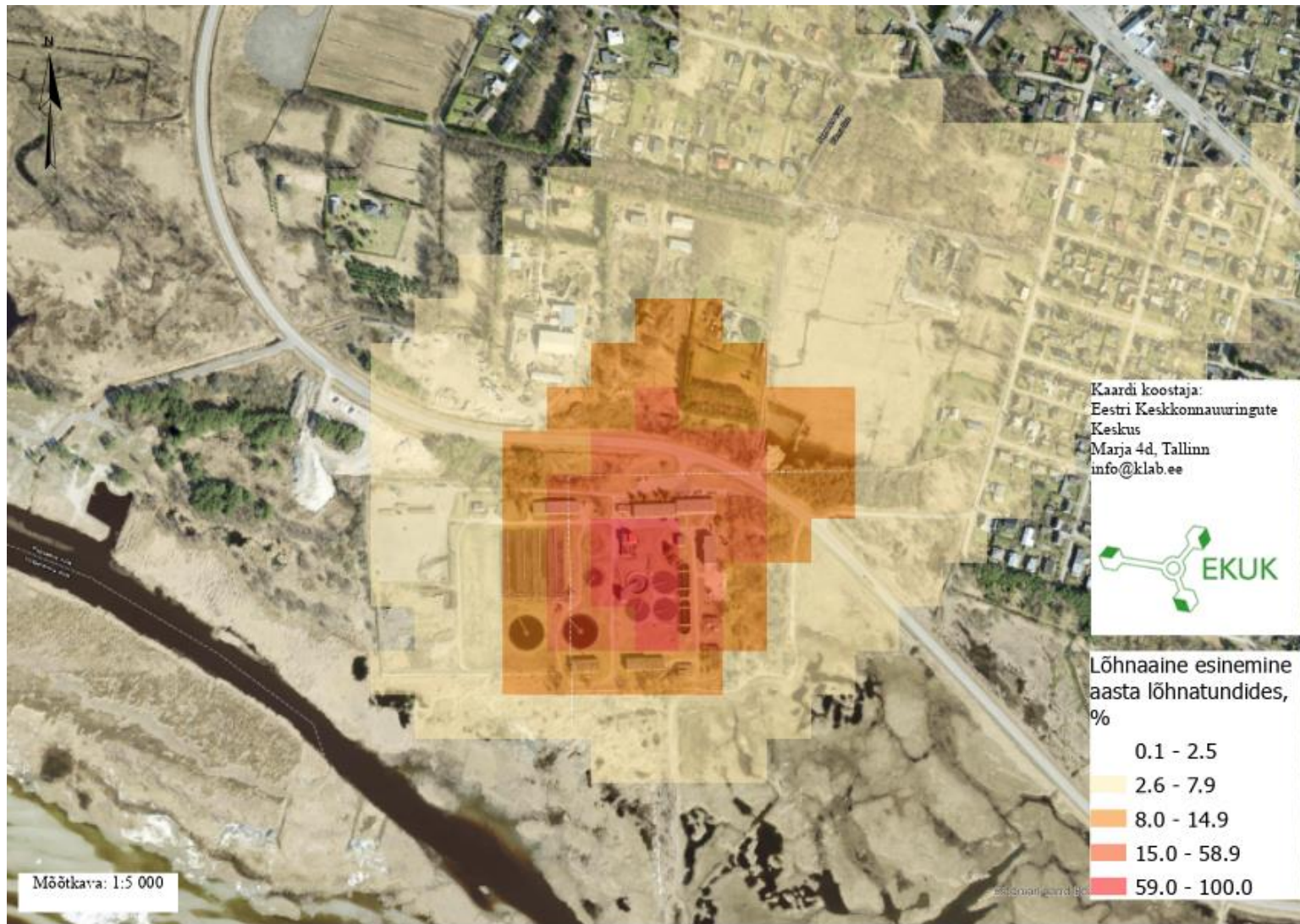
Joonis 3 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 1, 1:10 000



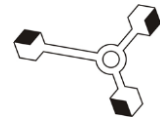
Joonis 4 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 1, 1:5000



