

KESKLAVOR  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB  
Estonian Environmental Research Centre

# Õhukvaliteedi andmete kogumine ja aruandlus 2015 a. lõpparuanne

Tallinn 2015



**Töö nimetus:**

Õhukvaliteedi andmete kogumine ja aruandlus: 2015 a. lõpparuanne

**Töö autorid**

Erik Teinemaa, Marek Maasikmets, Katri Saare, Maris Paju, Tarvo Arumäe, Keio Vainumäe, Aivo Heinsoo, Mihkel Palu, Mart Vill

**Töö tellija:**

Keskkonnaministeerium

**Töö teostaja:**

**Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ**

Marja 4D

Tallinn, 10617

Tel. 6112 900

Fax. 6112 901

[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

[www.klab.ee](http://www.klab.ee)

**Töö valmimisaeg:** 15.01.2016

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.

## Sisukord

1	Sissejuhatus .....	13
2	Välisõhu kvaliteedi hinnangud ja uuringud .....	13
2.1	Konteiner 1 Maardus.....	14
2.2	Konteiner 2 Maardus.....	16
2.3	Mobair 1 Pärnus .....	23
3	Osula Graanul mõõtmised.....	32
3.1	Mõisted ja lühendid.....	33
3.2	Mõõteseadmed ja metoodika .....	36
3.3	Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega .....	36
3.4	Emissioonimõõtmised Osula Graanul saasteallikast .....	37
3.5	Osula Graanul kontrollmõõtmiste tulemused.....	40
3.6	Osula Graanul emissioonimõõtmised .....	42
3.7	Välisõhukvaliteedi pidevmõõtmised Mobairiga Osulas .....	43
3.7.1	Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil .....	43
3.7.2	Pidevmõõtmiste tulemused Osulas.....	45
3.7.3	Korrelatsioonanalüüs.....	55
3.7.4	Saasteainete suundanalüüs Osulas .....	60
3.8	Lõhnaainete esinemine välisõhus .....	75
3.9	Saasteainete hajumisarvutused .....	76
3.10	Osula mõõtmiste kokkuvõte .....	88
4	Kehra mõõtmised .....	89
4.1	Emissiooni- ning välisõhu kvaliteedi mõõtmised Kehras .....	90
4.2	Mõõteseadmed ning metoodika .....	90
4.3	Välisõhu kvaliteedi piirväärtused .....	91
4.4	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikad.....	93

4.5	Saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete hetkelised heitkogused.....	96
4.6	Kehra pidevmõõtmised .....	102
4.7	Pidevmõõtmised Mobairi mõõtepunktis .....	104
4.7.1	Meteoroloogilised tingimused .....	104
4.7.2	Pidevmõõtmiste mõõtetulemused.....	105
4.8	Pidevmõõtmised konteinerjaama mõõtepunktis.....	109
4.8.1	Meteoroloogilised tingimused .....	109
4.8.2	Pidevmõõtmiste mõõtetulemused.....	110
4.9	Saasteainete päritolu analüüs Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunktides.....	114
4.10	Saasteainete hajumisarvutused .....	124
4.11	Saasteainete hajumiskaardid .....	128
4.12	Kehra kokkuvõte.....	140
5	Tartu mõõtmised.....	142
6	Aerobioloogiline seire .....	143
6.1	Metoodika .....	144
6.2	Proovivõtt.....	144
6.3	Proovide analüüs .....	144
6.4	Mõningate liikide õietolmu ning spooride künnisväärtused.....	145
6.5	Proovivõtt 2015. aastal.....	146
6.6	Tulemused .....	146
6.6.1	Ambroosia ( <i>Ambrosia</i> ).....	147
6.6.2	Jalakas ( <i>Ulmus</i> ) .....	148
6.6.3	Kadakas ( <i>Cyperaceae</i> ).....	149
6.6.4	Kask ( <i>Betula</i> ).....	152
6.6.5	Kuusk ( <i>Picea</i> ) .....	154
6.6.6	Kõrrelised ( <i>Poaceae</i> ).....	156
6.6.7	Lepp ( <i>Alnus</i> ).....	158



6.6.8	Maltsalised ( <i>Chenopodiaceae</i> ) .....	160
6.6.9	Mänd ( <i>Pinus</i> ).....	161
6.6.10	Nõges ( <i>Urtica</i> ).....	163
6.6.11	Oblikas ( <i>Rumex</i> ).....	165
6.6.12	Paju ( <i>Salix</i> ) .....	166
6.6.13	Haab ja pappel ( <i>Populus</i> ).....	168
6.6.14	Puju ( <i>Artemisia</i> ).....	170
6.6.15	Saar ( <i>Fraxinus</i> ) .....	172
6.6.16	Sarapuu ( <i>Corylus</i> ).....	173
6.6.17	Tamm ( <i>Quercus</i> ) .....	175
6.6.18	Vaher ( <i>Acer</i> ).....	176
6.6.19	UIP .....	178
6.7	Hallituseente spoorid.....	178
6.7.1	<i>Alternaria</i> .....	178
6.7.2	<i>Cladosporium</i> .....	180
6.8	Kokkuvõtte linnade kaupa .....	182
6.8.1	Tallinn .....	183
6.8.2	Tartu .....	185
6.8.3	Pärnu .....	187
6.8.4	Jõhvi.....	189
6.8.5	Kuressaare .....	191
6.9	Aerobioloogilise seire kokkuvõtte .....	192
7	Rahvusvaheline koostöö, aruandlus ja kohustused .....	193
8	Arendustööd.....	194
9	Kokkuvõtte ja plaanid .....	195
10	Kasutatud kirjandus.....	197

**Joonised**

Joonis 1	Möötekonteinerite asukoht .....	14
Joonis 2	H <sub>2</sub> S 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1.....	15
Joonis 3	H <sub>2</sub> S 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1.....	15
Joonis 4	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1.....	16
Joonis 5	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1.....	16
Joonis 6	H <sub>2</sub> S 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2.....	17
Joonis 7	H <sub>2</sub> S 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2.....	18
Joonis 8	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2.....	18
Joonis 9	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2.....	19
Joonis 10	H <sub>2</sub> S kontsentratsiooniroos.....	20
Joonis 11	NMHC kontsentratsiooniroos.....	21
Joonis 12	H <sub>2</sub> S summaarne saastevoog .....	21
Joonis 13	NMHC summaarne saastevoog .....	22
Joonis 14	Möötebussi asukoht .....	23
Joonis 15	SO <sub>2</sub> 1h keskmine kontsentratsioon .....	24
Joonis 16	SO <sub>2</sub> 24h keskmine kontsentratsioon .....	24
Joonis 17	NO <sub>2</sub> 1h keskmine kontsentratsioon.....	25
Joonis 18	CO 8h keskmine kontsentratsioon .....	25
Joonis 19	O <sub>3</sub> 8h keskmine kontsentratsioon .....	26
Joonis 20	NMHC 1h keskmine kontsentratsioon .....	26
Joonis 21	NMHC 24h keskmine kontsentratsioon .....	27
Joonis 22	CO kontsentratsiooniroos Pärnus.....	28
Joonis 23	NO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos Pärnus.....	28
Joonis 24	SO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos Pärnus.....	29
Joonis 25	NMHC kontsentratsiooniroos Pärnus.....	29

Joonis 26	CO summaarne saastevoog Pärnus .....	30
Joonis 27	NO <sub>2</sub> summaarne saastevoog Pärnus .....	30
Joonis 28	SO <sub>2</sub> summaarne saastevoog Pärnus .....	31
Joonis 29	NMHC summaarne saastevoog Pärnus .....	31
Joonis 30	Mõõtepunktide asukoht .....	40
Joonis 31	Mobair 2 asukoht mõõteperioodil .....	41
Joonis 32	Emissioonimõõtmised Osula Graanul OÜ-s.....	41
Joonis 33	Tuulteroo, Mobair 2.....	44
Joonis 34	CO 8 h libisev keskmine kontsentratsioon .....	45
Joonis 35	NO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon.....	46
Joonis 36	SO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon .....	46
Joonis 37	NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon.....	47
Joonis 38	CH <sub>4</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon .....	48
Joonis 39	PM <sub>10</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon .....	48
Joonis 40	PM <sub>10</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon .....	49
Joonis 41	PM <sub>2,5</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon.....	49
Joonis 42	PM <sub>2,5</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon.....	50
Joonis 43	Raskmetallide sisaldus PM-sum fraktsioonis 04.09 – 02.10.2015.....	51
Joonis 44	Raskmetallide sisaldus PM-sum fraktsioonis 11.10 – 08.11.2015.....	52
Joonis 45	PAH ja Bap sisaldus PM-sum fraktsioonis 04.09 – 02.10.2015.....	53
Joonis 46	PAH komponentide sisaldus 04.09 – 02.10.2015 .....	53
Joonis 47	PAH ja Bap sisaldus PM-sum fraktsioonis 11.10 – 08.11.2015.....	54
Joonis 48	PAH komponentide sisaldus 11.10 – 08.11.2015 .....	54
Joonis 49	CO kontsentratsiooniroos.....	61
Joonis 50	NO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos.....	62
Joonis 51	SO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos.....	63
Joonis 52	NMHC kontsentratsiooniroos.....	64

Joonis 53	CH <sub>4</sub> kontsentratsiooniroos .....	65
Joonis 54	PM <sub>10</sub> kontsentratsiooniroos.....	66
Joonis 55	PM <sub>2,5</sub> kontsentratsiooniroos .....	67
Joonis 56	CO summaarne saastevoog.....	68
Joonis 57	NO <sub>2</sub> summaarne saastevoog .....	69
Joonis 58	SO <sub>2</sub> summaarne saastevoog .....	70
Joonis 59	NMHC summaarne saastevoog .....	71
Joonis 60	CH <sub>4</sub> summaarne saastevoog .....	72
Joonis 61	PM <sub>10</sub> summaarne saastevoog.....	73
Joonis 62	PM <sub>2,5</sub> summaarne saastevoog .....	74
Joonis 63	CO 8 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil .....	77
Joonis 64	NO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil.....	78
Joonis 65	SO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil .....	79
Joonis 66	PM-sum 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil.....	80
Joonis 67	VOC-com 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil.....	81
Joonis 68	Lõhnatundide esinemine, mõõdetud joonkiirus .....	82
Joonis 69	Lõhnatundide esinemine, teoreetiline joonkiirus .....	83
Joonis 70	Modelleeritud ja mõõdetud CO kontsentratsioonide võrdlus .....	85
Joonis 71	Modelleeritud ja mõõdetud NO <sub>2</sub> kontsentratsioonide võrdlus .....	85
Joonis 72	Modelleeritud ja mõõdetud SO <sub>2</sub> kontsentratsioonide võrdlus.....	86
Joonis 73	Modelleeritud ja mõõdetud LOÜ kontsentratsioonide võrdlus.....	86
Joonis 74	Modelleeritud PM-sum ja mõõdetud PM <sub>10</sub> kontsentratsioonide võrdlus .....	87
Joonis 75	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS asukoht.....	93
Joonis 76	Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikate asukohad .....	96
Joonis 77	Mobairi ning konteinerjaama asukohad .....	102
Joonis 78	Mobiilne õhulabor Mobair .....	103
Joonis 79	Teisaldatav konteinerjaam .....	103

Joonis 80	Tuulte roos, 02.07 - 10.11.2015 .....	105
Joonis 81	H <sub>2</sub> S 1 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	106
Joonis 82	H <sub>2</sub> S 24 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	106
Joonis 83	NO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	107
Joonis 84	NO <sub>2</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	107
Joonis 85	SO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	108
Joonis 86	SO <sub>2</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	108
Joonis 87	CO 8 h libisev keskmine kontsentratsioon, mg/m <sup>3</sup> .....	109
Joonis 88	Tuulte roos, 03.07 - 22.11.2015 .....	110
Joonis 89	H <sub>2</sub> S 1 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis.....	111
Joonis 90	H <sub>2</sub> S 1 tunni keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m <sup>3</sup> .....	112
Joonis 91	SO <sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m <sup>3</sup> .....	112
Joonis 92	SO <sub>2</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m <sup>3</sup> .....	113
Joonis 93	H <sub>2</sub> S kontsentratsiooniroos, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt.....	116
Joonis 94	SO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt.....	117
Joonis 95	NO <sub>2</sub> kontsentratsiooniroos, Mobairi mõõtepunkt .....	118
Joonis 96	CO kontsentratsiooniroos, Mobairi mõõtepunkt.....	119
Joonis 97	H <sub>2</sub> S summaarne saastevoog, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt .....	120
Joonis 98	SO <sub>2</sub> summaarne saastevoog, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt .....	121
Joonis 99	NO <sub>2</sub> summaarne saastevoog, Mobairi mõõtepunkt.....	122
Joonis 100	CO summaarne saastevoog, Mobairi mõõtepunkt .....	123
Joonis 101	H <sub>2</sub> S - mõõdetud vs Mobair, µg/m <sup>3</sup> , 01.07-11.11.2015 .....	125
Joonis 102	NO <sub>2</sub> - mõõdetud vs Mobair, µg/m <sup>3</sup> ; 01.07-11.11.2015 .....	125
Joonis 103	SO <sub>2</sub> - mõõdetud vs Mobair, µg/m <sup>3</sup> ; 01.07-11.11.2015.....	126
Joonis 104	CO - mõõdetud vs Mobair, µg/m <sup>3</sup> ; 01.07-11.11.2015.....	126
Joonis 105	H <sub>2</sub> S - mõõdetud vs konteinerjaam, µg/m <sup>3</sup> ; 02.07-23.11.2015 .....	127
Joonis 106	SO <sub>2</sub> - mõõdetud vs konteinerjaam, µg/m <sup>3</sup> ; 02.07-23.11.2015.....	127

Joonis 107	H <sub>2</sub> S maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	130
Joonis 108	NO <sub>2</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	131
Joonis 109	SO <sub>2</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	132
Joonis 110	CO maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	133
Joonis 111	NO maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	134
Joonis 112	PM-sum maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	135
Joonis 113	Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	136
Joonis 114	Dimetüülsulfiid maksimaalne kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup> .....	137
Joonis 115	Lõhnatundide esinemisprotsent Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumil ning selle lähiümbruses.....	138
Joonis 116	Lõhnatundide esinemisprotsent aasta jooksul.....	139
Joonis 117	Hirst-Buckardi proovivõttur. A – väline vaade, B – ristlõige.[4] .....	144
Joonis 118.	Õietolmupreparaadi rist-ribade analüüsimeetod. ....	145
Joonis 119.	Ambrosia õietolm. ....	147
Joonis 120.	Jalaka õietolm.....	148
Joonis 121.	Jalaka õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	148
Joonis 122.	Jalaka õietolmu esinemine läbi aastate.....	149
Joonis 123.	Kadaka õietolm.....	150
Joonis 124.	Kadaka õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	150
Joonis 125.	Kadaka õietolmu esinemine läbi aastate.....	151
Joonis 126.	Kase õietolm.....	152
Joonis 127.	Kase õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	152
Joonis 128.	Kase õietolmu esinemine läbi aastate.....	153
Joonis 129.	Kuuse õietolm.....	154
Joonis 130.	Kuuse õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h). ....	154
Joonis 131.	Kuuse õietolmu esinemine läbi aastate. ....	155
Joonis 132.	Kõrreliste õietolm.....	156

Joonis 133. Kõrreliste õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	156
Joonis 134. Kõrreliste õietolmu esinemine läbi aastate.....	157
Joonis 135. Lepa õietolm.....	158
Joonis 136. Lepa õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	159
Joonis 137. Lepa õietolmu esinemine läbi aastate.....	160
Joonis 138. Maltsaliste õietolm.....	160
Joonis 139. Männi õietolm.....	161
Joonis 140. Männi õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	162
Joonis 141. Männi õietolmu esinemine läbi aastate.....	163
Joonis 142. Nõgese õietolm.....	163
Joonis 143. Nõgese õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	164
Joonis 144. Nõgese õietolmu esinemine läbi aastate.....	165
Joonis 145. Oblika õietolm.....	165
Joonis 146. Paju õietolm.....	166
Joonis 147. Paju õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	167
Joonis 148. Papli õietolm.....	168
Joonis 149. Haava ja papli õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	169
Joonis 150. Puju õietolm.....	170
Joonis 151. Puju õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	170
Joonis 152. Puju õietolmu esinemine läbi aastate.....	171
Joonis 153. Saare õietolm.....	172
Joonis 154. Saare õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	172
Joonis 155. Sarapuu õietolm.....	173
Joonis 156. Sarapuu õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	174
Joonis 157. Tamme õietolm.....	175
Joonis 158. Tamme õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h).....	176
Joonis 159. Vahtra õietolm.....	176

Joonis 160. Vahtra õietolmu lugemid (tk/m <sup>3</sup> /24h). .....	177
Joonis 161. Alternaria spoorid.....	178
<b>Joonis 162. Alternaria spooride lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h). .....</b>	<b>179</b>
Joonis 163. Cladosporiumi spoorid. ....	180
<b>Joonis 164. Cladosporiumi spooride lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h). .....</b>	<b>181</b>
Joonis 165. Õietolmulugemite võrdlus erinevates jaamades. ....	182
Joonis 166. Õietolmurühmade osatähtsus Tallinnas.....	183
Joonis 167. Õietolmurühmade osatähtsus Tartus.....	185
Joonis 168. Õietolmurühmade osatähtsus Pärnus.....	187
Joonis 169. Õietolmurühmade osatähtsus Jõhvis. ....	189
Joonis 170. Õietolmurühmade osatähtsus Kuressaares. ....	191



## 1 Sissejuhatus

Vastavalt Keskkonnaministeeriumi ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse vahel sõlmitud lepingule nr 4-1.1/14/274 teostatakse erinevaid töid sealhulgas õhukvaliteedi mõõtmisi, suuremate linnade saastetasemete modelleerimist ja nende kajastamist õhukvaliteedi juhtimissüsteemi kodulehel, ettevõtete saastelubade kontrollarvutusi, süsteemi arendustöid, emissiooniandmebaaside täiendamist. Käesolev töö annab ülevaate lepingu raames 2015 a. jooksul teostatud töödest.

## 2 Välisõhu kvaliteedi hinnangud ja uuringud

Ajavahemikel 31.10.14 – 01.03.15 ja 02.02.15 – 14.05.15 teostas Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ teisaldatavate konteinerjaamadega välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Maardus. Esimesel mõõteperioodil mõõdeti väävelvesiniku ( $H_2S$ ) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) saastetasemeid aadressil Vana-Narva mnt. 31 Lotus Timber OÜ territooriumil ning teisel mõõteperioodil aadressil Põhjaranna tee 16 (Joonis 1). Lisaks mõõdeti meteoroloogilisi parameetreid nagu õhuniiskus, temperatuur, tuule suund ja tuule kiirus. Kuna esimene ja viimane mõõtepäev on konteineri teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolik, on mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel kasutatud täispäevade andmeid.

Ajavahemikul 27.10.2014 – 15.04.2015 teostati mobiilse mõõtebussiga Mobair 1 välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Pärnu Keskväljakul. Mõõteperioodil mõõdeti vääveldioksiidi ( $SO_2$ ), lämmastikdioksiidi ( $NO_2$ ), süsinikoksiidi (CO), osooni ( $O_3$ ) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) saastetasemeid ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid.

Lisaks saastetasemete analüüsile kajastavad alljärgnevad peatükid ka saasteainete kontsentratsiooniroose ja summaarse saastevoogu graafikuid, mille põhjal on võimalik määrata saasteainete pärinemise suund ning tuvastada võimalikud saasteallikad piirkonnas. Summeeritud saastevoogu arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi.



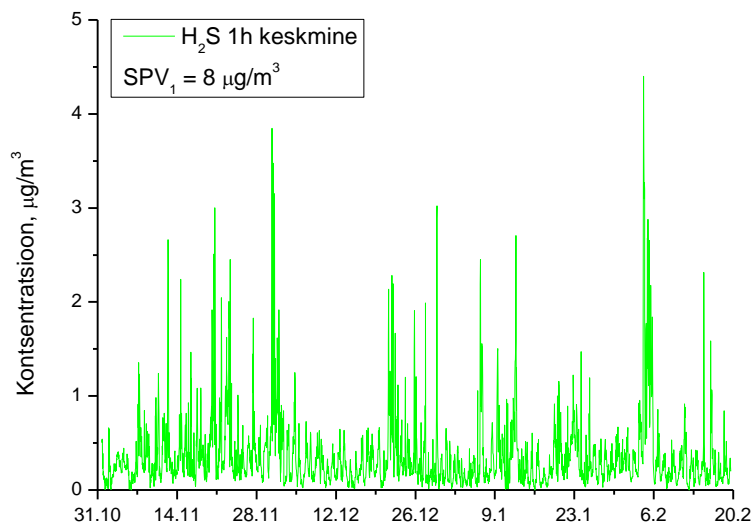
**Joonis 1 Mõõtekonteinerite asukoht**

## 2.1 Konteiner 1 Maardus

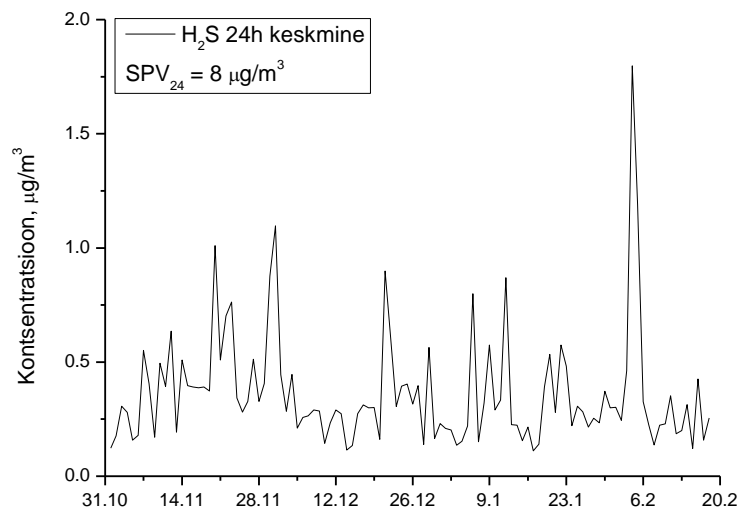
Ajavahemikul 31.10.2014 – 19.02.2015 teostati Harjumaal Maardu linnas Vana-Narva mnt. 31 teisaldatava konteinerjaamaga (Konteiner 1) välisõhu kvaliteedi mõõtmisi. Mõõtepunkt koordinaatidega X6591429 ja Y555178 asus Maardus asuva Lotus Timber OÜ territooriumil. Mõõteperioodil määrti välisõhust vesiniksulfiidi ehk väävelvesiniku (H<sub>2</sub>S) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) tunni- ja ööpäevakeskmisi kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus.

**Vesiniksulfiidile (H<sub>2</sub>S)** kehtib tunni- ja ööpäevakeskmise piirväärtus 8 µg/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodil ei registreeritud mõõtepunktis ühtegi piirväärtust ületavat kontsentratsiooni (Joonis 2, Joonis 3).

Maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon oli  $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (04.02) ja ööpäevakeskmine  $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (04.02). Mõõteperioodi keskmine  $\text{H}_2\text{S}$  sisaldus mõõtepunktis oli  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



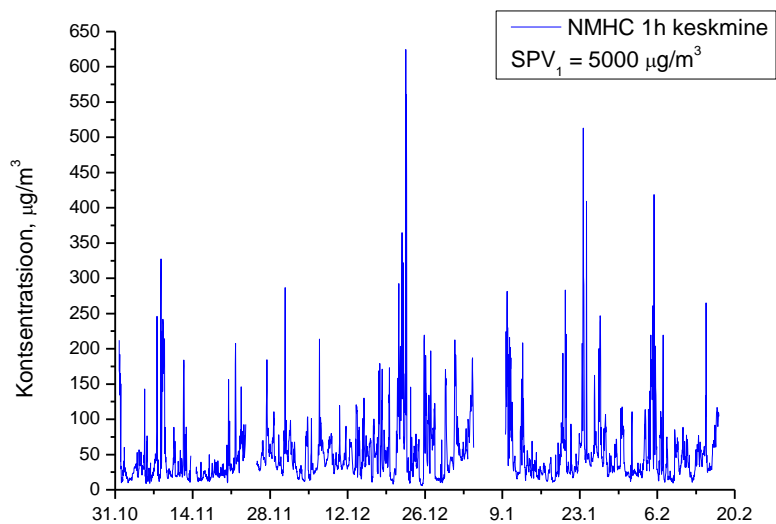
**Joonis 2 H<sub>2</sub>S 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1**



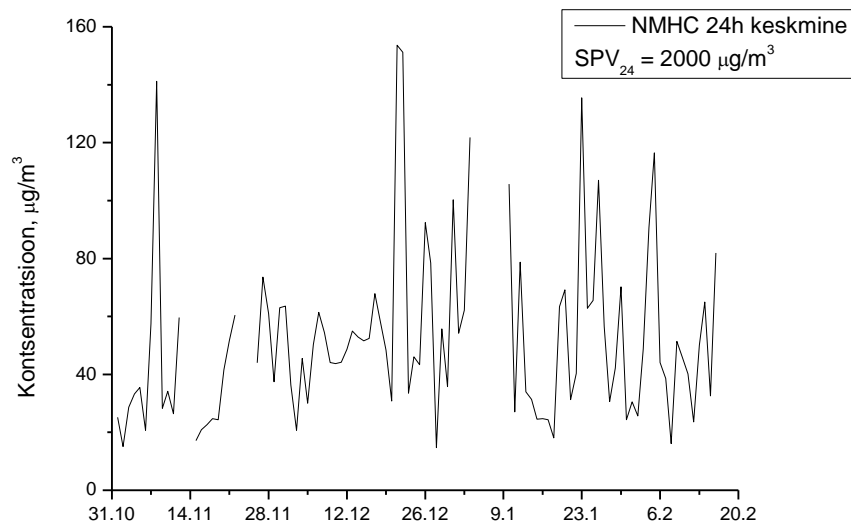
**Joonis 3 H<sub>2</sub>S 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1**

**Alifaatsetele süsivesinikele** kehtib tunnikeskmine piirväärtus  $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja ööpäevakeskmine piirväärtus  $2000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mõõteperioodil jäid saastetasemed piirväärtustest madalamaks (Joonis 4,

Joonis 5). Maksimaalne tunnikeskmine oli  $624,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (22.12) ja ööpäevakeskmise  $153,6$  (21.12). Mõõteperioodi keskmine alifaatsete süsivesinike sisaldus oli  $52,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



**Joonis 4** NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1

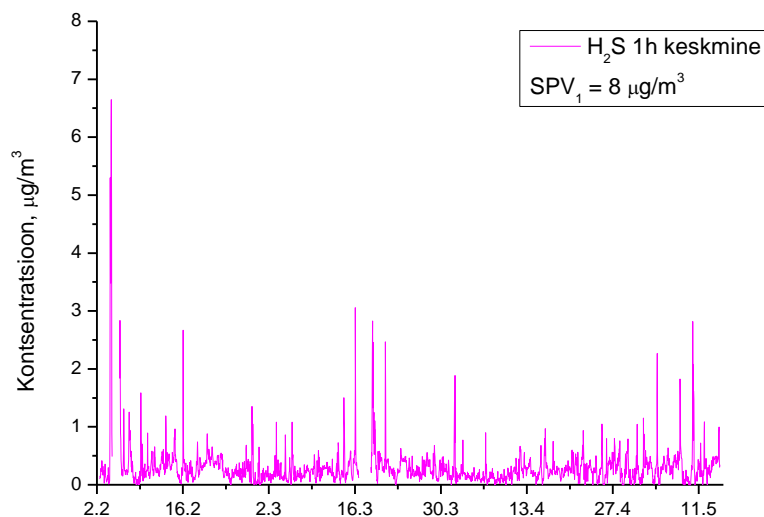


**Joonis 5** NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 1

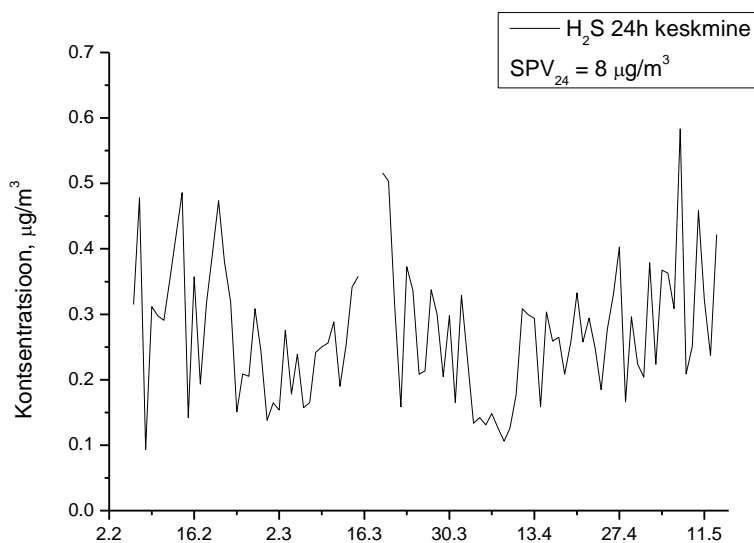
## 2.2 Konteiner 2 Maardus

Ajavahemikul 02.02.2015 – 14.05.2015 teostati Harjumaal Maardu linnas Põhjaranna tee 16 teisaldatava konteinerjaamaga (Konteiner 2) välisõhu kvaliteedi mõõtmisi. Mõõtepunkti koordinaadid olid X6592198 ja Y555682. Mõõteperioodil määrti välisõhust vesiniksulfiidi ehk väävelvesiniku ( $H_2S$ ) ja alifaatsete süsivesinike (NMHC) tunni- ja ööpäevakeskmisi kontsentratsioone ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus, välisõhu temperatuur ja suhteline õhuniiskus.

**Vesiniksulfiidile ( $H_2S$ )** kehtib tunni- ja ööpäevakeskmine piirväärtus  $8 \mu g/m^3$ . Mõõteperioodil ei registreeritud mõõtepunktis ühtegi piirväärtust ületavat kontsentratsiooni (Joonis 6, Joonis 7). Maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon oli  $6,6 \mu g/m^3$  (04.02) ja ööpäevakeskmine  $0,6 \mu g/m^3$  (07.05). Perioodi keskmine  $H_2S$  sisaldus mõõtepunktis oli  $0,3 \mu g/m^3$ .

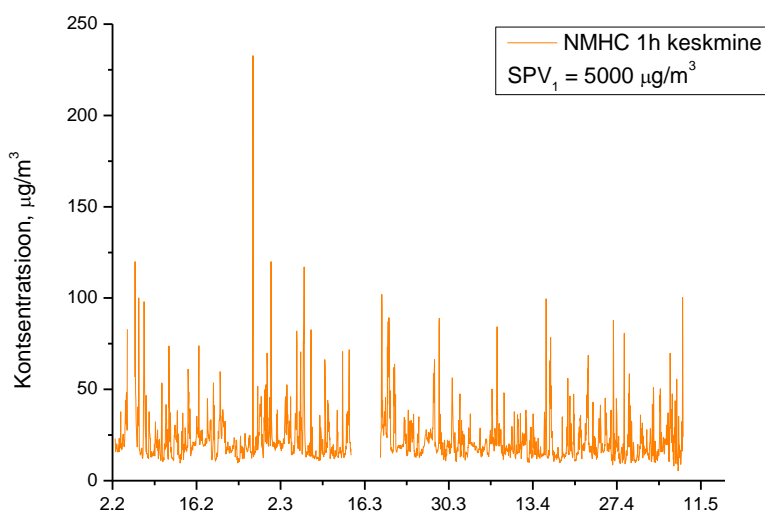


**Joonis 6**  $H_2S$  1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2

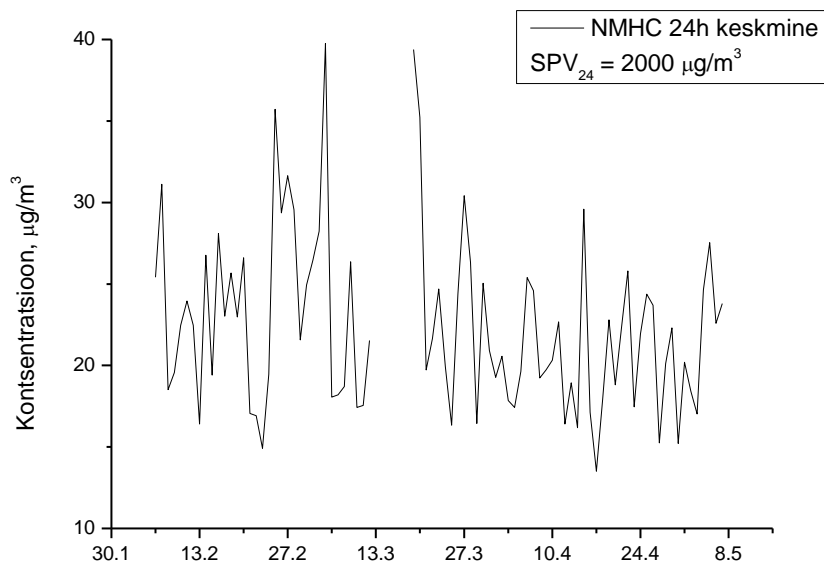


**Joonis 7 H<sub>2</sub>S 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2**

**Alifaatsetele süsivesinike** kehtib tunnikeskmine piirväärtus 5000 µg/m<sup>3</sup> ja ööpäevakeskmine piirväärtus 2000 µg/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodil jäid saastetasemed piirväärtustest madalamaks (Joonis 8, Joonis 9). Maksimaalne tunnikeskmine oli 232,8 µg/m<sup>3</sup> (25.02) ja ööpäevakeskmine 39,8 (05.03). Mõõteperioodi keskmine alifaatsete süsivesinike tase oli 22,8 µg/m<sup>3</sup>.



**Joonis 8 NMHC 1h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2**



**Joonis 9 NMHC 24h keskmine kontsentratsioon, Konteiner 2**

Väävelvesiniku kontsentratsioonirooside põhjal pärinevad maksimaalsed saasteaine kontsentratsioonid Konteiner-1 puhul idakaartest ning Konteiner-2 puhul kagu suunast. Kui Vana-Narva mnt. 31 mõõtepunktis mõõdeti maksimaalseks  $\text{H}_2\text{S}$  sisalduseks  $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (04.02, kell 05:00), puhus kagu tuul ( $157^\circ$ ) kiirusega  $0,4 \text{ m/s}$  ning välisõhu temperatuur oli  $-4,2^\circ \text{C}$ . Põhjaranna tee mõõtepunktis mõõdeti maksimaalseks sisalduseks  $6,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (04.02, kell 08:00) ajal kui puhus kagu tuul ( $154^\circ$ ) kiirusega  $1,3 \text{ m/s}$  ning välisõhu temperatuur oli  $-5,2^\circ \text{C}$ . Kuna maksimaalsed kontsentratsioonid mõõdeti mõlemas mõõtepunktis samal päeva hommikul, võib arvata, et  $\text{H}_2\text{S}$  saastetasemeid piirkonnas mõjutas sama saasteallikas, mis mõõtepunktide suhtes paiknes kagus (Joonis 10).

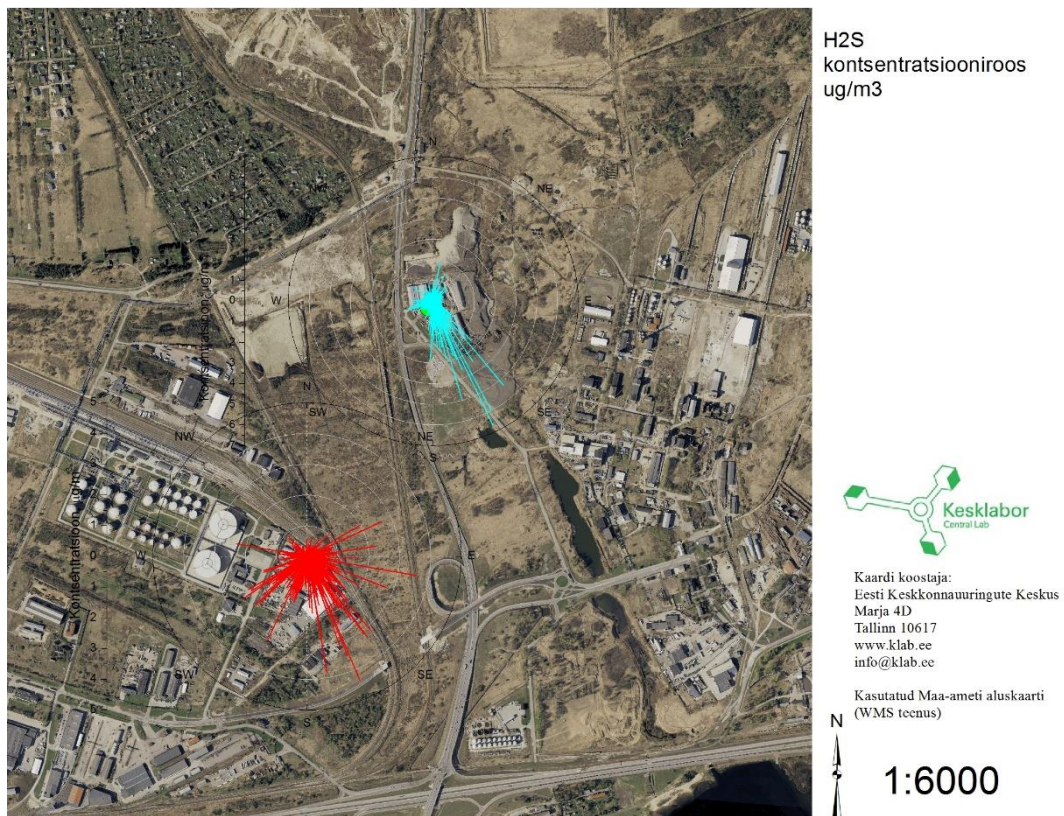
Alifaatsete süsivesinike kontsentratsiooniroosid näitavad, et maksimaalsed saasteaine kontsentratsioonid mõõdeti Konteiner-1 puhul kagu tuulte korral ning Konteiner-2 puhul lõuna tuulte esinemisel. Maksimaalseks sisalduseks Vana-Narva mnt. 31 mõõtepunktis mõõdeti  $624,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (22.12, kell 13:00), kui puhus kagu tuul ( $130^\circ$ ) kiirusega  $0,4 \text{ m/s}$  ning välisõhu temperatuur oli  $-1,2^\circ \text{C}$ . Põhjaranna tee mõõtepunkti maksimaalseks NMHC sisalduseks mõõdeti  $232,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (25.02, kell 09:00), ajal kui puhus lõuna tuul ( $165^\circ$ ) kiirusega  $2,1 \text{ m/s}$  ning välisõhu temperatuur oli  $1,5^\circ \text{C}$  (Joonis 11).

Väävelvesiniku summaarse saastevoo graafikutelt ilmneb, et põhiline osa mõõteperioodil mõõdetud saastest jõudis Vana-Narva mnt. 31 konteinerjaamani idakaarte ja edela tuulte esinemisel, Põhjaranna



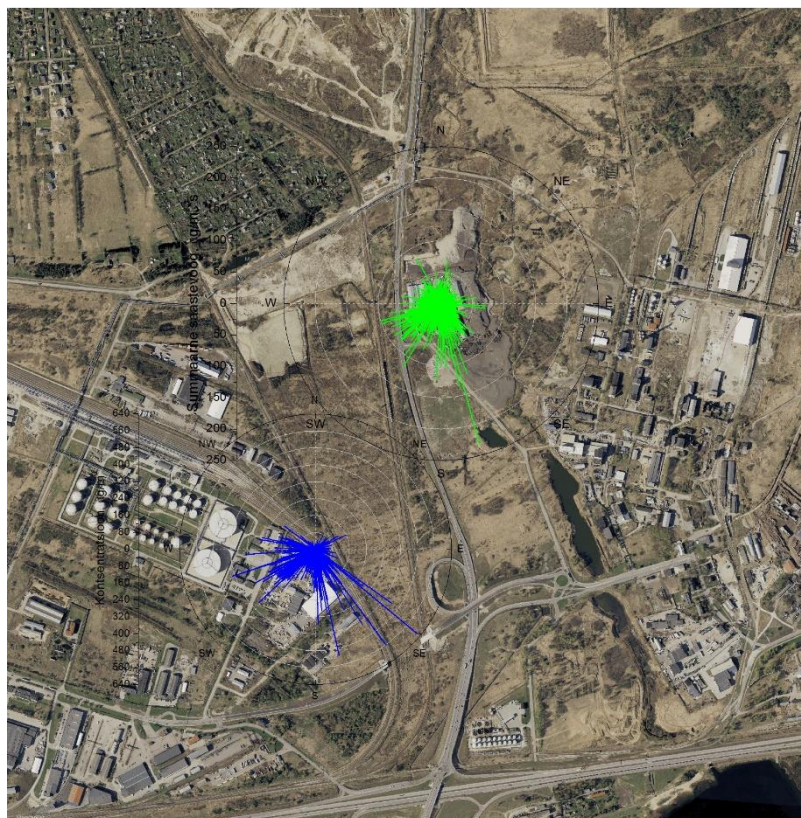
teel asunud konteinerjaamas registreeritud saastetasemed pärinesid peamiselt kagu suunast (Joonis 12).

Vana-Narva mnt. 31 konteinerjaamas mõõdetud alifaatsed süsivesinikud pärinesid mõõteperioodil enim lõunakaartest, Põhjaranna tee seirepunktis mõõdetud saastetasemed kandusid jaamani peamiselt lõuna ja lääne tuulte esinemisel (Joonis 13).



Joonis 10 H<sub>2</sub>S kontsentratsiooniroos





NMHC  
kontsentratsiooniroos  
ug/m<sup>3</sup>



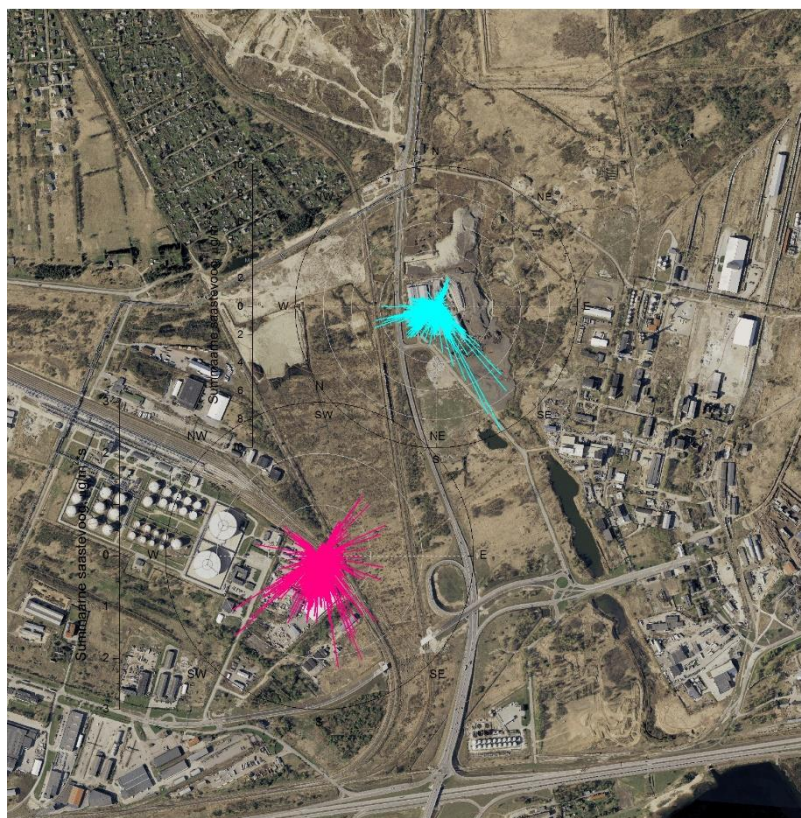
Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:6000

Joonis 11 NMHC kontsentratsiooniroos



H<sub>2</sub>S  
summaarne saastevoog  
ug/m<sup>2</sup>\*s



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

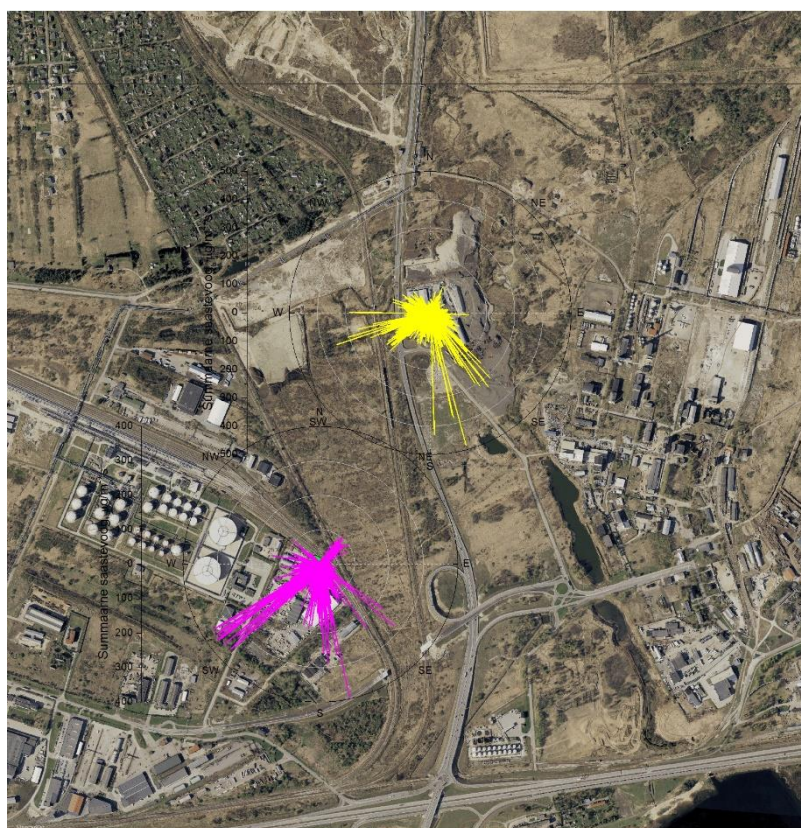
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:6000

Joonis 12 H<sub>2</sub>S summaarne saastevoog





NMHC  
summaarne saastevoog  
ug/m2\*s



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:6000

Joonis 13 NMHC summaarne saastevoog

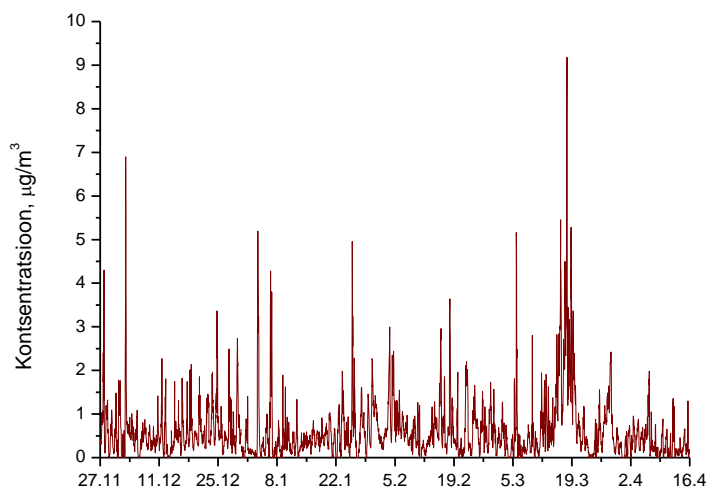
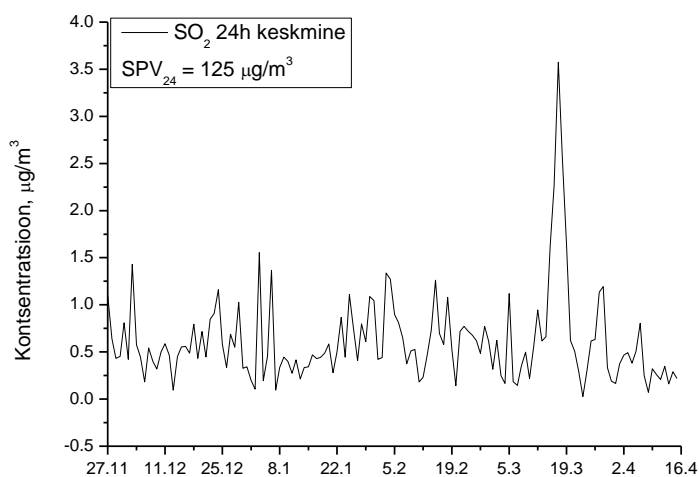
## 2.3 Mobair 1 Pärnus

Ajavahemikul 27.10.2014 – 15.04.2015 teostati mobiilse mõõtebussiga Mobair 1 välisõhu kvaliteedi mõõtmisi Pärnu Keskväljakul. Mõõtepunkti koordinaadid olid X6471847 ja Y529037. Mõõteperioodil mõõdeti SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO, O<sub>3</sub> ja NMHC saastetasemeid ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid.

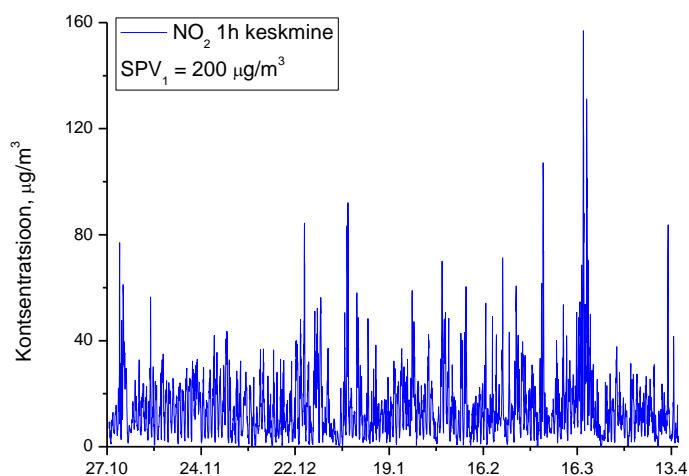


**Joonis 14 Mõõtebussi asukoht**

**Vääveldioksiidi** (SO<sub>2</sub>) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli vastavalt 9,2 µg/m<sup>3</sup> (17.03) ja 3,6 µg/m<sup>3</sup> (17.03). Mõõteperioodi keskmine vääveldioksiidi sisaldus välisõhus oli 0,6 µg/m<sup>3</sup>.

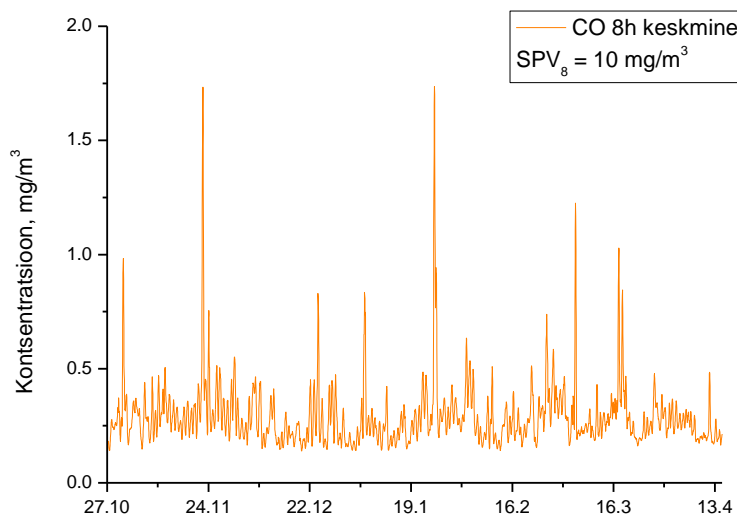
**Joonis 15** SO<sub>2</sub> 1h keskmine kontsentratsioon**Joonis 16** SO<sub>2</sub> 24h keskmine kontsentratsioon

**Lämmastikdioksiidi (NO<sub>2</sub>)** maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 156,9 µg/m<sup>3</sup> (17.03) ja 48,3 µg/m<sup>3</sup> (18.03). Mõõteperioodi keskmine lämmastikdioksiidi sisaldus välisõhus oli 14,4 µg/m<sup>3</sup>.



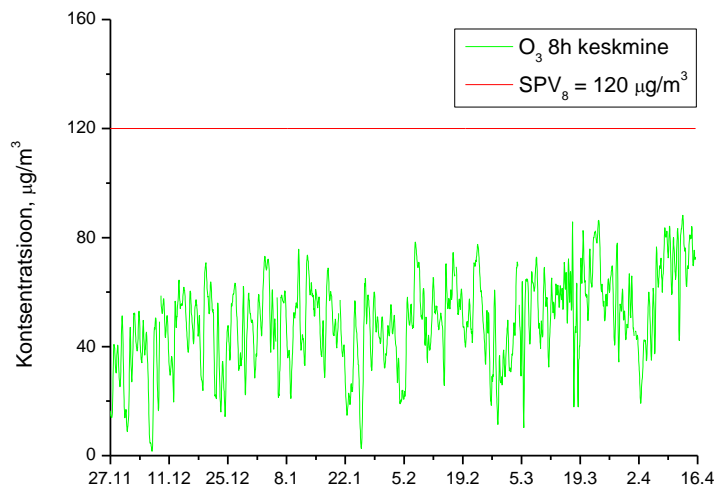
**Joonis 17** NO<sub>2</sub> 1h keskmine kontsentratsioon

**Süsinikoksiidi (CO)** maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon mõõdeti Mobair 1-s vastavalt 3,3 mg/m<sup>3</sup> (25.01) ja 0,8mg/m<sup>3</sup> (22.11). Maksimaalne 8 h libisev keskmine mõõdeti 26. jaanuaril 1,7 mg/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodi keskmine süsinikoksiidi sisaldus välisõhus oli 0,3 mg/m<sup>3</sup>.



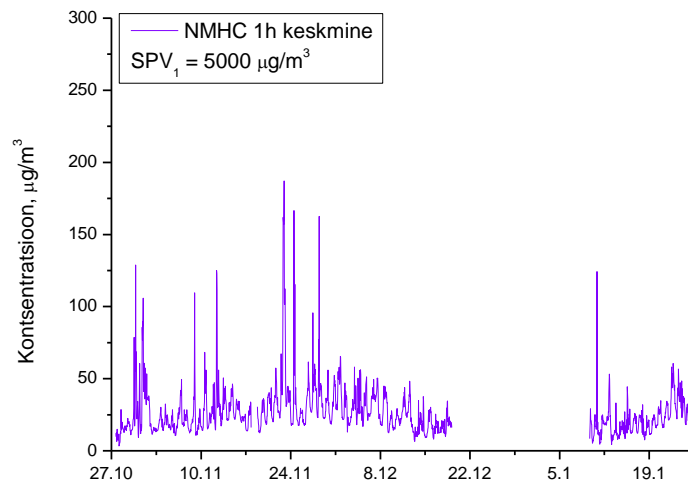
**Joonis 18** CO 8h keskmine kontsentratsioon

**Osooni (O<sub>3</sub>)** maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli vastavalt 108,4 µg/m<sup>3</sup> (17.03) ja 82,3 µg/m<sup>3</sup> (23.03). Maksimaalne 8 h libisev keskmine mõõdeti 13. aprillil 88,2 µg/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodi keskmine osooni sisaldus välisõhus oli 49,3 µg/m<sup>3</sup>.

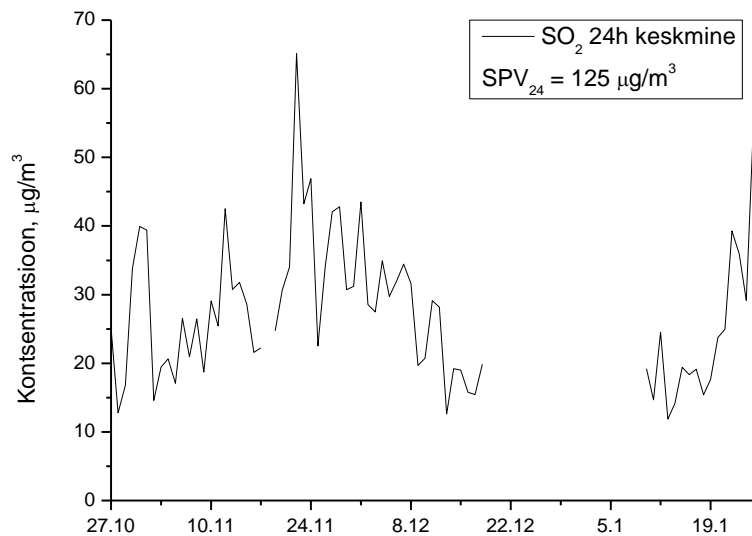


Joonis 19  $\text{O}_3$  8h keskmine kontsentratsioon

**Alifaatsete süsivesinike** maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon mõõdeti 26. jaanuaril  $298,2 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ . Maksimaalne ööpäevakeskmine kontsentratsioon mõõdeti 22. novembril  $65,12 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ . Mõõteperioodi keskmine alifaatsete süsivesinike kontsentratsioon oli  $27,7 \mu\text{gC}/\text{m}^3$ .



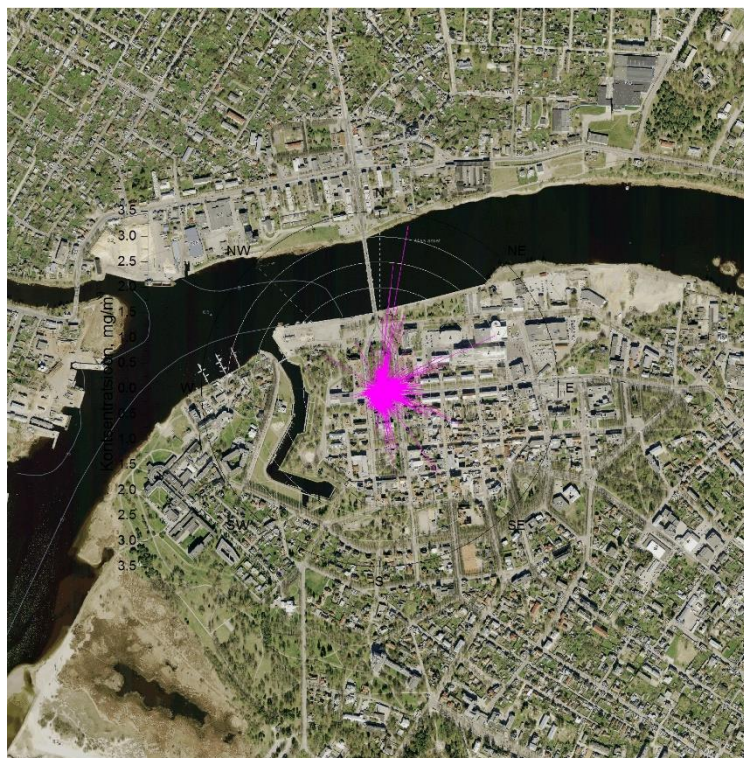
Joonis 20 NMHC 1h keskmine kontsentratsioon



**Joonis 21** NMHC 24h keskmine kontsentratsioon

Mobair 1 kontsentratsiooniroosidelt nähtub, et maksimaalsed CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> ja NMHC kontsentratsioonid Pärnu Keskväljakul jõudsid mõõtepunktini põhja, kirde ja kagu tuulte esinemisel (Joonis 22, Joonis 23, Joonis 24, Joonis 25), summaarse saastevoo graafikud näitavad, et mõõteperioodil kandus enim saastet mõõtepunktini CO ja NO<sub>2</sub> puhul lõunast, SO<sub>2</sub> ja NMHC puhul lisaks ka ida ja kagu suunast (Joonis 26, Joonis 27, Joonis 28, Joonis 29).





CO  
kontsentratsiooniroos  
mg/m<sup>3</sup>



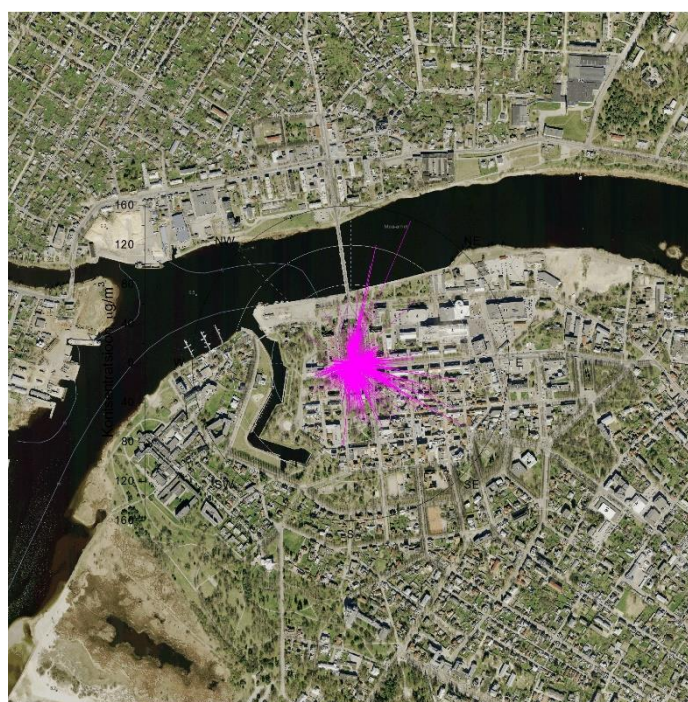
Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 22 CO kontsentratsiooniroos Pärnus



NO<sub>2</sub>  
kontsentratsiooniroos  
mg/m<sup>3</sup>



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

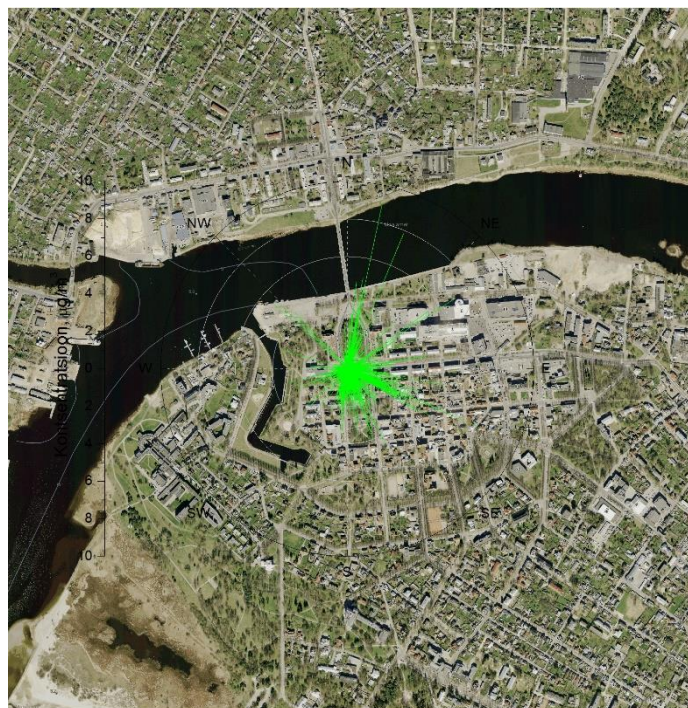
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 23 NO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos Pärnus





SO<sub>2</sub>  
kontsentratsiooniroos  
mg/m<sup>3</sup>



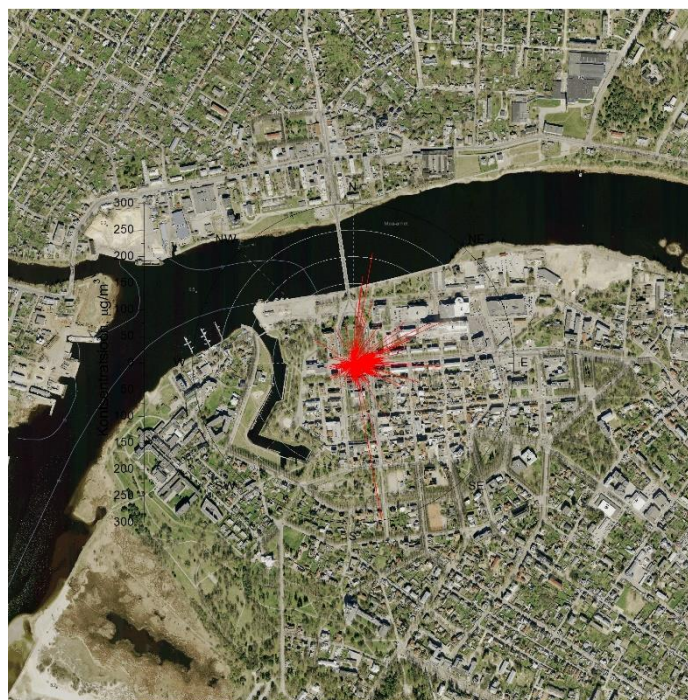
Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 24 SO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos Pärnus



NMHC  
kontsentratsiooniroos  
mg/m<sup>3</sup>



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



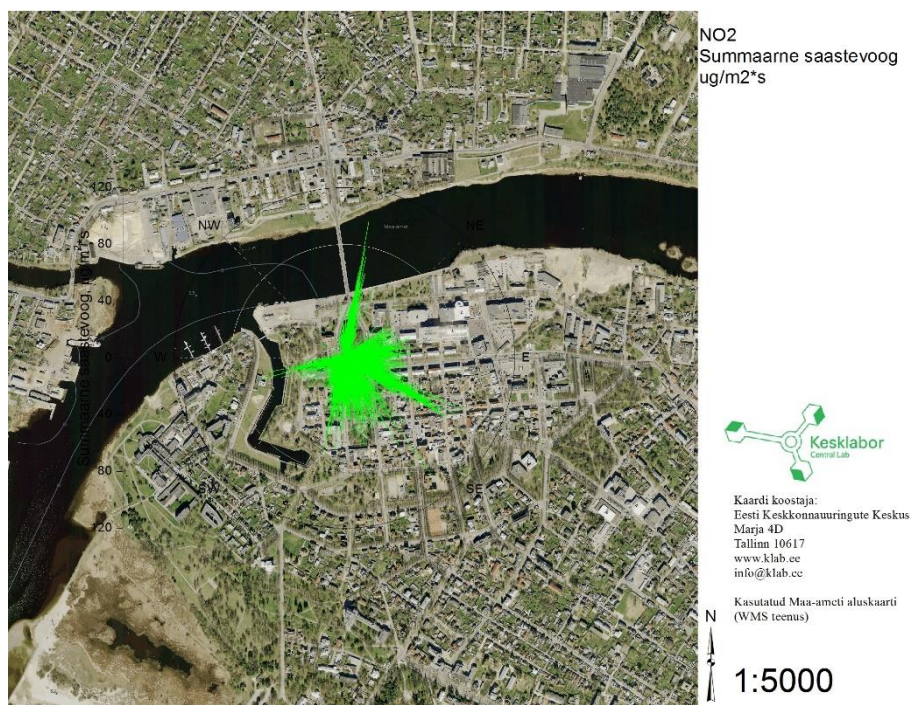
1:5000

Joonis 25 NMHC kontsentratsiooniroos Pärnus



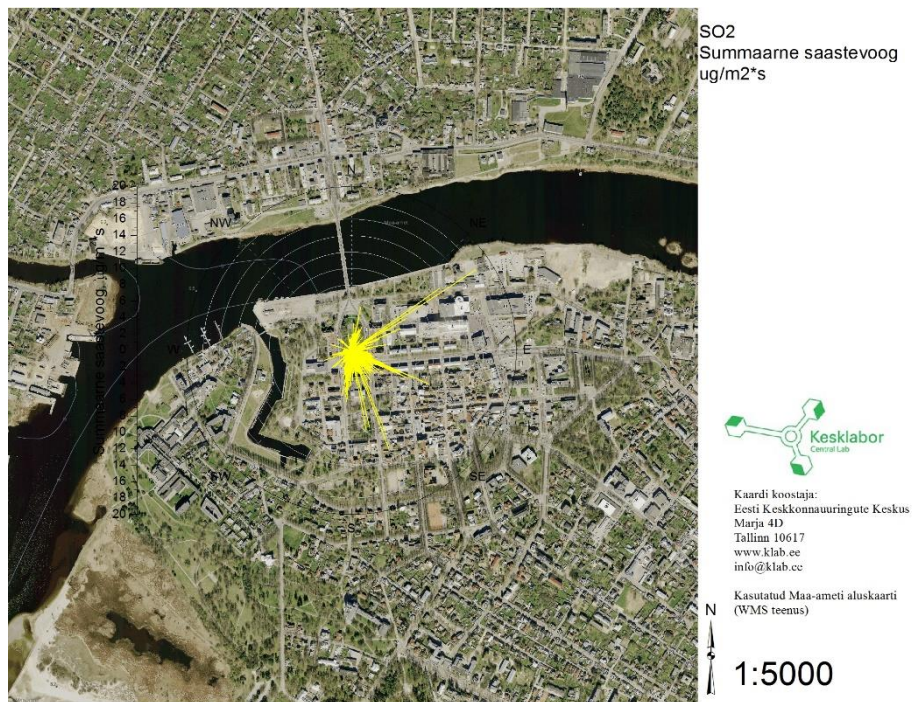


Joonis 26 CO summaarne saastevoog Pärnus



Joonis 27 NO<sub>2</sub> summaarne saastevoog Pärnus





Joonis 28 SO<sub>2</sub> summaarne saastevoog Pärnus



Joonis 29 NMHC summaarne saastevoog Pärnus

### 3 Osula Graanul mõõtmised

Ajavahemikul 03.09.2015 – 26.11.2015 viidi Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ poolt läbi õhukvaliteedi pidevmõõtmised ning välisõhu saasteloas esitatud hetkeliste heitkoguste kontrollmõõtmised Osula Graanul OÜ-s, mis on pelletite tootmisega tegelev ettevõtte Võrumaal Sõmerpalu vallas Varese külas. Alates 20.02.2015 omab ettevõtte kehtivat välisõhu saasteluba (L.ÕV/325676). OÜ Osula Graanul tootmisterritooriumil on kokku 7 välisõhu saasteallikat. Mõõteperioodil teostati õhukvaliteedi mõõtmisi mobiilse mõõtebussiga Mobair 2 ning lisaks võeti emisioonigaaside proovid saasteallikast.

Pidevmõõtmiste läbiviimiseks kasutati liikuvat õhulaborit, mis on varustatud täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega ning milledega määrati välisõhus erinevate saastekomponentide nagu CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, NMHC, CH<sub>4</sub>, osakeste erinevate fraktsioonide (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) sisaldust ning meteoroloogilisi parameetreid (tuule kiirus, tuule suund). Lisaks automaatanalüsaatoritele määrati summaarse osakeste (PM-sum) sisaldust gravimeetriliselt, kogudes osakeste proove spetsiaalsetele filtritele, kust määrati hiljem laboris polüaromaatsete süsivesinike (PAH) komponentide ning raskmetallide nagu arseen (As), kaadmium (Cd), nikkel (Ni) ja plii (Pb) sisaldus.

Hetkeliste heitkoguste kontrollmõõtmised gaasiliste saasteainete osas viidi läbi 04.11.2015 välisõhusaasteloa määratud saasteallikast nr 1 (kuivati tsüklon). Saasteallika korstna kaudu väljuvatest suitsugaasidest koguti lisaks spetsiaalsetele filtritele 4 osakeste proovi, mida hiljem analüüsiti laboris plii (Pb), vanaadiumi (V) ja PAH suhtes.

Lõhnaainete esinemise määramiseks koguti õhuproovid nalofaanist proovivõtukohtadesse, mida laboris analüüsiti olfaktomeetriliselt lõhnaainete suhtes.

Hetkeliste heitkoguste arvutamisel võeti aluseks saasteainete mõõdetud kontsentratsioonid, väljuvate suitsugaaside kiirus ja muud parameetrid (temperatuur, suitsukäigu ristlõike pindala, niiskus). Saadud tulemusi võrreldi välisõhu saasteloas toodud saasteainete hetkeliste heitkogustega. Muuhulgas teostati nii saasteainete kui ka lõhnaainete hajumisarvutused.

### 3.1 Mõisted ja lühendid

**Saasteaine** - keemiline aine või ainete segu, mis eraldub välisõhku tegevuse otsesel või kaudsel tagajärjel ja mis võib mõjuda kahjulikult inimese tervisele või keskkonnale, kahjustada vara või kutsuda esile pikaajalisi kahjulikke tagajärgi.

**Välisõhu saastatuse tase** - Välisõhu saastatuse tase on saasteaine kogus, mis kindla ajavahemiku jooksul sisaldub välisõhu ruumalaühikus 293 kelvini juures või sadestub välisõhust pinna ühele ruutmeetrile.

**Saastatuse taseme piirväärtus (SPV)** - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus.

**Saastatuse taseme 24 tunni piirväärtus (SPV<sub>24</sub>)** - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus ööpäeva keskmisena.

**Saastatuse taseme 1 tunni piirväärtus (SPV<sub>1</sub>)** - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus 1 tunni keskmisena.

**Saastatuse taseme 8 tunni piirväärtus (SPV<sub>8</sub>)** - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus 8 tunni libiseva keskmisena.

**Saastatuse taseme aasta piirväärtus (SPV<sub>a</sub>)** - saasteaine lubatav kogus välisõhu ruumalaühikus aasta keskmisena.

**Süsinikoksiid (CO)** - värvitu, lõhnatu gaas, mis tekib süsinikühendite (kütuste) mittetäielikul põlemisel. Linnaõhu suurimaks CO allikaks on transport ja olmekütmine.

**Lämmastiku oksiidid (NO<sub>x</sub>)** - olulisemad on lämmastikoksiid ja lämmastikdioksiid. Lämmastikoksiidid tekivad lämmastikust katalüütilisel põlemisel. Valdavalt emiteeritakse lämmastikoksiidi, mis oksüdeerivate gaaside toimel (osoon) muutub edasi lämmastikdioksiidiks. Peamised inimtekkelised allikad on energiatootmine ja liiklus.

**Väaveldioksiid (SO<sub>2</sub>)** - terava lõhnaga värvitu gaas, mis tekib väävlit sisaldavate kütuste põlemisel. Põhiliseks SO<sub>2</sub> allikateks linnades on katlamajad, liiklusjaamades on märgatav ka autokütustest pärinev väaveldioksiid.

**Peened osakesed (PM<sub>10</sub>)** - osakesed, mis läbivad 10 µm aerodünaamilise diameetriga<sup>1</sup> mõõduselektiivse ava 50 protsendil juhtudest (peened osakesed läbimõõduga alla 10 µm). Sellesse fraktsiooni kuulub suurem osa antropogeensest tolmsaastest (nt põlemisprotsesside tagajärjel tekkiv lendtuhk, tahm).

**Kaadmium (Cd)** - üks mürgisemaid metalle. Cd-ühendid on umbes 50 korda mürgisemad Pb-ühenditest. Cd on lisaelemendina masuudis (0,0001-0,001 %), kivisöes, fosforväetistes. 0,03g – 0,04 g Cd-ühendeid põhjustab surma. Cd-mürgisust iseloomustab närvisüsteemi kahjustus, ägedad luuvalud jalgades ja õlavöötmes, ekseem, mälu nõrgenemine, hingeldamine. Cd asendab luudes Ca ning põhjustab luudefekte. Kaadmiumil on kantserogeenne ja teratogeenne toime.

**Arseen (As)** - juba sajandeid tuntud mürgkemikaalina, mida ühendina "arseeniku" (As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) nime all kasutati tahtlikuks mürgitamiseks. As sisaldub kivisöe- ja põlevkivituhas ning lendtuhana õhus. As kuulub põllumajanduses rakendatavate mürgkemikaalide, mõnede värvide ja pesuainete koostisse. As põhjustab naha- ja kopsuvähki.

**Nikkel (Ni)** - satub atmosfääri terase ja nikli tootmisel, fossiilsete kütuste põletamisel, metallitöötlusel, värvide, plastmassi ja akude tootmisel.

**Plii (Pb)** - satub õhku kütuse põlemisel tekkiva lendtuha ja auto heitgaasi koostises (etüülitud bensiini kasutamise tõttu). Õhust sadestuvad Pb-ühendid pinnasesse ja vette, sealt taimedesse ning seejärel toiduahela kaudu loomadesse ja inimesse. Pb-mürgituse puhul täheldatakse kõrgeenenud erutuvust (vahelduvad depressiooni- ja ärritusseisundid), agressiivse käitumise ilmingud, väikelastel vaimset peetust, ajutegevushäireid. Plii asendab luudes kaltsiumi, eraldub sealt aja jooksul organismi ning elutegevusprotsesse.

**Vanaadium (V)** – satub atmosfääri eriteraste tootmisel, samuti fossiilsete kütuste põletamisel, metallitöötlusel, erinevate tööriistade ja metallosade tootmisel.

**Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH)** - orgaanilised ühendid, mis sisaldavad üksteisega liitunud benseenituumasid. On looduslikult esinevad ained, mis tekivad süsinikku sisaldavate ühendite põlemisel madalal temperatuuril kontrollimata tingimustes. See toimub metsatulekahjude ja vulkaanide korral; inimtegevuse puhul – suitsetamisel, eluasemete kütmisel, energia tootmisel ja fossiilkütuste sõidukites kasutamisel; toidu valmistamisel ja jäätmete põletamisel ning erinevate

---

<sup>1</sup> Aerodünaamiline läbimõõt iseloomustab sfäärilist osakest tihedusega üks gramm kuupsentimeetri kohta, millel on sama langemiskiirus, mis konkreetsetel reaalsel osakesel, olenemata selle osakese kujust, suurusest ja tihedusest.

tööstuslike protsesside tagajärjel. Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud esinevad looduslikul kujul toornaftas ja kiviõies ning olles lihtsalt formeeruvad ja stabiilsed ühendid, kuhjuvad need krakkimise ja destilleerimise varastes staadiumites. PAH-sisaldusega õlisid kasutatakse autorehvide, veoautode, mootorrataste, võidusõiduautode ja õhusõidukite puhul. Need õlid, mis moodustavad koguni 28 % protektorist, annavad rehvidele sellise esmatähtsa omaduse nagu haarduvus, mida karkassilt ei nõuta.

**Benso(a)püreen (BaP)** - tuntuim polütsükliliste aromaatsete süsivesinike (PAH) hulka kuuluv keemiline ühend. Kivisöetõrvast, naftast saadav värvuseta vedelik. Kasutatakse värvide, lõhkeainete, ravimite, plastmassi valmistamisel ning seguna mootorikütuses. Atmosfääri emiteeritud PAH-ide üldkogusest moodustab benso(a)püreen ligikaudu 5%.



### 3.2 Mõõteseadmed ja meetodika

Kontrollmõõtmiste läbiviimiseks teostati välisõhukvaliteedi mõõtmisi automaatanalüsaatoritega ning emissioonimõõtmisi otsesest saasteallikast proovivõtuseadmetega, lisaks koguti lõhnaaintete esinemise tuvastamiseks lõhnaproove. Kasutatud meetodikate ja mõõteseadmete kirjeldus on toodud alljärgnevalt.

### 3.3 Välisõhu kvaliteedi mõõtmised automaatanalüsaatoritega

Õhukvaliteedi pidevmõõtmiste läbiviimiseks kasutati mobiilset õhulaborit Mobair 2, mis on varustatud täisautomaatsete õhuanalüsaatoritega. Mõõtmised toimusid iga viie minuti järel, mõõtmistulemused salvestati mõõtejaamas paiknevasse salvestusseadmesse ja kanti tunnise intervalliga üle Eesti Keskkonnauuringute Keskuse serverisse. Lisaks automaatsetele analüsaatoritele on mõõtebuss varustatud tolmuõhuseadmega Digital DH-80, määramaks tolmu kontsentratsioone gravimeetriselt. Käosoleva töö raames mõõdeti summaarsete tahkete osakeste (PM-sum) sisaldust gravimeetriselt, kogudes tolmu proovi spetsiaalsele filtrile, millelt määrati tolmu sisaldus vastavalt standardile EVS-EN 12341:2001 *Air quality – determination of the PM<sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter – Reference method and field test procedure to demonstrate reference equivalence of measurement methods*. Osakeste mõõtmine gravimeetrisel meetodil põhineb tolmuosakeste kogumisel filtrile konstantse voolukiirusega täpselt mõõdetud õhuhulgast fikseeritud perioodi jooksul (24 tundi). Filter kaalutakse enne ja pärast proovivõttu standardsetel tingimustel. Kaalutiste vahe ja filtrit läbinud õhuhulga põhjal arvutatakse osakeste sisaldus kuupmeetris õhus.

Raskmetallide sisaldust PM-sum fraktsioonis määrati seadmega ICP-MS Agilent 7500cx vastavalt standardile EVS-EN 14902:2005 *Ambient air quality – Standard method for measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM<sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter*. Filtrilt, kuhu on kogutud tolmu proov, võetakse konstantse suurusega tükk, mis mineraliseeritakse. Uuritava metalli määramine proovist põhineb vabade aatomite võimele absorbeerida kiirgust, mille võrdlemisel tuntud kalibreerimislahuse neeldumisvõimega saadakse kätte erinevate raskmetallide sisaldus proovis. Saadud tulemuse ning filtrit läbinud õhuhulga põhjal arvutatakse raskmetallide kontsentratsioon kuupmeetris õhus.

Polütsükliiliste aromaatsete süsivesinike (PAH) ja benzo(a)pireeni sisaldust määrati vastavalt standardile ISO 12884 *ambient air – determination of total (gas and particle-phase) polycyclic aromatic*



hydrocarbons – Collection on sorbent-backed filters with gas chromatographic/mass spectrometric analyses.

Lisaks saasteainetele mõõdeti automaatanalüsaatoriga mõõtepunktis ka meteoroloogilisi parameetreid nagu tuule suund ja kiirus. Kasutatud mõõteseadmed on esitatud järgnevalt (Tabel 1).

**Tabel 1 Mõõteseadmed mobiilses mõõtebusis Mobair 2**

Mõõdetavad parameetrid	Sagedus	Kasutatav seade	Väljalaske aasta
Lämmastikoksiidid (NO <sub>x</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APNA – 360 Kemoluminestsents (NO ja NO <sub>x</sub> ), NO <sub>2</sub> arvutuslik: NO <sub>x</sub> -NO=NO <sub>2</sub>	2000
Süsinikoksiid (CO)	Pidev mõõtmine	HORIBA APMA – 360 Infrapunase kiirguse absorptsioon	2000
Osoon (O <sub>3</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APOA – 360 UV- fotomeetria	2000
Summaarsed süsivesinikud (THC)	Pidev mõõtmine	HORIBA APHA – 360 leekionisatsioon	2000
Vääveldioksiid (SO <sub>2</sub> )	Pidev mõõtmine	HORIBA APSA – 360 UV- fluorestsents	2000
Peened osakesed, eriti peened osakesed (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> )	Tsükliline mõõtmine	Digitel DHA 80 gravimeetria	2005
Peened osakesed, eriti peened osakesed (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> )	Pidev mõõtmine	BAM 1020 beeta kiirguse absorptsioon	2010
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Pidev mõõtmine	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam 10 m mastiga	2000

### 3.4 Emissioonimõõtmised Osula Graanul saasteallikast

Mõõtettsükkel ühes mõõtepunktist oli minimaalselt 60 minutit. Emissioonigaasidest määratistandardised gaasilised saasteained (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, HF, CH<sub>4</sub> + 11 kalibreeritud lenduvat orgaanilist ühendit) ning emissioonigaasi niiskuse (%) ja O<sub>2</sub>. Lisaks võeti emissioonigaasidest filtritele PM-sum proovid. Filtrid kaalutakse enne ja pärast proovivõtmist nõuetekohaselt laboris. Lisaks võetakse suitsugaasidest lõhnaainete proov Nalophan™ proovivõtu kotti, kasutades SKC vaakumkohvrit. Vajadusel kasutatakse proovi eellahjendust, kasutades lahjendusgaasina N<sub>2</sub>. Lõhnaaine proovid analüüsitakse 24 h jooksul

dünaamilise olfaktomeetriga TO-8, kasutades n-butanooliga testitud lõhnapaneeeli. Lisaks määratakse suitsugaaside joonkiirus, temperatuur ja dünaamiline rõhk.

Kõik mõõtmised teostatakse vastavalt EVS, CEN, ISO või nende puudumisel samaväärsete standardite nõuete kohaselt. Saadud mõõtetulemusi võrreldakse väljastatud keskkonnanõu tingimustega.

Eesti Keskkonnauuringute Keskuse labori kvaliteedisüsteem on akrediteeritud vastavalt standardile EVS-EN 17025.

Saasteainete emissioonigaaside proovid võetakse kuumadest suitsugaasidest.

**Saasteainete proovivõtul** lähtuti järgmistest standarditest:

- EVS-EN 15259:2007 „Air quality - Measurement of stationary source emissions - Requirements for measurement sections and sites and for the measurement objective, plan and report“
- EN ISO 11771:2010 „Air quality - Determination of time-averaged mass emissions and emission factors - General approach (ISO 11771:2010)“
- EVS-EN 13725 „Õhukvaliteet. Lõhnaainete kontsentratsiooni määramine dünaamilise olfaktomeetria abil“
- Eesti Keskkonnauuringute Keskuse akrediteeritud standardtööjuhendid.

**Osakeste (PM-sum)** proovide võtmisel lähtutakse standarditest:

- ISO 9096:2003 „Stationary source emissions -- Manual determination of mass concentration of particulate matter“
- EN 13284-1:2001 „Stationary source emissions - Determination of low range mass concentration of dust - Part 1: Manual gravimetric method“

PM-sum kontsentratsiooni kogumiseks kasutati proovivõtuseadet Aquaria CF-20, mis võimaldab koguda PM-sum proovi filtrile.

**Gaasiliste saasteainete** määramiseks kasutati multikomponentset ja portatiivset FTIR gaasi analüsaatorit Gasmeter DX-4000 (Gasmeter Ltd) ja EC meetodil põhinevat Testo 360 (Testo GmbH), mille mõõtmiste põhimõte seisneb Fourieri teisendusega infrapuna (FT-IR), mitte-dispersiivse infrapuna (ND-IR) ja elektrokeemiliste rakkude (EC) meetodil.

- FT-IR analüsaator laseb vaadeldavast gaasist läbi infrapunakiirguse, millele gaasis olevad ainegrupid reageerivad kindlal lainepikkuste vahemikus.
- EC töötab ioonselektiivsuse potentsiomeetrilisel põhimõttel. Sensorid on täidetud teatud elektrolüütilise vesilahusega sõltuvalt katsest.

- ND-IR töötab lairibakiirguse põhimõttel. Radiatsioon lastakse läbi suitsugaasi lambi abil ning seejärel siseneb suitsugaas mõõterakku
- Võimekus - Analüsaatorid on võimelised samaaegselt mõõtma kuni 50 erinevat ühendit.
- Analüsaatoritega mõõdetavatest gaasidest on olulisemad: H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, CO, NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, HCl, HF, CH<sub>4</sub>. Gasmõõteriistadega on võimalik lisaks mõõta mitmeid lenduvaid orgaanilisi ühendeid.

**Lõhnaainete proovid** võeti vastavalt standardile EVS-EN 13725, kasutades selleks SKC vaakumkohvrit ning lõhnaainete proov võetakse Nalophan™ proovivõtukotti ning analüüsiti 24h jooksul laboris n-butanoliga testitud lõhnapaneeli poolt, kasutades dünaamilist olfaktomeetrit TO-8 (Odournet Ltd).

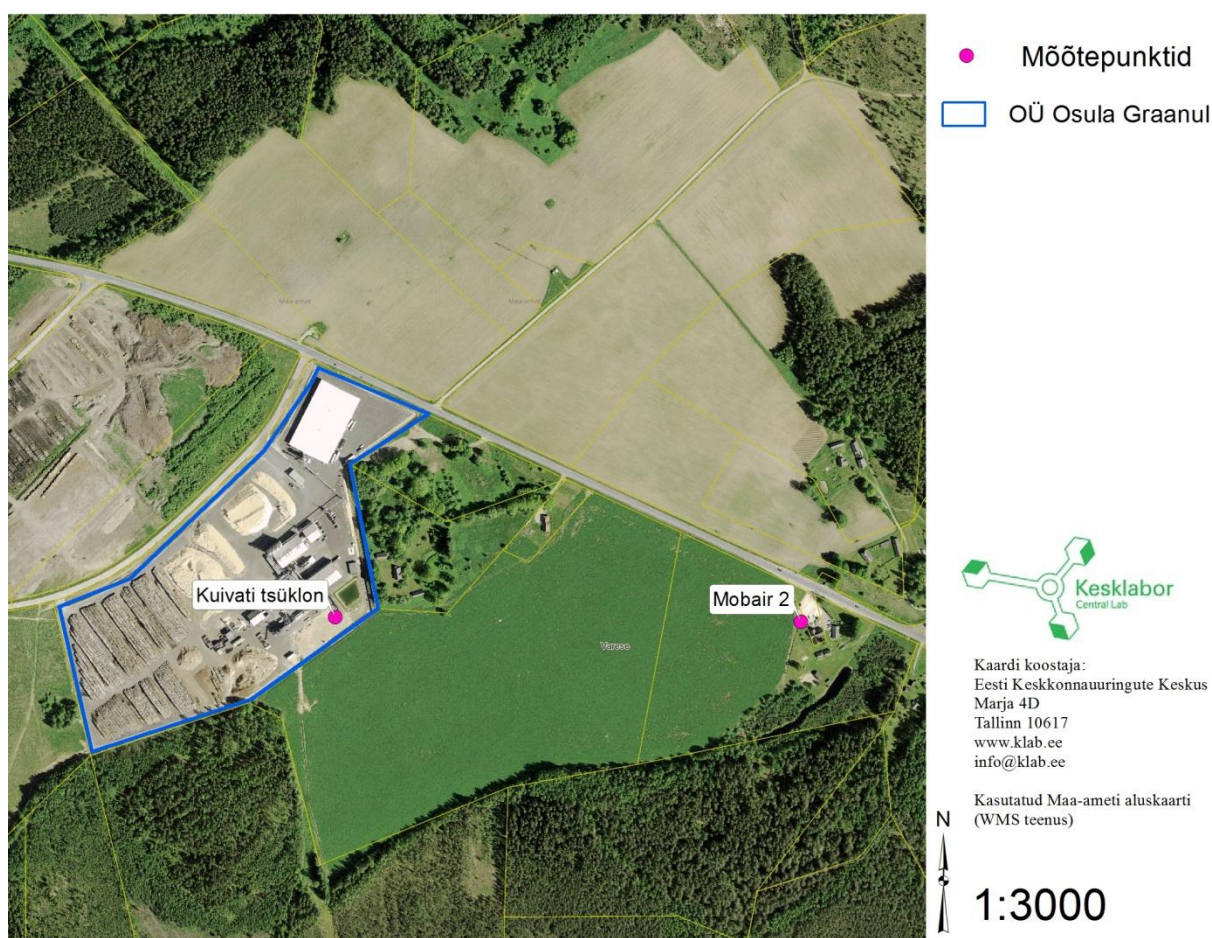
**Temperatuuri mõõtmiseks** on Testo 360 varustatud termopaariga, mille mõõtevahemik on -40 °C – 1200 °C.

**Gaasi kiirus** määrati dünaamilise rõhu kaudu. Dünaamiline rõhk määrati kuumades, niisketes ja tahkeid osakesi sisaldavates gaasides Pitot-toruga, mis on ühendatud lateksvoolikute abil mõõteseadmega Testo 400. Dünaamiline rõhk määratakse täpsusega +/- 5 Pa.

- EN ISO 16911-1:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 1: Manual reference method (ISO 16911-1:2013)“
- EN ISO 16911-2:2013 „Stationary source emissions - Manual and automatic determination of velocity and volume flow rate in ducts - Part 2: Automated measuring systems (ISO 16911-2:2013)“.

### 3.5 Osula Graanul kontrollmõõtmiste tulemused

Ajavahemikul 03.09.2015 – 26.11.2015 teostati Võrumaal Sõmerpalu vallas Varesse külas välisõhukvaliteedi pidevmõõtmisi valitud mõõtepunktis OÜ Osula Graanul vahetus läheduses ning emissioonimõõtmisi OÜ Osula Graanul saasteallikast. Emissioonimõõtmised teostati saasteallikast nr 1 – kuivati tsüklon, mille täpne asukoht on märgitud alljärgneval kaardil, lisaks on kaardile kantud pidevmõõtmisi teostanud Mobair 2 asukoht (Joonis 30). Mõõtepunktide täpsed koordinaadid on kuivati tsüklonil vastavalt X6418094 Y665925 ning mõõtebussil X6418084 Y666570.



**Joonis 30 Mõõtepunktide asukoht**





Joonis 31 Mobair 2 asukoht mõõteperioodil



Joonis 32 Emissioonimõõtmised Osula Graanul OÜ-s

### 3.6 Osula Graanul emissioonimõõtmised

Emissioonimõõtmisi teostati kuivati tsüklonist (saasteallikas nr 1) 04.11.2015. Välisõhu saasteloa kohaselt eraldub saasteallikast nr 1 välisõhku järgmisi saasteaineid: NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, PM-sum, VOC-com, Pb ja V. Mõõdetud suitsugaaside kontsentratsioon ja hetkeline heitkogus on esitatud alljärgnevas tabelis (Tabel 2).

**Tabel 2 Suitsugaaside kontsentratsioon ja hetkeline heitkogus kuivati tsüklonist**

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	30,12	40,36	0,592	2,132
NO <sub>2</sub>	45,77	93,83	1,377	4,956
NO <sub>x</sub>	75,89	134,19	1,969	7,087
CO	8,69	10,86	0,159	0,574
SO <sub>2</sub>	1,25	3,58	0,052	0,189
VOC-com	80,02	224,13	2,435	8,768

Lisaks võeti saasteallikast üldtolmu proovid, millelt 2-lt filtrilt analüüsiti raskmetallide nagu plii ja vanaadiumi sisaldus ning 2-lt (H-305, H-297) benzo(a)püreeni sisaldus. B(a)P sisaldus analüüsitud tolmuproovides jäi alla labori määramispiiri (10 ng) (Tabel 3).

**Tabel 3 Raskmetallide kontsentratsioon ja hetkeline heitkogus kuivati tsüklonist**

Saasteaine	Saasteaine kogus	Saasteainete kontsentratsioon	Hetkeline heitkogus
	µg (tolm – g/bap - ng)	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s
PM-sum (H-289)	0,0825	177,996	2,691
Pb	2,20	0,0047	0,00007
V	0,50	0,0011	0,00002
As	1,25	0,0027	0,00004
Ni	1,45	0,0031	0,00005
PM-sum (H-299)	0,0682	117,321	1,774
Pb	1,30	0,0022	0,00003
V	0,50	0,00091	0,00001
As	1,25	0,0021	0,00003
Ni	1,50	0,0026	0,00004



Saasteaine	Saasteaine kogus	Saasteainete kontsentratsioon	Hetkeline heitkogus
	µg (tolm – g/bap – ng)	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s
PM-sum (H-305)	0,0964	211,689	3,080
B(a)P	10	0,00001	0,0000003
PM-sum (H-297)	0,0195	40,102	0,557
B(a)P	10	0,00001	0,0000003

Saasteainete kontrollmõõtmiste tulemused ja võrdlus välisõhu saasteloaga määratud maksimaalsete lubatud heitkogustega on toodud alljärgnevalt (Tabel 4).

**Tabel 4 Mõõtmistulemuste võrdlus välisõhu saasteloaga määratud heitkogustega**

Saasteaine	Mõõdetud hetkeline heitkogus	Lubatud hetkeline heitkogus
	g/s	g/s
NO <sub>2</sub>	1,377	2,778
CO	0,159	27,780
SO <sub>2</sub>	0,052	0,278
VOC-com	2,435	3,676
PM-sum	2,025	6,500
Pb	0,00005	0,002
V	0,00001	0,001
As	0,00003	0,000
Ni	0,00004	0,000

### 3.7 Välisõhukvaliteedi pidevmõõtmised Mobairiga Osulas

Välisõhukvaliteedi mõõtmised viidi läbi ajavahemikul 03.09.2015 – 26.11.2015. Õhusaastatuse hindamiseks kasutati mobiilset mõõtebussi, millega mõõdeti saasteainete nagu SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, NMHC, CH<sub>4</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> kontsentratsioone õhus ning lisaks meteoroloogilisi parameetreid. Lisaks koguti gravimeetriliselt üldtolmu proove, mida hiljem laboris analüüsiti raskmetallide ja PAH suhtes.

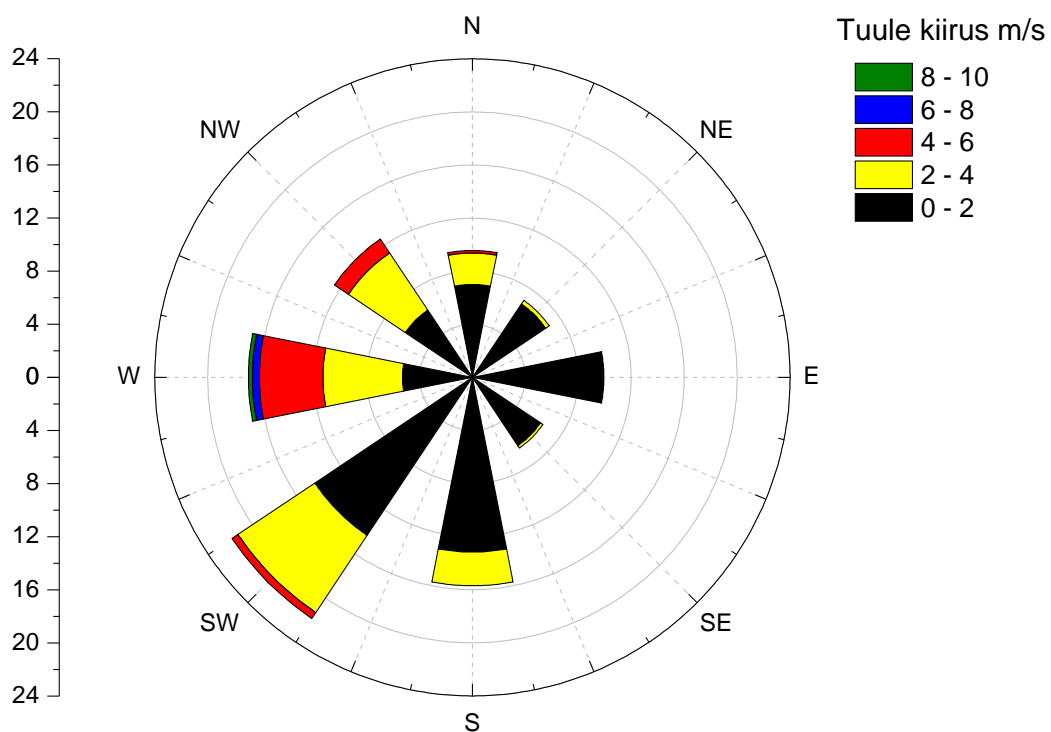
#### 3.7.1 Meteoroloogilised tingimused mõõteperioodil

Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, olles tingitud parematest hajumistingimustest. Tugevama tuule korral on õhus rohkem turbulentseid

keeriseid, tänu millele hajub õhusaaste kiiremini. Mõõteperioodil esinenud tuule näitajad on toodud alljärgnevalt Tabel 5 ja Joonis 33.