Joonis 5 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 2, 1:10 000



Joonis 6 Lõhnatundide esinemissagedus aasta jooksul Pärnu Vesi AS heiteallikate koosmõjul, alternatiiv 2, 1:5000



5 Fotod mõõtmiskohtadest



Foto 1 Liivapüüdmise krui ventilatsioon



Foto 2 Settetihendi

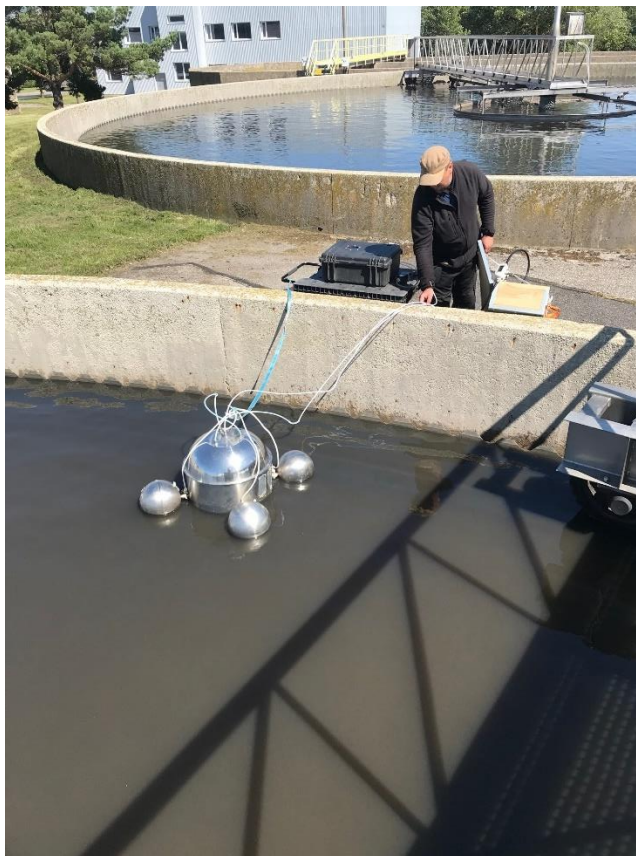


Foto 3

Eelsetiti

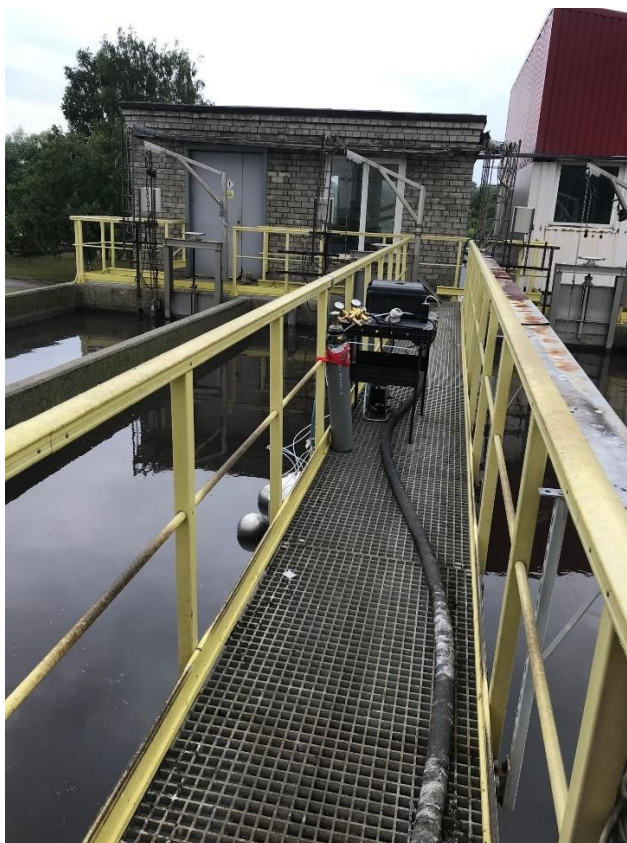


Foto 4

Liivapüüduri mahuti (keskmine)

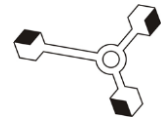


Foto 5 Võrehoone ventilatsioon



Foto 6 Settetihendushoone ventilatsioon