**Tabel 5 Tuulte esinemissagedus mõõteperioodil**

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus, %
Põhi (N)	337.5-22.5	9,6
Kirre (NE)	22.5-67.5	7,0
Ida (E)	67.5-112.5	9,9
Kagu (SE)	112.5-157.5	6,4
Lõuna (S)	157.5-202.5	16,0
Edel (SW)	202.5-247.5	21,8
Lääs (W)	247.5-292.5	16,9
Loe (NW)	292.5-337.5	12,5

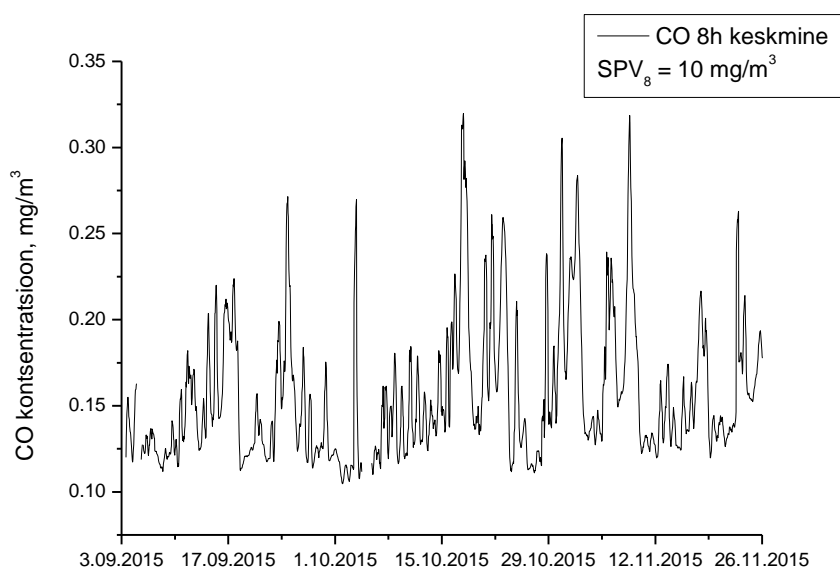


**Joonis 33 Tuulteruos, Mobair 2**

### 3.7.2 Pidevmõõtmiste tulemused Osulas

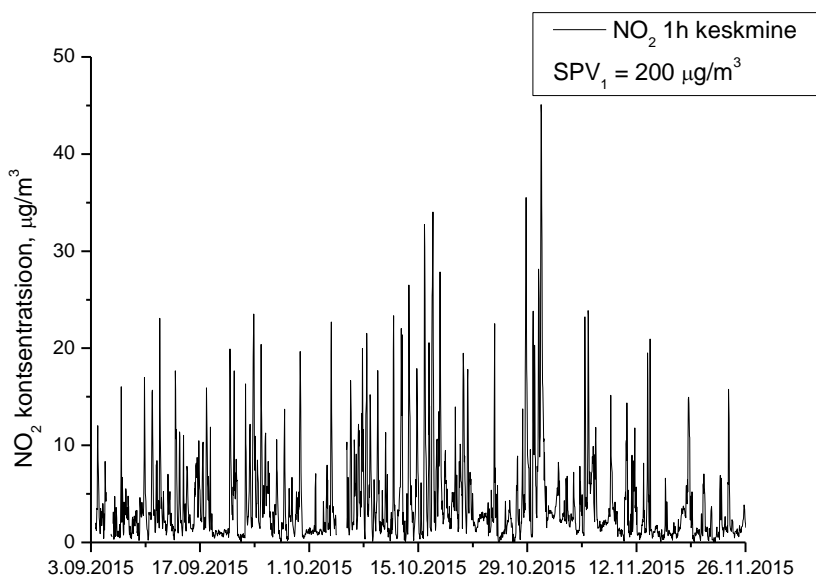
Põhjusel, et esimene ja viimane mõõtepäev on mõõtebussi teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolikud, võeti mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel aluseks täispäevade andmed. Mobairi mõõtepunktis mõõdetud saasteainete tunni- ning ööpäevakeskmised kontsentratsioonid on toodud alljärgnevatel joonistel.

**Süsinikmonoksiidile (CO)** kehtib piirväärtusena 8 tunni libisev keskmine  $10 \text{ mg/m}^3$ , millest mõõteperioodil mõõdetud CO kontsentratsioonid jäid oluliselt madalamaks. Maksimaalne 8 h libisev keskmine süsinikmonoksiidi kontsentratsioon oli  $0,32 \text{ mg/m}^3$  (17.10). Mõõteperioodi keskmine CO sisaldus välisõhus oli  $0,16 \text{ mg/m}^3$  (Joonis 34).



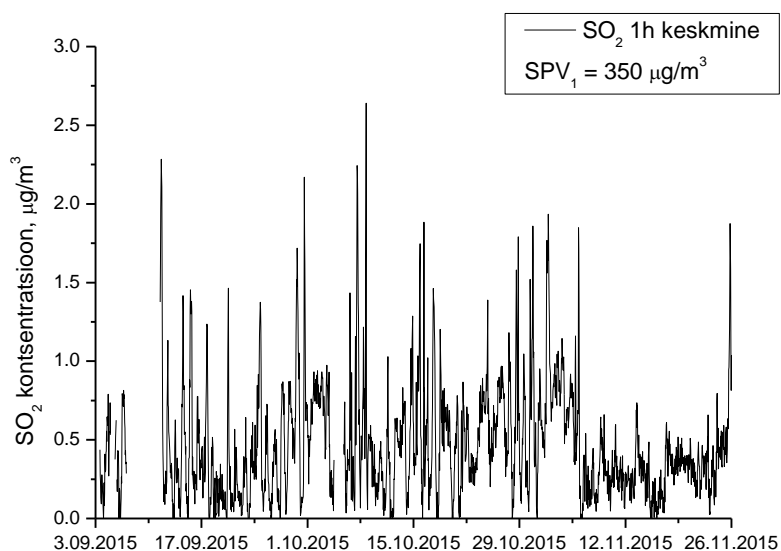
**Joonis 34 CO 8 h libisev keskmine kontsentratsioon**

**Lämmastikdioksiidi (NO<sub>2</sub>)** tunnikeskmine piirväärtus on  $200 \text{ µg/m}^3$ , ühtegi piirväärtust ületavat kontsentratsiooni mõõteperioodil ei registreeritud. Maksimaalne tunnikeskmine NO<sub>2</sub> kontsentratsioon oli  $45,09 \text{ µg/m}^3$  (30.10). Mõõteperioodi keskmine NO<sub>2</sub> sisaldus välisõhus oli  $4,1 \text{ µg/m}^3$  (Joonis 35).



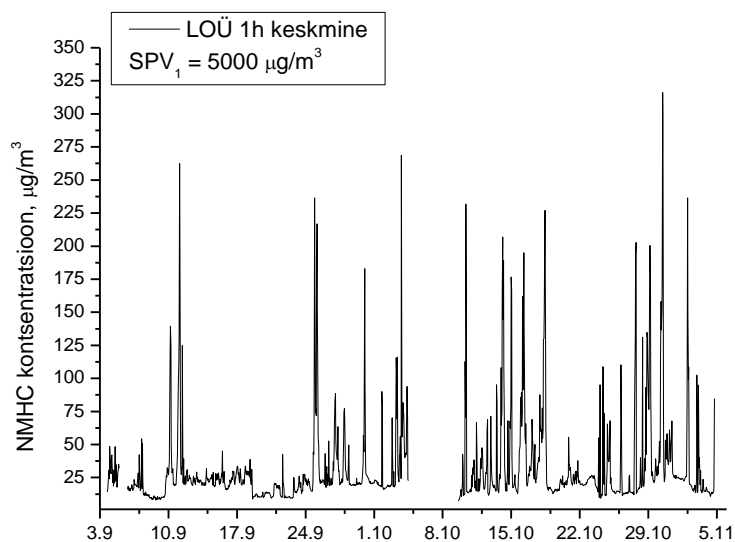
### Joonis 35 NO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon

Vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) tunnikeskmine piirväärtus on 350 µg/m<sup>3</sup>, millest mõõdetud kontsentratsioonid oluliselt madalamaks jäid. Maksimaalne tunnikeskmine SO<sub>2</sub> kontsentratsioon oli 2,64 µg/m<sup>3</sup> (08.10). Mõõteperioodi keskmine SO<sub>2</sub> sisaldus välisõhus oli 0,47 µg/m<sup>3</sup> (Joonis 36).



### Joonis 36 SO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon

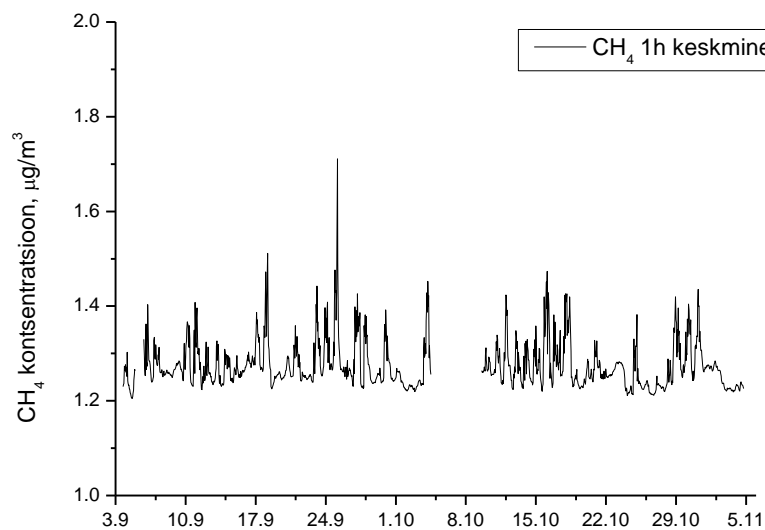
**Lenduvatele orgaanilistele ühenditele (LOÜ)** kehtib tunnikeskmine piirväärtus  $5000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mõõteperioodil ühtegi piirväärtust ületavat kontsentratsiooni ei mõõdetud. Maksimaalne tunnikeskmine NMHC sisaldus oli  $316 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (30.10). Mõõteperioodi keskmine LOÜ sisaldus välisõhus oli  $32,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 37).



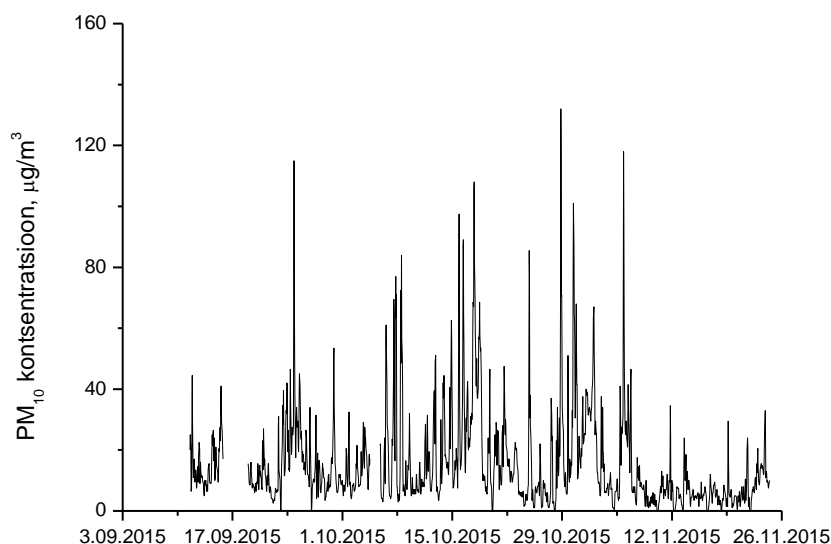
**Joonis 37 NMHC 1 h keskmine kontsentratsioon**

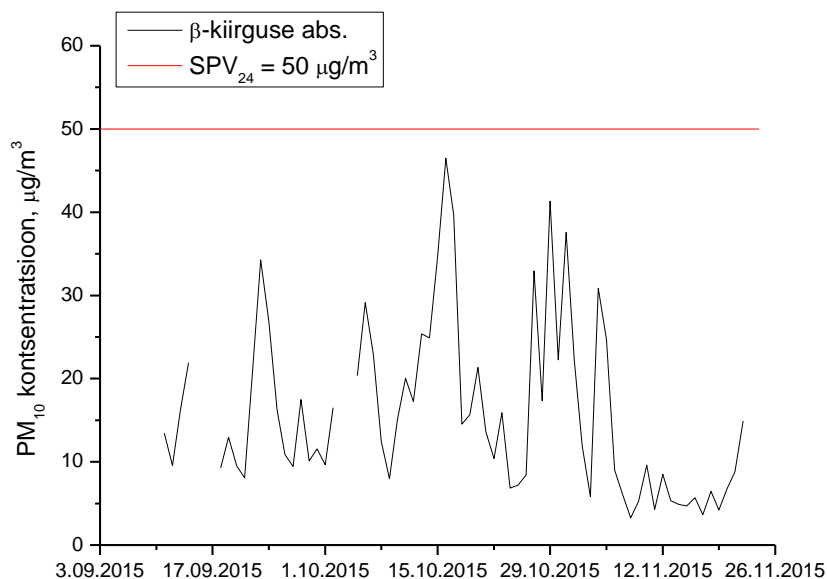
**Metaanile (CH<sub>4</sub>)** välisõhu piirväärtust kehtestatud pole. Maksimaalne tunnikeskmine CH<sub>4</sub> sisaldus mõõteperioodil oli  $1,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (25.09). Mõõteperioodi keskmine metaani sisaldus välisõhus oli  $1,27 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 38).



**Joonis 38 CH<sub>4</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon**

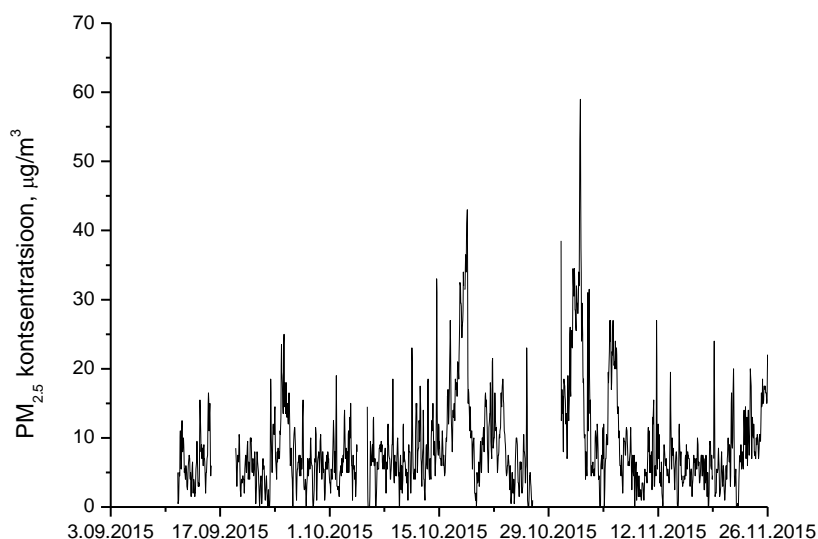
**Peentele osakestele (PM<sub>10</sub>)** kehtib ööpäevakeskmine piirväärtus 50 µg/m<sup>3</sup>. Peente osakeste maksimaalne tunnikeskmine kontsentratsioon seireperioodil oli 132 µg/m<sup>3</sup> (28.10) (Joonis 39). Ööpäevakeskmise piirväärtuse ületamisi ei mõõdetud, maksimaalne 24 h keskmine peente osakeste sisaldus oli 46,5 µg/m<sup>3</sup> (17.10) (Joonis 40). Seireperioodi keskmine PM<sub>10</sub> sisaldus oli 15,74 µg/m<sup>3</sup>.

**Joonis 39 PM<sub>10</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon**

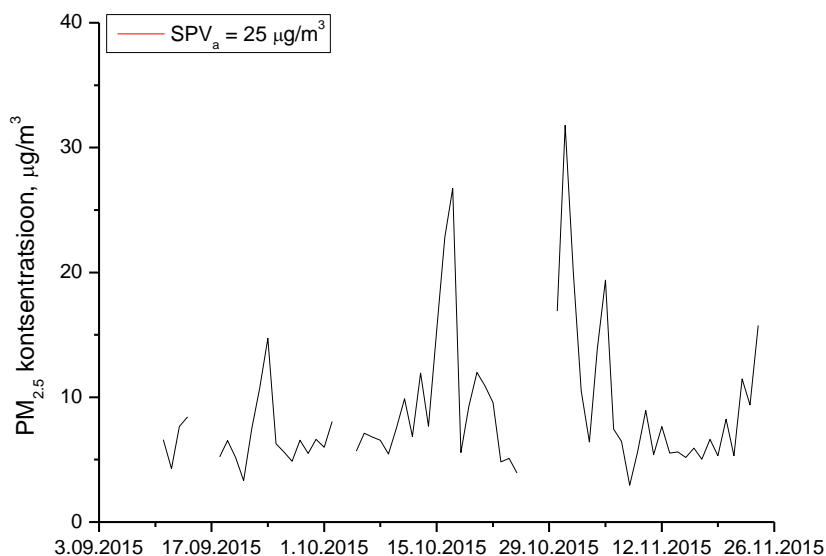


**Joonis 40**  $PM_{10}$  24 h keskmine kontsentratsioon

**Eriti peentele osakestele ( $PM_{2.5}$ )** kehtib aastakeskmine piirväärtus  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maksimaalne tunnikeskmine eriti peente osakeste kontsentratsioon oli  $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (02.11) (Joonis 41). Maksimaalne ööpäevakeskmine  $PM_{2.5}$  sisaldus oli  $31,79 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (01.11) (Joonis 42). Perioodikeskmine eriti peente osakeste sisaldus oli  $8,87 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , jäädes aastakeskmisest piirväärtusest oluliselt madalamaks.

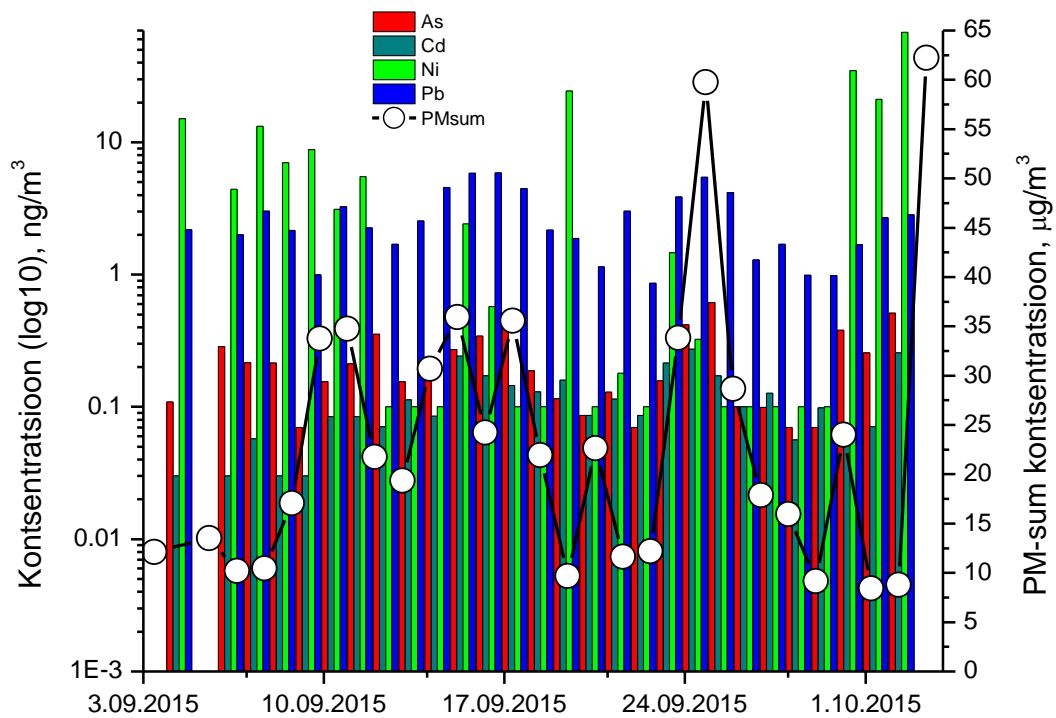


**Joonis 41**  $PM_{2.5}$  1 h keskmine kontsentratsioon

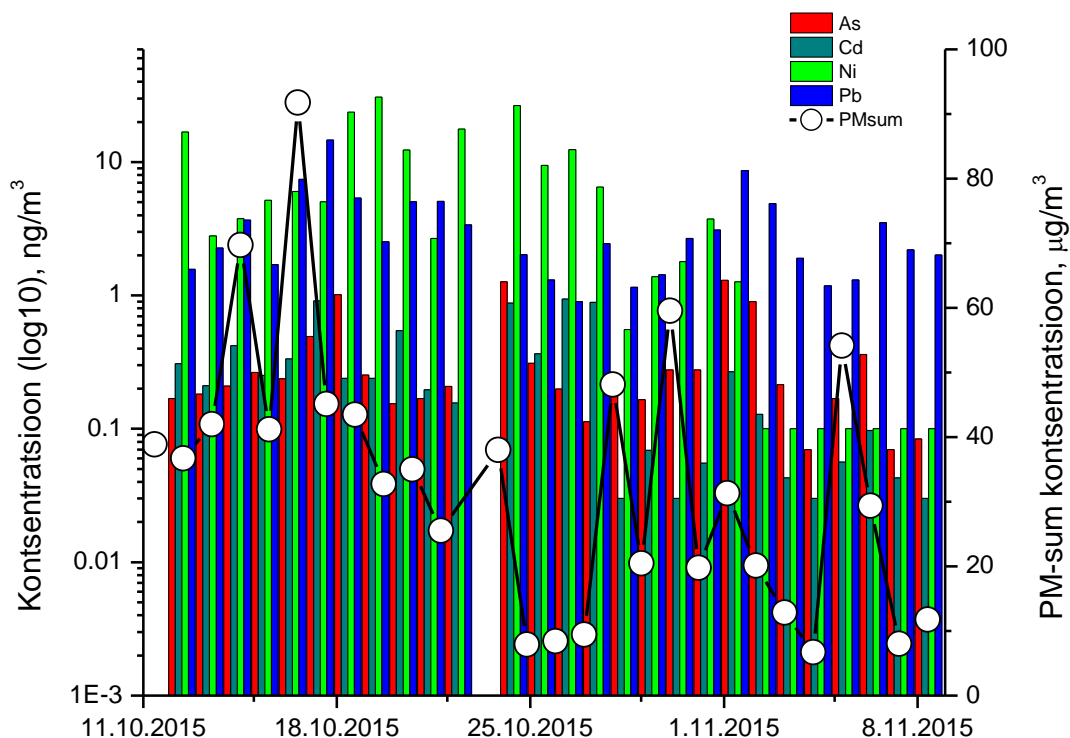


#### Joonis 42 PM<sub>2.5</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon

Lisaks automaatanalüsaatoritele mõõdeti perioodil 04.09 – 8.11.2015 PM-sum sisaldust gravimeetriliselt. Summaarsetele osakestele kehtib ööpäevakeskmine piirväärtus 500 µg/m<sup>3</sup>, millest mõõdetud tulemused jäid oluliselt madalamaks. Maksimaalne PM-sum sisaldus mõõdeti 17.10 vastavalt 91,74 µg/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodi keskmine PM-sum sisaldus oli 27,90 µg/m<sup>3</sup>. Filtritele kogutud osakeste proovidest määrati laboris As, Cd, Ni, Pb ja PAH sisaldus. Mõõteperioodi keskmine arseeni sisaldus oli 0,28 ng/m<sup>3</sup>, kaadmiumil 0,20 ng/m<sup>3</sup>, niklil 7,33 ng/m<sup>3</sup> ja pliiil 3,07 ng/m<sup>3</sup> (Joonis 43, Joonis 44). Välisõhu piirväärtus kehtib nimetatud metallidest vaid pliile, mille saastatuse taseme kalendriaasta keskmine piirväärtus (SPV<sub>a</sub>) on 0,5 µg/m<sup>3</sup>, mõõteperioodi keskmine plii sisaldus oli 0,003 µg/m<sup>3</sup>. Arseenile, kaadmiumile ja niklile kehtib aastakeskmine saastatuse taseme sihtväärtus vastavalt 6 ng/m<sup>3</sup>, 5 ng/m<sup>3</sup> ja 20 ng/m<sup>3</sup>. Mõõteperioodi keskmine raskmetallide sisaldus jäi vastavatest sihtväärtustest oluliselt madalamaks.



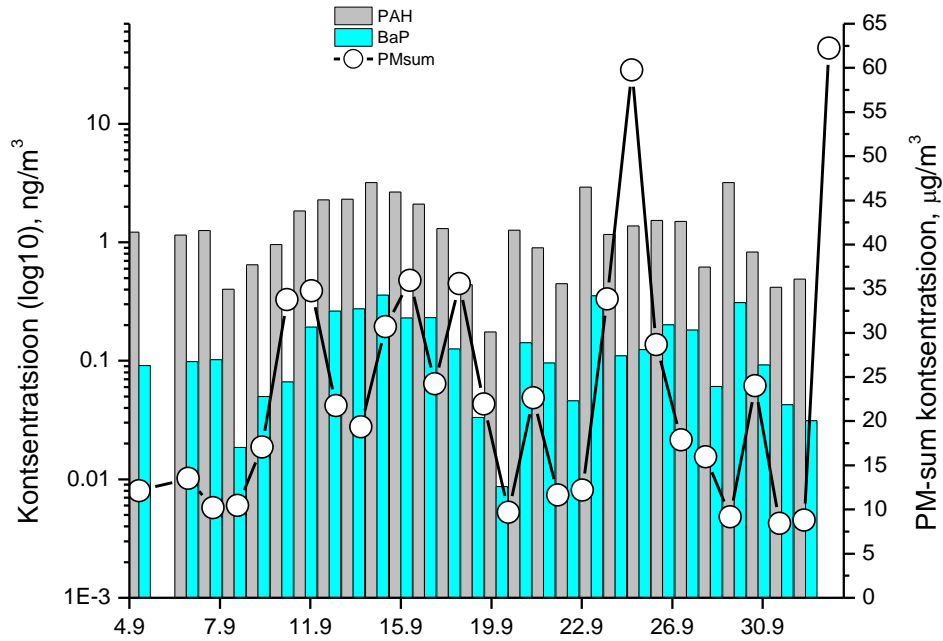
Joonis 43 Raskmetallide sisaldus PM-sum fraktsioonis 04.09 – 02.10.2015



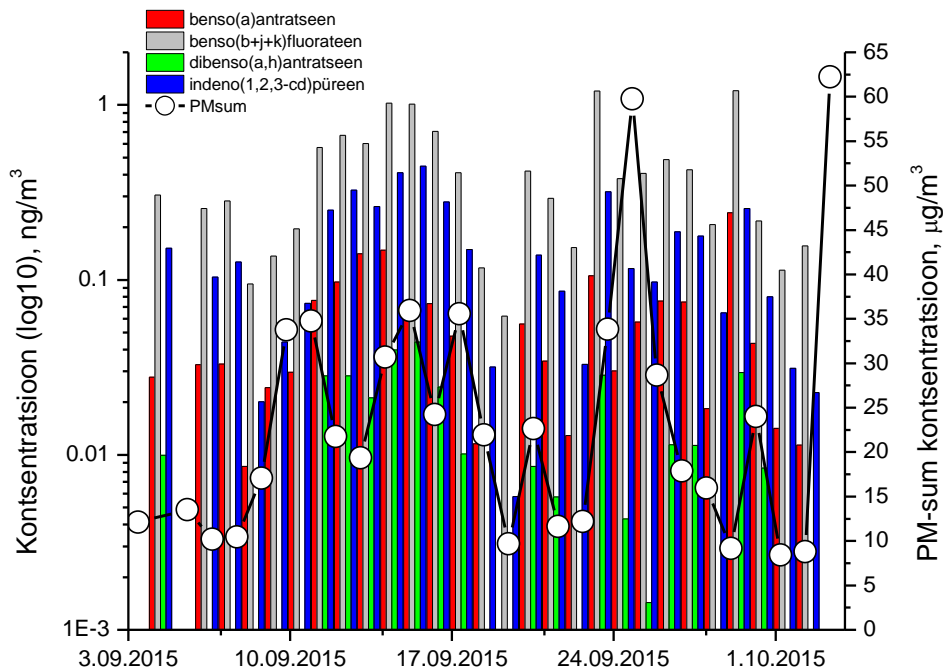
**Joonis 44 Raskmetallide sisaldus PM-sum fraktsioonis 11.10 – 08.11.2015**

Polütsükliilistest aromaatsetest süsivesinikest (PAH) määrati benzo(a)püreeni (B(a)P), benzo(a)antratseeni, benso(b+j+k)fluorateeni, dibenso(a,h)antratseeni ja indeno (1,2,3-cd)püreeni sisaldus. Mõõteperioodi keskmine PAH sisaldus oli vastavalt 2,6 ng/m<sup>3</sup>, benso(a)püreenil 0,28 ng/m<sup>3</sup>, benso(a)antratseenil 0,16 ng/m<sup>3</sup>, benso(b+j+k)fluorateenil 0,83 ng/m<sup>3</sup>, dibenso(a,h)antratseenil 0,034 ng/m<sup>3</sup> ja indeno (1,2,3-cd)püreenil 0,27 ng/m<sup>3</sup>. Välisõhu saastatuse piirväärtus kehtib benso(a)püreenile vastavalt SPVa = 1 ng/m<sup>3</sup>, millest perioodikeskmine B(a)P tulemus jäi oluliselt madalamaks (Joonis 45, Joonis 46, Joonis 47, Joonis 48).

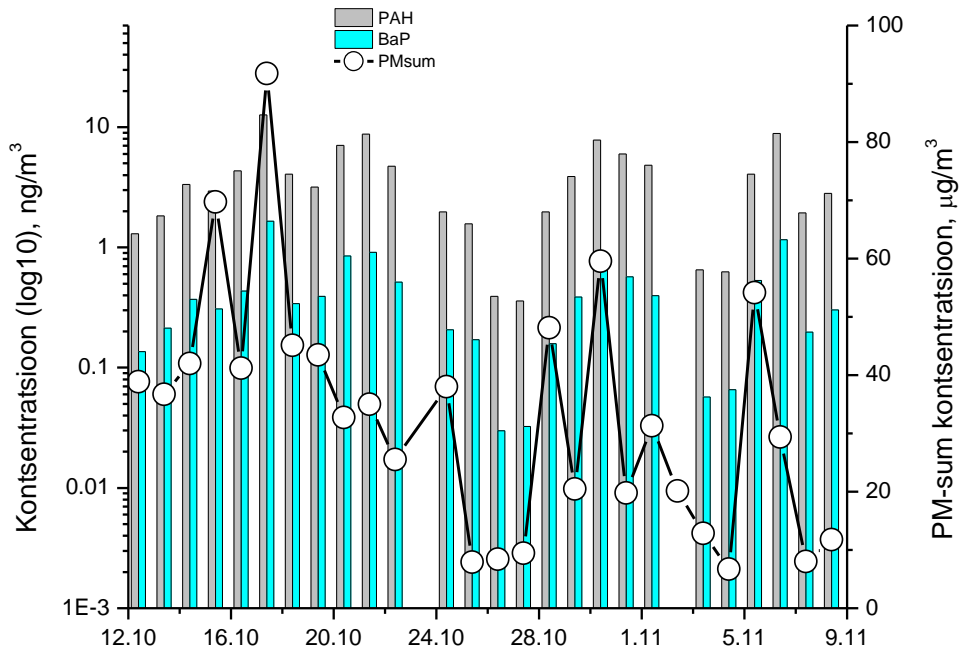




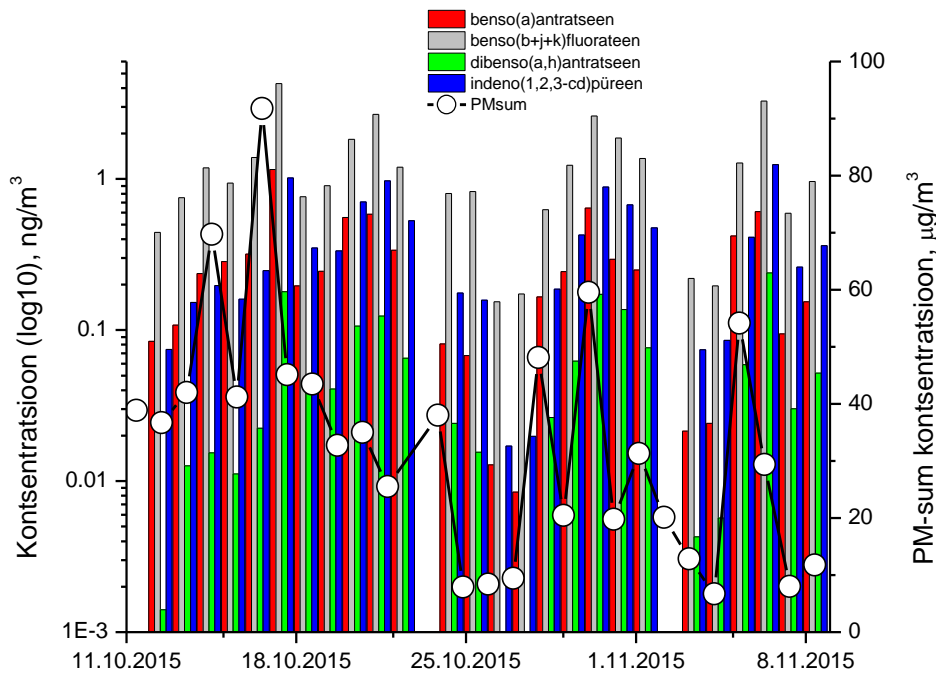
Joonis 45 PAH ja Bap sisaldus PM-sum fraktsioonis 04.09 – 02.10.2015



Joonis 46 PAH komponentide sisaldus 04.09 – 02.10.2015



Joonis 47 PAH ja BaP sisaldus PM-sum fraktsioonis 11.10 – 08.11.2015



Joonis 48 PAH komponentide sisaldus 11.10 – 08.11.2015

### 3.7.3 Korrelatsioonanalüüs

Korrelatsioon kajastab kahe muutuja vahelist lineaarset seost. Graafikul kujutatakse suhet lineaarse tõusu või langusena, mõõtevahemik on  $-1$  -  $+1$ .  $+1$  tähendab ideaalset positiivset suhet kahe muutuja vahel, st et kõrged X-telje väärtused on seotud kõrgete Y-telje väärtustega. Kui korrelatsiooniks saadakse  $-1$ , siis on tegu perfektse negatiivse lineaarse suhtega kahe muutuja vahel, st kõrged X-telje väärtused on seotud madalate Y-telje väärtustega. 0 korral kahe muutuja vahel mingit lineaarset seost ei ole. Korrelatsioonikoefitsientide põhjal on võimalik iseloomustada saasteainete käitumist ja esinemist välisõhus, see tähendab, kas kontsentratsioonid järgivad samu tõusu ja langustrende, lisaks kontsentratsiooniroosile ja summaarsele saastevoole ka saasteainete pärinemise suundade kokkulangevust.

Üldtolmu ja raskmetallide kontsentratsioonide vahel esineb tugev korrelatsioon, tugevaim on seos summaarsete tahakete osakeste ja plii kontsentratsioonide vahel, vastavaks korrelatsioonikoefitsendiks on 0,535. Lisaks korreleeruvad hästi ka arseeni ja plii kontsentratsioonid koefitsendiga 0,439, mis viitab samadele saasteallikatele ja/või nende üheaegsele esinemisele õhus (Tabel 6).

Üldtolmu ja PAH komponentide kontsentratsioonide vahel esineb samuti tugev seos, kõrgeimad korrelatsioonikoefitsendid arvutati tahakete osakeste ning PAH-de, benso(a)püreeni, benso(a)antratseeni ja benso(b+j+k)fluorateeni vahel (Tabel 7).

Mõnevõrra väiksem on omavaheline korrelatsioon raskmetallide ja PAH komponentide vahel, v.a plii, mille seos PAH komponentidega on väga hea, eriti benso(a)püreeni, benso(a)antratseeni ja benso(b+j+k)fluorateeniga, vastavateks korrelatsioonikoefitsentideks on 0,637, 0,621, 0,606 ja 0,613 (Tabel 8).

**Tabel 6 PM-sum ja raskmetallide korrelatsioon**

		PMsum	As	Cd	Ni	Pb
PMsum	Pearson Correlation	1	,303*	,309*	,148	,535**
	Sig. (2-tailed)		,025	,022	,282	,000
	N	55	55	55	55	55
As	Pearson Correlation	,303*	1	,294*	,275*	,439**
	Sig. (2-tailed)	,025		,030	,042	,001
	N	55	55	55	55	55
Cd	Pearson Correlation	,309*	,294*	1	,207	,382**
	Sig. (2-tailed)	,022	,030		,130	,004
	N	55	55	55	55	55
Ni	Pearson Correlation	,148	,275*	,207	1	-,056
	Sig. (2-tailed)	,282	,042	,130		,683
	N	55	55	55	55	55
Pb	Pearson Correlation	,535**	,439**	,382**	-,056	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,001	,004	,683	
	N	55	55	55	55	55

\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Tabel 7 PM-sum ja PAH komponentide korrelatsioon**

		PMsum	PAH	BaP	Benso(a)- antratseen	Benso(bjk)- fluorateen	Dibenso(a,h)- antratseen	Indeno(1,2,3- cd)püreen
PMsum	Pearson Correlation	1	,552**	,556**	,614**	,550**	,392**	,412**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,003	,002
	N	55	54	54	54	54	54	54
PAH	Pearson Correlation	,552**	1	,986**	,968**	,982**	,924**	,952**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54
BaP	Pearson Correlation	,556**	,986**	1	,979**	,983**	,920**	,938**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54
Benso(a)antratseen	Pearson Correlation	,614**	,968**	,979**	1	,955**	,867**	,877**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54
Benso(bjk)fluorateen	Pearson Correlation	,550**	,982**	,983**	,955**	1	,929**	,943**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54
Dibenso(a,h)antratseen	Pearson Correlation	,392**	,924**	,920**	,867**	,929**	1	,971**
	Sig. (2-tailed)	,003	,000	,000	,000	,000		,000
	N	54	54	54	54	54	54	54
Indeno(1,2,3-cd)püreen	Pearson Correlation	,412**	,952**	,938**	,877**	,943**	,971**	1
	Sig. (2-tailed)	,002	,000	,000	,000	,000	,000	
	N	54	54	54	54	54	54	54

\*\*. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



**Tabel 8 Metallide ja PAH-komponentide korrelatsioon**

		PAH	BaP	Benzo(a)- antratseen	Benso(bjk)- fluorateen	Dibenso(a,h)- antratseen	Indeno(1,2,3- cd)püreen	As	Cd	Ni	Pb
PAH	Pearson Correlation	1	,986**	,968**	,982**	,924**	,952**	,195	,226	-,146	,637**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000	,000	,000	,157	,100	,293	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
BaP	Pearson Correlation	,986**	1	,979**	,983**	,920**	,938**	,140	,255	-,144	,621**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000	,000	,000	,313	,063	,300	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Benso(a)antratseen	Pearson Correlation	,968**	,979**	1	,955**	,867**	,877**	,122	,274*	-,117	,606**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000	,000	,000	,381	,045	,400	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Benso(bjk)fluorateen	Pearson Correlation	,982**	,983**	,955**	1	,929**	,943**	,164	,250	-,179	,613**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000		,000	,000	,235	,068	,196	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Dibenso(a,h)antratseen	Pearson Correlation	,924**	,920**	,867**	,929**	1	,971**	,162	,104	-,146	,459**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000		,000	,243	,455	,291	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
Indeno(1,2,3cd)püreen	Pearson Correlation	,952**	,938**	,877**	,943**	,971**	1	,146	,088	-,187	,510**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000		,293	,527	,175	,000
	N	54	54	54	54	54	54	54	54	54	54
As	Pearson Correlation	,195	,140	,122	,164	,162	,146	1	,314*	,249	,441**
	Sig. (2-tailed)	,157	,313	,381	,235	,243	,293		,020	,067	,001
	N	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55
Cd	Pearson Correlation	,226	,255	,274*	,250	,104	,088	,314*	1	,212	,382**
	Sig. (2-tailed)	,100	,063	,045	,068	,455	,527	,020		,120	,004
	N	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55

Ni	Pearson Correlation	-,146	-,144	-,117	-,179	-,146	-,187	,249	,212	1	-,057
	Sig. (2-tailed)	,293	,300	,400	,196	,291	,175	,067	,120		,681
	N	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55
Pb	Pearson Correlation	,637**	,621**	,606**	,613**	,459**	,510**	,441**	,382**	-,057	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,000	,000	,000	,001	,004	,681	
	N	54	54	54	54	54	54	55	55	55	55

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

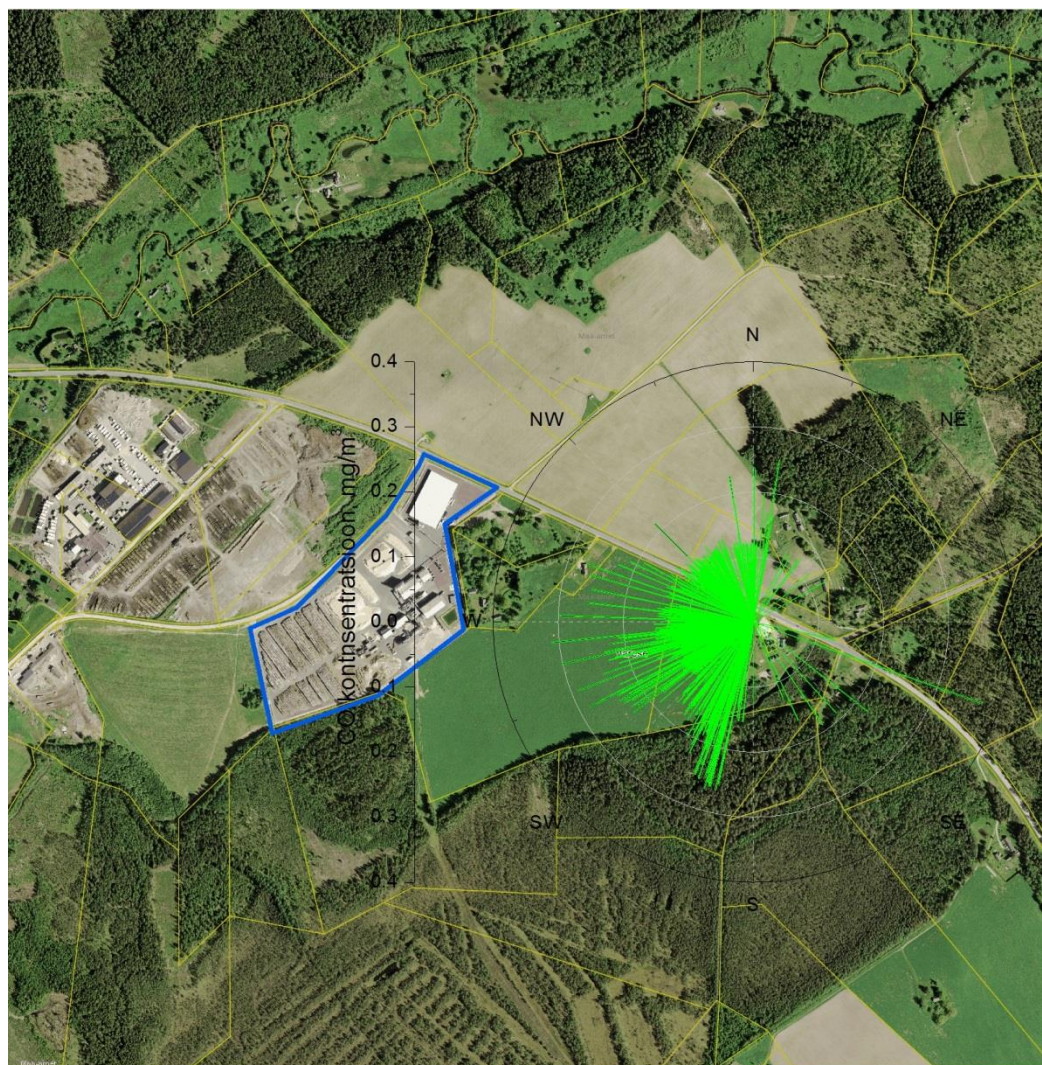
\* . Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed).

### 3.7.4 Saasteainete suundanalüüs Osulas

Mõõtepunkti mõjutavate saasteallikate tuvastamiseks kasutati suundanalüüsi, mille kaudu on võimalik tuvastada mõõtepunkti enim mõjutanud suund ning selle põhjal otsida antud suunast võimalikke saasteallikaid. Kontsentratsiooniroosi aluseks on maksimaalsed kontsentratsioonid selekteerituna tuule suundade järgi. Lisaks kontsentratsiooniroosile arvestatakse ka summeeritud saastevoogu, mis annab infot, kust pärineb koguseliselt suurem osa mõõtebussis mõõdetud saastest. Summeeritud saastevoo arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskliste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi. Nii kontsentratsioonirooside kui ka saastevoogude arvutamisel arvestati tuulekiiruseid alates 2 m/s, kuna madalama tuulekiiruse korral ei ole suundanalüüsi kasutamine otstarbekas.

Saasteainete kontsentratsiooniroosidelt nähtub selgelt, et mõõdetud saasteainete maksimaalsed sisaldused pärinesid peamiselt läänekaartest ehk Osula Graanul OÜ suunast. SO<sub>2</sub> ja PM<sub>10</sub> puhul kandusid mõõdetud kontsentratsioonid mõõtepunktini lisaks ka põhjakaartest ning lõuna ja kagu suunast (Joonis 49, Joonis 50, Joonis 51, Joonis 52, Joonis 53, Joonis 54, Joonis 55).

Ka summaarse saastevoo graafikutelt eristub selgesti saaste pärinemise suund. Mõõteperioodil mobiilse mõõtebussiga mõõdetud saaste kandus mõõtepunktini peamiselt lääne suunast, kus asub Osula Graanul OÜ tootmisterritoorium (Joonis 56, Joonis 57, Joonis 58, Joonis 59, Joonis 60, Joonis 61, Joonis 62). Sellest tulenevalt võib järeldada, et Osula Graanul OÜ oli antud mõõtepunkti olulisim mõjutaja.



CO kontsentratsioon  
mg/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

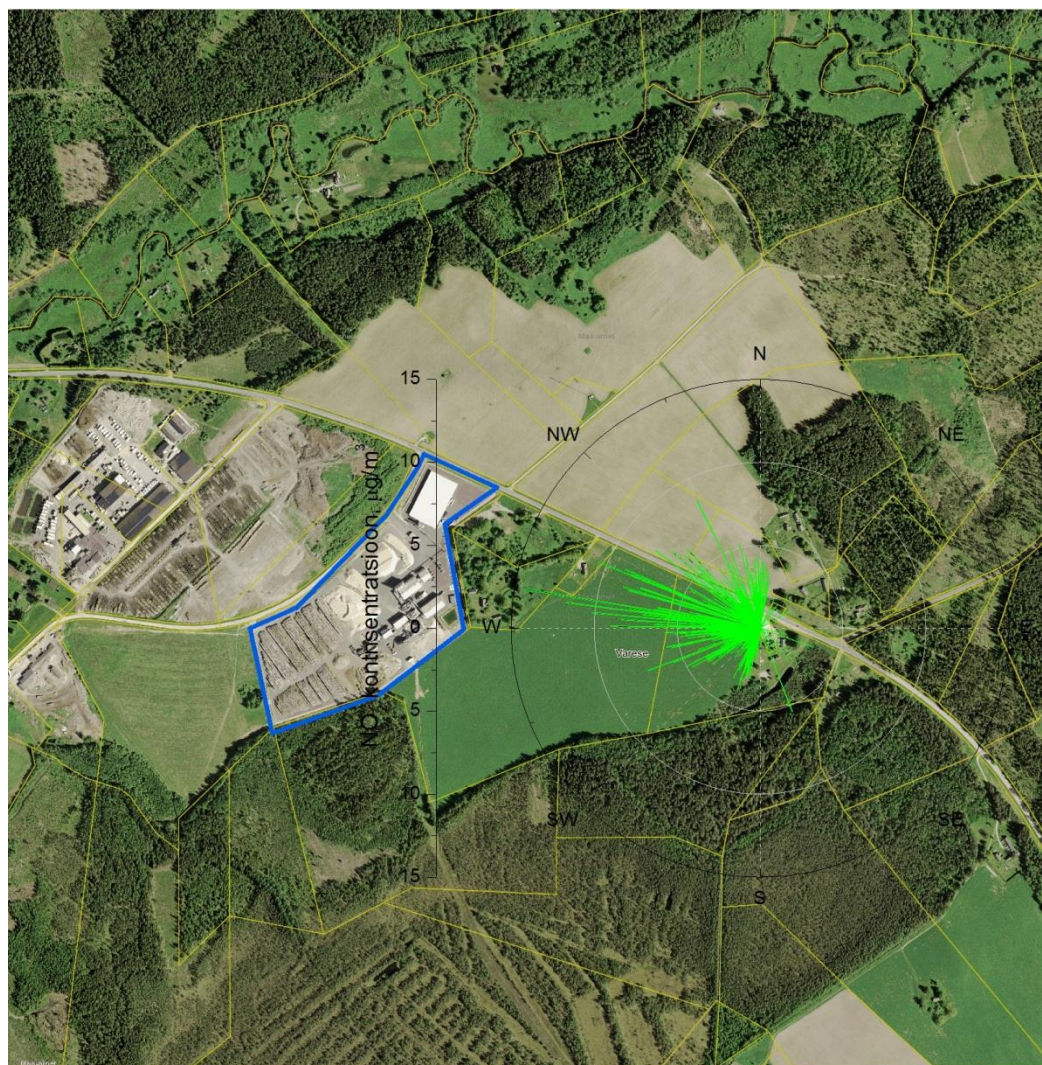
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 49 CO kontsentratsiooniroos





NO<sub>2</sub> kontsentratsioon  
ug/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

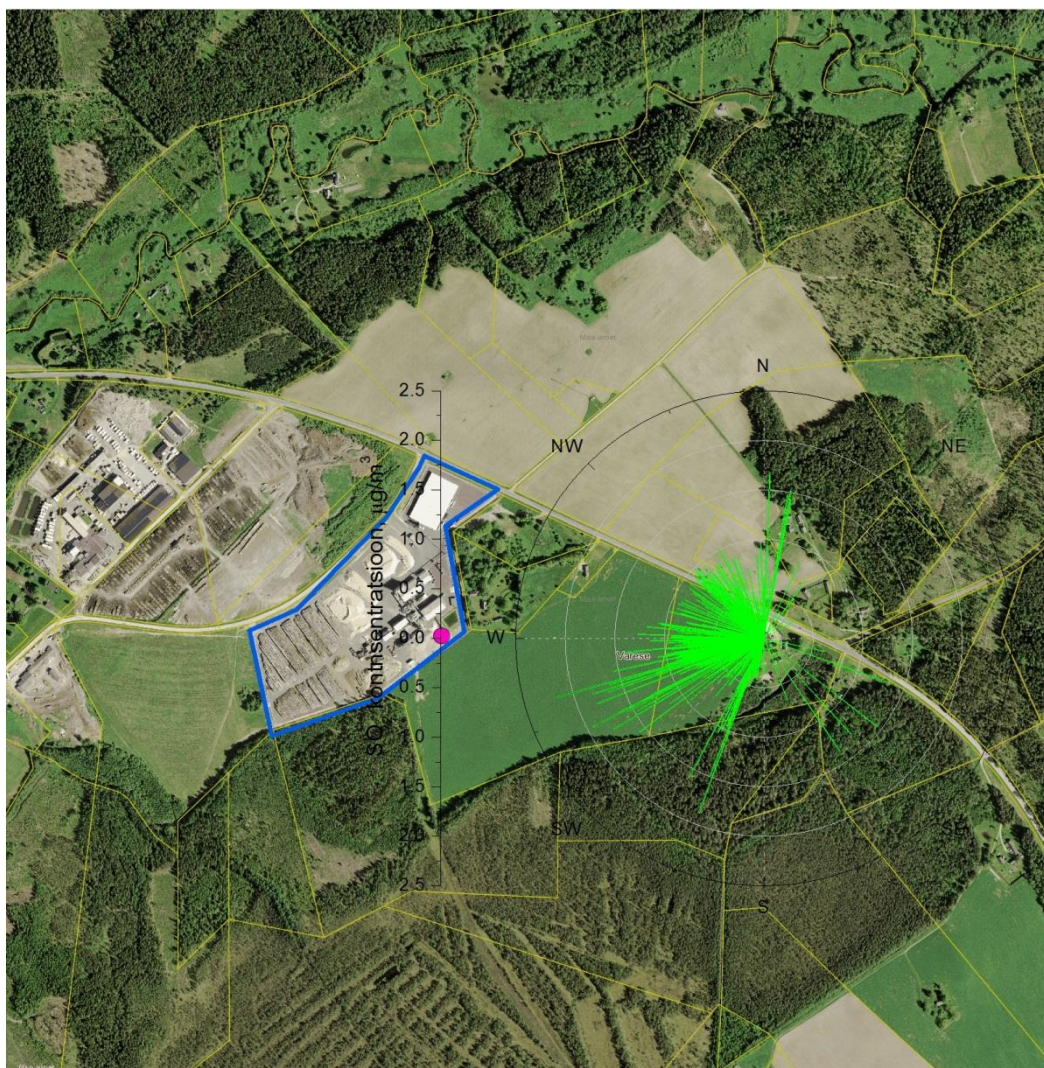
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 50 NO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos





SO<sub>2</sub> kontsentratsioon  
ug/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul

 Mõõtepunktid



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnuuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

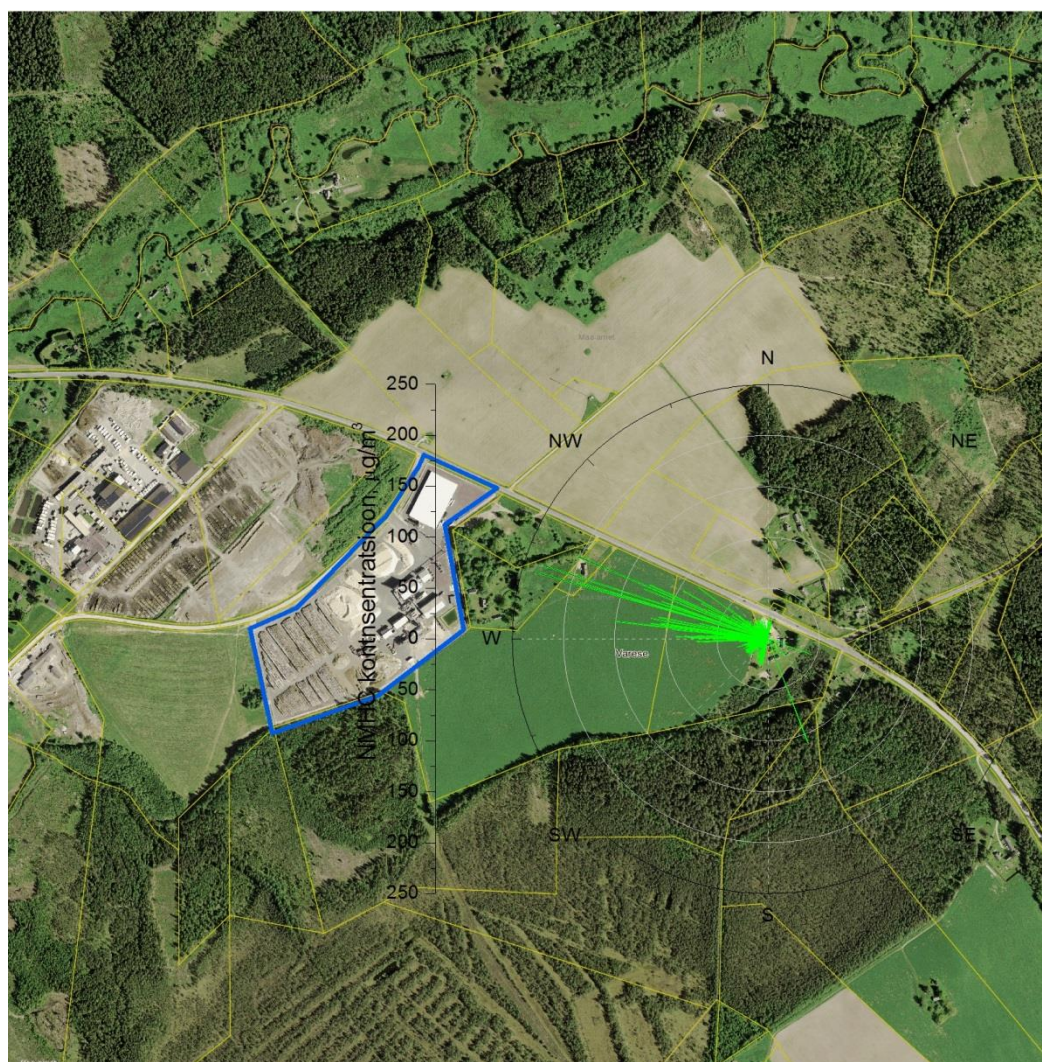
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 51 SO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos





NMHC kontsentratsioon  
ug/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnuuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)




1:5000

Joonis 52 NMHC kontsentratsiooniroos





CH<sub>4</sub> kontsentratsioon  
ug/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnuuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

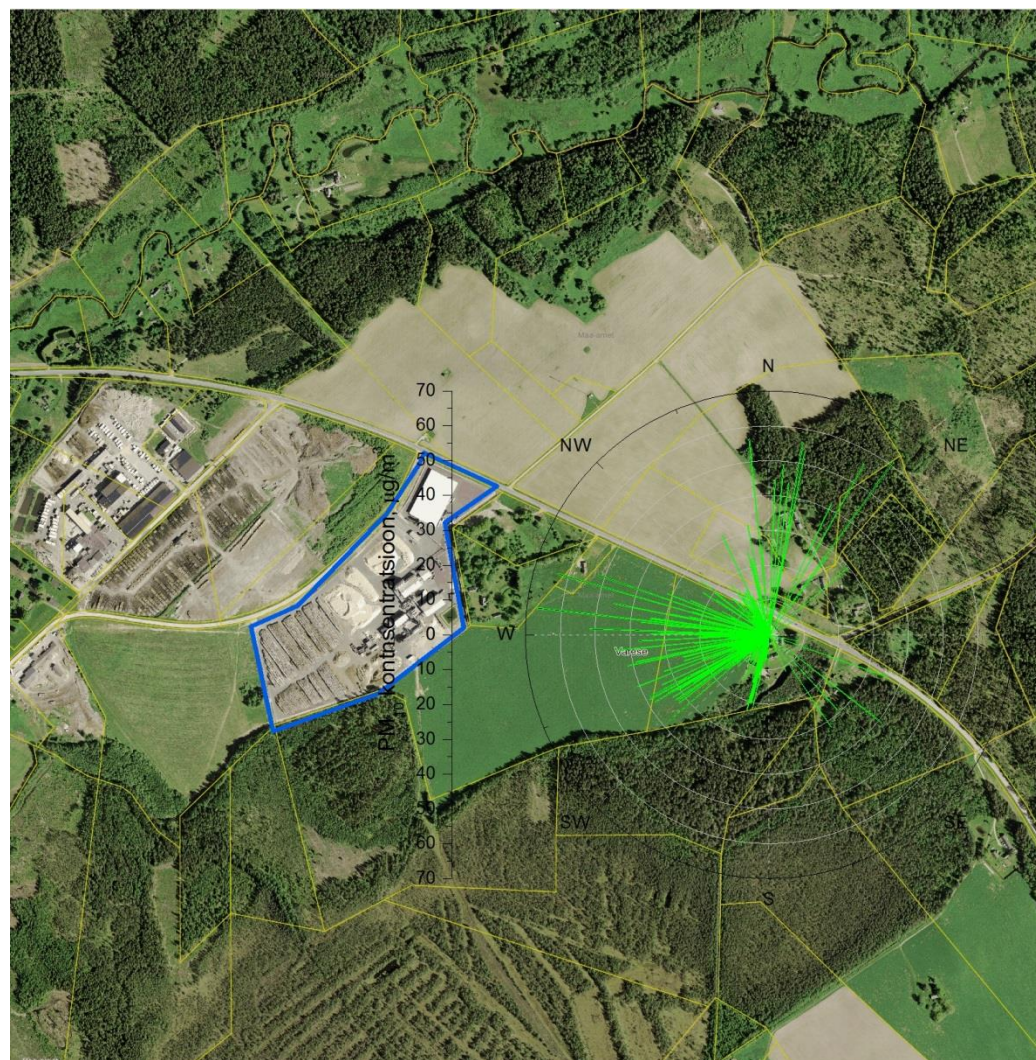
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 53 CH<sub>4</sub> kontsentratsiooniroos





PM10 kontsentratsioon  
ug/m<sup>3</sup>

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnuuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

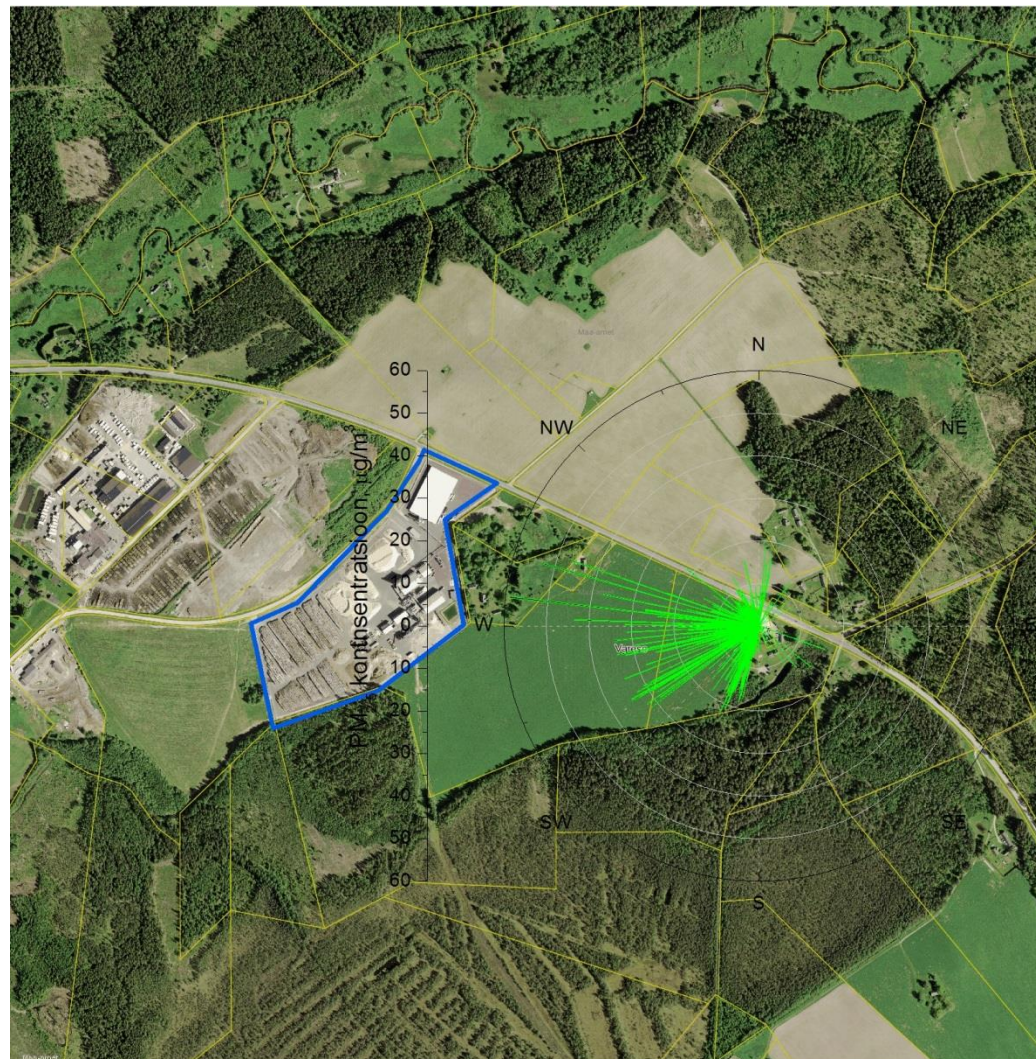
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 54 PM<sub>10</sub> kontsentratsiooniroos





PM2.5 kontsentratsioon  
ug/m3

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnuuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

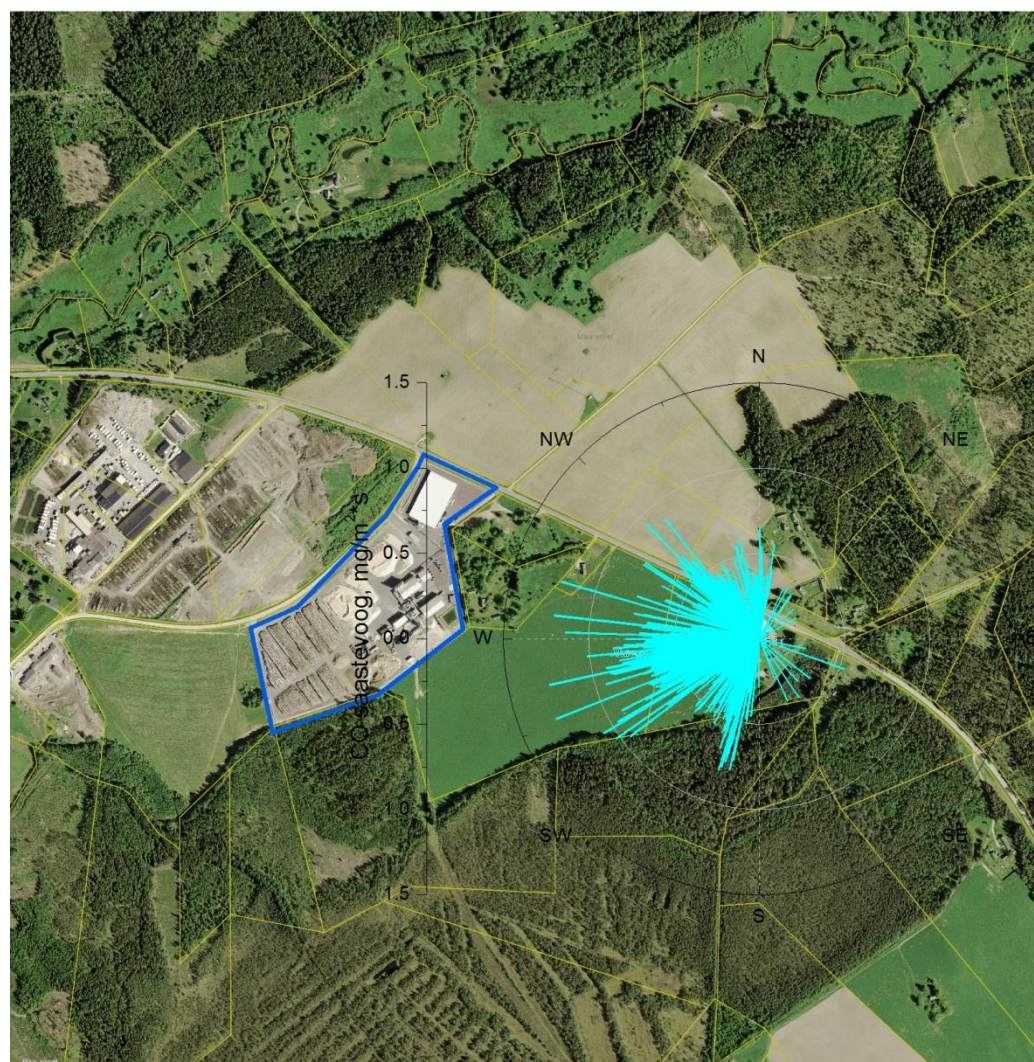
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 55 PM<sub>2.5</sub> kontsentratsiooniroos





CO  
sum. saastevoog  
mg/m<sup>2</sup>·s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

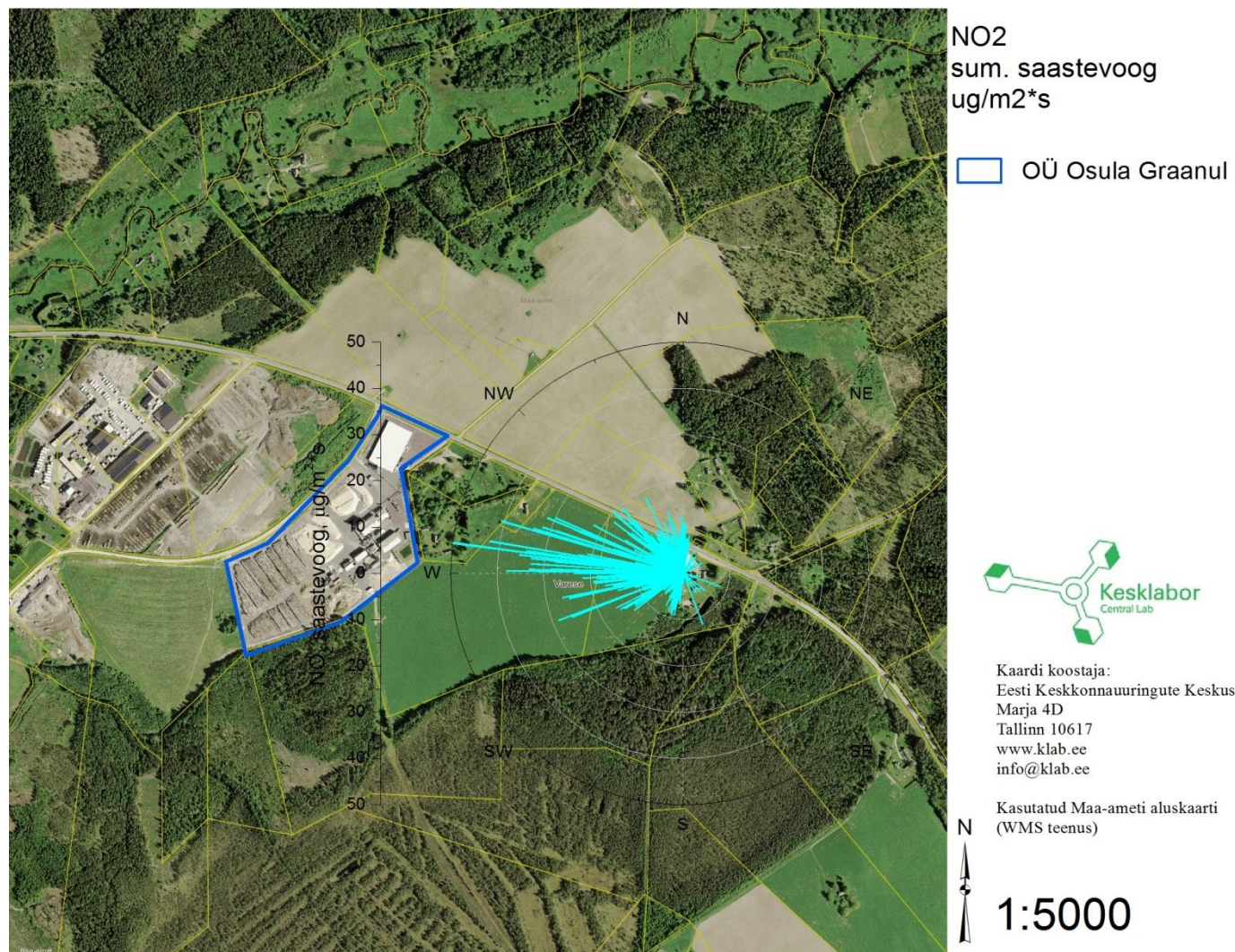
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

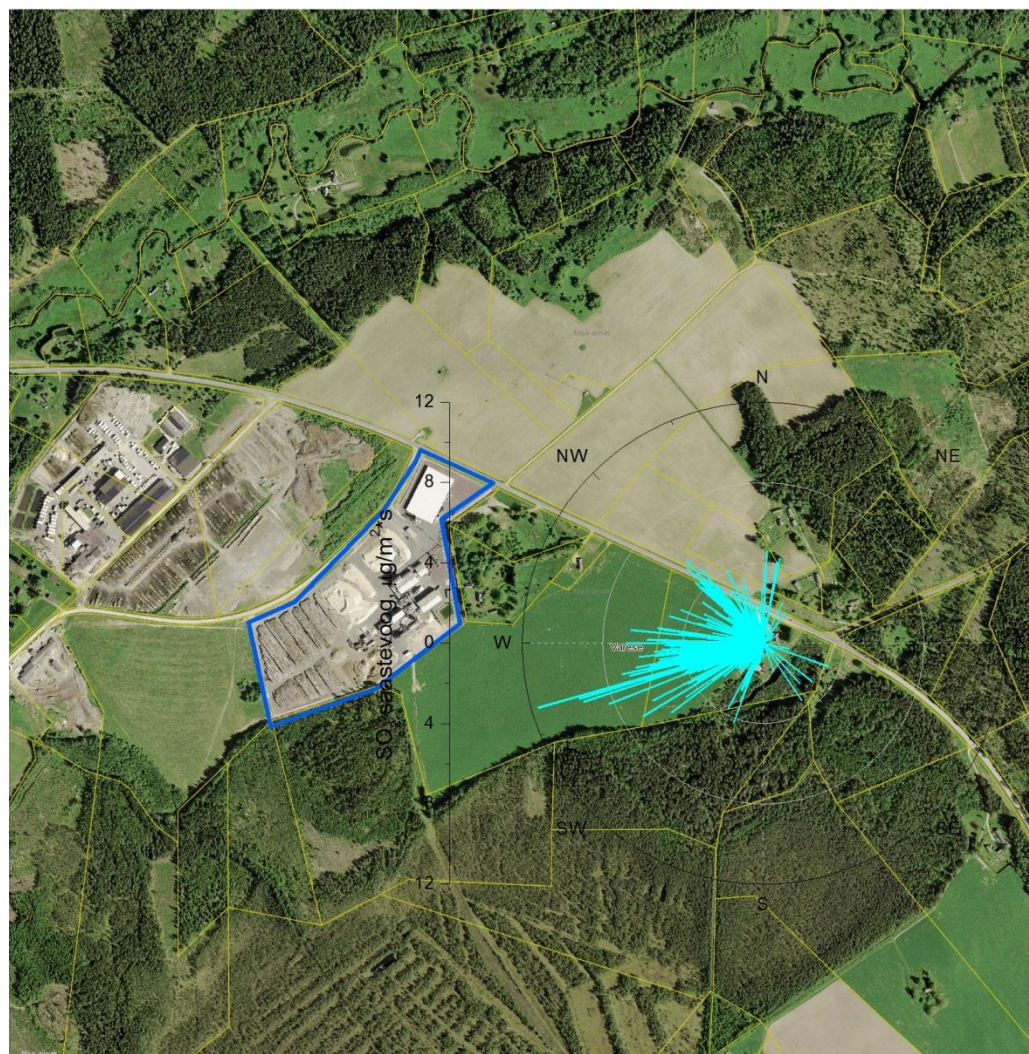
Joonis 56 CO summaarne saastevoog





Joonis 57 NO<sub>2</sub> summaarne saastevoog





SO<sub>2</sub>  
sum. saastevoog  
ug/m<sup>2</sup>\*s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

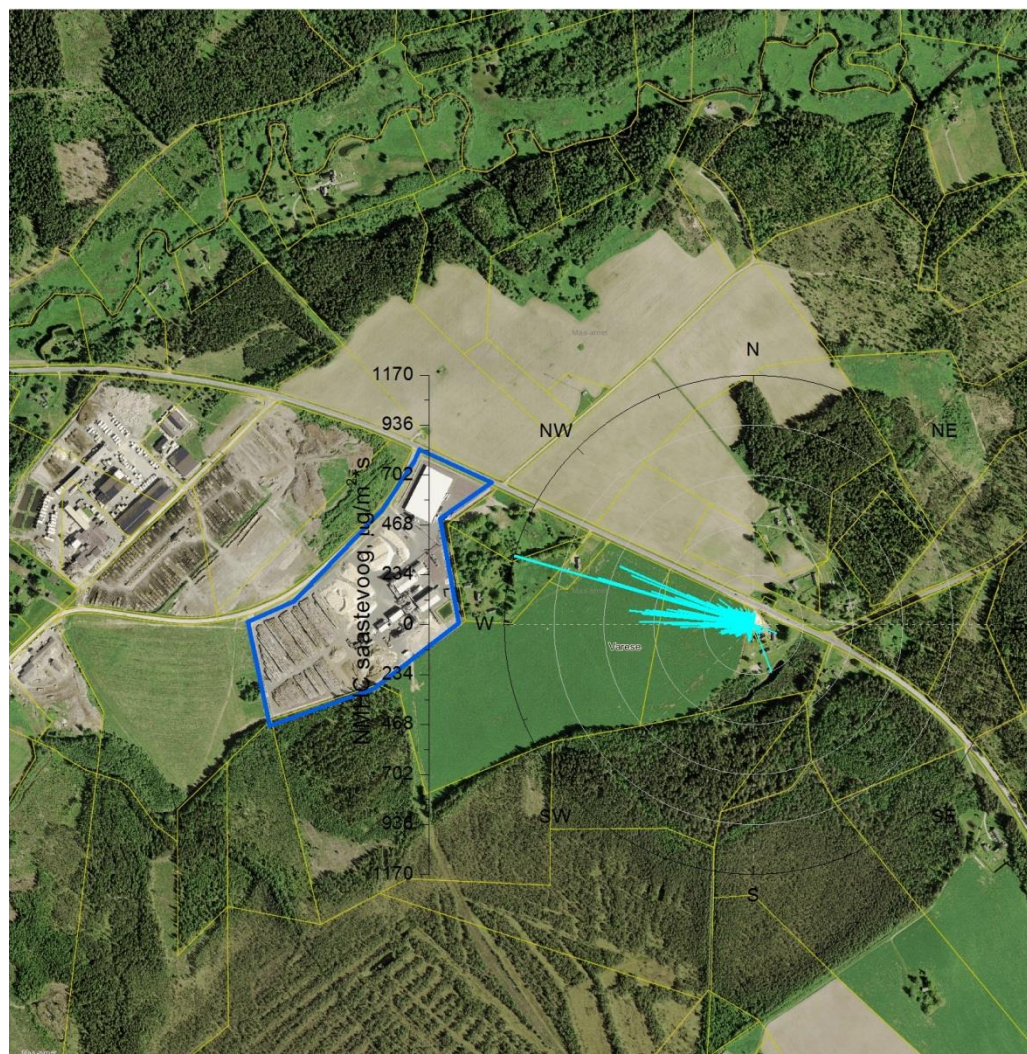
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 58 SO<sub>2</sub> summaarne saastevoog





NMHC  
sum. saastevoog  
ug/m<sup>2</sup>\*s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

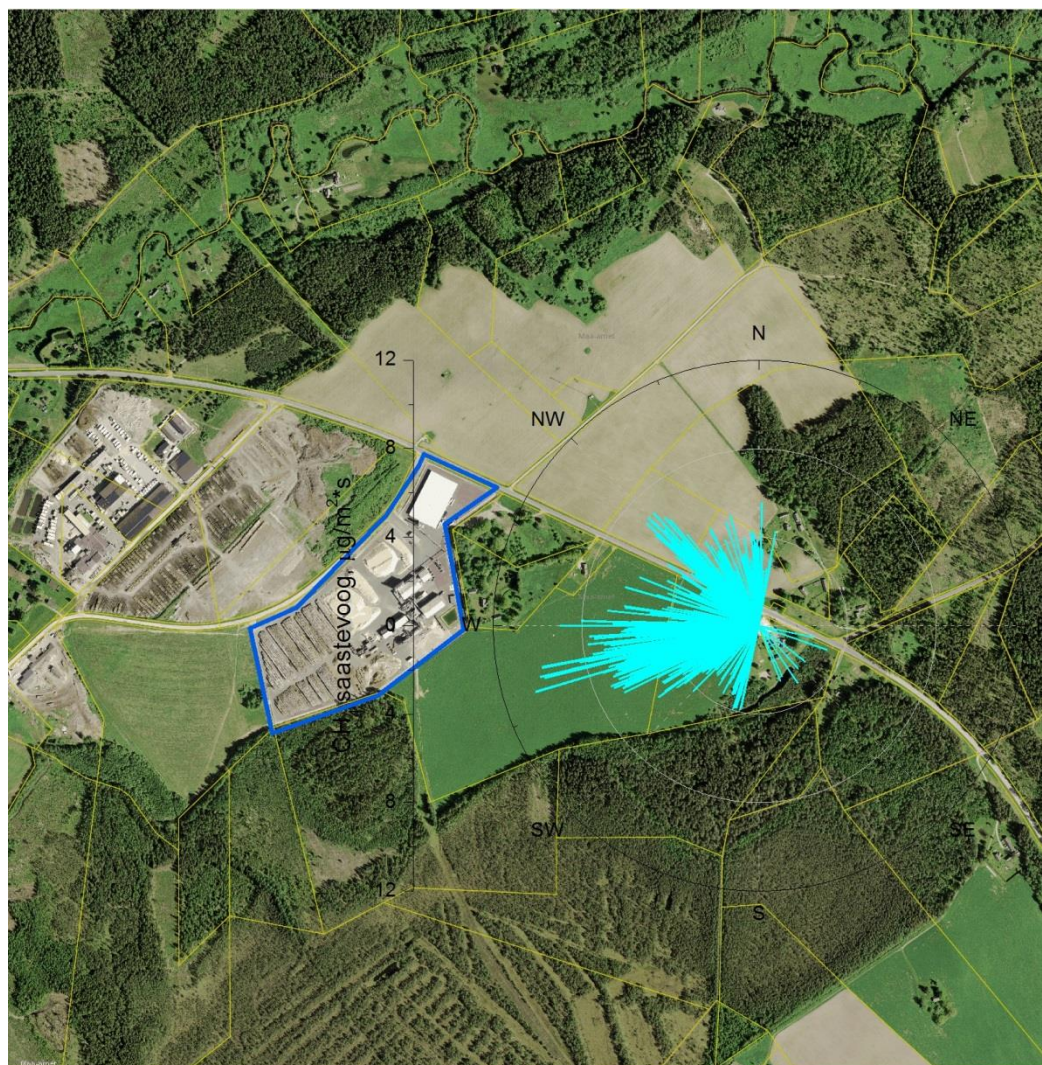
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 59 NMHC summaarne saastevoog





CH4  
sum. saastevoog  
ug/m<sup>2</sup>\*s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 60 CH<sub>4</sub> summaarne saastevoog





PM10  
sum. saastevoog  
ug/m<sup>2</sup>\*s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 61 PM<sub>10</sub> summaarne saastevoog





PM2.5  
sum. saastevoog  
ug/m2\*s

 OÜ Osula Graanul



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5000

Joonis 62 PM<sub>2.5</sub> summaarne saastevoog



### 3.8 Lõhnaainete esinemine välisõhus

Lõhnaainete esinemise tuvastamiseks koguti kuivati tsüklonist 5 lõhnaproovi, mida laboris analüüsiti olfaktomeetriliselt. Hajumisarvutuste teostamiseks koostati 2 andmebaasi. Esimene andmebaas toetub reaalsele mõõtmistulemustele, mille kohaselt on keskmine mahtkulu 14,6 m<sup>3</sup>/s ning keskmine lõhna heitkogus seega 186 153 OU/s (Tabel 9). Teine andmebaas võtab aluseks LHK projektis esitatud joonkiiruse 26 m/s, mille põhjal arvutati mahtkiiruseks 32,7 m<sup>3</sup>/s ning keskmiseks lõhna heitkoguseks 415 450 OU/s (Tabel 10).

**Tabel 9 Lõhnaainete esinemine välisõhus reaalse mõõdetud mahtkiiruse põhjal**

Proovi nr	Mahtkiirus m <sup>3</sup> /s	Lõhn OU/m <sup>3</sup>	Lõhna heitkogus OU/s
1	14.632	5468	80010
2	14.632	15343	224505
3	14.632	19706	288346
4	14.632	14482	211906
5	14.632	8611	126000

**Tabel 10 Lõhnaainete esinemine välisõhus arvutusliku mahtkiiruse põhjal**

Proovi nr	Mahtkiirus m <sup>3</sup> /s	Lõhn OU/m <sup>3</sup>	Lõhna heitkogus OU/s
1	32.656	5468	178563
2	32.656	15343	501041
3	32.656	19706	643519
4	32.656	14482	472924
5	32.656	8611	281201

### 3.9 Saasteainete hajumisarvutused

Emissioonimõõtmiste põhjal koostati Osula Graanul OÜ saasteallikate emissiooniandmebaas, mis võeti aluseks saasteainete hajumisarvutuste tegemisel. Mõõdetud saasteainete hetkeliste heitkogustega teostati Airviro keskkonnas hajumisarvutused, kasutades Euleri hajumismudelit. Modelleerimistulemuste põhjal jäävad arvutuslikud saastetasemed kõigi saasteainete puhul kehtivatest piirväärtustest madalamaks. Maksimaalsed saasteaine kontsentratsioonid tekivad hajumisarvutuste põhjal Osula Graanul OÜ tootmisterritooriumist väljaspool peamiselt kirde ja loode suunas.

CO maksimaalne arvutuslik kontsentratsioon emissioonimõõtmiste põhjal ulatub kuni  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Tootmisterritooriumi sees jääb arvutuslik saastetase  $0,3 - 0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 63).

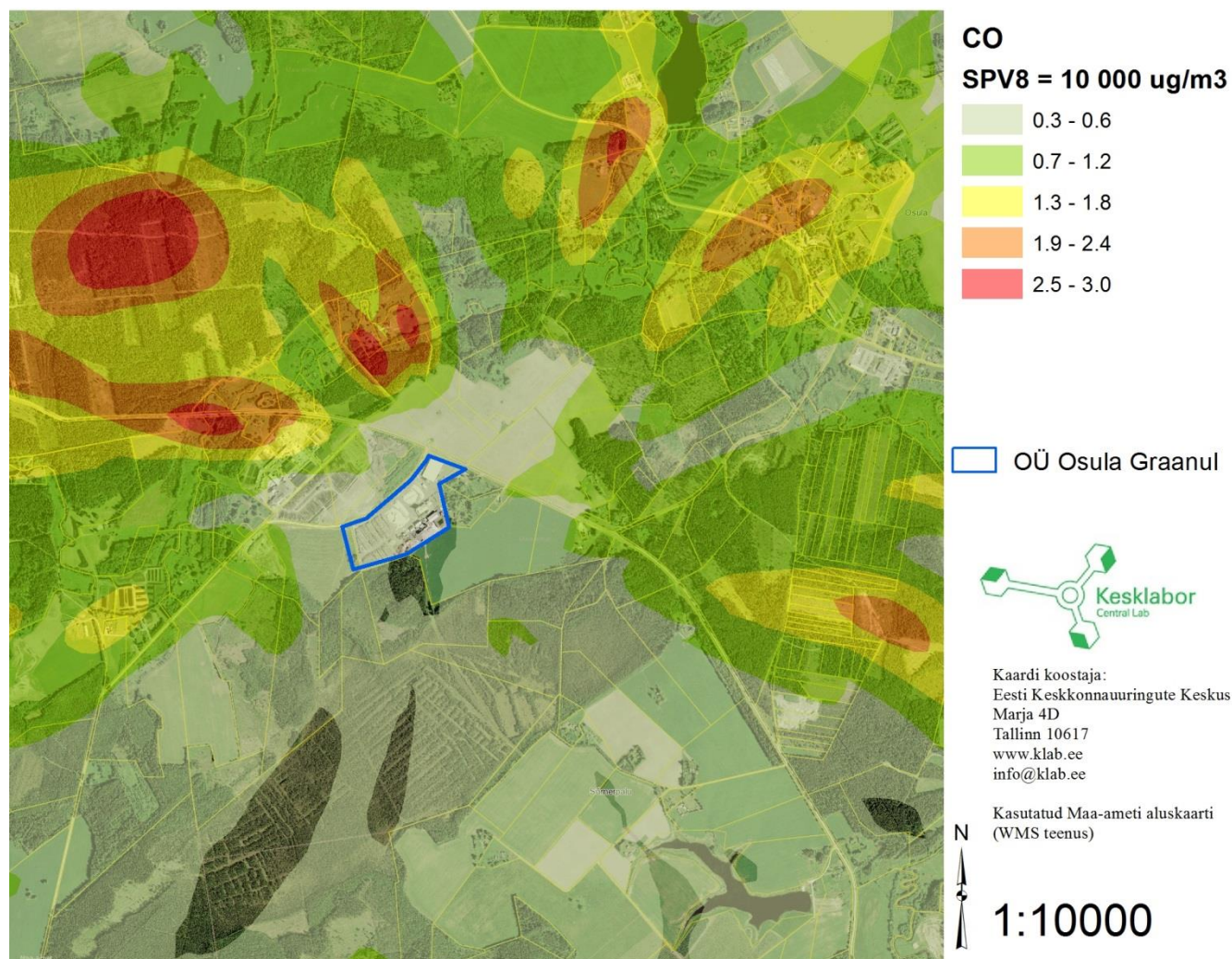
NO<sub>2</sub> maksimaalne arvutuslik saastatuse tase piirkonnas ulatub kuni  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tootmisterritooriumil jääb maksimaalne NO<sub>2</sub> kontsentratsioon vahemikku  $12 - 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 64).

SO<sub>2</sub> puhul võib saastatuse tase tõusta kuni  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tootmisterritooriumil kuni  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 65).

PM-sum maksimaalne arvutuslik kontsentratsioon piirkonnas ulatub kuni  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tootmisterritooriumil  $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ -ni (Joonis 66).

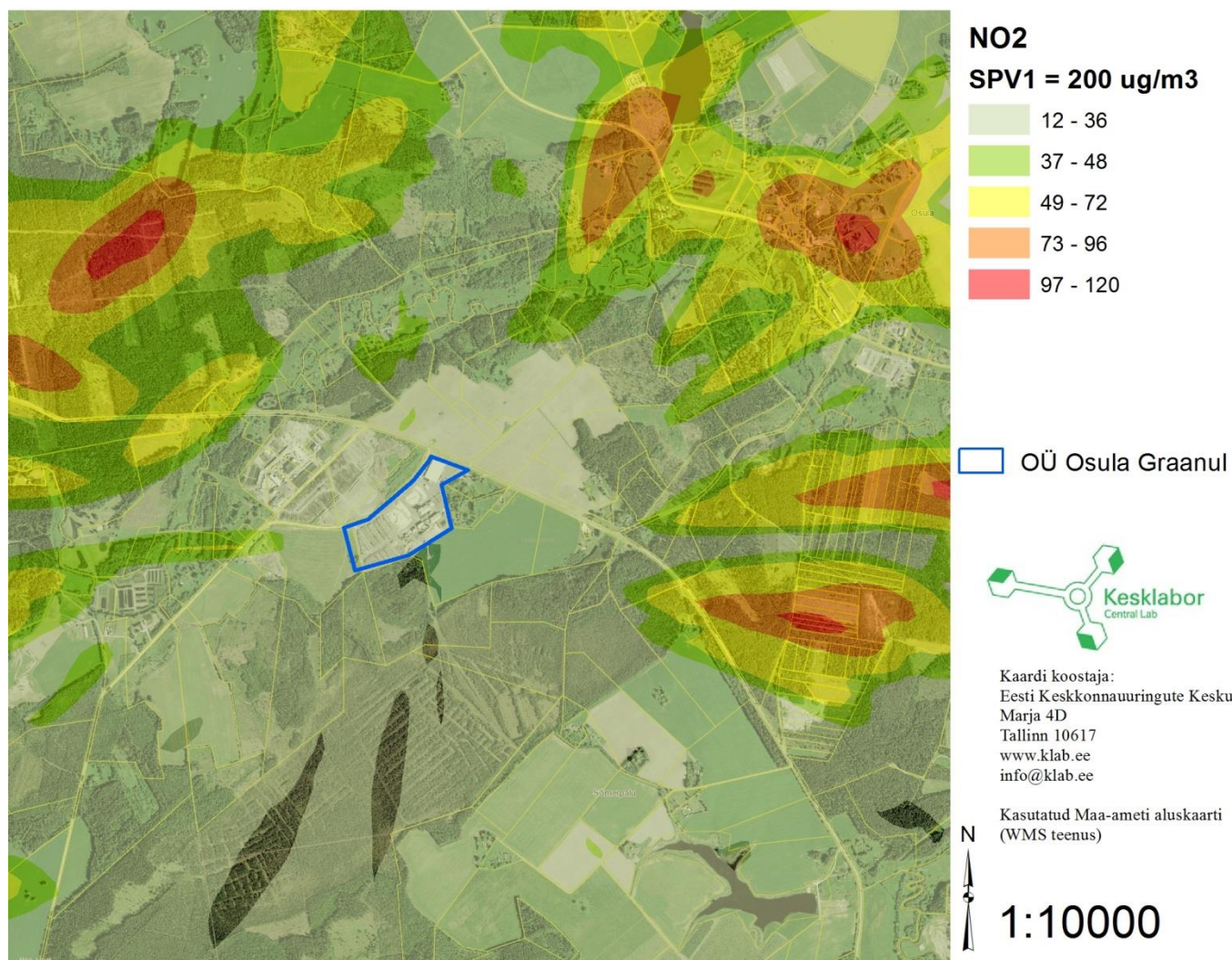
VOC-com maksimaalne arvutuslik saastatuse tase piirkonnas piirdub  $210 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tootmisterritooriumi sees jääb saastetase vahemikku  $21 - 63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 67).

Lõhna modelleerimiseks kasutati Airviro keskkonnas asuvat lõhnaainete hajumismudelit AUSTAL 2000G, mis võimaldab hinnata lõhnatundide esinemist protsendina aasta jooksul. Lõhnaaine esinemise osakaal loetakse elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitavaks, kui modelleerimistulemused näitavad aasta lõikes vähemalt 15% - list lõhnatundide esinemist aastas. Modelleerimistulemuste põhjal on tegelikult mõõdetud joonkiiruse juures lõhnatundide esinemise osakaal 10,5 % (Joonis 68) ning teoreetilise joonkiiruse juures 9,0 % (Joonis 69). Suurema joonkiiruse tõttu on saasteallika efektiivne kõrgus suurem ning seetõttu ka lõhnaainete hajumine parem.

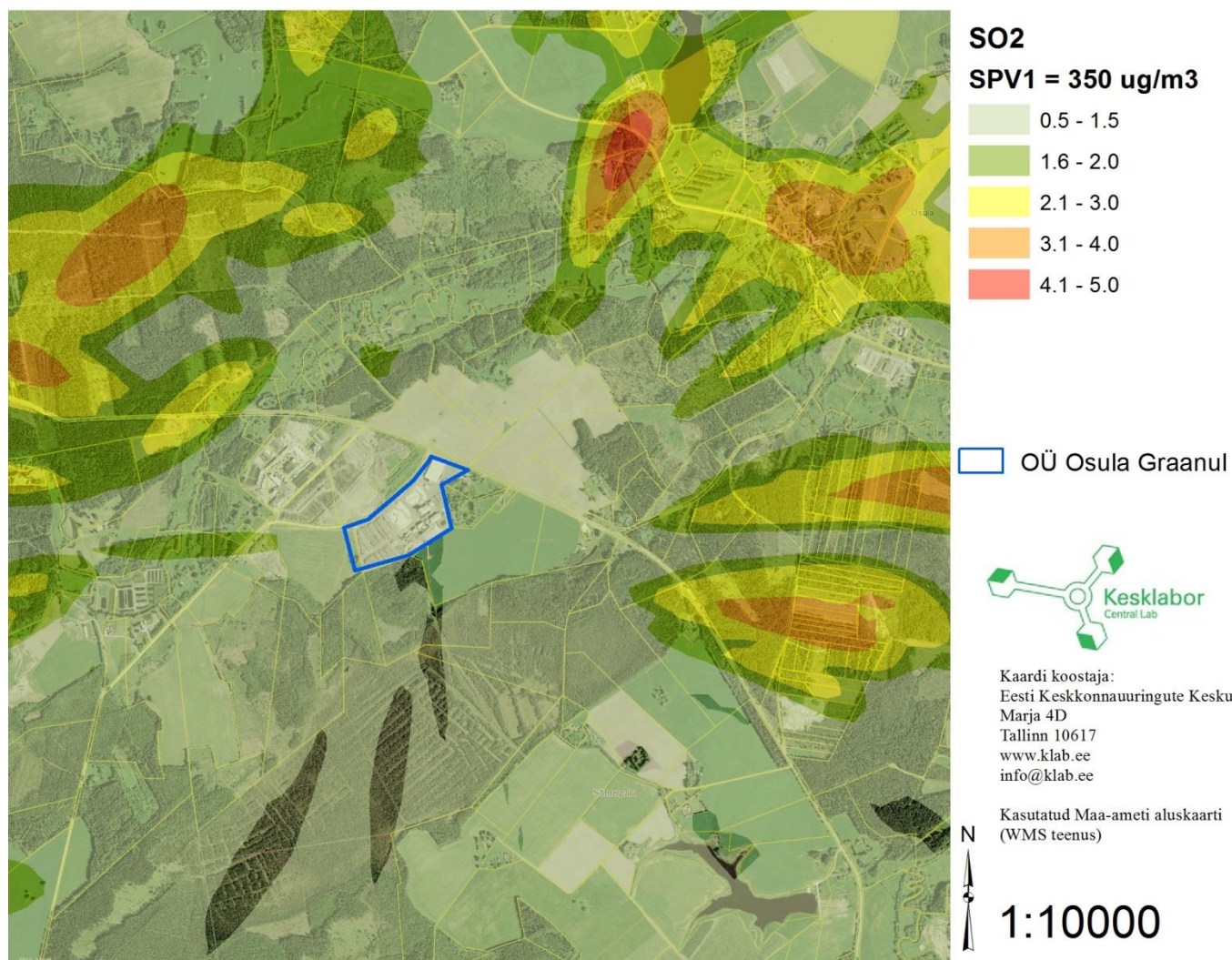


Joonis 63 CO 8 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil



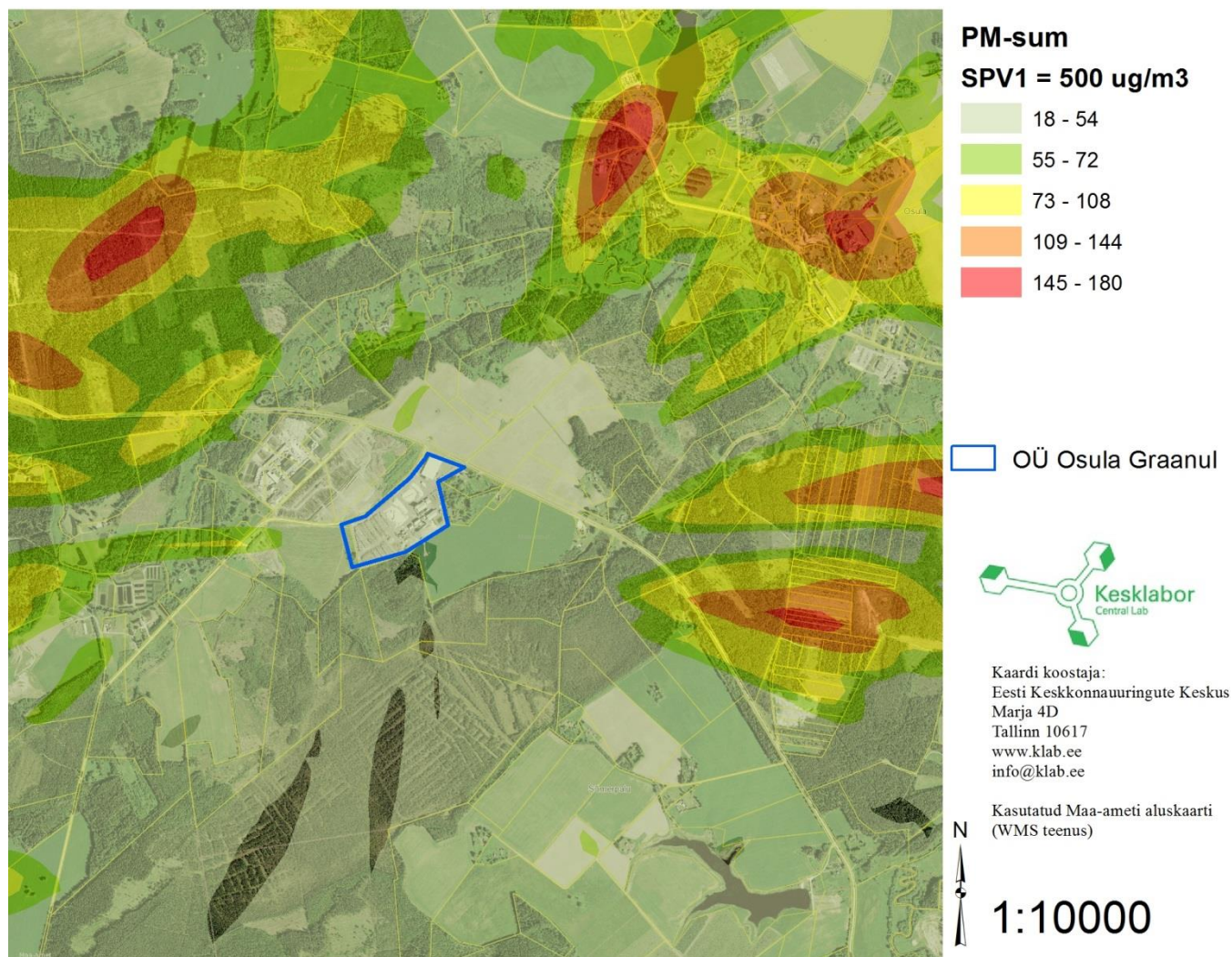


Joonis 64 NO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil



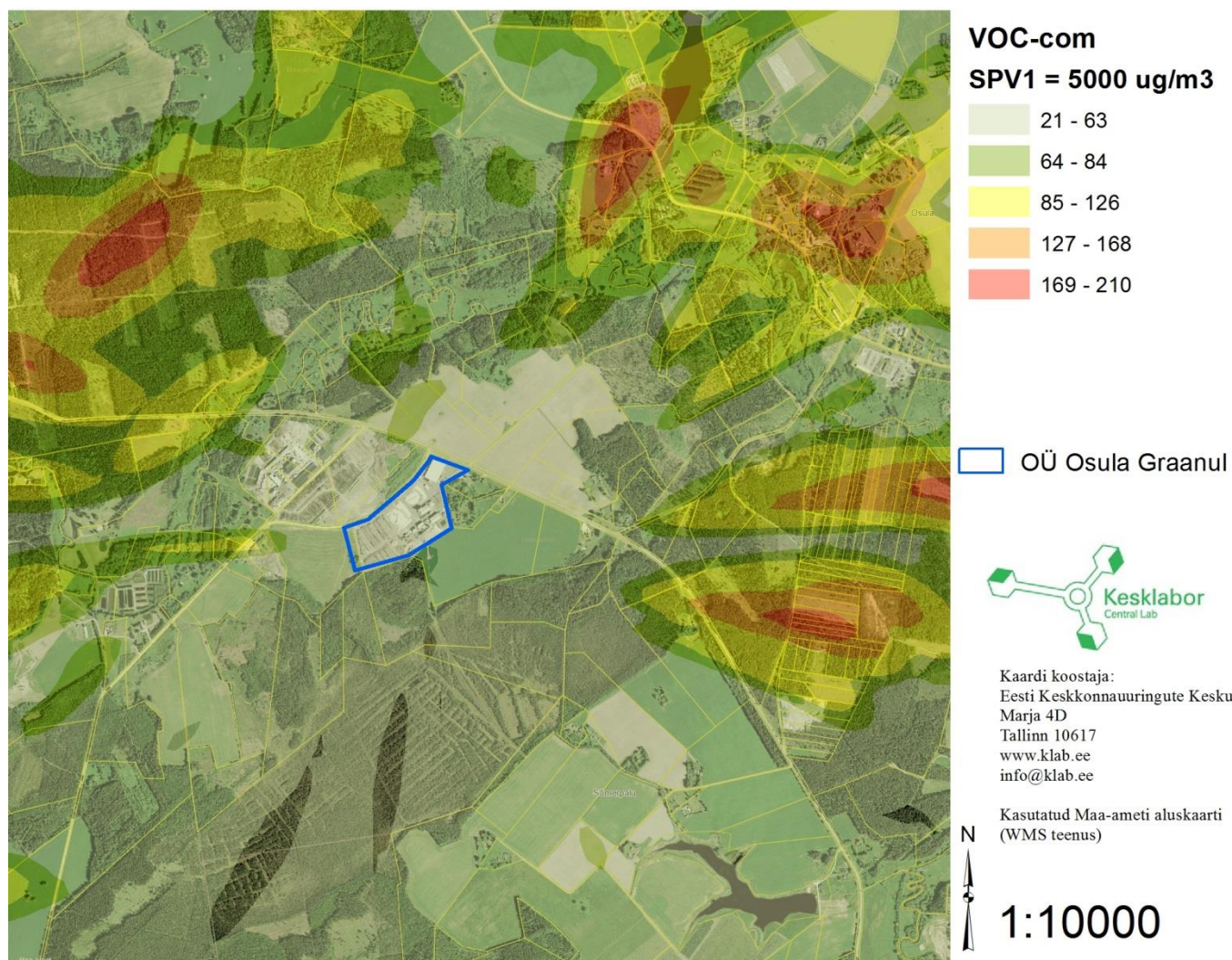
Joonis 65 SO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil



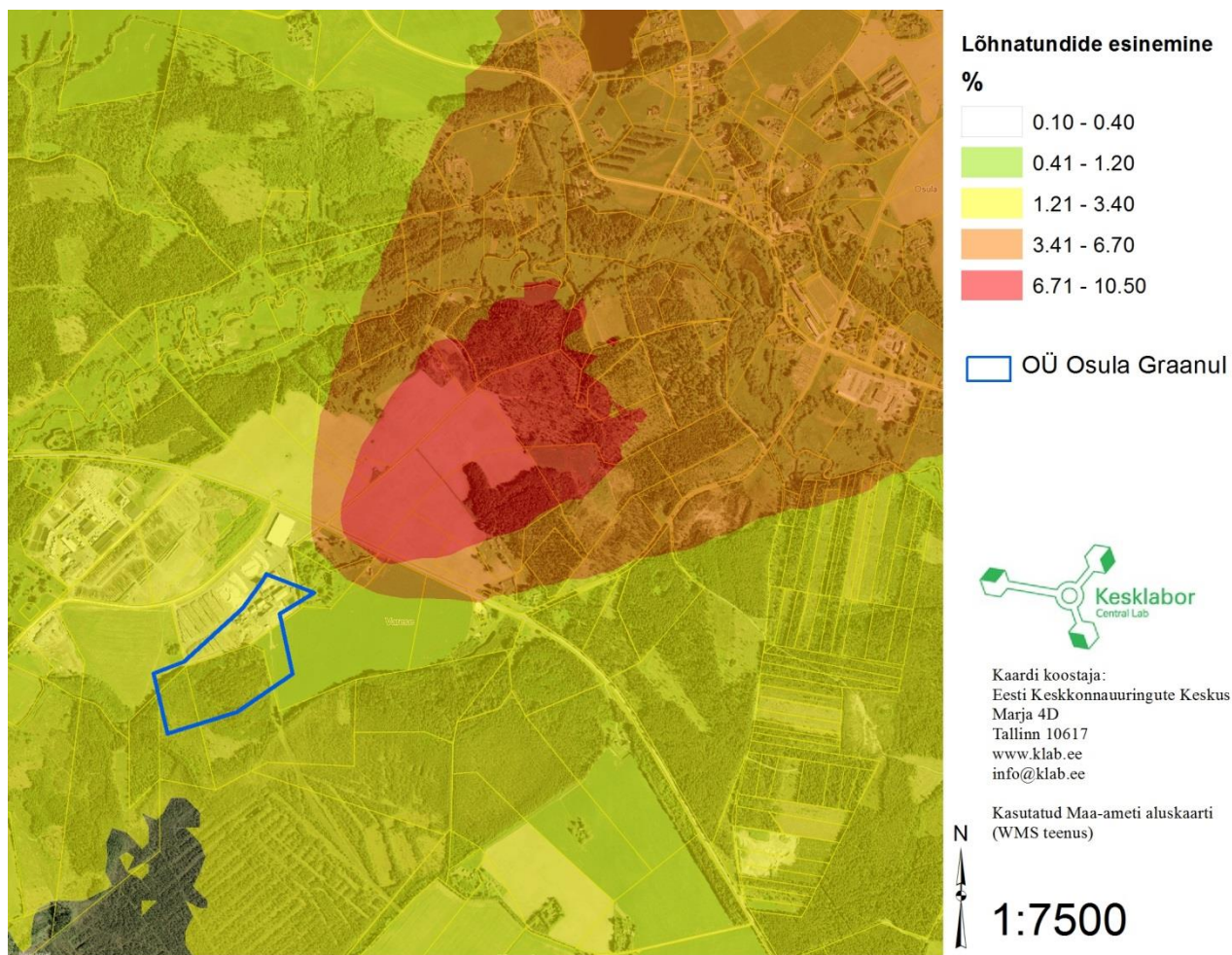


Joonis 66 PM-sum 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil



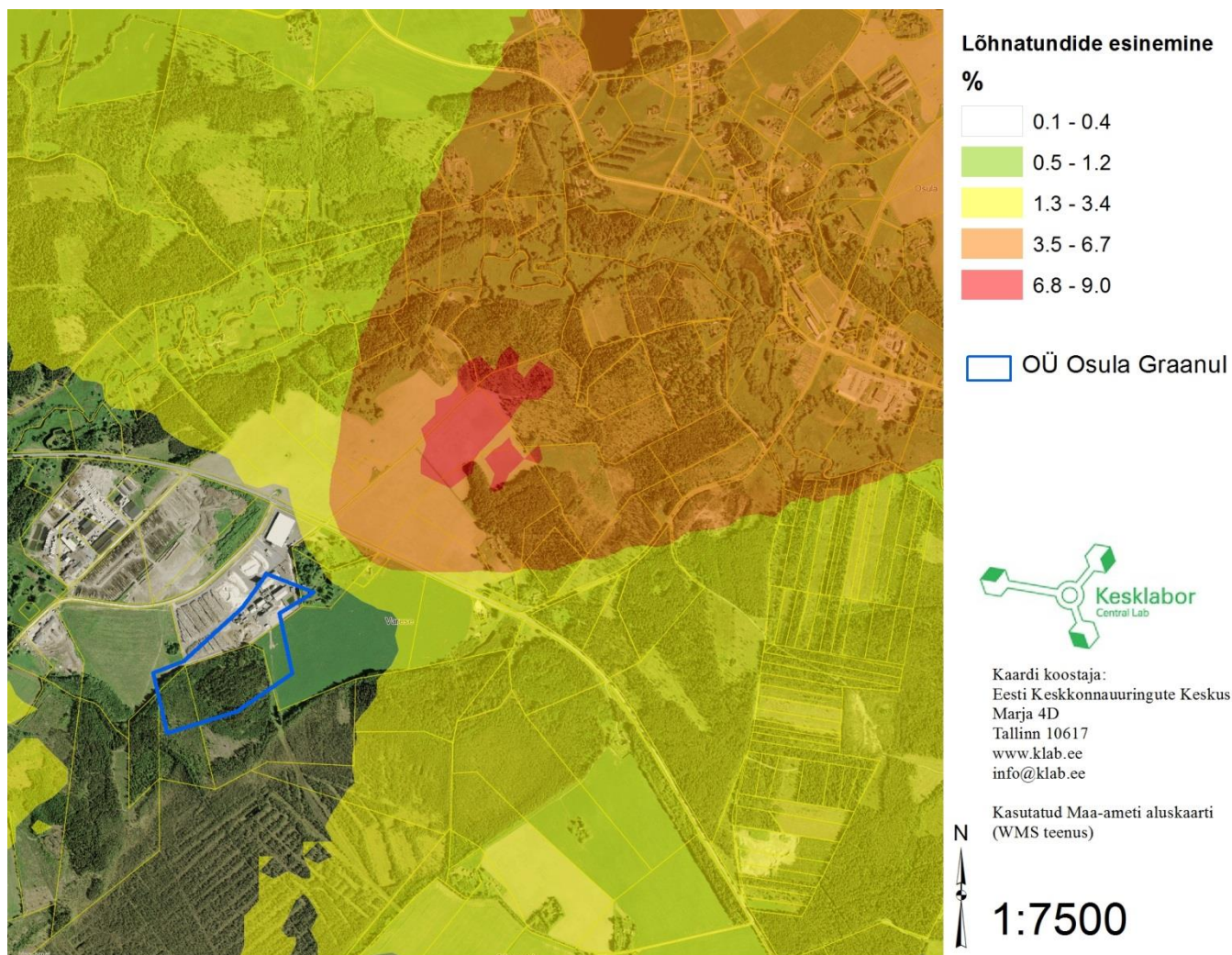


Joonis 67 VOC-com 1 h keskmine kontsentratsioon mõõteperioodil



Joonis 68 Lõhnatundide esinemine, mõõdetud joonkiirus

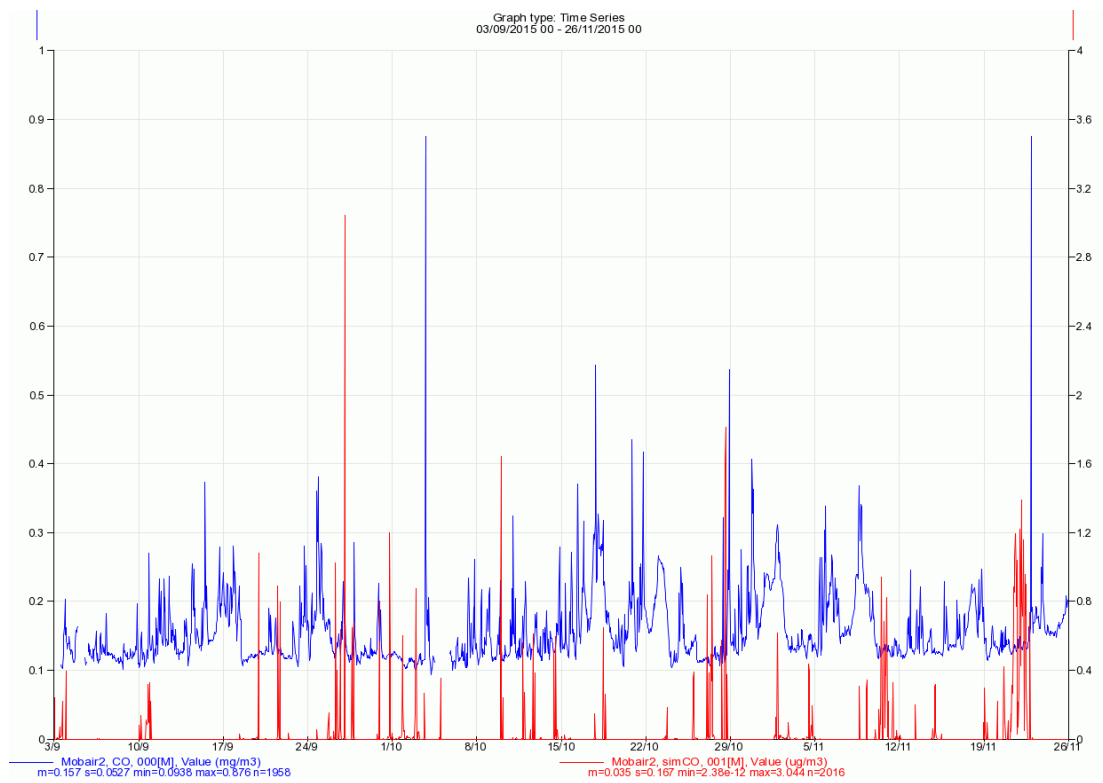




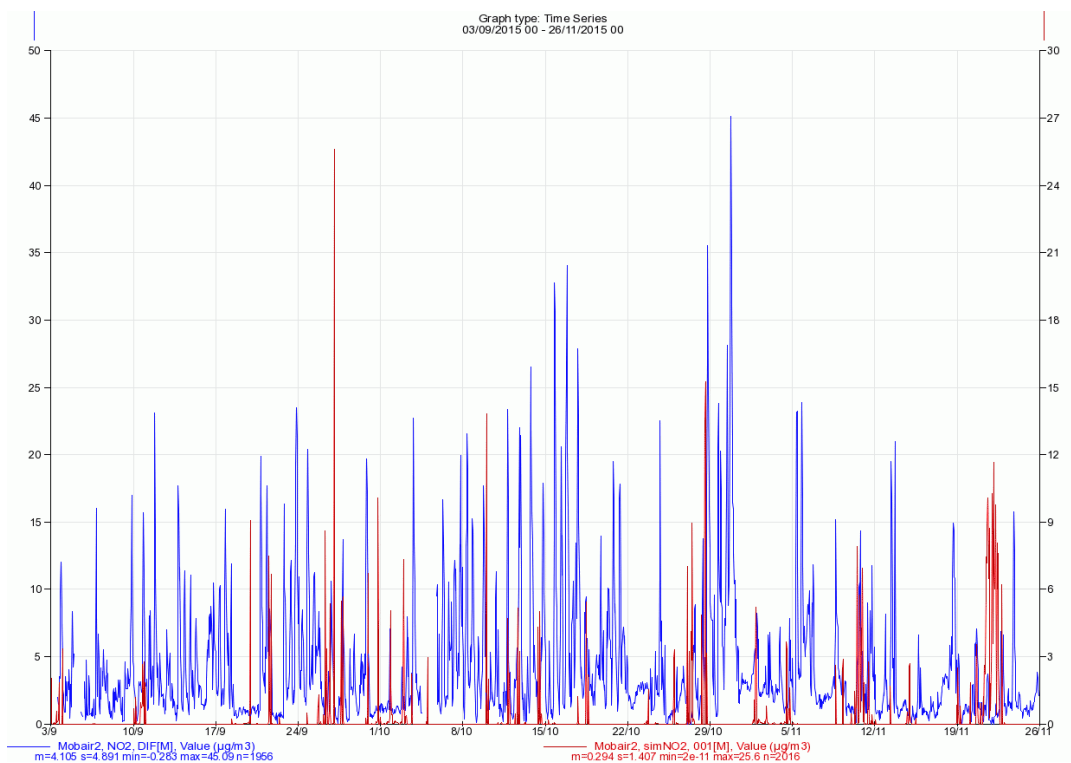
Joonis 69 Lõhnatundide esinemine, teoreetiline joonkiirus

Arvutuslikul teel saadud hajumisarvutuse tulemused imporditi Mobairi seirejaama ning võrreldi seejärel reaalsete välisõhu mõõtetulemustega. Sinine aegrida joonistel iseloomustab mõõdetud tulemusi ning punane aegrida modelleeritud saastetasemeid. Maksimaalne 1 h keskmine mõõdetud CO kontsetnratsioon oli 0,876 mg/m<sup>3</sup> ning modelleeritud kontsentratsioon 0,003 mg/m<sup>3</sup>, keskmine CO sisaldus mõõteperioodil oli vastavalt 0,157 mg/m<sup>3</sup> ja 0,00004 mg/m<sup>3</sup> (Joonis 70). Maksimaalne mõõdetud NO<sub>2</sub> sisaldus oli 45,1 ning modelleeritud tulemus vastavalt 25,6 µg/m<sup>3</sup>, keskmine NO<sub>2</sub> sisaldus mõõteperioodil oli vastavalt 4,1 µg/m<sup>3</sup> ja 0,3 µg/m<sup>3</sup> (Joonis 71). SO<sub>2</sub> maksimaalne mõõdetud sisaldus oli 2,6 µg/m<sup>3</sup> ning modelleeritud sisaldus 1,0 µg/m<sup>3</sup> ning keskmine kontsentratsioon vastavalt 0,5 µg/m<sup>3</sup> ja 0,01 µg/m<sup>3</sup> (Joonis 72). Maksimaalne LOÜ mõõdetud kontsentratsioon oli 316 µg/m<sup>3</sup> ning keskmine sisaldus 32 µg/m<sup>3</sup>, maksimaalne modelleeritud LOÜ kontsentratsioon oli 47 µg/m<sup>3</sup> ja keskmine sisaldus 0,5 µg/m<sup>3</sup> (Joonis 73). Maksimaalne 1 h keskmine mõõdetud PM<sub>10</sub> kontsentratsioon oli 132 µg/m<sup>3</sup> ning perioodikeskmine 15,74 µg/m<sup>3</sup>. Maksimaalne 1 h keskmine mõõdetud PM-sum kontsentratsioon oli 39 µg/m<sup>3</sup> ning keskmine sisaldus 0,45 µg/m<sup>3</sup>.

Modelleerimis- ja mõõtetulemuste põhjal võib järeldada, et mõõtepunkti mõjutasid enim Osula Graanul OÜ saasteallika(te)st pärinevad LOÜ ja PM-sum heitkogused, kuna antud saasteainete osas langesid modelleerimis- ja mõõtetulemused kõige paremini kokku. Modelleerimised teostati eedluseel, et emiteeritavate saasteainete heitkogus on konstantne (st võrdne emissioonimõõtmistel määratud heitkogustega), kuigi tegelikkuses võivad heitkogused varieeruda olenevalt tootmisprotsessi efektiivsusest ja sõltuvad suuresti kuivati töörežiimist. Lõhnaainete esinemise osas modelleerimistulemused otseselt ületamist ei tuvastanud, kuid sellele vaatamata võib eeldada ca 10% lõhnaainete ajalist esinemissagedust käitisest kirde suunas. Mobair mõõtepunktis oli vastav näitaja ca 4%.

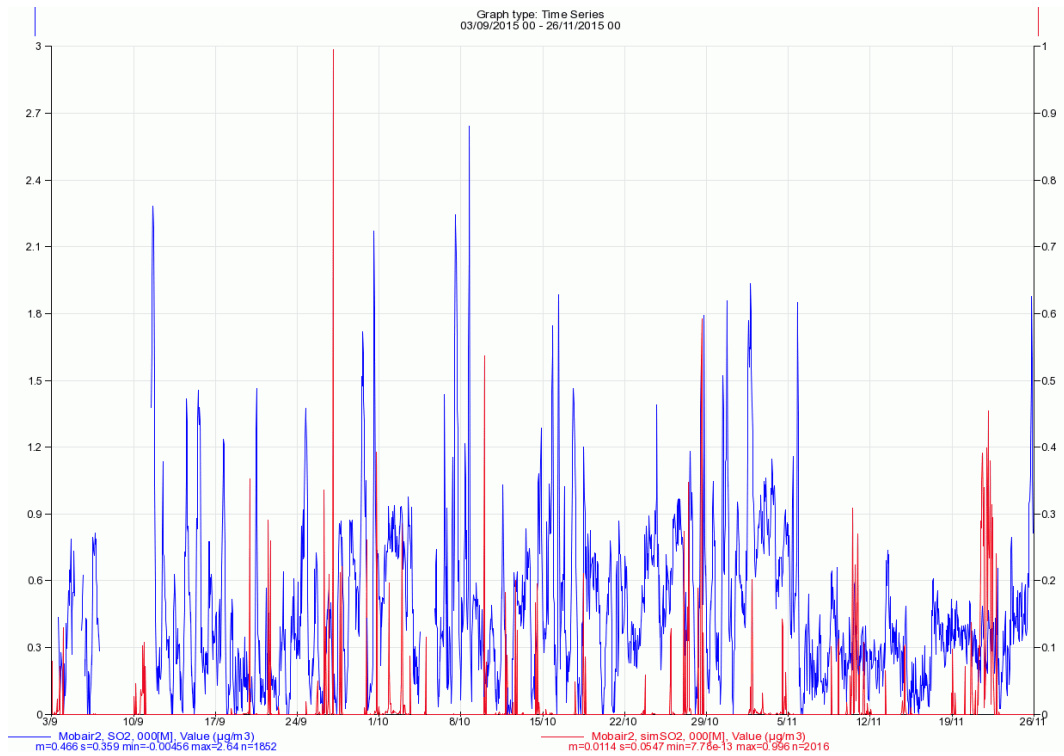


**Joonis 70 Modelleeritud ja mõõdetud CO kontsentratsioonide võrdlus**

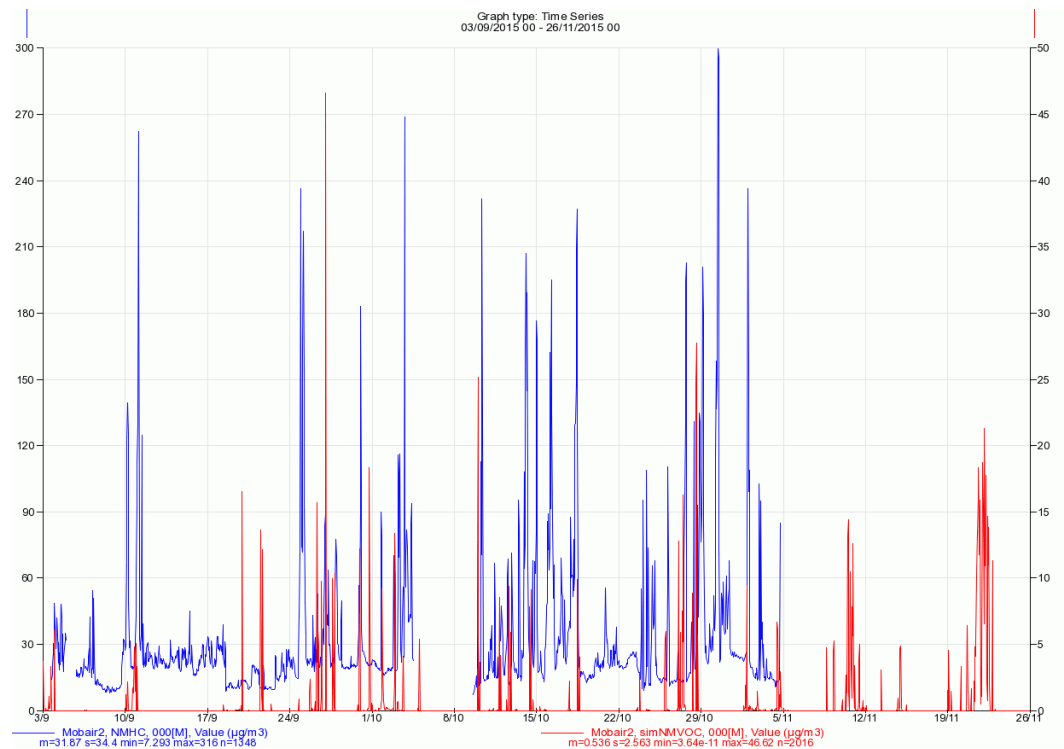


**Joonis 71 Modelleeritud ja mõõdetud NO<sub>2</sub> kontsentratsioonide võrdlus**

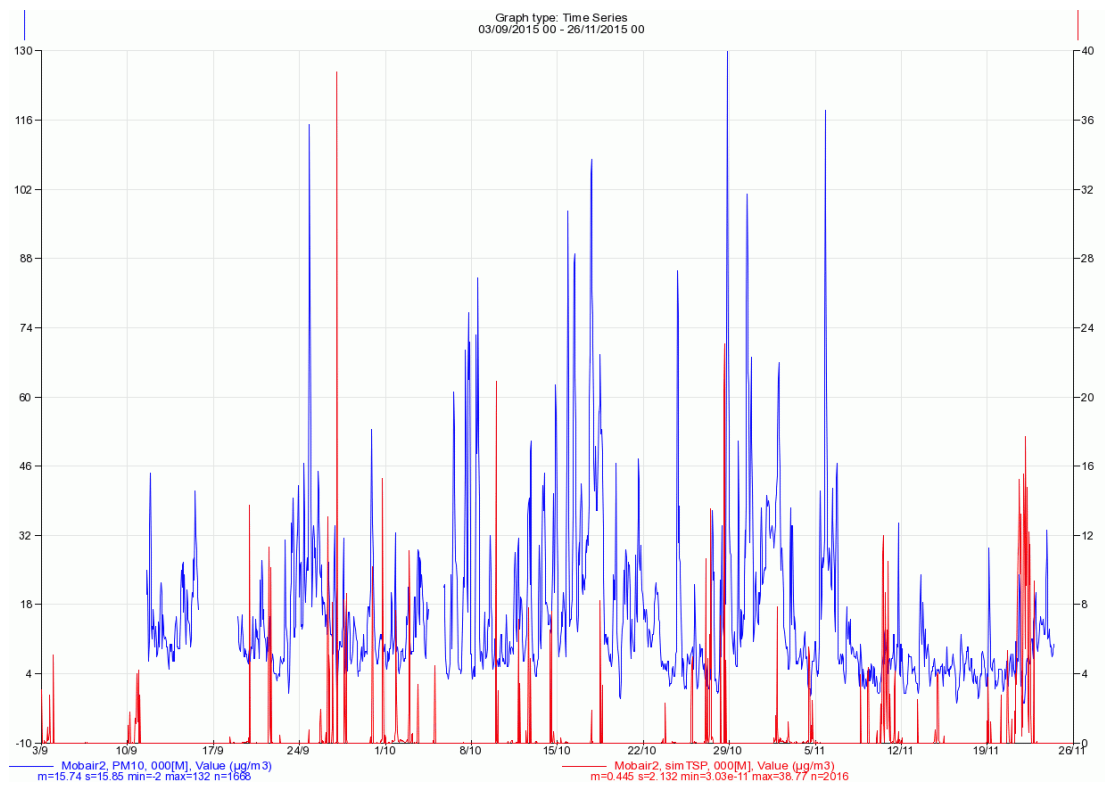




**Joonis 72 Modelleeritud ja mõõdetud SO<sub>2</sub> kontsentratsioonide võrdlus**



**Joonis 73 Modelleeritud ja mõõdetud LOU kontsentratsioonide võrdlus**



**Joonis 74** Modelleeritud PM-sum ja mõõdetud PM<sub>10</sub> kontsentratsioonide võrdlus

### 3.10 Osula mõõtmiste kokkuvõte

Ajavahemikul 03.09.2015 – 26.11.2015 teostas Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ õhukvaliteedi pidevmõõtmisi ning 04.11.2015 välisõhu saasteloas esitatud hetkeliste heitkoguste kontrollmõõtmisi pelletide tootmisega tegelevas ettevõttes OÜ Osula Graanul. Mõõtmiste eesmärgiks oli hinnata välisõhu kvaliteedi vastavust kehtestatud saastatuse taseme piirväärtustele, võrrelda emissioonimõõtmiste tulemusi välisõhu saasteloas esitatud lubatud hetkeliste heitkogustega ning tuvastada lõhnaainete esinemine õhus.

Pidevmõõtmiste läbiviimiseks kasutati mobiilselt õhulaborit Mobair 2, mis mõõtis CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CH<sub>4</sub> ja NMHC kontsentratsioone õhus. Lisaks võeti gravimeetriliselt PM-sum proove, mida laboris analüüsiti raskmetallide ja PAH komponentide suhtes. **Mõõteperioodil jäi nimetatud saasteainete sisaldus õhus kehtivatest piirnormidest madalamaks. Saasteainete suundanalüüs näitas saasteainete pärinemist Osula Graanul OÜ territooriumilt, saasteainete pärinemist samast allikast ning samaaegset esinemist välisõhus kinnitasid ka kõrged saasteainete korrelatsioonikoefitsendid.**

Emissioonimõõtmisi teostati kuivati tsüklonist. Mõõtmiste põhjal arutati välja saasteainete nagu CO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, PM-sum ja VOC-com hetkelised heitkogused, mida võrreldi välisõhu saasteloas toodud hetkeliste heitkogustega. **Nimetatud saasteainete hetkelised heitkogused vastasid välisõhu saasteloale, kõigi saasteainete hetkeline heitkogus jäi välisõhu saasteloaega määratud maksimaalsest lubatud heitkogusest madalamaks.** Emissioonimõõtmiste põhjal teostati hajumisarvutused, kus saadud arvutuslikke kontsentratsioone võrreldi välisõhu saastetasemete piirväärtustega. **Saasteainete kontsentratsioonid tootmisterritooriumil ja sellest väljaspool vastasid kehtivatele piirväärtustele.**

Lõhnaaine esinemise osakaal aasta lõikes oli vastavalt 10,5 % ja 9,0 %, mis on madalam kui elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitav piirmäär 15%.



#### 4 Kehra mõõtmised

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS on paberi- ja papi tootmisega tegelev ettevõtte, mis asub Anija vallas Kehra linnas. Horizon Tselluloosi ja Paberi AS-i põhitoodanguks on pleegitamata sulfaattselluloos, millest valmistatakse kotipaberit ja paberkotte. Kõrvalproduktidena saadakse toortärpentini ja tallõli. Ettevõtte aastane tootmisvõimsus on 73 500 tonni tselluloosi, 72 100 tonni kotipaberit, 3 100 tonni tallõli ning 400 tonni tärpentini.

Käesoleva töö raames teostati saasteainete kontsentratsioonide mõõtmised järgmistest keskkonnakompleksloas L.KKL.HA-217188 kajastatud saasteallikatest: regenereerimiskatla sulapaagi elektrifilter (saasteallikas S7), regenereerimiskatla sulapaak (saasteallikas S6), tallõli keedukatel (saasteallikas S10), heitgaaside järelpõletusseade (saasteallikas S11) ning lubjapõletusahi (saasteallikas S7). Lisaks teostati mõõtmisi aeratsioonibasseinidest (saasteallikas S3), mida antud keskkonnakompleksloas kajastatud ei ole.

Nii süsinikoksiidi (CO), lämmastikdioksiidi (NO<sub>2</sub>) kui ka vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) kontsentratsioonide mõõtmiseks kasutati automaatanalüsaatorit TESTO 350 ning vesiniksulfiidi (H<sub>2</sub>S) kontsentratsiooni mõõtmiseks portatiivset väävelvesiniku analüsaatorit Jerome 631-x. Naatriumsulfaadi (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) kontsentratsioon määrati laboris vedelikkromatograafiliselt. Kõikidest saasteallikast võeti lisaks õhuproovid ka adsorbenttorudele (Tenax TA 35/60, Sulficarb 40/70), mida analüüsiti hiljem laboris dimetüülsulfiidi, metüülmerkaptani ning etüülmerkaptani suhtes vastavalt standardile EVS-EN ISO 19739. Olfaktomeetriga määrati spetsiaalsetesse proovivõtukottidesse võetud gaasiproovidest lõhnaainete sisaldus vastavalt standardile EVS-EN 13725.

Lisaks teostati ajavahemikel 01.07 - 11.11.2015 ning 02.07 – 23.11.2015 kahes valitud mõõtepunktis välisõhu kvaliteedi mõõtmisi. Mõõtmiste läbiviimiseks kasutati ühes mõõtepunktis mobiilset õhulaborit Mobair ning teises mõõtepunktis teisaldatavat konteinerjaama.

Hetkeliste heitkoguste arvutamisel võeti aluseks saasteainete mõõdetud kontsentratsioonid, väljuvate gaaside kiirus ning muud parameetrid. Saadud tulemusi võrreldi keskkonnakompleksloas toodud saasteainete hetkeliste heitkogustega. Muuhulgas teostati nii saasteainete kui ka lõhnaainete hajumisarvutused.

#### 4.1 Emissiooni- ning välisõhu kvaliteedi mõõtmised Kehras

#### 4.2 Mõõteseadmed ning meetodika

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikate emissioonimõõtmised viidi läbi ajavahemikul 10.06 – 11.06.2015, lisamõõtmised regenereerimiskatla elektrifiltrist ning regenereerimiskatla sulapaagist 11.11.2015. Lisaks emissioonimõõtmistele teostati kahes mõõtepunktis välisõhumõõtmised. Horizon Tselluloosi ja Paberi AS tootmisterritooriumist põhja pool asunud mõõtepunktis viidi mõõtmisi läbi perioodil 01.07 – 11.11.2015, kokku 134 päeva. Tootmisterritooriumist lõuna pool asunud mõõtepunktis teostati välisõhu mõõtmisi perioodil 02.07 – 23.11.2015, kokku 146 päeva.

Emissioonimõõtmiste puhul võeti igast saasteallikast paralleelproovid. Kontsentratsioonide mõõtmisteks kasutati süsinikoksiidi (CO), lämmastikoksiidide (NO<sub>x</sub>) ning vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) puhul automaatanalüsaatorit TESTO 350, vesiniksulfiidi (H<sub>2</sub>S) kontsentratsiooni mõõtmiseks portatiivset väävelvesiniku analüsaatorit Jerome 631-x. Naatriumsulfaadi (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) proov koguti filtrile ning kontsentratsioon määrati laboris vedelikkromatograafiliselt. Metüülmerkaptani, dimetüülsulfiidi ning etüülmerkaptani kontsentratsioonid määrati adsorbenttorudele (Tenax TA 35/60, Sulficarb 40/70) võetud õhuproovidest, mida hiljem analüüsiti laboris gaaskromatograafil mass-spektromeetrilise detektoriga. Hetkeliste heitkoguste arvutamisel võeti aluseks saasteainete kontsentratsioon ning väljuva gaasi mahtkiirus. Saadud tulemuste hajumise modelleerimiseks kasutati Airviro keskkonnas olevat Euleri hajumismudelit.

Lõhnaproovid koguti spetsiaalsetesse Nalophan<sup>TM</sup> materjalist proovivõtukottidesse. Lõhnaainete kontsentratsioonid määrati dünaamilise olfaktomeetriga TO-8, lõhnaühikute määramine toimus organoleptiliselt Jah/Ei meetodil. Lõhnaproove hindasid n-butanooli suhtes testitud isikud. Enne lõhnaproovide hindamist tuvastati ekspertrühma liikmete individuaalsed tuvastuslaved n-butanooliga. Saadud tulemuste hajumise modelleerimiseks kasutati lõhnaainete hajumismudelit Austal2000G.

Välisõhu kvaliteedi mõõtmised viidi läbi kahes mõõtepunktis. Ühes mõõtepunktis, mis asus Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumist põhja pool, kasutati saastetasemete määramiseks liikuvat õhulaborit Mobair ning teises mõõtepunktis, mis asus ettevõtte territooriumist lõuna pool, teisaldatavat konteinerjaama. Nii Mobair kui ka konteinerjaam on varustatud täisautomaatsete välisõhu analüsaatoritega. Mõõtmistulemused fikseeritakse kuni 5 minutilise intervalliga, salvestatakse mõõtejaamas paiknevasse salvestusseadmesse ning kantakse tunnise intervalliga üle Eesti Keskkonnauuringute Keskuse serverisse. Liikuvast õhulaborist Mobair ning teisaldatavas konteinerjaamas kasutatavad mõõteseadmed on toodud Tabel 11.

**Tabel 11** Liikuvast õhulaboris Mobair ning konteinerjaamas kasutatavad mõõteseadmed

Mõõdetav parameeter	Mõõteseade
Vääveldioksiid (SO <sub>2</sub> )	HORIBA APSA – 360 UV-fluorestsents
Lämmastikoksiidid (NO <sub>x</sub> )	HORIBA APNA – 360 kemoluminestsents
Süsinikoksiid (CO)	HORIBA APMA – 360 Infrapunakiirguse absorptsioon
Osoon (O <sub>3</sub> )	HORIBA APOA – 360 UV-fotomeetria
Vesiniksulfiid (H <sub>2</sub> S)	HORIBA APSA – 360 ACE UV-fluorestsents
Tuule suund ja kiirus, õhuniiskus, temperatuur	Thies Clima meteoroloogiline mõõtejaam 10 m Mastiga

#### 4.3 Välisõhu kvaliteedi piirväärtused

Välisõhu saastetaseme piirväärtused on kehtestatud pidades silmas nende tervise- ja/või keskkonnaohtlikkust. Vastavad saastatuse taseme piirväärtused on toodud keskkonnaministri 08. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtsajad". Tabel 12 on toodud nende saasteainete piirväärtused, mida on käsitletud käesolevas töös.

**Tabel 12** Välisõhu saastetaseme piirväärtused

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m <sup>3</sup> )	Lubatud ületamiste arv aastas
Vesiniksulfiid (H <sub>2</sub> S)	1 tund	8	-
	24 tundi	8	18 päeva
Vääveldioksiid (SO <sub>2</sub> )	1 tund	350	24 tundi
	24 tundi	125	3 päeva
Lämmastikdioksiid (NO <sub>2</sub> )	1 tund	200	18 tundi
	24 tundi	40	-
Süsinikoksiid (CO)	8 tundi	10 mg/m <sup>3</sup>	-
Dimetüülsulfiid (CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	1 tund	80	-

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Lubatud ületamiste arv aastas
	24 tundi	80	18 päeva
Naatriumsulfaat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ )	1 tund	300	-
	24 tundi	100	18 päeva
Tahked osakesed, summaarselt (PM-sum)	1 tund	500	-
	24 tundi	150	18 päeva

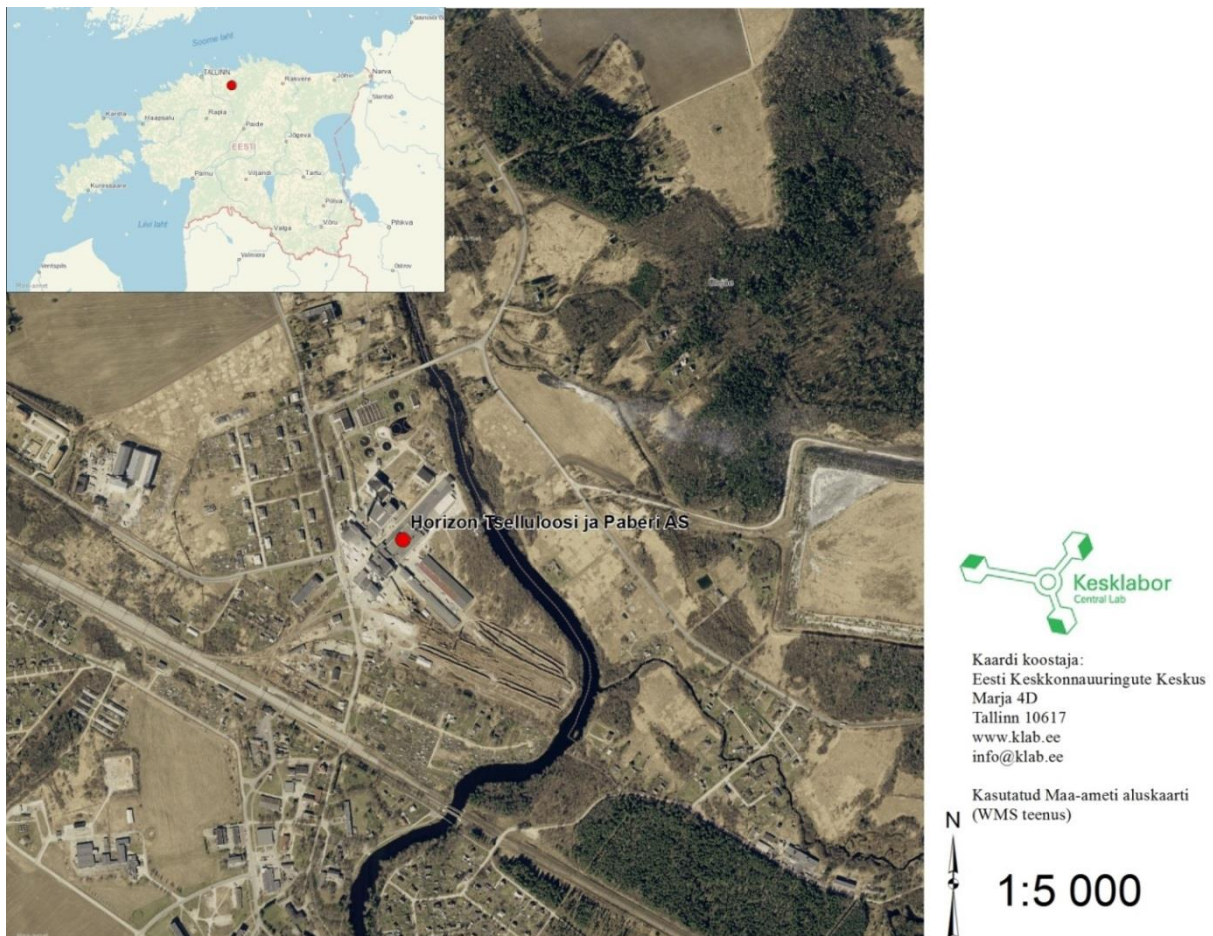
Lõhna mudelarvutuste tulemusi võrreldakse vastavalt keskkonnaministri 2. juuli 2007. aasta määrusele nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu”. Vastavalt määruse §7 lg 1 loetakse lõhnaaine esinemise osakaal elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitavaks juhul, kui modelleerimistulemused näitavad aasta lõikes vähemalt 15%-list aasta lõhnatundide ületamist.



#### 4.4 Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikad

Horizon Tselluloosi ja Paberi AS asub Harju maakonnas, Anija vallas, Kehra linnas. Tootmisterritoorium paikneb Jägala jõe ning Anija maantee vahelisel alal (Joonis 75), jäädes kahele katastriüksusele: 29001:002:0018 ning 29001:002:0017.

Territooriumi ümbritsev piirkond on tasane. Territooriumil asuva kõrgeima saasteallika, 50-kordse kõrgusega võrdne kaugus on 4 500 meetrit. Kõrguste erinevus saasteallika ümbruses 1 kilomeetri kohta ei ületa 50 meetrit, mistõttu ka geograafilised objektid ei mõjuta saasteainete hajumistingimusi.



Joonis 75 Horizon Tselluloosi ja Paberi AS asukoht

Käesolevas töös on ettevõtte territooriumil asuvatest saasteallikatest kajastatud järgmised:

**Sooda regenererimiskatla elektrifilter** (keskkonnaloas saasteallikas nr S7) – otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad süsinikoksiid, lämmastikdioksiid, lämmastikoksiid, vääveldioksiid, tolm, vesiniksulfiid, dimetüülsulfiid ning naatriumsulfaat. Mõõtepunkt, milles mõõtmisi teostati, asus gaasikäigus pärast elektrifiltrit, enne heitgaaside segunemist teistest põletusprotsessidest eralduvate suitsugaasidega. Heitkoguste arvutamisel arvestati järgmiste parameetritega: kõrgus 90 m, gaasikäigu läbimõõt 1.6 m, gaasi kiirus suitsukäigus 14.5 m/s ning gaaside väljumistemperatuur 176 °C.

**Sooda regenererimiskatla sulapaak** (keskkonnaloas saasteallikas nr S6) – otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad süsinikoksiid, lämmastikoksiid, tolm, vesiniksulfiid, vääveldioksiid ning naatriumsulfaat. Saasteallika parameetrid on järgmised: kõrgus 35 m, gaasikäigu läbimõõt 0.9 m, gaasi kiirus suitsukäigus 11.9 m/s ning gaaside väljumistemperatuur 66.5 °C.

**Tallõli keedukatel** (keskkonnaloas saasteallikas nr S10) – otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad süsinikoksiid, lämmastikoksiid, vääveldioksiid, vesiniksulfiid ning dimetüülsulfiid. Saasteallika parameetrid on järgmised: kõrgus 21 m, gaasikäigu läbimõõt 0.3 m, gaasi kiirus suitsukäigus 6.1 m/s ning gaaside väljumistemperatuur 51 °C.

**Heitgaaside järelopõletusseade** (keskkonnaloas saasteallikas nr S11) - otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad süsinikoksiid, lämmastikoksiid, vääveldioksiid ning lämmastikdioksiid. Saasteallika parameetrid on järgmised: kõrgus 35 m, gaasikäigu läbimõõt 0.76 m, gaasi kiirus suitsukäigus 4.0 m/s ning gaaside väljumistemperatuur 801.4 °C.

**Lubjapõletusahi** (keskkonnaloas saasteallikas nr S7) – otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad süsinikoksiid, lämmastikdioksiid, lämmastikdioksiid, lämmastikoksiid, vääveldioksiid, tolm ning vesiniksulfiid. Mõõtepunkt, milles mõõtmisi teostati, asus gaasikäigus pärast elektrifiltrit, enne heitgaaside segunemist teistest põletusprotsessidest eralduvate suitsugaasidega. Heitkoguste arvutamisel arvestati järgmiste parameetritega: kõrgus 90 m, gaasikäigu läbimõõt 0.7 m, gaasi kiirus suitsukäigus 10.7 m/s ning gaaside väljumistemperatuur 170 °C.

**Aeratsioonibasseinid** (saasteallikas nr S3) – otseste mõõtmiste käigus tuvastati, et välisõhku eralduvad vesiniksulfiid ja dimetüülsulfiid. Ettevõtte tootmisterritooriumil on kokku 12 aeratsioonibasseini, nendest 10 on vana aeraatorit ning 2 uut. Nii vanad kui uued aeratsioonibasseinid on mõõtmiselt identsed. Ühe aeratsioonibasseini parameetrid on järgmised: pikkus 40 m, laius 4.5 m, sügavus 3 m ning ettevõtte poolt esitatud andmete põhjal on aeratsioonibasseini mahtkulu 6000 m<sup>3</sup>/h.

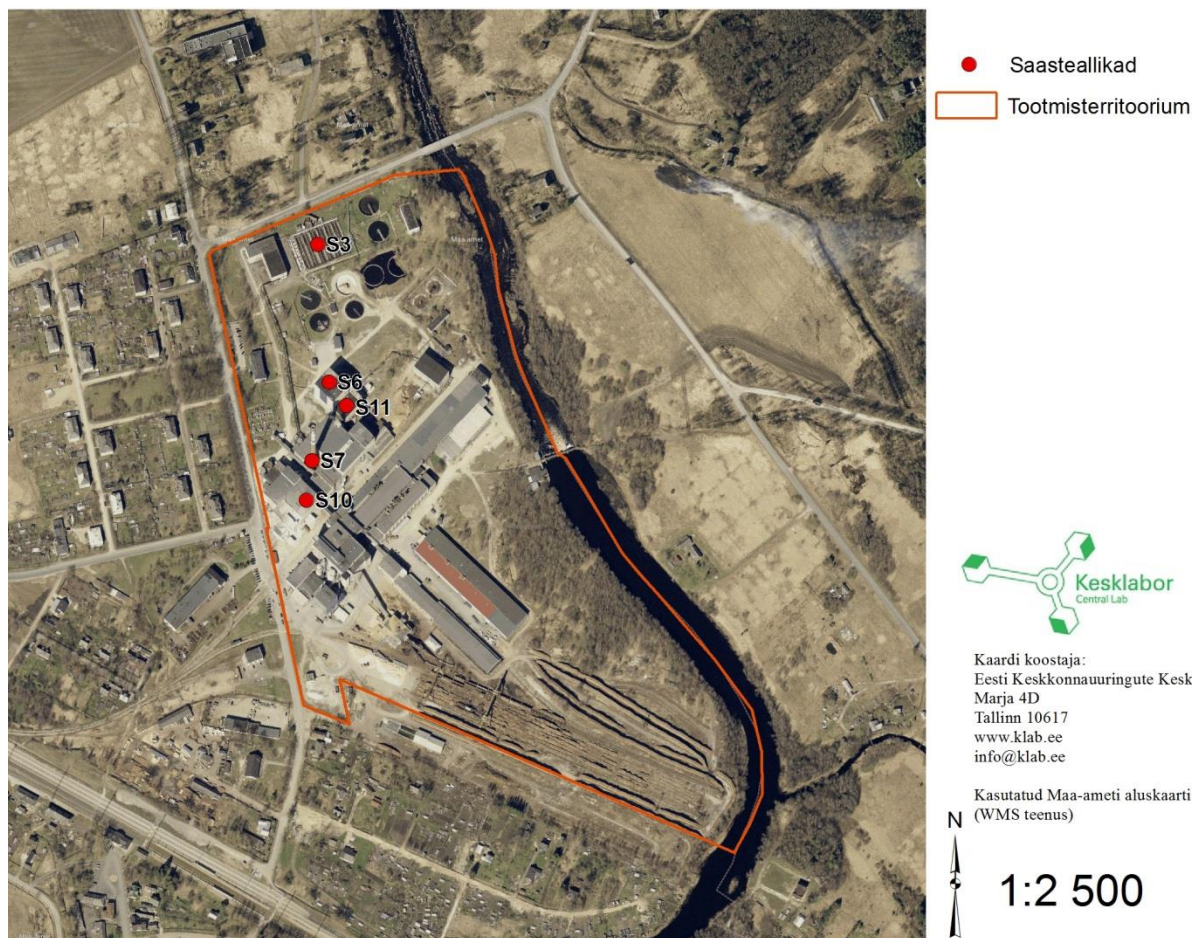
Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikate tööaja dünaamika on esitatud alljärgnevas tabelis (Tabel 13).

**Tabel 13 Saasteallikate tööaja dünaamika päevade lõikes vastavalt LHK-le**

Saasteallikas (nr)	Tööaeg päevade lõikes						
	Esmaspäev	Teisipäev	Kolmapäev	Neljapäev	Reede	Laupäev	Pühapäev
Sooda regenereerimis-katla elektrifilter (S7)	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00
Sooda regenereerimis-katla sulapaak (S6)	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00
Tallõli keedukatel (S10)	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00	5 h vahemikus 08.00 – 24.00
Heitgaaside järelpõletusseade (S11)	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00
Lubjapõletusahi (S7)	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00
Aeratsiooni-basseinid (S3)	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00	00.00 – 24.00

Saasteallikate asukohad on toodud Joonis 76.





**Joonis 76** Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikate asukohad

#### 4.5 Saasteallikatest välisõhku eralduvate saasteainete hetkelised heitkogused

Regeneereerimiskatla elektrifiltri, regeneereerimiskatla sulapaagi ning lubjapõletusahju puhul viidi mõõtmised läbi 10. juunil, tallõli keedukatla ning heitgaaside järelpõletusseadmest 11. juunil. Saadud mõõtmistulemused on esitatud Tabel 14 kuni Tabel 18. 11. novembril viidi läbi regeneereerimiskatla elektrifiltri ning sulapaagi lisamõõtmised, mil soodaregeneereerimiskatel töötas minimaalvõimsusel, s.o 3.3 l/s (maksimaalne katla koormus 4.4 l/s). Lisamõõtmiste tulemused on esitatud Tabel 19 ja Tabel 20. Lisaks on eraldi tabelis välja toodud nende saasteainete hetkelised heitkogused, mida on kajastatud hetkel kehtivas keskkonnakompleksloas L.KKL.HA-217188 (Tabel 21).



**Tabel 14** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused, regeneerimiskatla elektrifilter

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	30.00	40.20	0.721	2.595
NO <sub>2</sub>	0.20	0.41	0.007	0.026
NO <sub>x</sub>	30.20	40.61	0.728	2.621
CO	413	516.25	9.256	33.322
SO <sub>2</sub>	<1	<2.86	0.051	0.185
PM-sum	-	<0.02	<0.0002	<0.0007

**Tabel 15** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused, lubjapõletusahi

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	47.00	62.98	0.161	0.581
NO <sub>2</sub>	0.38	0.78	0.002	0.007
NO <sub>x</sub>	48.00	63.76	0.163	0.588
CO	5.00	6.25	0.016	0.058
SO <sub>2</sub>	4.00	11.44	0.029	0.106
PM-sum	-	21.14	0.054	0.195

**Tabel 16** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused, regeneerimiskatla sulapaak

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	1.00	1.34	0.008	0.030
NO <sub>2</sub>	<1	<2.05	0.037	0.132
NO <sub>x</sub>	1.00	1.34	0.008	0.030
CO	1.00	1.25	0.008	0.028
SO <sub>2</sub>	<1	<2.86	0.051	0.185
PM-sum	-	108.68	0.667	2.401

**Tabel 17** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused, tallõli keedukatel

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	41.00	54.94	0.023	0.082
NO <sub>2</sub>	<1	<2.05	0.037	0.132
NO <sub>x</sub>	41.00	54.94	0.023	0.082
CO	1.00	1.25	0.001	0.002
SO <sub>2</sub>	9.00	25.74	0.011	0.038

**Tabel 18** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused, heitgaaside järelpõletusseade

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	27.30	36.58	0.017	0.061
NO <sub>2</sub>	<1	<2.05	0.037	0.132
NO <sub>x</sub>	27.30	36.58	0.017	0.061
CO	47.00	58.75	0.027	0.099
SO <sub>2</sub>	826.70	2364.28	1.103	3.972

**Tabel 19** Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused minimaalvõimsusel, soodaregenererimiskatla elektrifilter (11.11.2015)

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	57.91	77.60	0.997	3.608
NO <sub>2</sub>	3.89	7.98	0.103	0.371
NO <sub>x</sub>	61.80	85.58	1.100	3.979
CO	314.75	393.44	5.057	18.293
SO <sub>2</sub>	0.02	0.07	0.001	0.003
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	0.690	0.009	0.032

**Tabel 20 Saasteainete kontsentratsioon ning hetkelised heitkogused minimaalvõimsusel, soodaregenereerimiskatla sulapaak (11.11.2015)**

Saasteaine	Saasteainete kontsentratsioon		Hetkeline heitkogus	
	ppm	mg/Nm <sup>3</sup>	g/s	kg/h
NO	<1	<1.34	0.001	0.005
NO <sub>2</sub>	<1	<2.05	0.002	0.007
NO <sub>x</sub>	<1	<3.39	0.003	0.012
CO	<1	<1.25	0.001	0.004
SO <sub>2</sub>	0.11	0.30	0.0003	0.001
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-	0.145	0.0001	0.001

**Tabel 21 Mõõdetud ning maksimaalsed lubatud hetkelised heitkogused, g/s**

Saasteallikas	CO, g/s		NO <sub>2</sub> , g/s		NO, g/s		SO <sub>2</sub> , g/s	
	Mõõdetud	Max lubatud	Mõõdetud	Max lubatud	Mõõdetud	Max lubatud	Mõõdetud	Max lubatud
Regeneereerimiskatla elektrifilter	9.256	4.100	0.007	10.250	0.721	-	-	13.034
Regeneereerimiskatla elektrifilter, 11.11	5.057	4.100	0.103	10.250	0.997	-	0.001	13.034
Regeneereerimiskatla sulapaak	0.008	-	-	-	0.008	-	-	-
Regeneereerimiskatla sulapaak, 11.11	-	-	-	-	-	-	0.0003	-
Tallõli keedukatel	0.001	-	-	-	0.023	-	0.011	-
Lubjapõletusahi	0.016	0.366	0.002	2.116	0.161	-	0.029	0.071
Heitgaaside järelpõletusseade	0.027	0.180	-	0.208	0.017	-	1.103	3.280

**Tabel 11 Mõõdetud ning maksimaalsed lubatud hetkelised heitkogused g/s (järg)**

Saasteallikas	PM-sum, g/s		H <sub>2</sub> S, g/s		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> , g/s	
	Mõõdetud	Max lubatud	Mõõdetud	Max lubatud	Mõõdetud	Max lubatud
Regeneerimiskatla elektrifilter	0.000	4.100	0.204	-	-	-
Regeneerimiskatla elektrifilter, 11.11	-	-	-	-	0.009	1.604
Regeneerimiskatel (sulapaak)	0.667	4.100	0.009	0.028	-	-
Regeneerimiskatel (sulapaak), 11.11	-	-	-	-	0.0001	1.179
Tallõli keedukatel	-	-	0.001	0.047	-	-
Lubjapõletusahi	0.054	0.175	<0.0001	0.035	-	-
Heitgaaside järelpõletusseade	-	-	-	-	-	-

Tabel 21 on näha, et mõõdetud tulemuste põhjal ületab keskkonnakompleksloas toodud lubavat hetkelist heitkogust üksnes regeneerimiskatla elektrifiltrist eralduv CO heitkogus. Lubatud hetkelist heitkogust ületati nii 10.06 kui ka 11.11 teostatud mõõtmiste ajal. Teiste saasteainete hetkelised heitkogused jäävad kõikide saasteallikate puhul lubatust madalamaks.

Laboris analüüsitud õhuproovide tulemuste põhjal arvatud hetkelised heitkogused on toodud Tabel 22. Tabelis on kajastatud üksnes dimetüülsulfiidi kontsentratsioonid tallõli keedukatlast ning aeratsioonibasseinist, kuna teiste saasteallikate puhul jäid dimetüülsulfiidi mõõdetud kontsentratsioonid alla määramispiiri. Samuti jäid kõikide saasteallikate puhul alla määramispiiri ka etüülmerkaptaanide ning metüülmerkaptaanide kontsentratsioonid.

**Tabel 22 Dimetüülsulfiidi mõõdetud ja lubatud hetkelised emissioonid**

Saaste-allika nr	Saasteallikas	Kontsentratsioon, µg/m <sup>3</sup>	Dimetüülsulfiid, g/s	
			Mõõdetud	Max lubatud
S10	Tallõli keedukatel	47 766.2	0.073	-
S3	Aeratsioonibassein	11 000	0.008	-

Aeratsioonibasseinidest viidi lisaks dimetüülsulfiidi mõõtmistele läbi ka vesiniksulfiidi mõõtmised. Vastavalt mõõdetud tulemustele arvatud hetkelised heitkogused 1 aeratsioonibasseini kohta ning 12 aeratsioonibasseini kohta on toodud Tabel 23.



**Tabel 23 Vesiniksulfiidi hetkeline heitkogus aeratsioonibasseinist**

Saasteallika nr	Saasteallikas	Pindala	Hetkeline heitkogus	
			$\mu\text{g/s}\cdot\text{m}^2$	g/s
S3	1 aeratsioonibassein	180 m <sup>2</sup>	23.085	0.004
	12 aeratsioonibasseini	2 160 m <sup>2</sup>		0.050

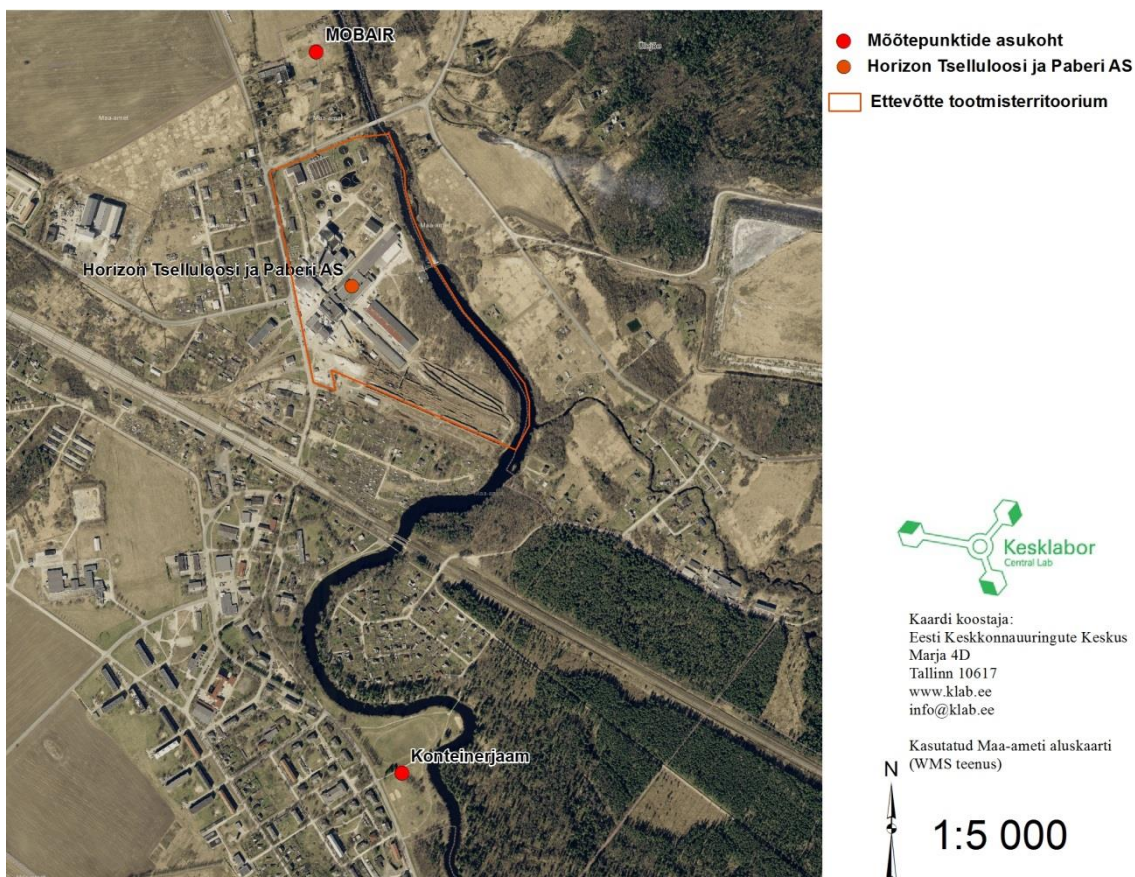
Lisaks saasteainete kontsentratsioonide mõõtmistele hinnati ka lõhnaainete kontsentratsioone (OU/m<sup>3</sup>). Lõhnaainete kontsentratsioonide mõõtmised viidi läbi tallõli keedukatlast, regenererimiskatla sulapaagist ning aeratsioonibasseinist. Mõõdetud kontsentratsioonide põhjal arvutati lõhnaainete emissioonid (OU/s), mis on toodud Tabel 24.

**Tabel 24 Mõõdetud lõhnaainete emissioonid**

Saasteallika nr	Saasteallikas	Lõhn, OU/m <sup>3</sup>	Lõhn, OU/s
S10	Tallõli keedukatel	231 705	355 225.99
S3	Aeratsioonibassein	58 124.00	96 873.53
S6	Regenererimiskatla sulapaak	6 223	77 019.75

#### 4.6 Kehra pidevmõõtmised

Välisõhu saastatust mõõdeti kahes valitud mõõtepunktis nii mobiilse õhulaboriga Mobair (Joonis 78) kui ka teisaldatava konteinerjaamaga (Joonis 79). Mobairiga viidi mõõtmisi läbi ajavahemikul 01.07 – 11.11.2015, konteinerjaamaga 02.07 - 23.11.2015. Mobair asus Horizon Tselluloosi ja Paberi AS tootmisterritooriumist põhja pool (koordinaadid X 6579413 ja Y 576096) ning konteinerjaam lõuna pool (koordinaadid X 6577634 ja Y 576307) (Joonis 77).



**Joonis 77** Mobairi ning konteinerjaama asukohad



**Joonis 78**      **Mobiilne õhulabor Mobair**



**Joonis 79**      **Teisaldatav konteinerjaam**

## 4.7 Pidevmõõtmised Mobairi mõõtepunktis

### 4.7.1 Meteoroloogilised tingimused

Mobairi mõõtepunktis mõõdeti ajavahemikul 01.07-11.11.2015 nii vesiniksulfiidi, lämmastikoksiidide, vääveldioksiidi kui ka süsinikoksiidi sisaldust välisõhus ning meteoroloogilisi parameetreid. Meteoroloogilised tingimused nagu õhutemperatuur, tuule suund ja kiirus määravad ära saasteainete püsimise ja levimise õhus. Tuulise ilmaga on saasteainete kontsentratsioonid reeglina madalamad, kuna tugevama tuule korral on õhus rohkem turbulentsid ja keeriseid, tänu millele hajub õhusaaste kiiremini. Mõõteperioodi keskmised meteoroloogilised tingimused on toodud Tabel 25 ning tuulte esinemissagedus mõõteperioodil Tabel 26.

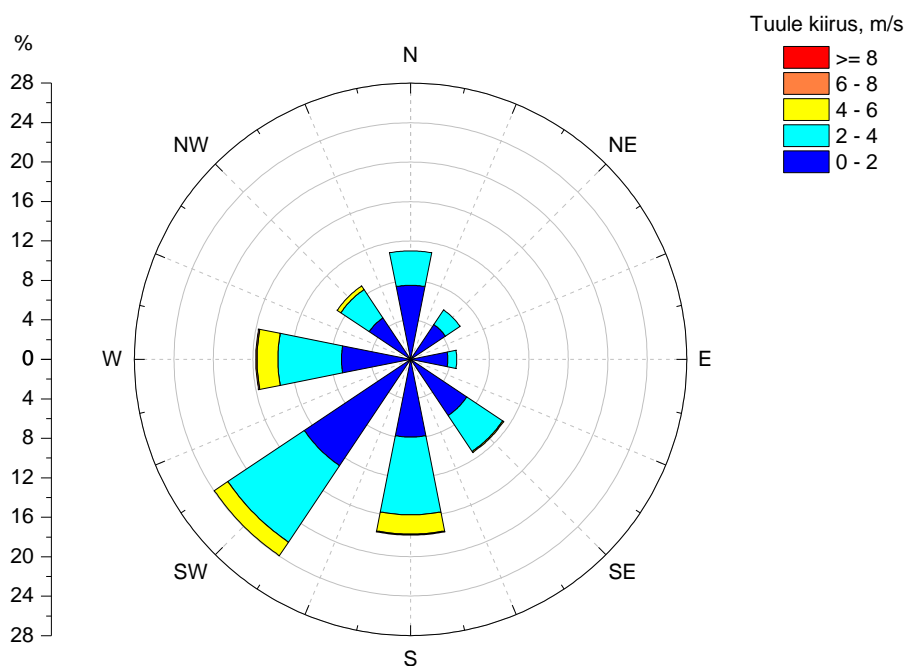
**Tabel 25 Mõõteperioodi keskmised meteoroloogilised parameetrid**

Parameeter	Väärtus
Välisõhu temperatuur	12.8 °C
sh maksimaalne välisõhu temperatuur	27.8 °C
sh minimaalne välisõhu temperatuur	-2.2°C
Tuulekiirus	2.0 m/s
Tuulesuund	200° (SW)

**Tabel 26 Tuulte esinemissagedus, %**

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus, %
Põhi (N)	337.5-22.5	11.0
Kirre (NE)	22.5-67.5	6.0
Ida (E)	67.5-112.5	5.1
Kagu (SE)	112.5-157.5	11.5
Lõuna (S)	157.5-202.5	17.7
Edel (SW)	202.5-247.5	24.0
Lääs (W)	247.5-292.5	15.7
Loe (NW)	292.5-337.5	9.0



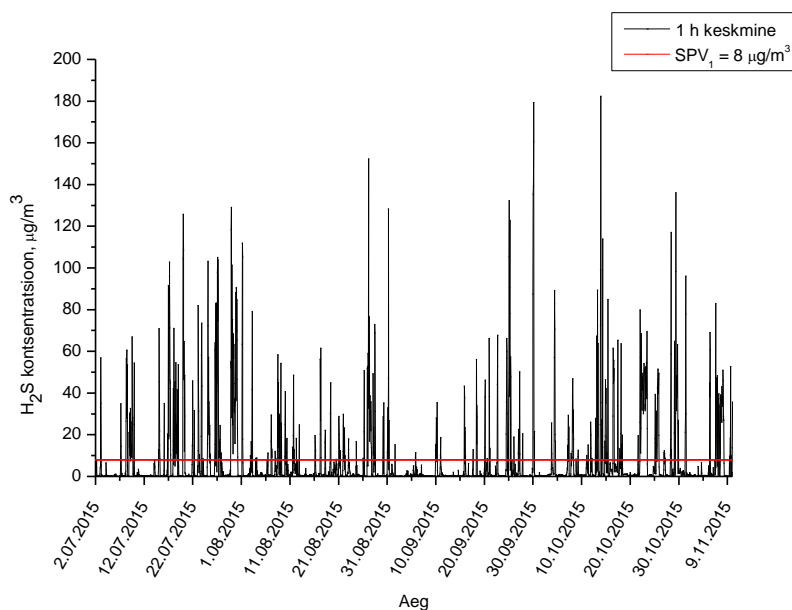


Joonis 80 Tuulte roos, 02.07 - 10.11.2015

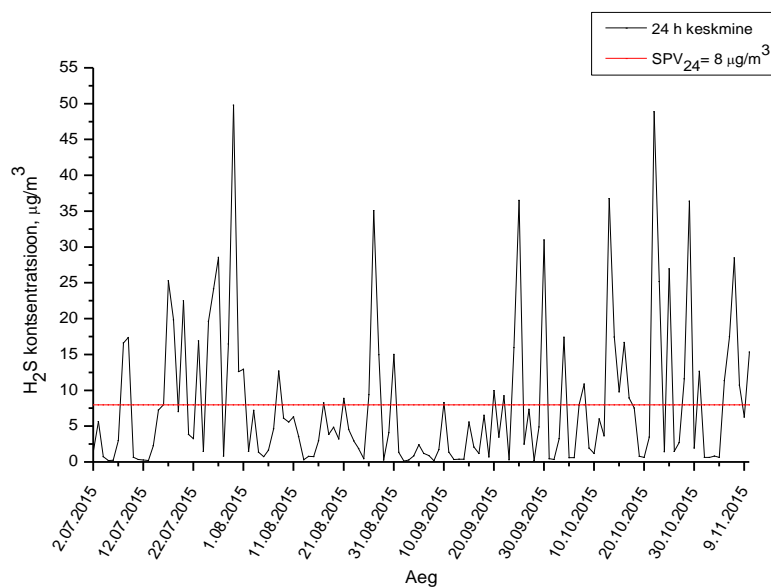
#### 4.7.2 Pidevmõõtmiste mõõtetulemused

Põhjusel, et esimene ja viimane mõõtepäev on Mobairi teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolikud, võeti mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel aluseks täispäevade andmed. Mobairi mõõtepunktis mõõdetud saasteainete tunni- ning ööpäevakeskmised kontsentratsioonid on toodud Joonis 81 kuni Joonis 87.

**Vesiniksulfiidi** ( $\text{H}_2\text{S}$ ) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon Mobairi mõõtepunktis oli vastavalt  $182.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13.10, edelatuul 1.6 m/s) ning  $49.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (30.07). Kogu mõõteperioodi tunnikeskmine kontsentratsioon oli  $7.63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ning ööpäevakeskmine  $7.62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Joonistelt (Joonis 81 ja Joonis 82) on näha, et  $\text{H}_2\text{S}$  kontsentratsioon ületab peaaegu kõikidel mõõtepäevadel nii saastatuse taseme 1 tunni kui ka 24 tunni piirväärtuseid. Saastatuse taseme 1 tunni piirväärtust ületati mõõteperioodil kokku 584 korral ning 24 tunni piirväärtust 43 korral.

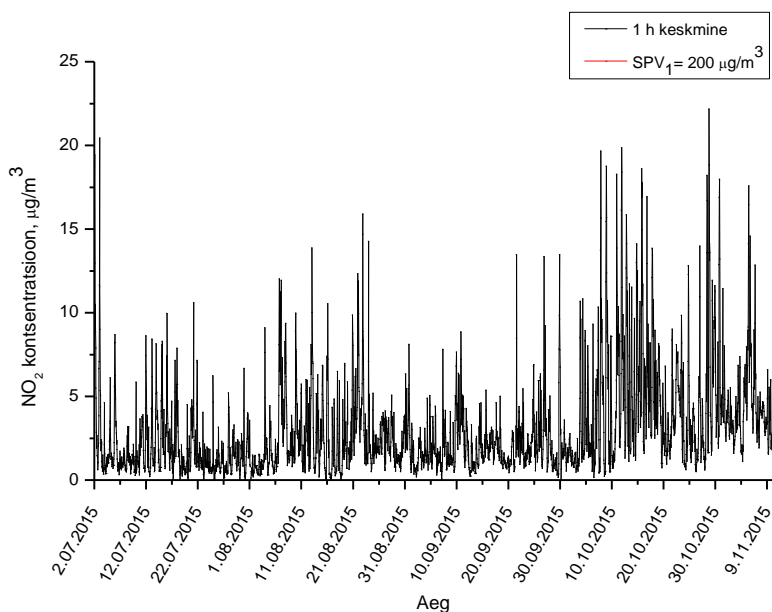


**Joonis 81** H<sub>2</sub>S 1 h keskmine kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>

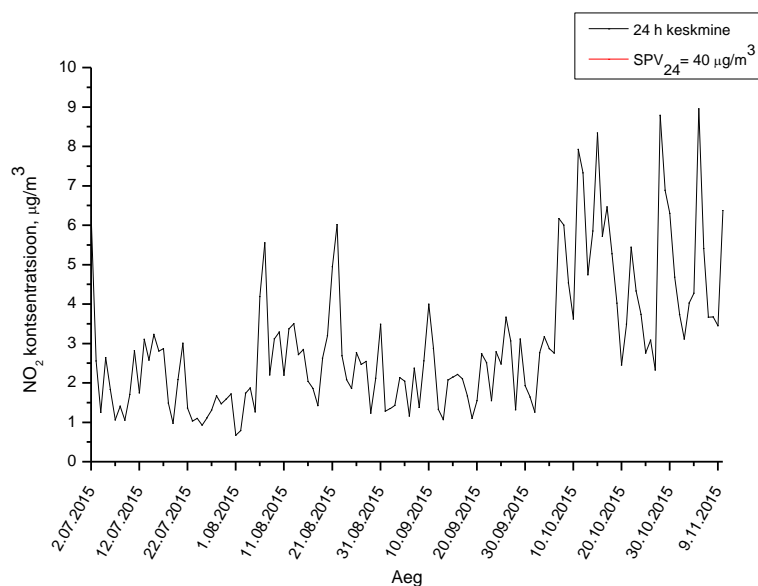


**Joonis 82** H<sub>2</sub>S 24 h keskmine kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>

Lämmastikdioksiidi (NO<sub>2</sub>) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon Mobairi mõõtepunktis oli vastavalt 22.17 µg/m<sup>3</sup> (28.10, lõunatuul 0.6 m/s) ning 8.95 µg/m<sup>3</sup> (05.11). Kogu mõõteperioodi tunnikeskmine kontsentratsioon oli 3.02 µg/m<sup>3</sup> ning ööpäevakeskmine 3.01 µg/m<sup>3</sup>. Joonistelt (Joonis 83 ja Joonis 84) on näha, et NO<sub>2</sub> kontsentratsioon jääb kõikidel mõõtepäevadel oluliselt madalamaks nii saastatuse taseme 1 tunni kui ka 24 tunni piirväärtustest.

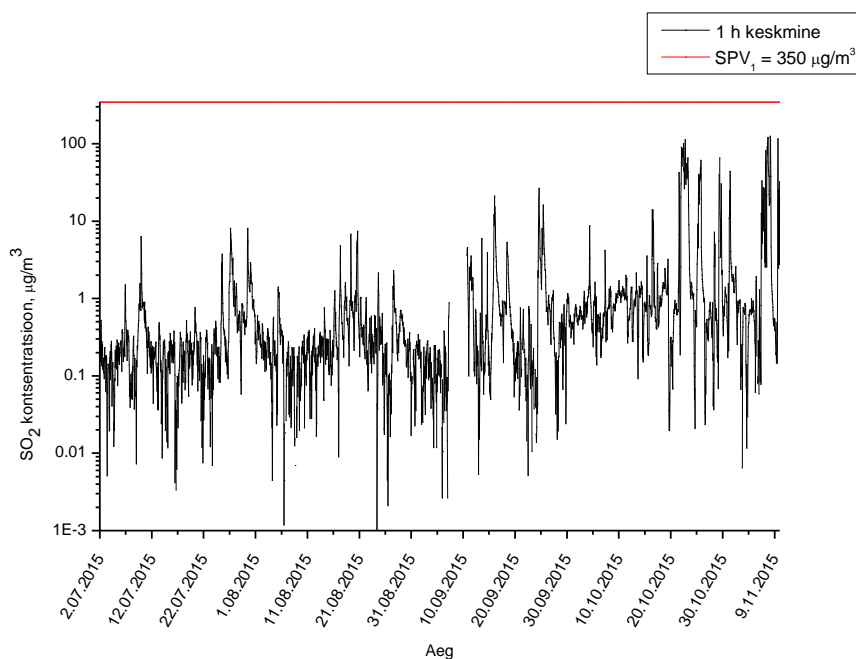


**Joonis 83** NO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>

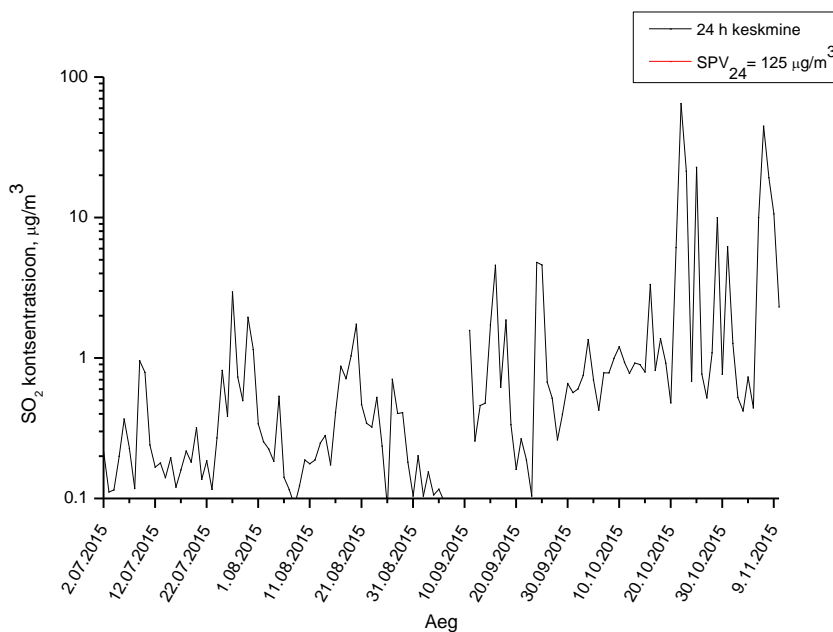


**Joonis 84** NO<sub>2</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>

**Vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>)** maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon oli vastavalt 126.70 µg/m<sup>3</sup> (08.11, lõunatuul 3.4 m/s) ning 64.66 µg/m<sup>3</sup> (22.10). Kogu mõõteperioodi tunnikeskmine kontsentratsioon oli 2.29 µg/m<sup>3</sup> ning ööpäevakeskmine 2.29 µg/m<sup>3</sup>. Joonistelt (Joonis 85 ja Joonis 86) on näha, et SO<sub>2</sub> kontsentratsioon jääb kõikidel mõõtepäevadel madalamaks nii saastatuse taseme 1 tunni kui ka 24 tunni piirväärtustest.



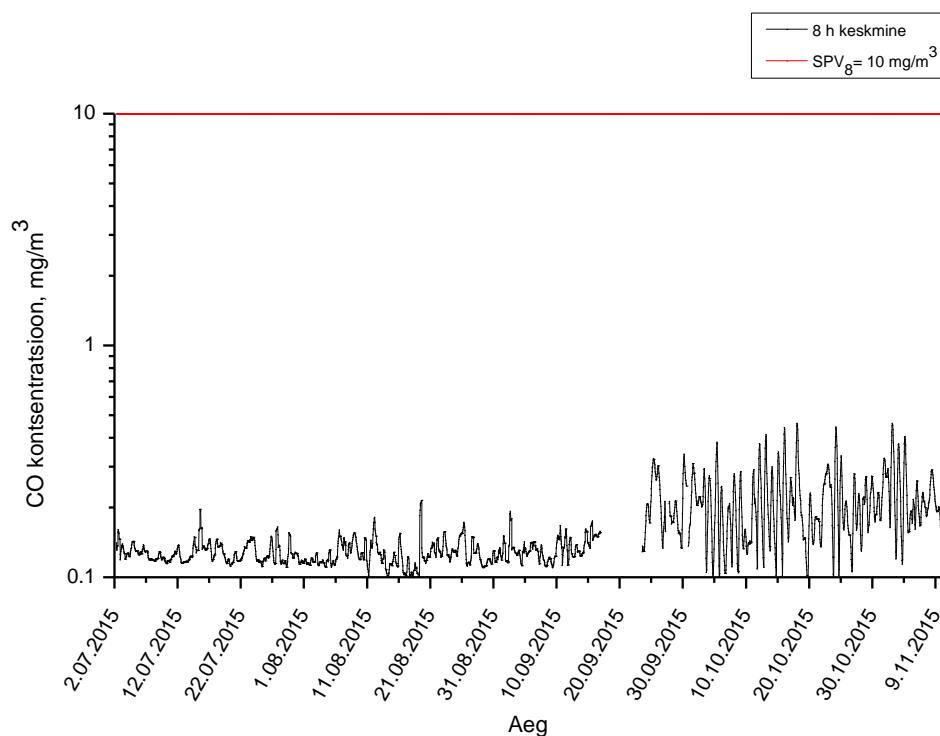
**Joonis 85**  $\text{SO}_2$  1 h keskmine kontsentratsioon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$



**Joonis 86**  $\text{SO}_2$  24 h keskmine kontsentratsioon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Süsinikoksiidi (CO) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmise kontsentratsioon oli vastavalt  $0.78 \text{ mg}/\text{m}^3$  (19.08, kagutuul  $0.1 \text{ m}/\text{s}$ ) ning  $0.31 \text{ mg}/\text{m}^3$  (25.09). Maksimaalne 8 h libisev keskmine oli  $0.51 \text{ mg}/\text{m}^3$  (02.11, edelatuul,  $2.2 \text{ m}/\text{s}$ ). Mõõteperioodi keskmine süsinikoksiidi sisaldus välisõhus oli  $0.17 \text{ mg}/\text{m}^3$ . Kehtestatud piirväärtuste ületamist mõõteperioodil ei esinenud.





**Joonis 87** CO 8 h libisev keskmine kontsentratsioon, mg/m<sup>3</sup>

#### 4.8 Pidevmõõtmised konteinerjaama mõõtepunktis

##### 4.8.1 Meteoroloogilised tingimused

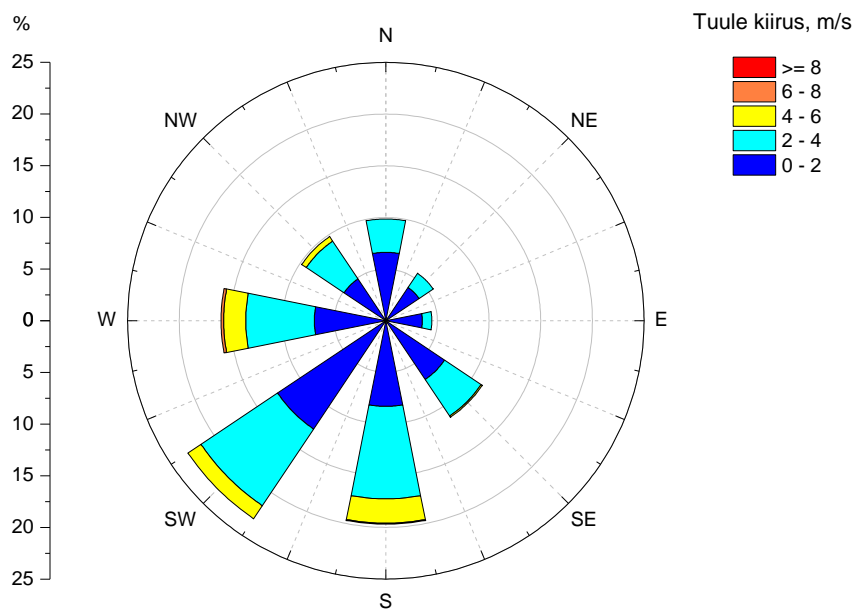
Konteinerjaama mõõtepunktis mõõdeti ajavahemikul 02.07-23.11.2015 vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi sisaldust välisõhus. Mõõteperioodi keskmised meteoroloogilised tingimused konteinerjaama mõõtepunktis on toodud Tabel 27 ning tuulte esinemissagedus mõõteperioodil Tabel 28.

**Tabel 27** Mõõteperioodi keskmised meteoroloogilised parameetrid

Parameeter	Väärtus
Välisõhu temperatuur	12.02 °C
sh maksimaalne välisõhu temperatuur	27.7 °C
sh minimaalne välisõhu temperatuur	-2.2 °C
Tuulekiirus	2.0 m/s
Tuulesuund	203° (SW)

Tabel 28 Tuulte esinemissagedus, %

Tuule suund	(kraadi)	Esinemissagedus, %
Põhi (N)	337.5-22.5	9.9
Kirre (NE)	22.5-67.5	5.5
Ida (E)	67.5-112.5	4.8
Kagu (SE)	112.5-157.5	11.3
Lõuna (S)	157.5-202.5	19.7
Edel (SW)	202.5-247.5	23.1
Lääs (W)	247.5-292.5	15.9
Loe (NW)	292.5-337.5	9.8

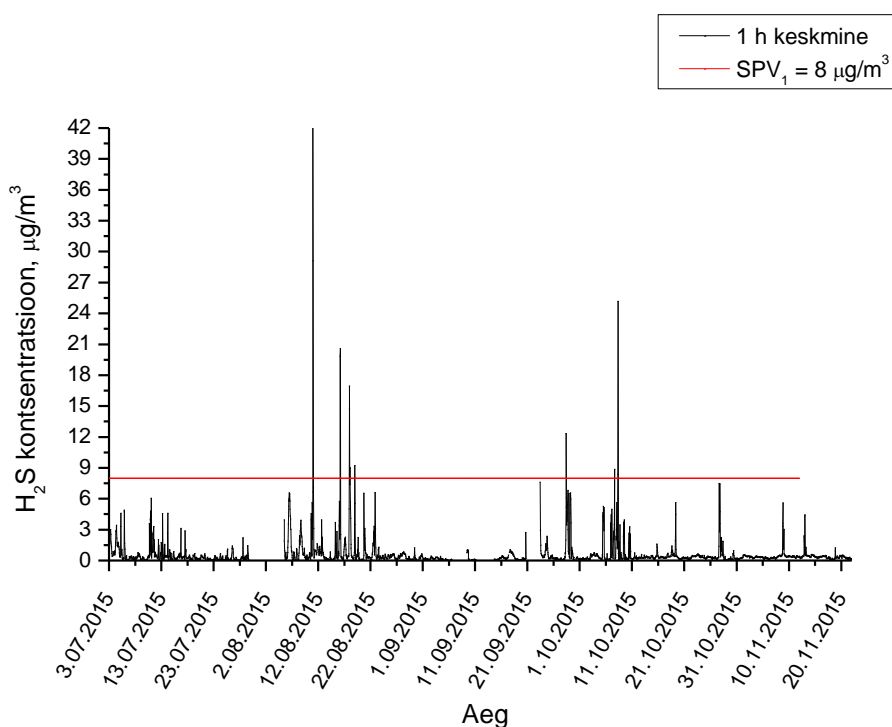


Joonis 88 Tuulte roos, 03.07 - 22.11.2015

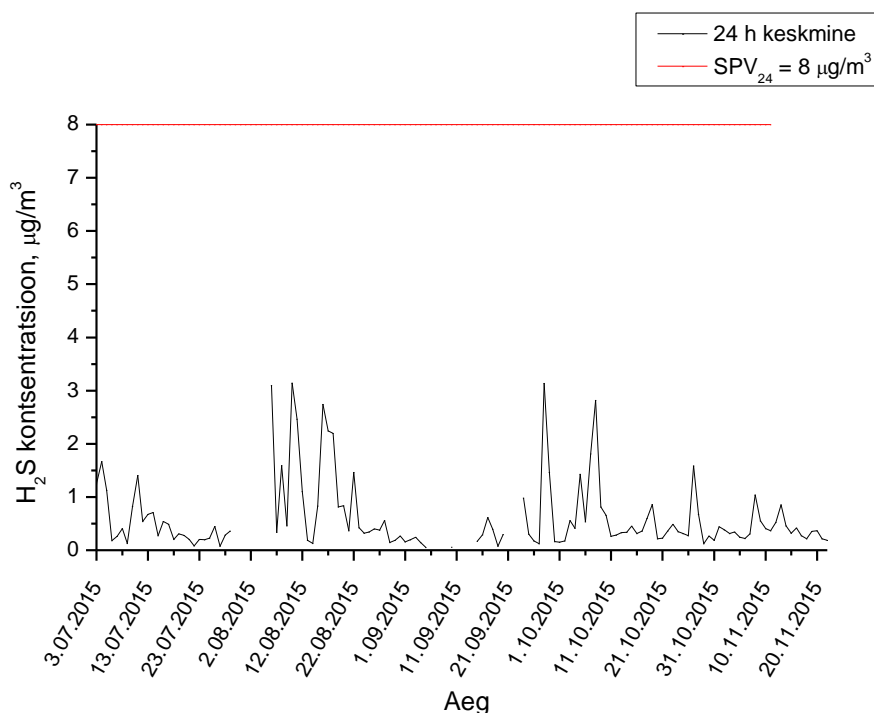
#### 4.8.2 Pidevmõõtmiste mõõtetulemused

Põhjusel, et esimene ja viimane mõõtepäev on konteinerjaama teisaldamisega seotud ajakaost tingituna poolikud, võeti mõõtmistulemuste ööpäevaste kontsentratsioonide arvutamisel aluseks täispäevade andmed. Konteinerjaama mõõtepunktis mõõdetud saasteainete tunni- ning ööpäevakeskmised kontsentratsioonid on toodud Joonis 89 kuni Joonis 92.

**Vesiniksulfiidi** ( $\text{H}_2\text{S}$ ) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis oli vastavalt  $42.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (11.08, lõunakaare tuul 2 h jooksul  $0.1 \text{ m/s}$ , enne ja pärast episoodi puhus konstanselt põhjakaare tuul) ning  $3.14 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (10.08). Kogu mõõteperioodi tunnikeskmine kontsentratsioon oli  $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ning ööpäevakeskmine  $0.61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Joonis 89 põhjal nähtub, et  $\text{H}_2\text{S}$  kontsentratsioon ületab mitmel mõõtepäeval saastatuse taseme 1 tunni piirväärtust, kokku 12 korral. Saastatuse taseme 24 tunni piirväärtuse ületamist mõõteperioodil ei esinenud.

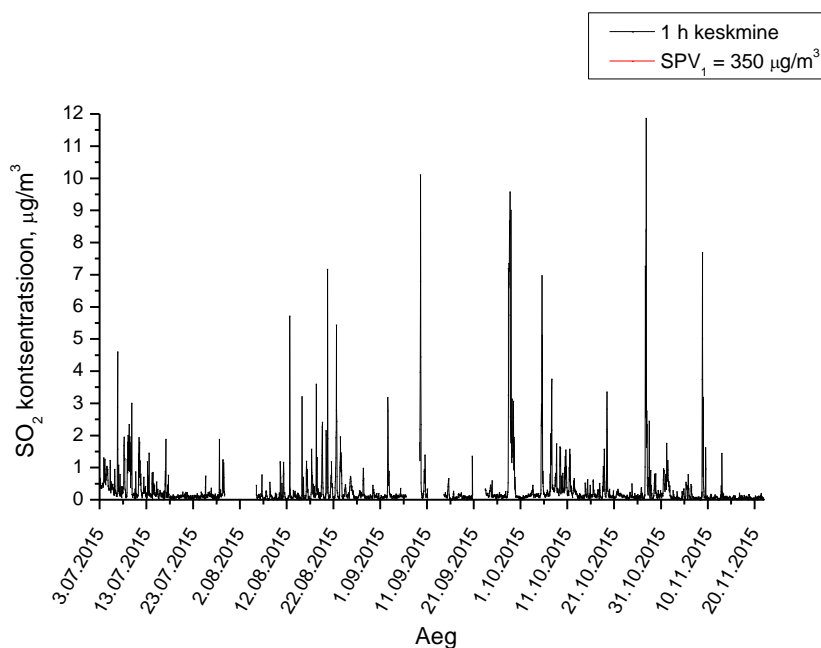


**Joonis 89**  $\text{H}_2\text{S}$  1 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis



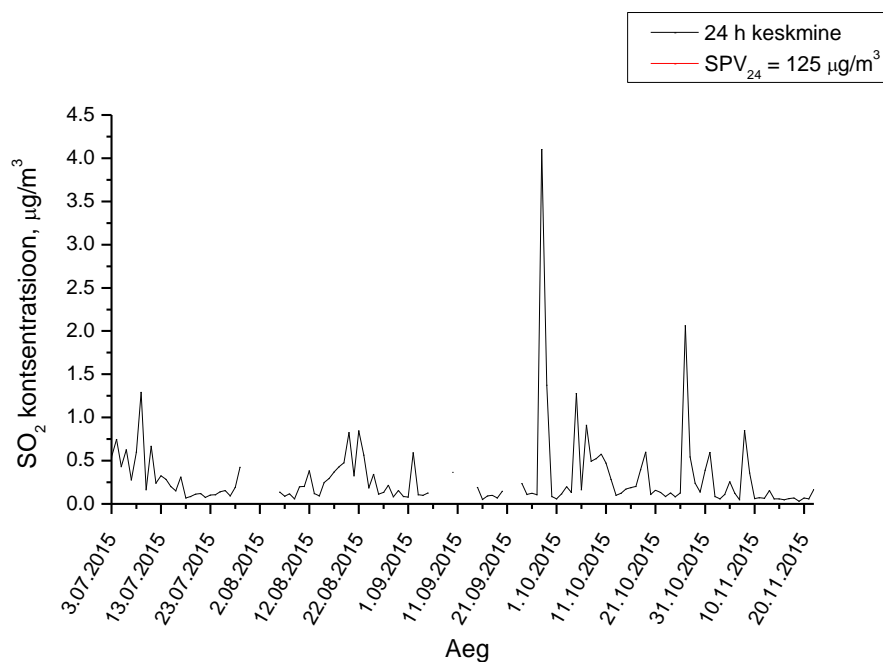
**Joonis 90** H<sub>2</sub>S 1 tunni keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m<sup>3</sup>

Vääveldioksiidi (SO<sub>2</sub>) maksimaalne tunni- ja ööpäevakeskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis oli vastavalt 11.87 µg/m<sup>3</sup> (27.10, põhjatuul 2.9 m/s) ning 4.10 µg/m<sup>3</sup> (28.09). Kogu mõõteperioodi tunnikeskmine kontsentratsioon oli 0.32 µg/m<sup>3</sup> ning ööpäevakeskmine 0.31 µg/m<sup>3</sup>. Saastatuse taseme 1 tunni ning 24 tunni piirväärtuse ületamist mõõteperioodil ei esinenud.



**Joonis 91** SO<sub>2</sub> 1 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m<sup>3</sup>





Joonis 92 SO<sub>2</sub> 24 h keskmine kontsentratsioon konteinerjaama mõõtepunktis, µg/m<sup>3</sup>

#### 4.9 Saasteainete päritolu analüüs Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunktides

Saasteallikate tuvastamiseks kasutati kontsentratsiooniroosi, mis iseloomustab maksimaalsete kontsentratsioonide päritolu. Kontsentratsiooniroosi aluseks on maksimaalsed kontsentratsioonid selekteerituna tuule suundade järgi. Lisaks kontsentratsiooniroosile arvestatakse ka summeeritud saastevoogu, mis annab infot, kust pärineb koguliselt suurem osa mõõtebussis või konteinerjaamas mõõdetud saastest. Summeeritud saastevoo arvutamise aluseks on tuule kiiruse ja tunnikeskiste kontsentratsioonide korrutis (saastevoog), mis on summeeritud tuule suundade järgi. Nii kontsentratsioonirooside kui ka saastevoogude teostamisel arvestati tuulekiiruseid alates 2 m/s, kuna madalam tuulekiirus on ebasoodne saasteainete hajumiseks.

Nii Mobairi kui ka konteinerjaama mõõteperioodil puhusid valdavalt edela- ning lõunakaare tuuled. Vesiniksulfiidi ning vääveldioksiidi kõrgeimad mõõdetud kontsentratsioonid pärinesid Mobairi mõõtepunktis selgelt edela- või lõuna suunast, mis näitab, et Horizon Tselluloosi ja Paberi AS omab tugevat mõju nende saasteainete saastetasemetele (Joonis 93 ja Joonis 94). Süsinikoksiidi ning lämmastikdioksiidi puhul on märgatav, et kõrgeid kontsentratsioone on kogu mõõteperioodi jooksul esinenud kõikidest ilmakaartest, mis viitab selgelt sellele, et nende saasteainete puhul on rohkem kui üks domineeriv saasteallikas (Joonis 95 ja Joonis 96). Sarnaselt kontsentratsioonirooside graafikutele, tuleb ka summaarse saastevoo graafikutelt selgelt esile, et vesiniksulfiid ning vääveldioksiid on pärit lõuna ja edela suunast, st Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumi poolt (Joonis 97 ja Joonis 98). Süsinikoksiid ning lämmastikdioksiid pärinevad valdavalt lõuna-, edela-, lääne- ja loode suunast (Joonis 99 ja Joonis 100).

Maksimaalsed vesiniksulfiidi ning vääveldioksiidi kontsentratsioonid konteinerjaama mõõtepunktis pärinevad selgelt põhja suunast, st ettevõtte territooriumi suunast (Joonis 93 ja Joonis 94). Summaarse saastevoo graafikutelt tuleb samuti esile, et suurem osa saastest, nii vesiniksulfiidi kui ka vääveldioksiidi puhul, on pärit põhja suunast, vähemal määral edela suunast (Joonis 97 ja Joonis 98).

Lisaks kontsentratsiooniroosidele ja summaarse saastevoo graafikutele, näitab saasteainete omavahelist seost ka korrelatsioonianalüüs, mis võimaldab hinnata saasteainete üheaegset esinemist välisõhus või pärinemist samast saasteallikast. Tehtud korrelatsioonianalüüs näitab Mobairi mõõtepunktis olulist seost  $\text{NO}_2$  ja CO vahel ning  $\text{H}_2\text{S}$  ja  $\text{SO}_2$  vahel, vastavad korrelatsioonikoefitsendid antud saasteainete vahel on  $\text{NO}_2$ -CO 0.437 ning  $\text{SO}_2$ - $\text{H}_2\text{S}$  0.291 (Tabel 29). Oluline korrelatsioon on ka konteinerjaama mõõtepunktis mõõdetud vesiniksulfiidi ja vääveldioksiidi vahel, vastav korrelatsioonikoefitsent on 0.317 (Tabel 30).

**Tabel 29 Korrelatsioonikoefitsendid, Mobairi mõõtepunkt**

**Correlations**

		H2S	NO2	SO2	CO
H2S	Pearson Correlation	1	,086**	,291**	,151**
	Sig. (2-tailed)		,000	,000	,000
	N	3164	3161	3080	2972
NO2	Pearson Correlation	,086**	1	,113**	,437**
	Sig. (2-tailed)	,000		,000	,000
	N	3161	3162	3078	2970
SO2	Pearson Correlation	,291**	,113**	1	,208**
	Sig. (2-tailed)	,000	,000		,000
	N	3080	3078	3081	2889
CO	Pearson Correlation	,151**	,437**	,208**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	
	N	2972	2970	2889	2973

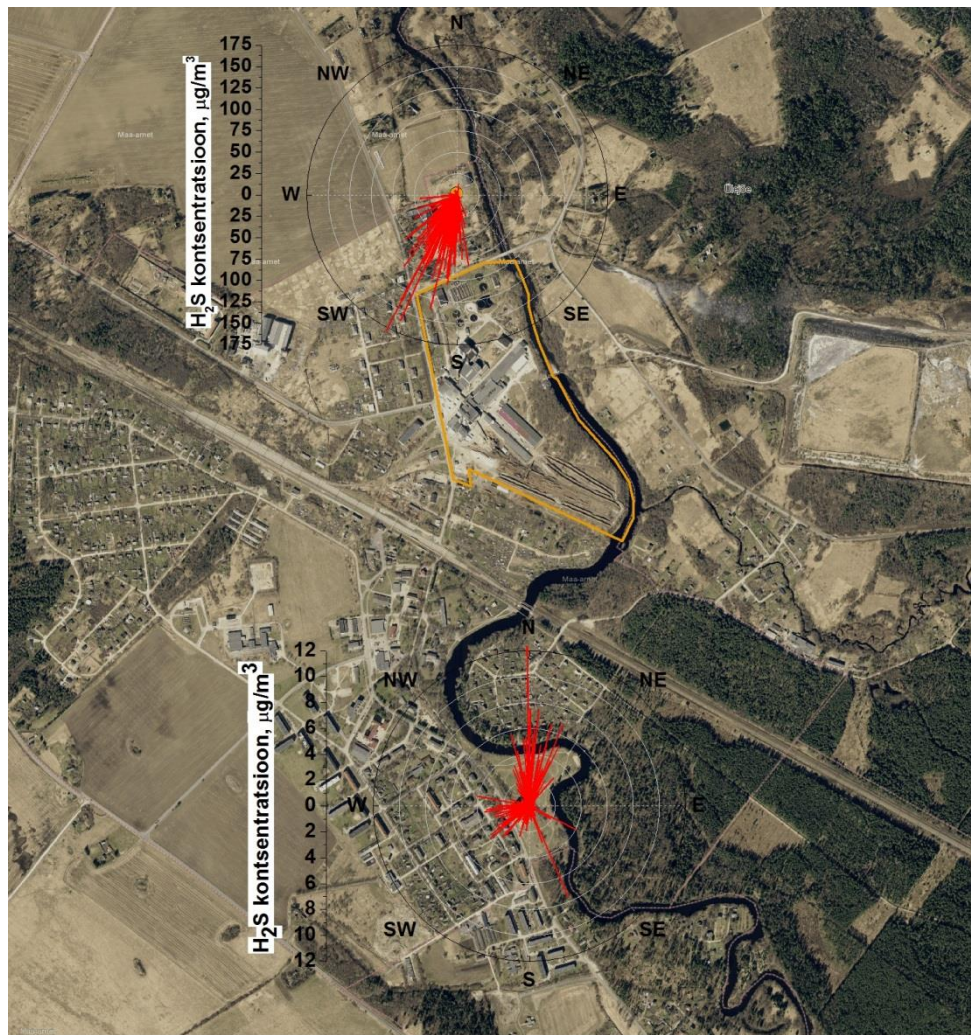
\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

**Tabel 30 Korrelatsioonikoefitsendid, konteinerjaama mõõtepunkt**

**Correlations**

		H2S	SO2
H2S	Pearson Correlation	1	,317**
	Sig. (2-tailed)		,000
	N	3066	3066
SO2	Pearson Correlation	,317**	1
	Sig. (2-tailed)	,000	
	N	3066	3066

\*\* . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).



- Konteinerjaam, 02.07-23.11.2015
- Mobair, 01.07-11.11.2015
- Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

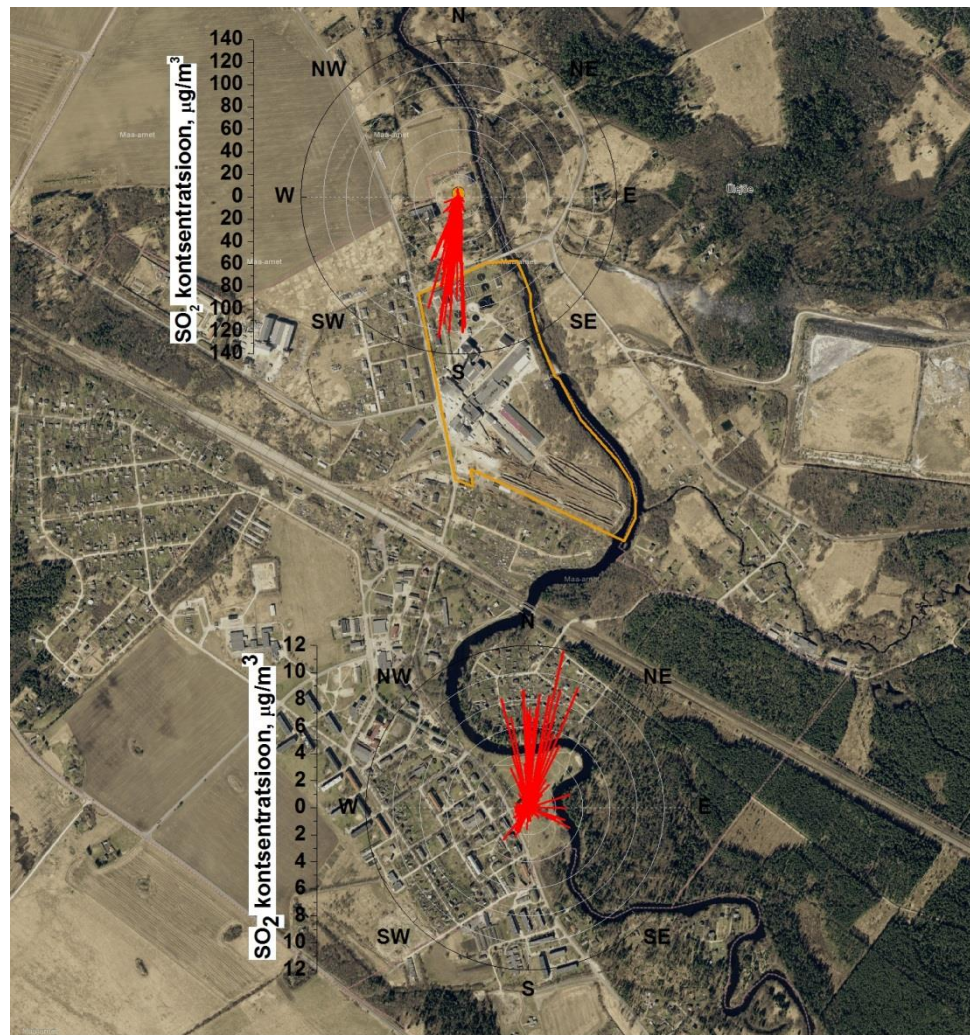
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:7 000

Joonis 93 H<sub>2</sub>S kontsentratsiooniroos, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt





- Konteinerjaam, 02.07-23.11.2015
- Mobair, 01.07-11.11.2015
- Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
 Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
 Marja 4D  
 Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

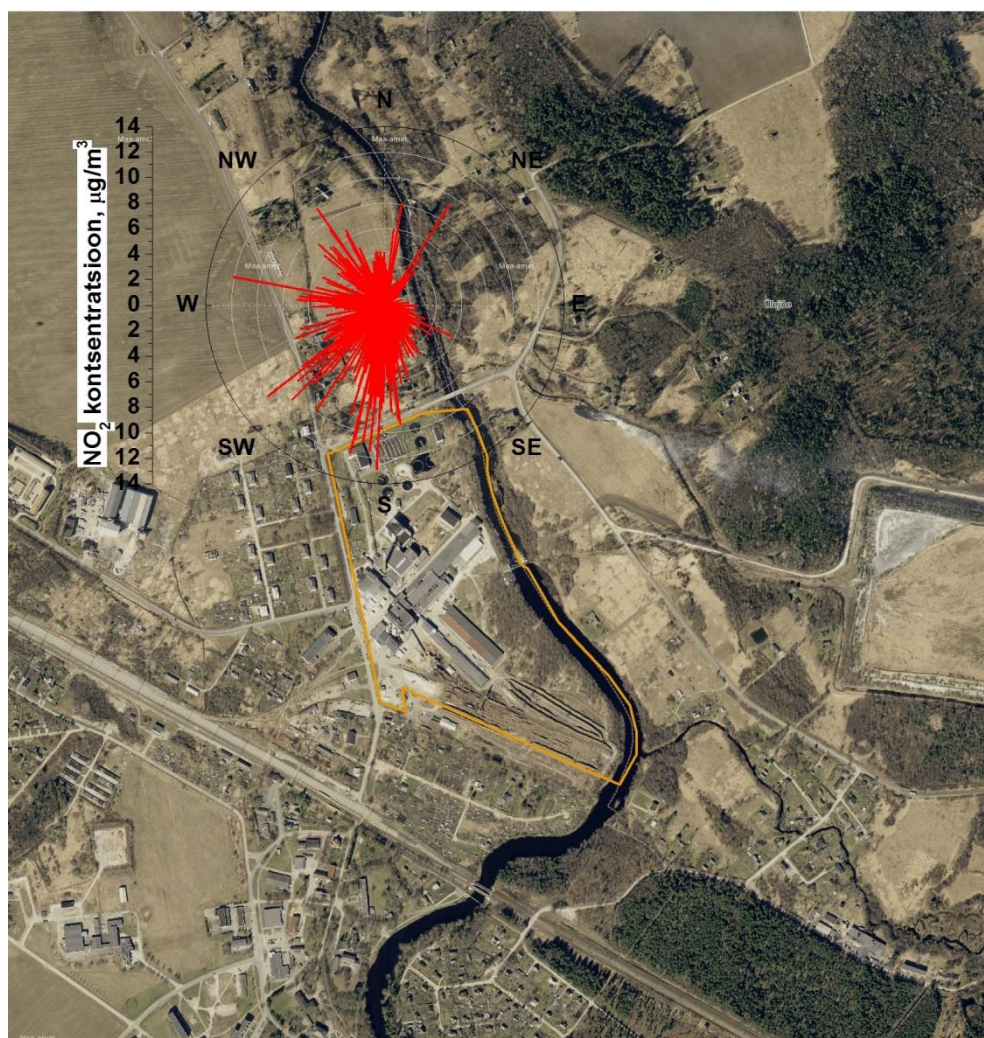
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
 (WMS teenus)



1:7 000

Joonis 94 SO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt





● Mobair, 01.07-11.11.2015

□ Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

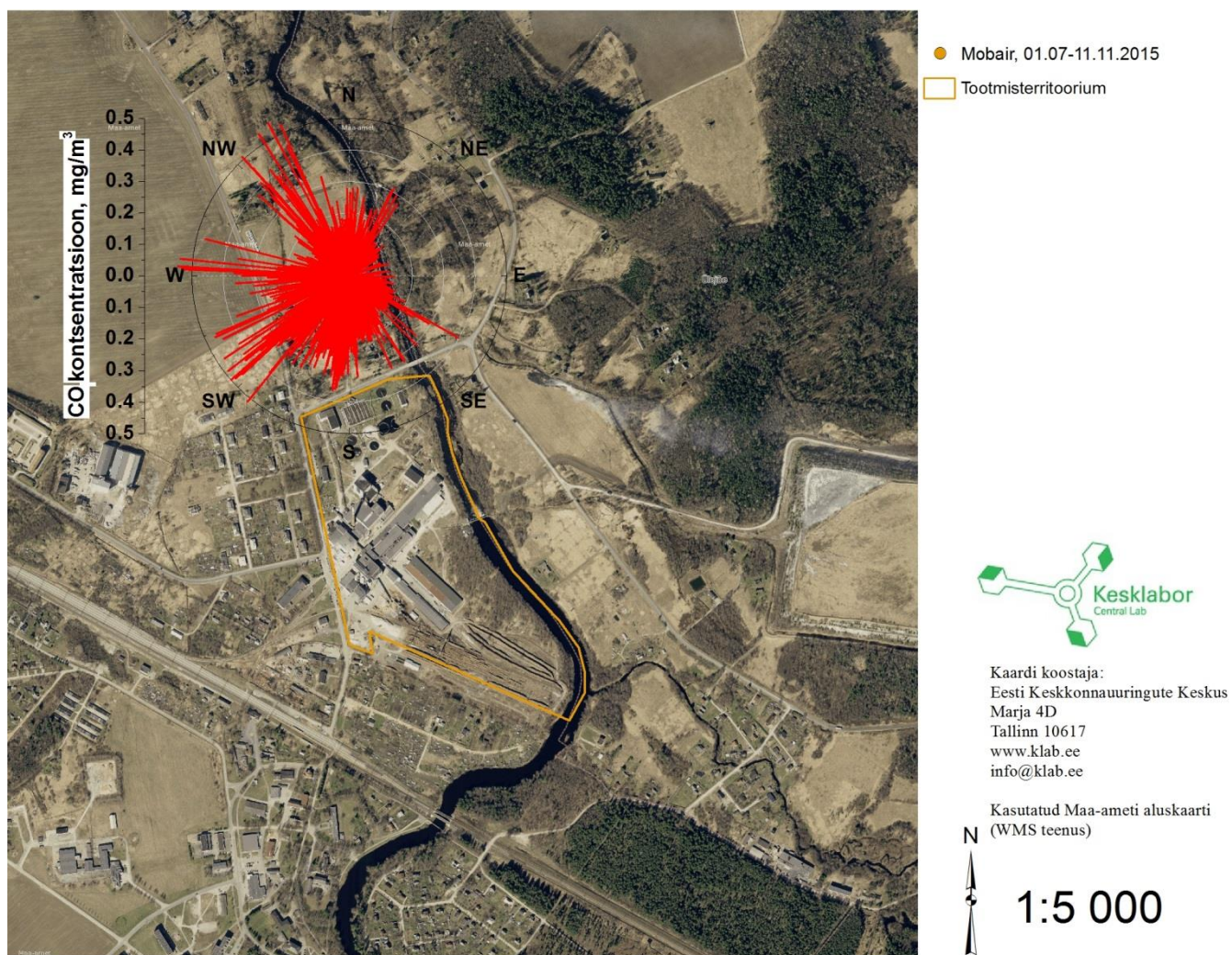
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5 000

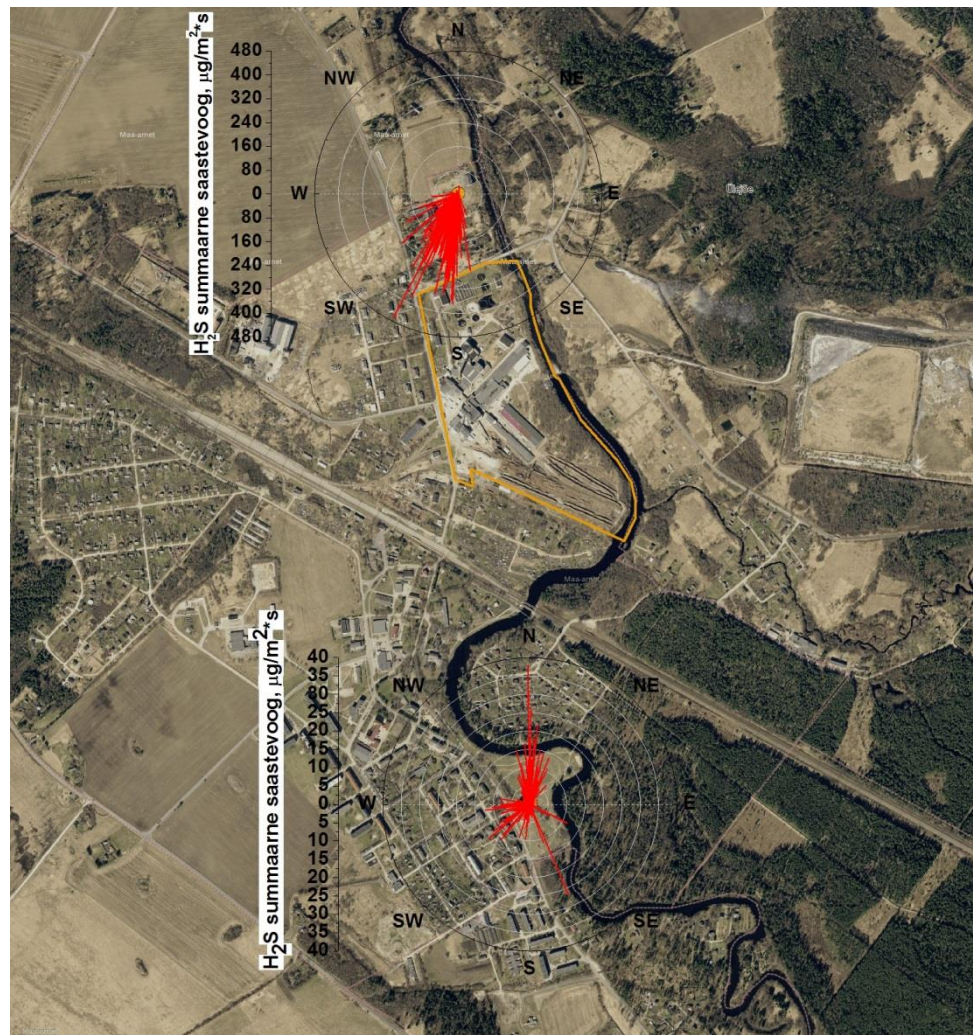
Joonis 95 NO<sub>2</sub> kontsentratsiooniroos, Mobairi möötepunkt





Joonis 96 CO kontsentratsiooniroos, Mobairi mõõtepunkt





- Konteinerjaam, 02.07-23.11.2015
- Mobair, 01.07-11.11.2015
- Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

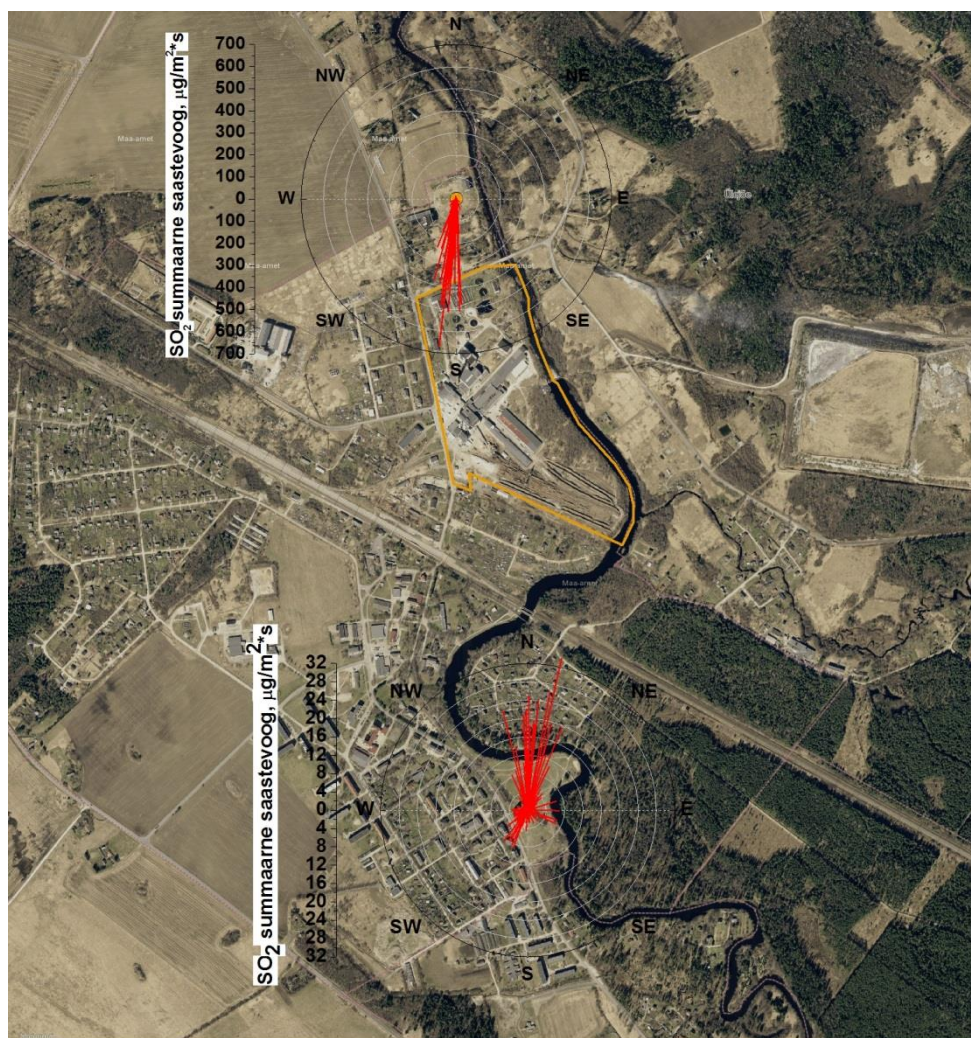
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:7 000

Joonis 97 H<sub>2</sub>S summaarne saastevoog, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt





- Konteinerjaam, 02.07-23.11.2015
- Mobair, 01.07-11.11.2015
- Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
 Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
 Marja 4D  
 Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

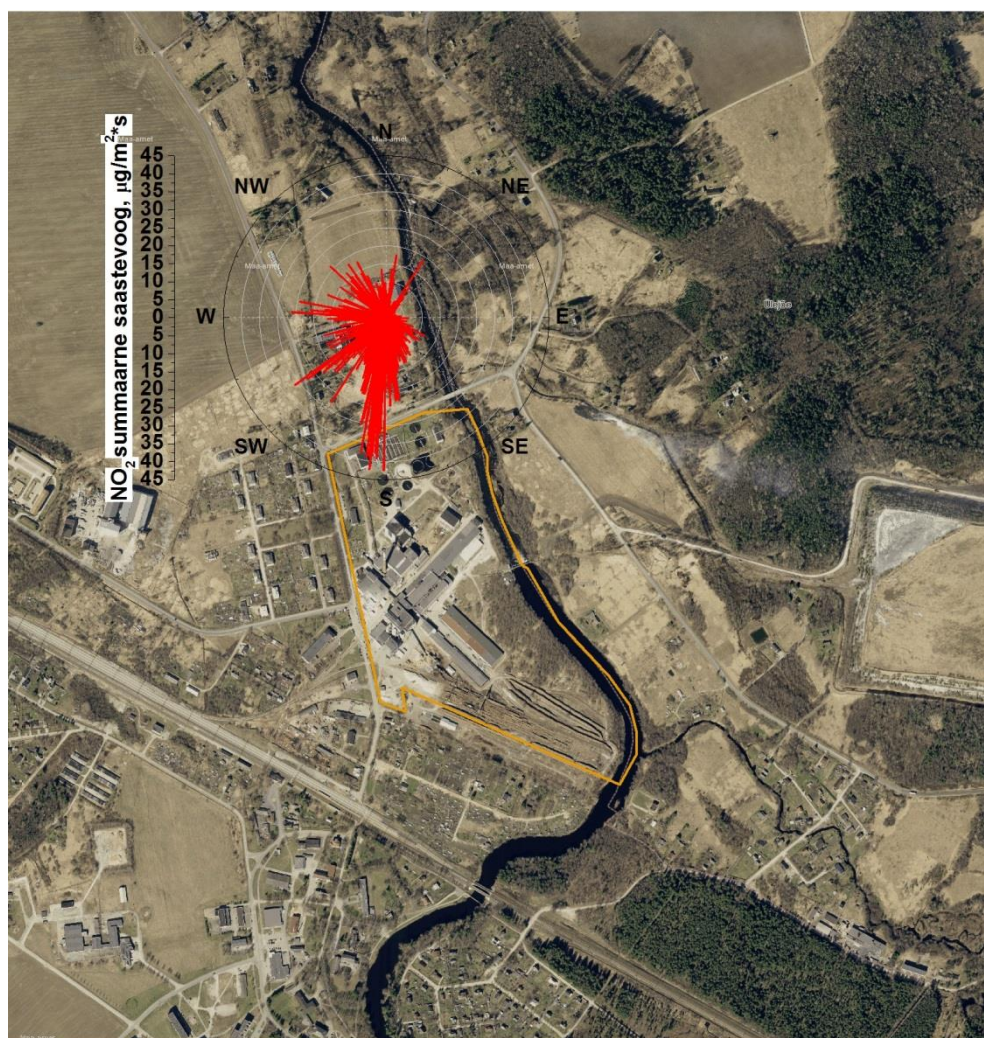
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
 (WMS teenus)



1:7 000

Joonis 98 SO<sub>2</sub> summaarne saastevoog, Mobairi ja konteinerjaama mõõtepunkt





● Mobair, 01.07-11.11.2015

□ Tootmisterritoorium



Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
[www.klab.ee](http://www.klab.ee)  
[info@klab.ee](mailto:info@klab.ee)

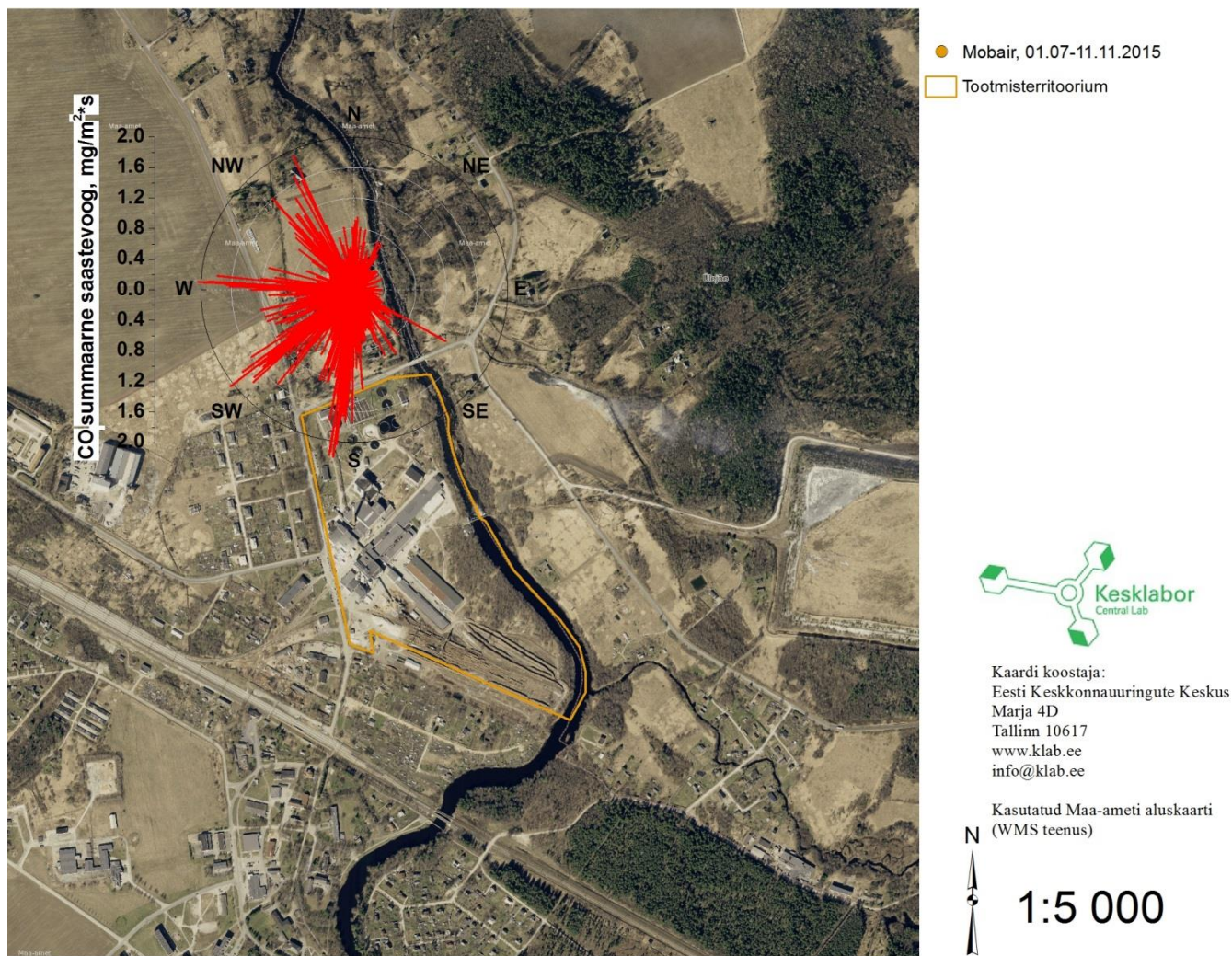
Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



1:5 000

Joonis 99 NO<sub>2</sub> summaarne saastevoog, Mobairi mõõtepunkt





Joonis 100 CO summaarne saastevoog, Mobairi möötepunkt

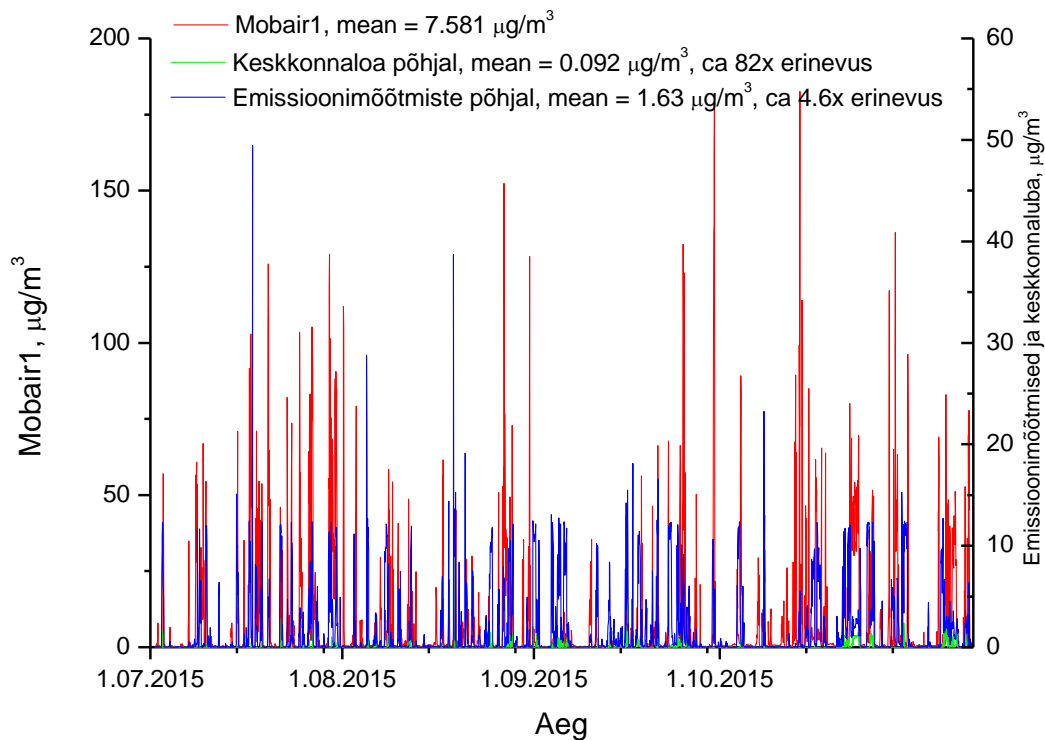
#### 4.10 Saasteainete hajumisarvutused

Emissiooni mõõtetulemuste põhjal koostati Horizon Tselluloosi ja Paberi AS saasteallikate emissiooniandmebaas, mis võeti aluseks saasteainete hajumisarvutuste tegemisel. Mõõdetud saasteainete hetkeliste heitkogustega teostati Airviro keskkonnas hajumisarvutused, kasutades Euleri hajumismudelit. Arvutuslikul teel saadud hajumisarvutuse tulemused imporditi Mobairi ja konteinerjaama seirejaamadesse ning võrreldi seejärel reaalsete välisõhu mõõtetulemustega. Saadud tulemused on esitatud Joonis 101 kuni Joonis 106. Mõõdetud hetkkogused on joonistel märgitud sinisega ning Mobairi/konteinerjaama andmed punasega.

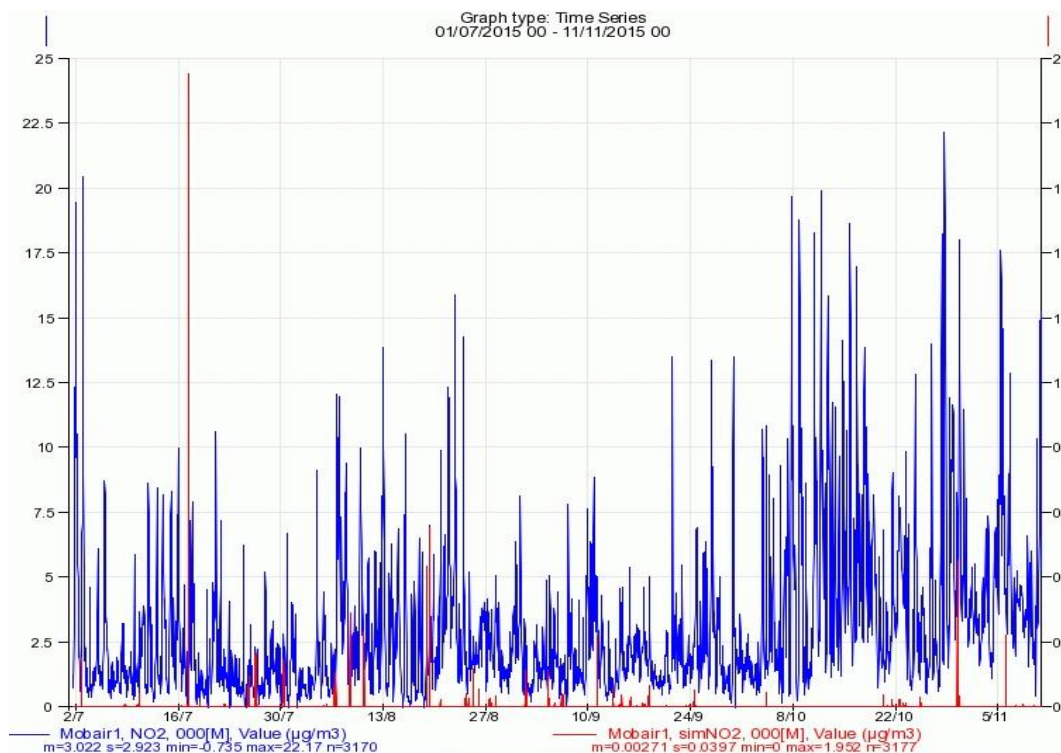
Joonistelt (Joonis 101 kuni Joonis 106) selgub, et mõõdetud hetkeliste heitkoguste põhjal tehtud hajumisarvutuste ja mobiilse mõõtebussi saasteainete aegridade kokkulangevus on kohati nõrk. Kõige suurem kokkulangevus esineb H<sub>2</sub>S osas, mil kõrgeimad kontsentratsioonid on esinenud samadel aegadel. Keskkonnaloas toodud H<sub>2</sub>S heitkoguste põhjal teostatud hajumisarvutuste ja Mobair1 mõõtetulemuste erinevus on ca 82 korda, st reaalsed mõõtetulemused on ligikaudu 82 korda kõrgemad. H<sub>2</sub>S emissioonimõõtmiste põhjal täiendatud andmebaas ja selle põhjal teostatud hajumisarvutuste kokkulangevus oli oluliselt parem ning Mobair1 mõõtetulemused olid ligikaudu 4,6 korda kõrgemad. Kuna keskkonnaloas pole reoveepuhasti heitkogustega arvestatud, siis on ilmselt suur erinevus põhjustatud antud heitkoguste mitte arvestamisega. Kui võtta aluseks Mobair1 H<sub>2</sub>S mõõtetulemused, siis peaks reoveepuhasti H<sub>2</sub>S hetkeliseks heitkoguseks olema minimaalselt 0,2 g/s. Ilmselt on tegelik hetkeline heitkogus isegi kõrgem kuna emissioonimõõtmistega ei kaetud reoveepuhasti kõiki võimalikke H<sub>2</sub>S saasteallikaid. Kui võtta aluseks ettevõtte 2015. a. IV kvartali omaseire andmed (Pollutants Emissions Testing, SIA „R&S TET, 2015) H<sub>2</sub>S osas, kus aeratsioonibasseinide läheduses mõõdeti H<sub>2</sub>S kontsentratsiooniks ligikaudu 2 ppm (3 mg/m<sup>3</sup>), siis sellise kontsentratsiooni põhjustamiseks peaks olema läheduses asuva allika(te) hetkeline emissioon ca 8 g/s (konstantse emissiooni puhul oleks aastane emissioon ca 260 t/a). Sellest tulenevalt oleks vaja täpsustada käitisest lähtuvaid H<sub>2</sub>S tegelikke emissioone. Teiste saasteainete puhul on kokkulangevus väiksem. Konteinerjaama puhul on nii SO<sub>2</sub> kui ka H<sub>2</sub>S aegridade kokkulangevus üldiselt hea.

Hajumisarvutuste ning mõõtmistulemuste vähene kokkulangevus viitab selgelt sellele, et hajumisarvutustes kasutatavad hetkkogused ei hõlma kõiki olulisi saasteallikaid, see tähendab, et domineerivad teist tüüpi allikad kui keskkonnaloas märgitud.

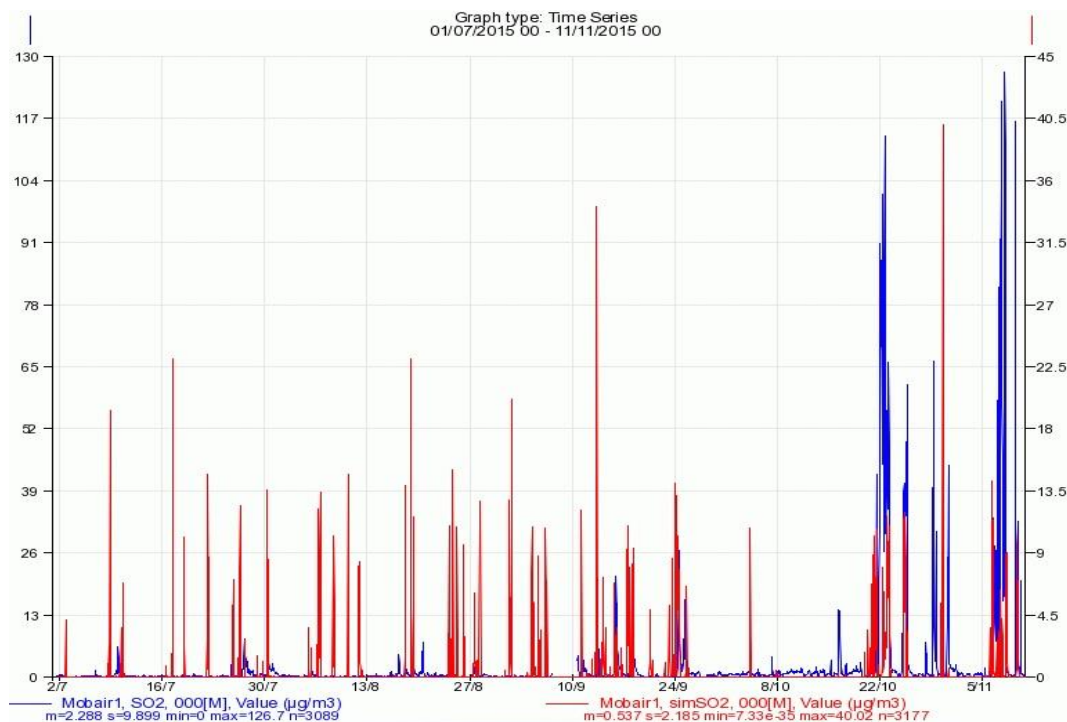




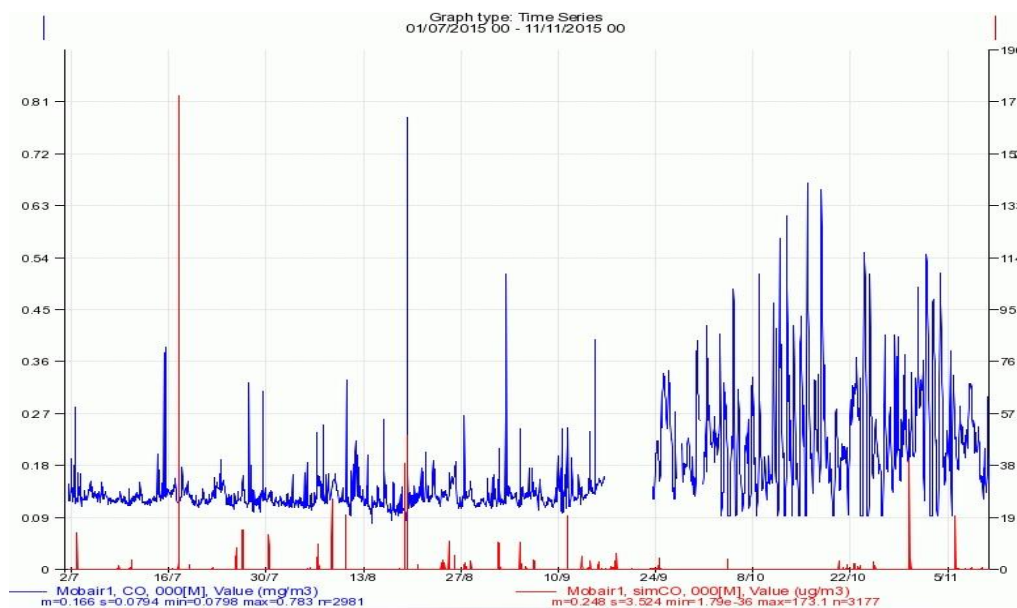
**Joonis 101 H<sub>2</sub>S - mõõdetud vs Mobair,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 01.07-11.11.2015**



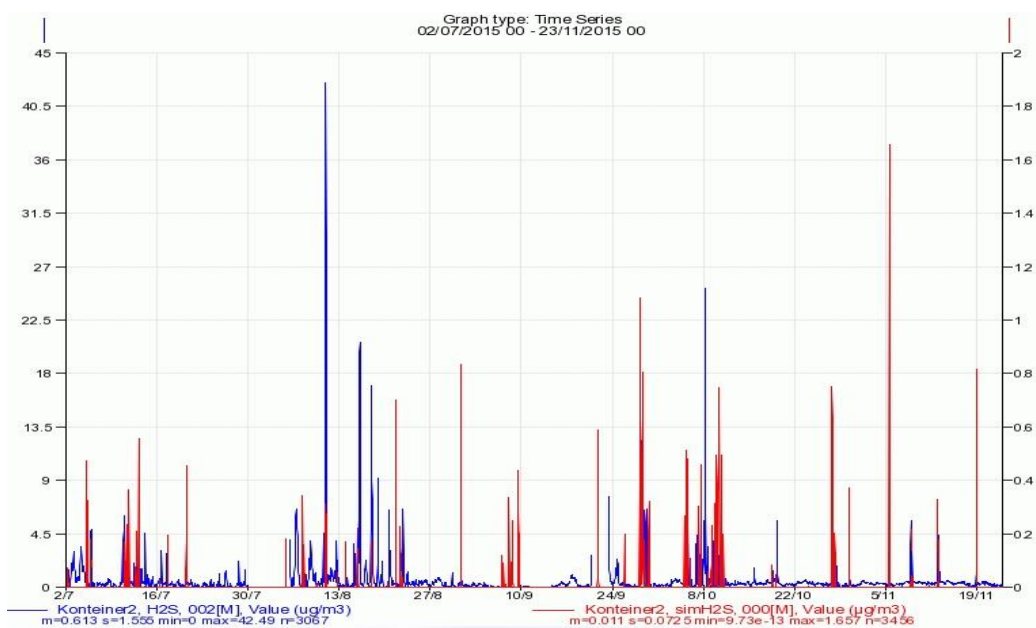
**Joonis 102 NO<sub>2</sub> - mõõdetud vs Mobair,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ; 01.07-11.11.2015**



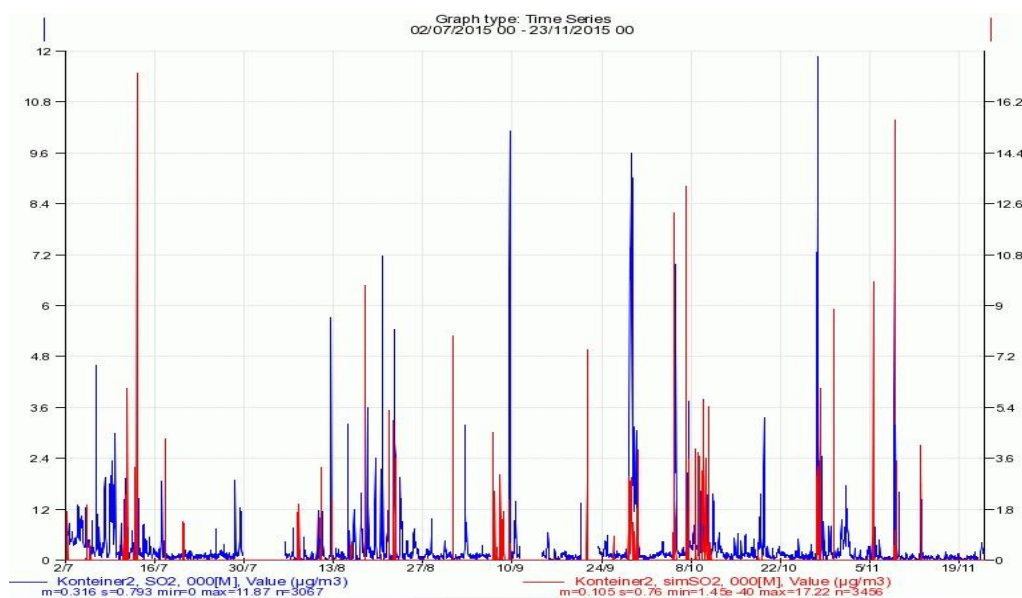
Joonis 103 SO<sub>2</sub> - mõõdetud vs Mobair, µg/m<sup>3</sup>; 01.07-11.11.2015



Joonis 104 CO - mõõdetud vs Mobair, µg/m<sup>3</sup>; 01.07-11.11.2015



**Joonis 105** H<sub>2</sub>S - mõõdetud vs konteinerjaam, µg/m<sup>3</sup>; 02.07-23.11.2015



**Joonis 106** SO<sub>2</sub> - mõõdetud vs konteinerjaam, µg/m<sup>3</sup>; 02.07-23.11.2015

#### 4.11 Saasteainete hajumiskaardid

Saasteainete hajumisarvutuste teostamisel on lähtunud mõõtmistulemuste maksimaalsetest mõõdetud väärtustest. Saadud tulemused on esitatud Joonis 107 kuni Joonis 114. Teostatud hajumisarvutustest selgus, et välisõhu kvaliteedi piirväärtust ületatakse vesiniksulfiidi osas. Teiste saasteainete kontsentratsioonid jäid kehtestatud piirväärtustest madalamaks.

Vesiniksulfiidi maksimaalne kontsentratsioon ulatus  $18.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mis ületab piirväärtust ligikaudu 2 korda. Lubatud piirväärtuse ületamine toimub nii tootmisterritooriumi piiril kui ka väljaspool seda. Joonis 107 on näha, et maksimaalsed kontsentratsioonid kujunevad valdavalt aeratsioonibasseinide kohal ning ümbruses.

Lämmastikdioksiidi maksimaalne kontsentratsioon ulatus  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kõrgeimad kontsentratsioonid kujunevad enamaltjaolt tootmisterritooriumist põhjapool. Väljapool tootmisterritooriumit ulatusid kõrgeimad kontsentratsioonid  $2.92 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 108).

Vääveldioksiidi maksimaalne kontsentratsioon ulatus  $198 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Maksimaalsed kontsentratsioonid esinesid nii tootmisterritooriumi kirde kui ka kagu osas. Kõrgeimad kontsentratsioonid kujunevad valdavalt kas tootmisterritooriumil või selle läheduses. Väljapool tootmisterritooriumit ulatus maksimaalne vääveldioksiidi kontsentratsioon  $175 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 109).

Süsinikoksiidi maksimaalsed kontsentratsioonid kujunesid valdavalt väljapool tootmisterritooriumit, ulatudes  $271 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ettevõtte territooriumil ulatus maksimaalne kontsentratsioon  $245 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 110).

Lämmastikoksiidi kõrgeimad kontsentratsioonid kujunevad samuti valdavalt tootmisterritooriumi kirdenurgas. Tootmisterritooriumil ulatus maksimaalne kontsentratsioon  $41.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ning väljapool  $38.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 111).

Tolmu maksimaalsed kontsentratsioonid kujunevad enamaltjaolt territooriumi kirde- ning kagunurgas, väljaspool territooriumi lääne suunas. Maksimaalne kontsentratsioon ulatus territooriumil  $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , väljaspool  $109 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 112).

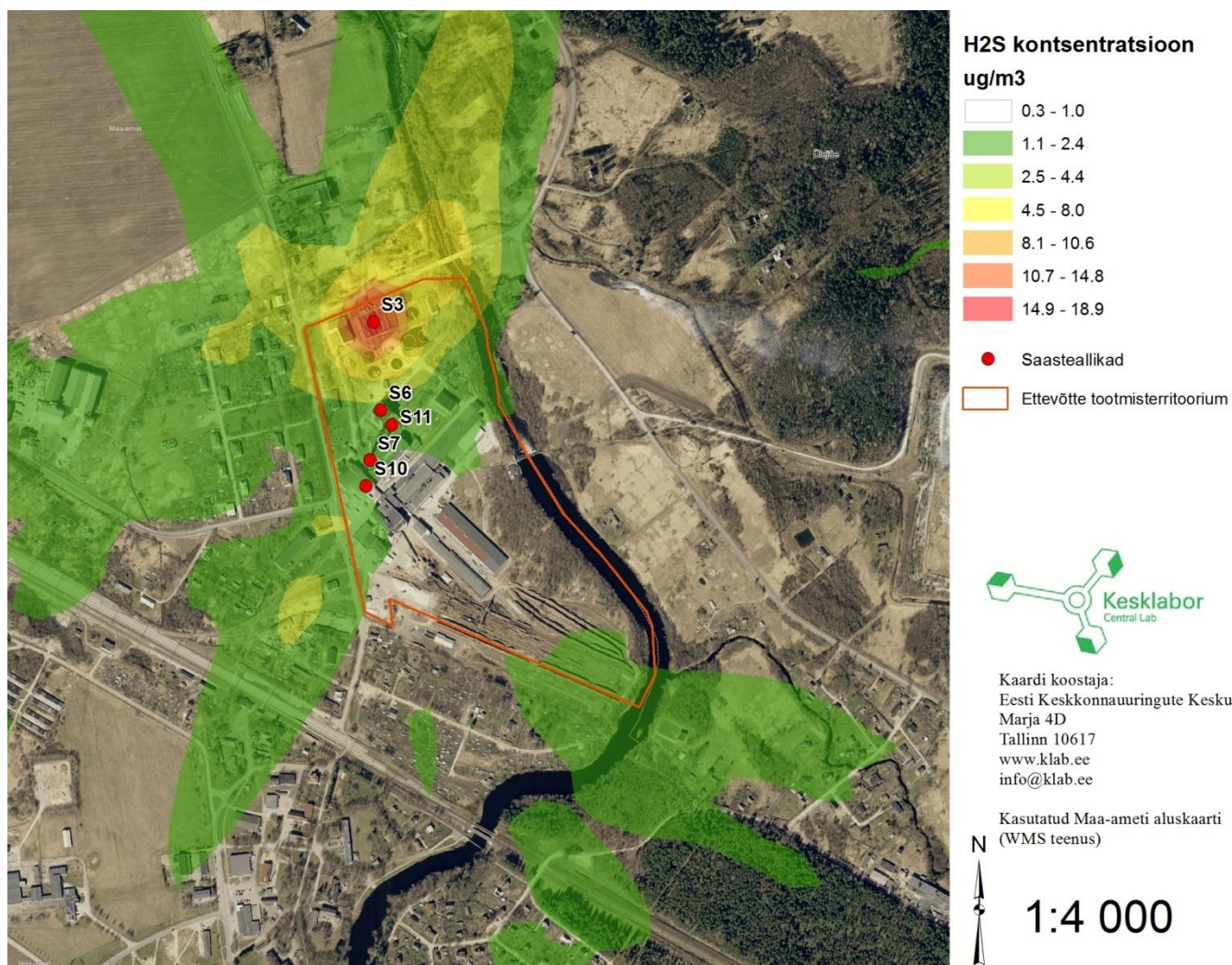
Naatriumsulfaadi maksimaalsed kontsentratsioonid kujunesid nii loode kui kirde suunas. Maksimaalne kontsentratsioon ulatus tootmisterritooriumil  $0.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ning territooriumist eemal  $0.24 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 113).



Dimetüülsulfiidi maksimaalsed kontsentratsioonid kujunevad sarnaselt vesiniksulfiidile aeratsioonibasseinide kohal, ulatudes  $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Väljaspool tootmisterritooriumit ulatusid maksimaalsed kontsentratsioonid  $68.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Joonis 114).

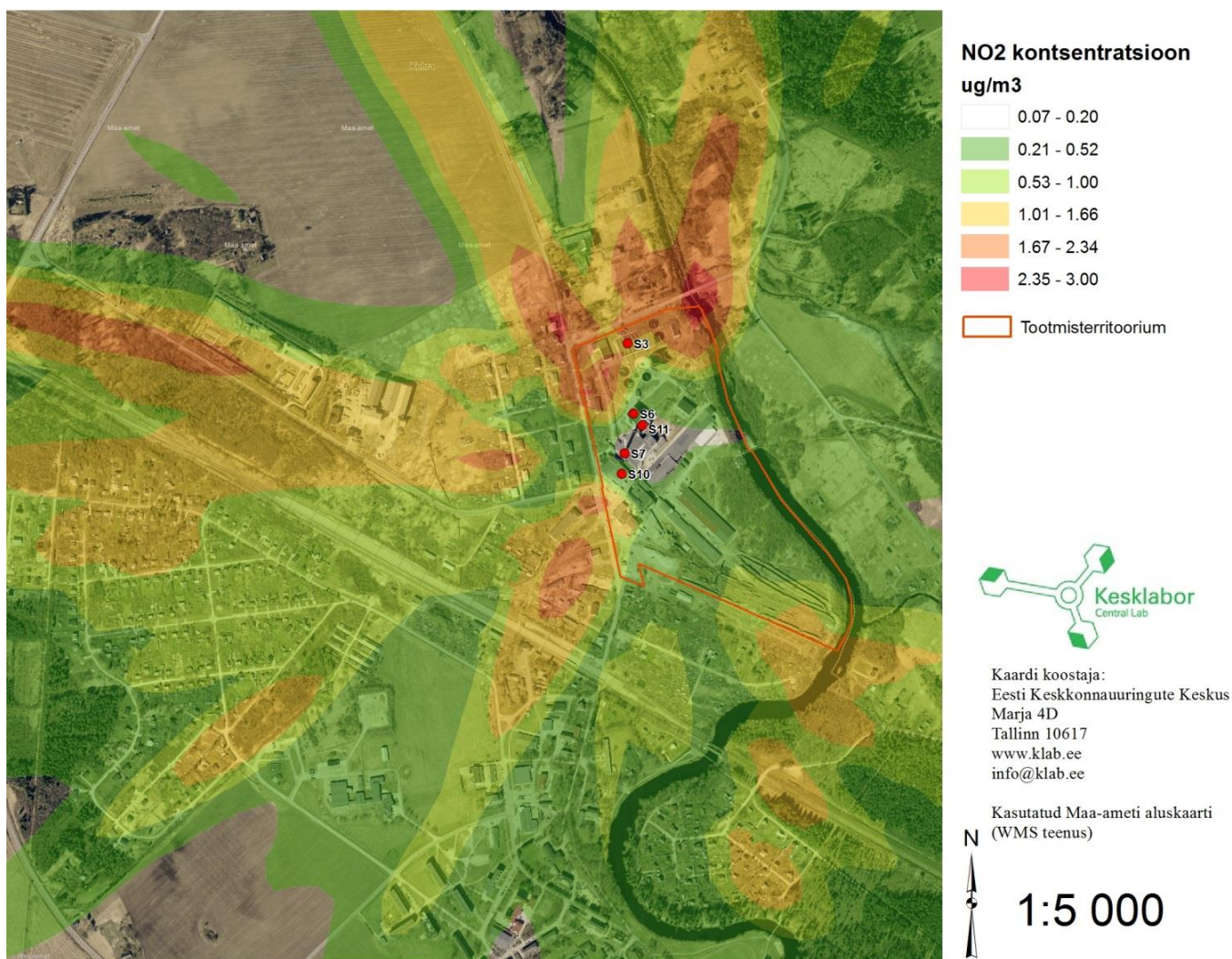
Lõhna modelleerimiseks kasutati Airviro keskkonnas asuvat lõhnaainete hajumismudelit AUSTAL 2000G, mis võimaldab hinnata lõhantundide esinemist protsendina aasta jooksul. Lõhnaaine esinemise osakaal loetakse elanikkonnale soovimatut lõhnataju tekitavaks, kui modelleerimistulemused näitavad aasta lõikes vähemalt 15%-list lõhnatundide esinemist aastas. Lõhnaainete hajumisarvutused on toodud Joonis 115 ja Joonis 116.

Joonis 115 on toodud lõhnatundide esinemine Horison Tselluloosi ja Paberi AS territooriumil ning selle läheduses. Ettevõtte tootmisterritooriumi põhjapiiril ulatus lõhnatundide esinemine 100 %-ni ning tootmisterritooriumi lõunapiiril maksimaalselt 21 %-ni. Kaugeim punkt, kus lubatud 15%-list piirväärtust veel ületatakse, ulatub Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumist ca 8 km kaugusele põhjakaares. Joonis 116, millel on toodud lõhnatundide esinemisprotsent Kehrast kaugemal, on näha, et Tallinna läheduses asuvas Maardus võib lõhnatundide esinemissagedus ulatuda maksimaalselt 3 kuni 3,5 %-ni.

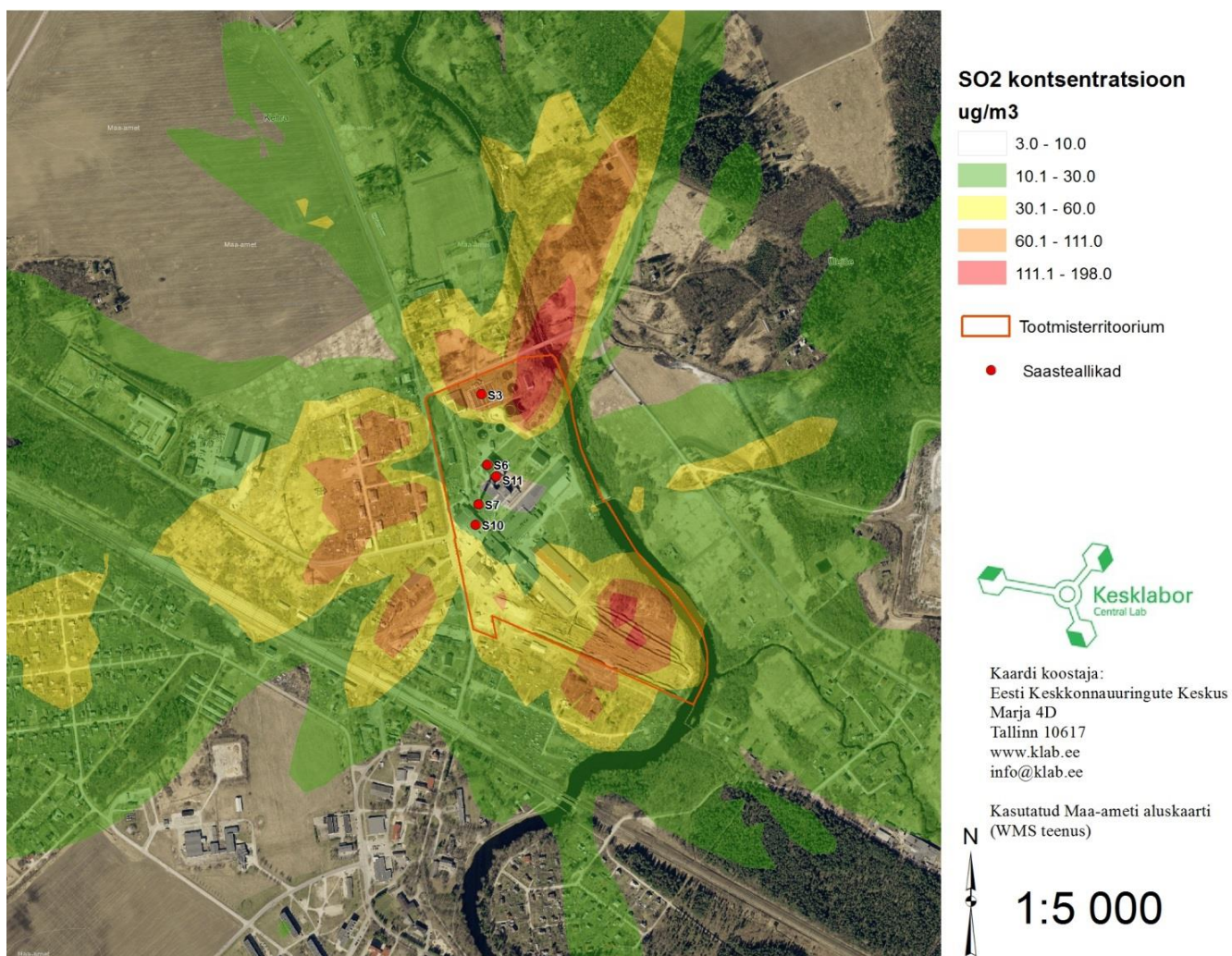


Joonis 107 H<sub>2</sub>S maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>



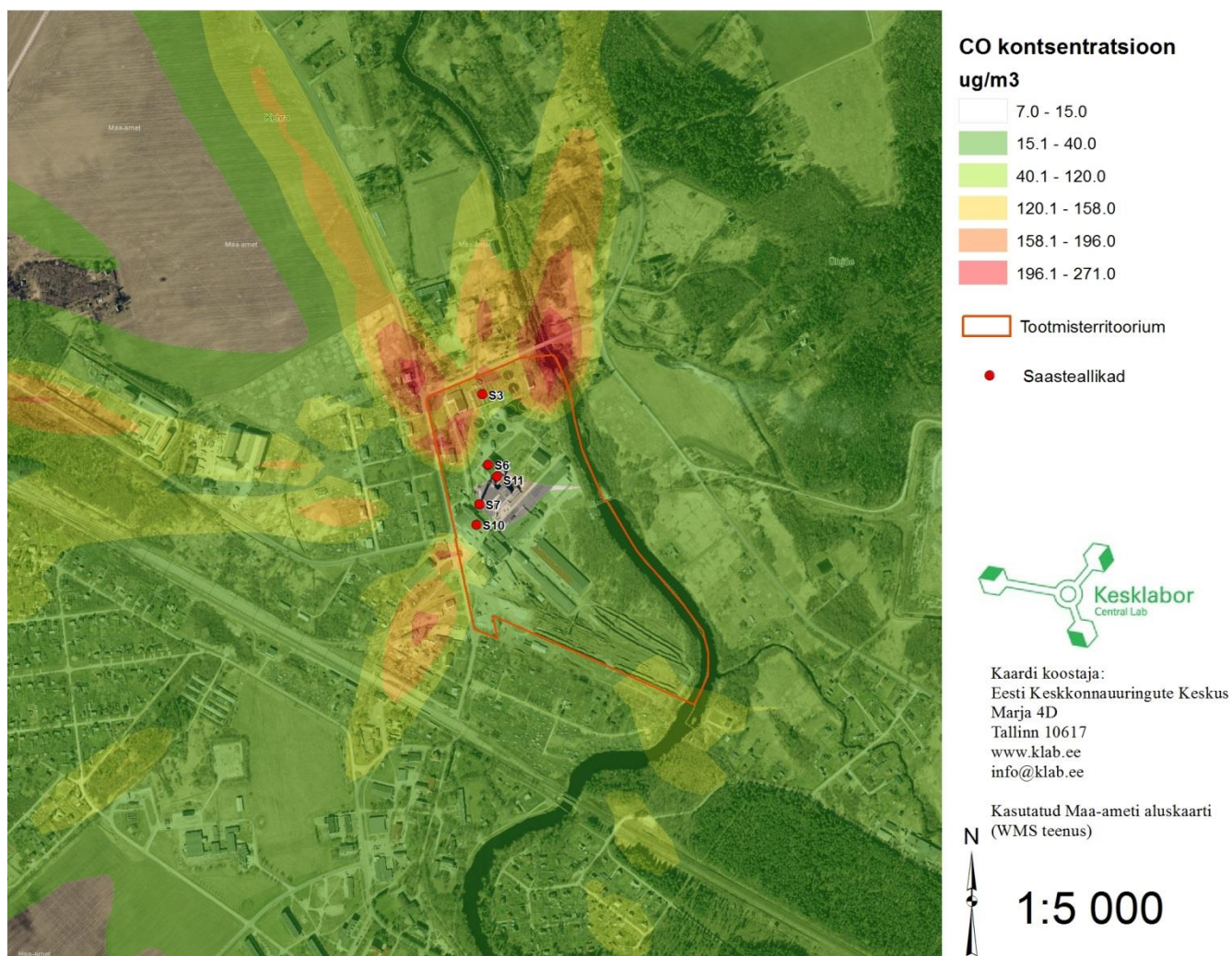


Joonis 108 NO<sub>2</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>

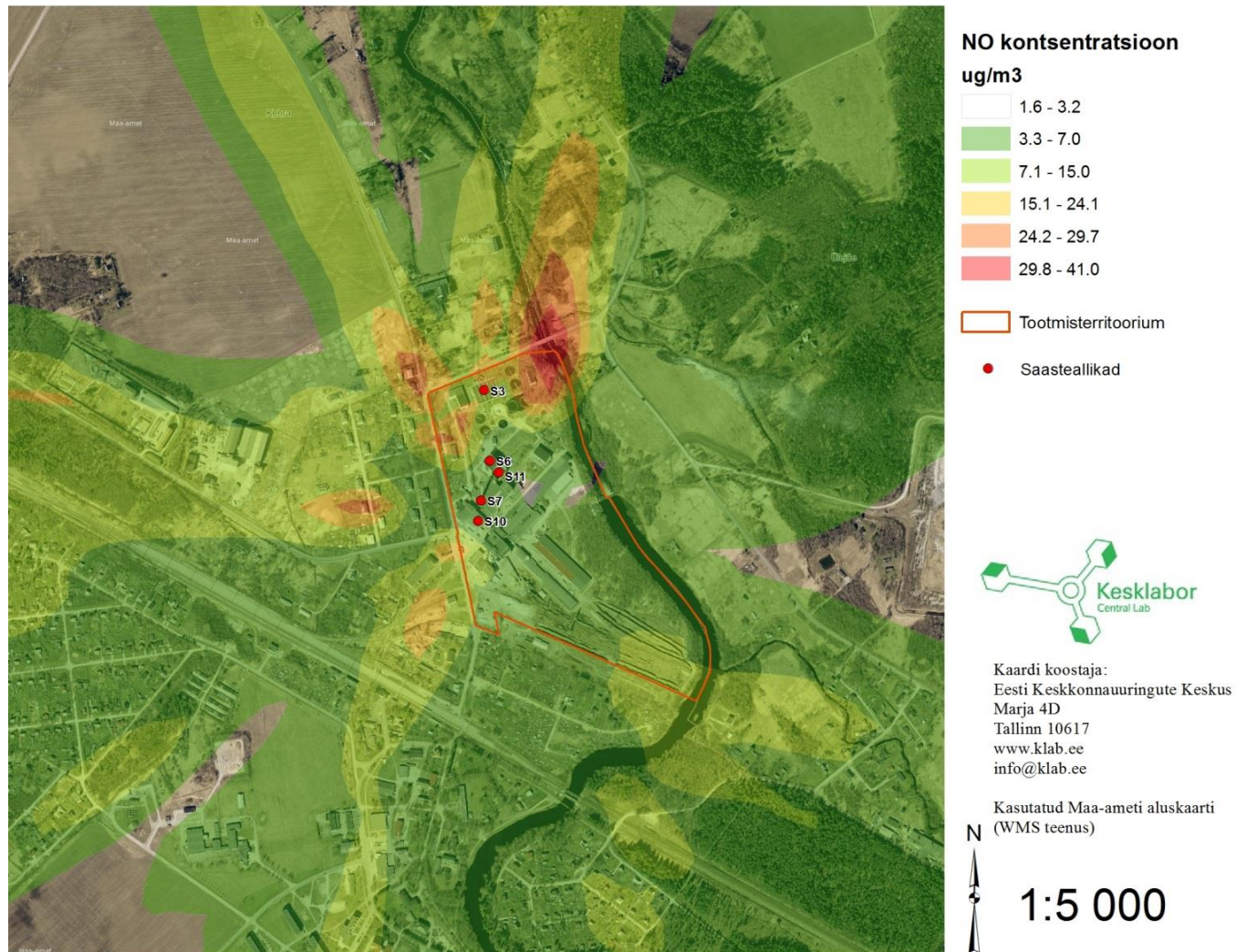


Joonis 109 SO<sub>2</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>



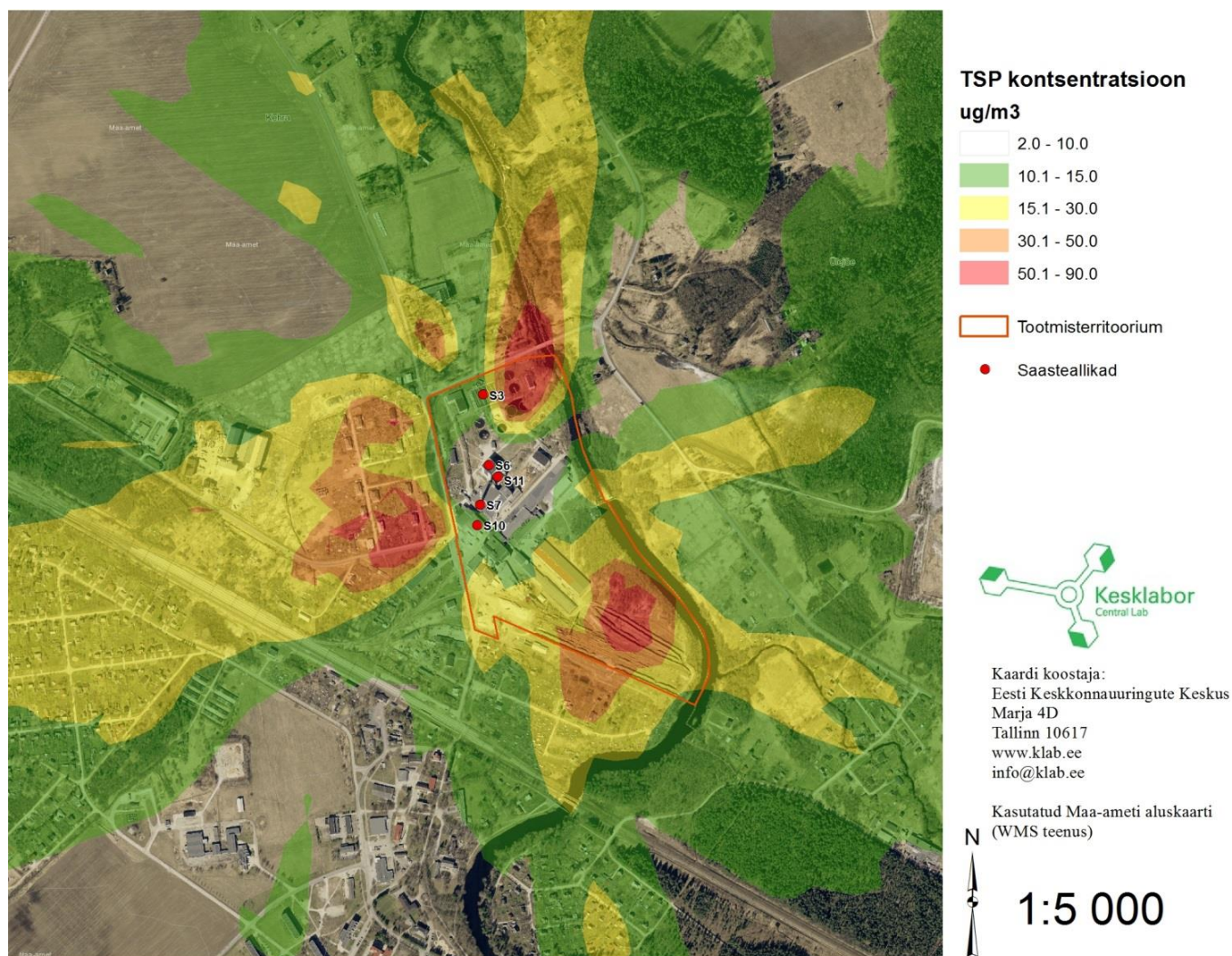


Joonis 110 CO maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>



Joonis 111 NO maksimaalne kontsentratsioon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$





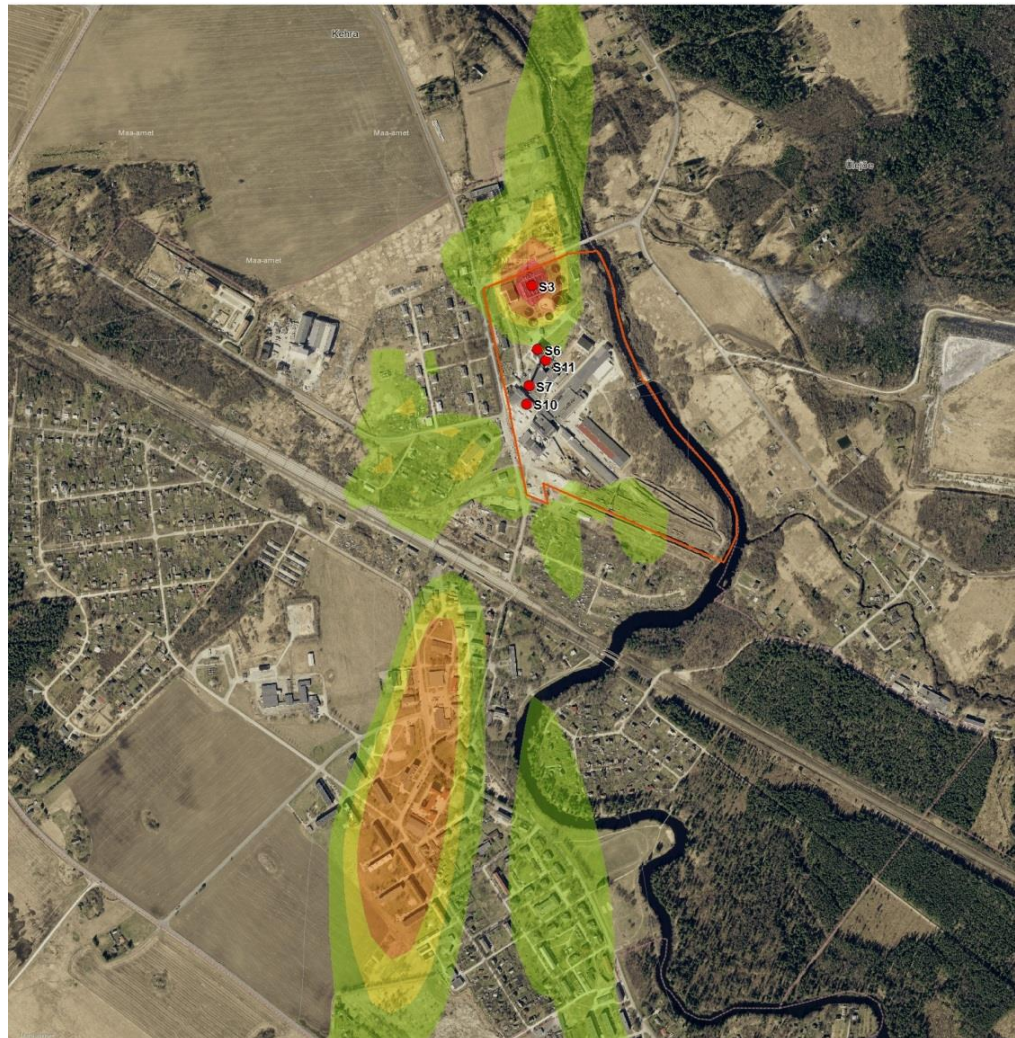
Joonis 112 PM-sum maksimaalne kontsentratsioon,  $\mu\text{g}/\text{m}^3$





Joonis 113 Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>





**Dimetüülsulfiid kontsentratsioon**

**ug/m<sup>3</sup>**

- 1.2 - 10.0
- 10.1 - 20.1
- 20.2 - 30.1
- 30.2 - 40.1
- 40.2 - 85.0

■ Tootmisterritoorium

● Saasteallikad



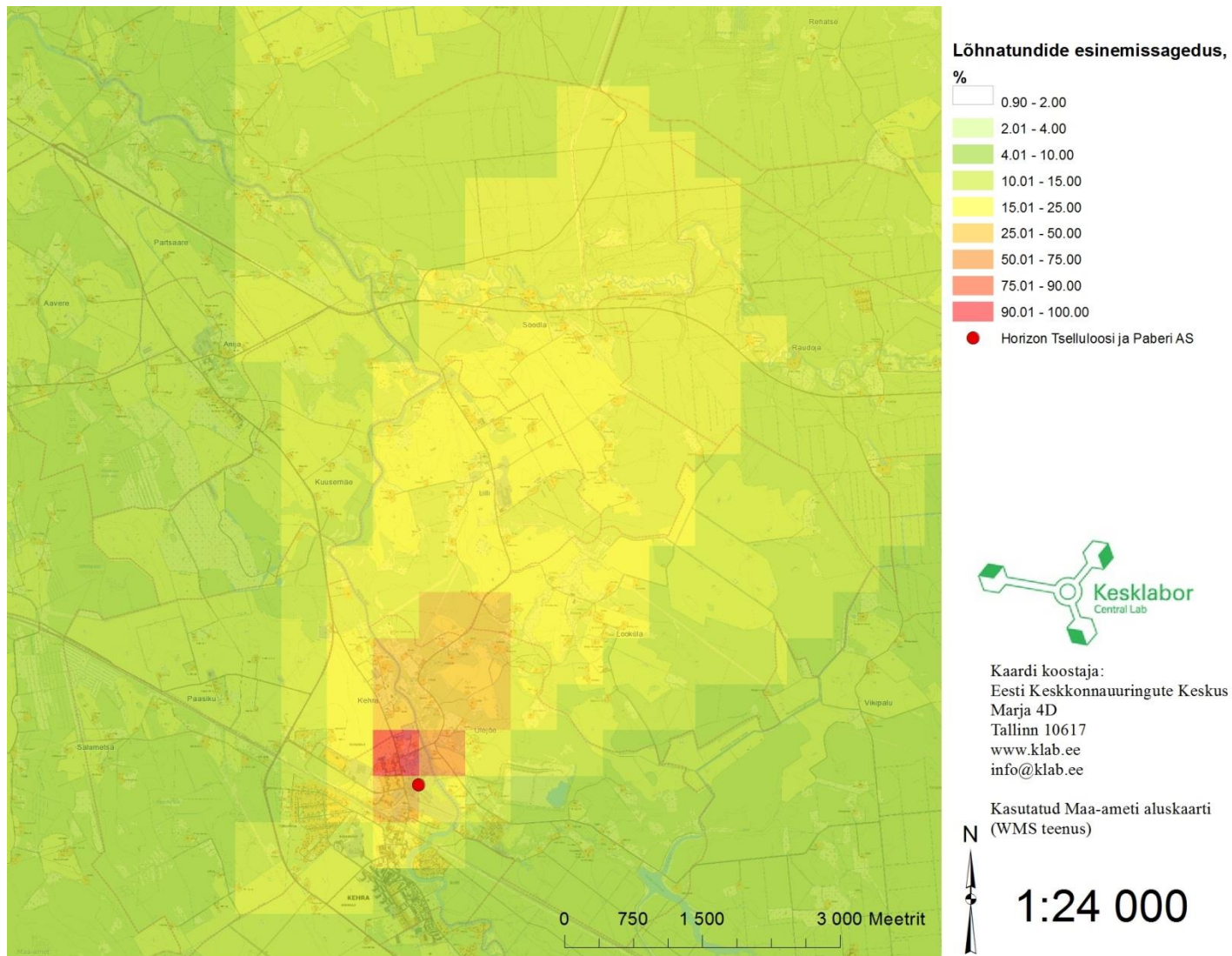
Kaardi koostaja:  
Eesti Keskkonnauuringute Keskus  
Marja 4D  
Tallinn 10617  
www.klab.ee  
info@klab.ee

Kasutatud Maa-ameti aluskaarti  
(WMS teenus)



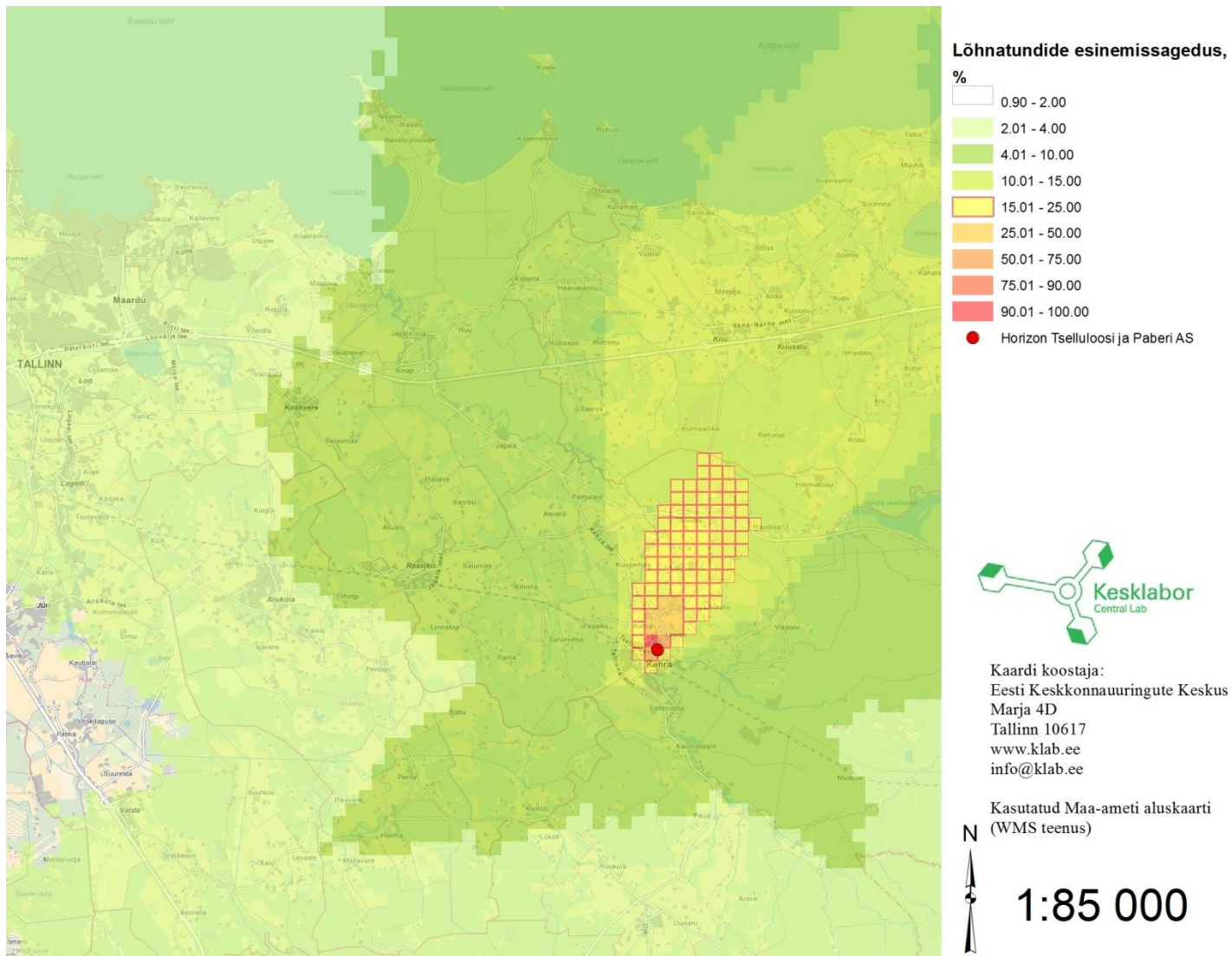
1:6 000

Joonis 114 Dimetüülsulfiid maksimaalne kontsentratsioon, µg/m<sup>3</sup>



Joonis 115 Lõhnatundide esinemisprotsent Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumil ning selle lähikümbuses





Joonis 116 Lõhnatundide esinemisprotsent aasta jooksul

#### 4.12 Kehra kokkuvõte

Käesoleva töö eesmärgiks oli hinnata ettevõtte territooriumil asuvate õhusaasteallikate (tallõli keedukatel, regenererimiskatla elektrifilter, regenererimiskatla sulapaak, heitgaaside järelpõletusseade, lubjapõletusahi, aeratsioonibasseinid) poolt välisõhku suunatavate saasteainete heitkoguseid ning levikut. Selleks teostati kõikide saasteallikate juures emissioonide mõõtmised, mille käigus mõõdeti nii vesiniksulfiidi, lämmastikdioksiidi, vääveldioksiidi, süsinikoksiidi, naatriumsulfaadi, tolmu kui ka dimetüülsulfiidi sisaldust. Lisaks teostati ajavahemikel 01.07-11.11.2015 ja 02.07-23.11.2015 välisõhumõõtmisi kahes valitud mõõtepunktis. Ühes mõõtepunktis kasutati mobiilset õhulaborit Mobair, millega mõõdeti vesiniksulfiidi, lämmastikdioksiidi, vääveldioksiidi ning süsinikoksiidi sisaldust välisõhus ning teises mõõtepunktis kasutati teisaldatavat konteinerjaama, millega mõõdeti vesiniksulfiidi ning vääveldioksiidi sisaldust välisõhus.

Emissioonimõõtmiste tulemuste põhjal arvutati hetkelised heitkogused, mida võrreldi keskkonnamoondloas (L.KKL.HA-217188) toodud saasteainete hetkeliste heitkogustega. Saadud heitkoguseid kasutati saasteainete ja lõhnaainete leviku modelleerimisel. Arvutuslikke kontsentratsioone tootmisterritooriumist väljaspool võrreldi keskkonnaministri 7. septembri 2004. aasta määruses nr 115 toodud välisõhu saastetasemetega piirväärtustega. Reaalselt mõõdetud heitkogustest ületas loas lubatud üksnes süsinikoksiidi hetkeline heitkogus regenererimiskatla elektrifiltrist. Teiste saasteainete tasemed jäid kõikide saasteallikate puhul oluliselt madalamaks loas lubatud heitkogustest.

Mobairi mõõtepunktis, mis asus ettevõtte territooriumist põhja pool, puhusid mõõteperioodi jooksul valdavalt edela- ja lõuna tuuled. Vesiniksulfiidi maksimaalne 1 h keskmine kontsentratsioon mõõdeti edelatuulega, lämmastikdioksiidi ning vääveldioksiidi maksimaalsed 1 h keskmised kontsentratsioonid mõõdeti lõuna tuulega ning süsinikoksiidi maksimaalne kontsentratsioon kagu tuulega. Vesiniksulfiidi kontsentratsioon ületas peaaegu kõikidel mõõtepäevadel nii saastatuse taseme 1 tunni kui ka 24 tunni piirväärtuseid. Vesiniksulfiidi maksimaalne 1 h keskmine kontsentratsioon ulatus  $182.50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ning maksimaalne ööpäeva keskmine kontsentratsioon  $49.82 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Teiste saasteainete kontsentratsioonid jäid kehtestatud piirväärtustest oluliselt madalamaks.

Konteinerjaama mõõtepunktis, mis asus ettevõtte territooriumist lõuna pool, puhusid mõõteperioodi jooksul samuti valdavalt edela- ja lõuna tuuled. Vesiniksulfiidi maksimaalne 1 h keskmine kontsentratsioon mõõdeti edela tuulega ning vääveldioksiidi maksimaalne kontsentratsioon põhja tuulega. Vesiniksulfiidi kontsentratsioon ületas mitmel mõõtepäeval saastatuse taseme 1 tunni



piirväärtuseid, 24 tunni piirväärtuste ületamisi antud määteperioodil ei esinenud. Vesiniksulfiidi 1 h keskmine maksimaalne kontsentratsioon ulatus  $42.49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Väaveldioksiidi kontsentratsioonid jäid kõikidel määtepäevadel kehtestatud piirväärtustest madalamaks.

Määdetud hetkeliste heitkoguste põhjal tehtud hajumisarvutuste ja mobiilse määtebussi saasteainete aegridade kokkulangevus ei olnud määteperioodil hea. Kõige suurem oli kokkulangevus  $\text{H}_2\text{S}$  osas, mil kõrgeimad kontsentratsioonid esinesid valdavalt samadel aegadel. Keskkonnaloas toodud  $\text{H}_2\text{S}$  heitkoguste põhjal teostatud hajumisarvutuste ja Mobair1 määtetulemuste erinevus on ca 82 korda, st reaalsed määtetulemused on ligikaudu 82 korda kõrgemad.  $\text{H}_2\text{S}$  emissioonimäätmiste põhjal täiendatud andmebaas ja selle põhjal teostatud hajumisarvutuste kokkulangevus oli oluliselt parem ning Mobair1 määtetulemused olid ligikaudu 4,6 korda kõrgemad. Kuna keskkonnaloas pole reoveepuhasti heitkogustega arvestatud, siis on ilmselt suur erinevus põhjustatud antud heitkoguste mitte arvestamisega. Kui võtta aluseks Mobair1  $\text{H}_2\text{S}$  määtetulemused, siis peaks reoveepuhasti  $\text{H}_2\text{S}$  hetkeliseks heitkoguseks olema minimaalselt  $0,2 \text{ g/s}$ . Ilmselt on tegelik hetkeline heitkogus isegi kõrgem kuna emissioonimäätmistega ei kaetud reoveepuhasti kõiki võimalikke  $\text{H}_2\text{S}$  saasteallikaid (määtmised teostati vaid ühes aeratsioonibasseini sektsioonis). Kui võtta aluseks ettevõtte 2015. a. IV kvartali omaseire andmed (Pollutants Emissions Testing, SIA „R&S TET, 2015)  $\text{H}_2\text{S}$  osas, kus aeratsioonibasseinide läheduses määdeti  $\text{H}_2\text{S}$  kontsentratsiooniks ligikaudu 2 ppm ( $3 \text{ mg}/\text{m}^3$ ), siis sellise kontsentratsiooni põhjustamiseks peaks olema läheduses asuva allika(te) hetkeline emissioon ca  $8 \text{ g/s}$  (konstantse emissiooni puhul oleks aastane emissioon ca 260 t/a). Sellest tulenevalt oleks vaja täpsustada käitisest lähtuvaid  $\text{H}_2\text{S}$  tegelikke emissioone. Teiste saasteainete puhul oli kokkulangevus väiksem. Konteinerjaama puhul oli nii  $\text{SO}_2$  kui ka  $\text{H}_2\text{S}$  aegridade kokkulangevus üldiselt hea.

Ettevõtte territooriumi põhjapiiril oli lõhnatundide esinemine aastas 100% ning tootmisterritooriumi lõunapiiril maksimaalselt 21%, mida keskkonnaministri 2. juuli 2007. aasta määruse nr 50 järgi peetakse inimeste jaoks ebameeldivat lõhnataju tekitavaks. Kaugeim punkt, kus lubatud 15%-list piirväärtust veel ületatakse, ulatub Horizon Tselluloosi ja Paberi AS territooriumist ca 8 km kaugusele põhjakaares. Tallinna läheduses asuvas Maardus võib lõhnatundide esinemissagedus ulatuda maksimaalselt 3 kuni 3,5 %-ni.

## 5 Tartu mõõtmised

Kütteperioodi alguses alustati mõõtekampaaniaga Tartus Karlova linnaosas. Mõõtmiste eesmärgiks on välja selgitada kas Tartu seirejaamas viimasel kolmel aastal mõõdetud sihtväärtust ületavad benso(a)püreeni ja eriti peente osakeste sisaldused välisõhus on tingitud seirejaama vahetus läheduses asuvatest saasteallikatest või on see iseloomulik kogu piirkonnale. Mõõtekampaaniaga on plaanis jätkata kuni 2016 a. kevadeni, mil lõppeb kütteperiood. Mõõtekampaania ajaks paigaldati Aleksandri tänavale täiendav seirejaam Mobair 2 ning lisati Tartu seirejaama täiendavad analüsaatorid – etalomeeter, osakeste fraktsioonilise jaotuse analüsaator jms. Samade seadmetega on varustatud ka ajutine seirejaam Mobair 2. Lisaks tehakse mõlema seirejaama PM10 filtritelt igapäevaselt keemilisi analüüse (PAH, raskmetallid).

## 6 Aerobioloogiline seire

OÜ Eesti Keskkonnauuringute Keskus viib läbi õietolmuseiret välisõhus aastast 2011. Töö eesmärk on anda hinnang õhus esinevate allergiat põhjustavate taimede õietolmuosakeste ja hallitusseente spooride koostise ja kontsentratsioonide kohta viies Eesti linnas ning teavitada sellest avalikkust. Käesolev aruanne käsitleb 2015. aasta seire tulemuste analüüsi ja võrdlusi varasemate aastate tulemustega.

Alates 2015. aastast on aerobioloogiline seire projekti “Õhukvaliteedi andmete kogumine ja aruandlus aastal 2015” üks osa, mida tellib Keskkonnaministeerium. Eelnevalt tellis seda MTÜ Eesti Allergialiit. Aerobioloogilise seire rahastamine toimub SA Keskkonnainvesteeringute Keskuse poolt.

Õietolmuallergia avaldub kõige sagedamini pollinoosina, mida nimetatakse veel heinapalavikuks ning mis võib olla silmade, nina ja bronhide reaktsioon õietolmule. Pollinoosi sümptomid on näiteks silmade punetamine, sügelus ja pisaratevool, rohke vesine eritis ninast ja aevastamine, astmale iseloomulik raske vilisev hingamine ning köha. Eestis põeb pollinoosi umbes 10 % elanikkonnast.[2]

Eestis toimus õietolmuseire kuni aastani 2006. Rahastusvahendite puudumise tõttu 2007.- 2010. aastatel õietolmuseiret Eestis läbi ei viidud. 2011. a. leidis MTÜ Allergialiit koostöös Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ-ga taas võimalused õietolmuseire alustamiseks, mil viidi läbi pilootprojekt (õietolmuseire Tallinnas) SA Keskkonnainvesteeringute toetusel. Ka 2012. ja 2013. aasta õietolmuseiret finantseeris SA Keskkonnainvesteeringute Keskus.[3]

Kuigi Euroopa Liidus on kehtestatud välisõhu kvaliteedi alase vastastikuse teabevahetuse ja aruandluse kohustus Euroopa Parlamendi ja nõukogu direktiividega 2004/107/EÜ ja 2008/50/EÜ, puudub EL-is seadusandlus, mis kohustaks riike teostama aerobioloogilist seiret. Siiani on olemas vaid Euroopa Liidu Nõukogu järeldused laste hingamisteede krooniliste haiguste ennetamise, varajase diagnoosi ja ravi kohta (2011/C 361/05), milles rõhutatakse vajadust tegeleda laste hingamisteede krooniliste haiguste ennetamisega, kuid ei ka seal ei käsitleta õietolmu allergiat kui üht krooniliste hingamisteede haiguste põhjustajat. Eesti seadusandluses valitseb aerobioloogilise seire vajaduse ning elanikkonna õietolmu tasemest teavitamise kohustuse koha peal samuti tühimik.[1]

Siiani on Eestis ainult kaks määrust, millega kehtestatakse meetmeid õietolmu kui allergia põhjustaja vastu:

Vabariigi Valitsuse 06.10.2011.a. määrus nr 131 “Tervisekaitseõuded koolieelse lasteasutuse maaalale, hoonetele, ruumidele, sisustusele, sisekliimale ja korrashoiule” sätestab küll § 9. (9) “Rühmaruumi aknad peavad olema avatavad ja vajaduse korral võimaldama tuulutamist. Õietolmuperioodil akna kaudu tuulutamisel on soovitatav kasutada õietolmu kaitsevõrke” ning Vabariigi Valitsuse 26.09.2002.a. määrusega nr 308 kehtestatakse 75%-line ravimite soodushind õietolmu põhjustatud allergilise riniidi raviks kuni 16-aastastel lastel.[1]

Kuigi “Töötervishoiu ja tööohutuse seaduses” (RT I 1999, 60, 616) on § 8. (1) defineeritud bioloogilised ohutegurid kui mikroorganismid (bakterid, viirused, seened jm), sealhulgas geneetiliselt muundatud mikroorganismid, rakukultuurid ja inimese endoparasiidid ning muud bioloogiliselt aktiivsed ained, mis



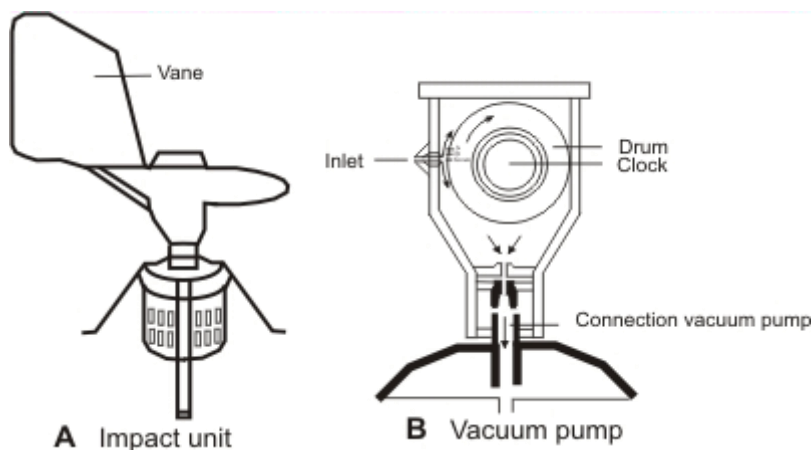
võivad põhjustada nakkushaigust, allergiat või mürgistust ning Vabariigi Valitsuse 05.05.2000.a. rakendusmääruses nr 144 on üles loetletud ka mitmeid bioloogilisi ohutegureid, ei ole õietolmu ega nende allergeene nimekirjadesse lisatud. Viimaks võib “positiivse uudisena” nentida, et vähemalt Vabariigi Valitsuse 23.12.2010 määrus nr 183 võimaldab hingamiseldundite allergiat põdeval ravikindlustust omaval isikul maksimaalselt 8 voodipäeva haiglas tasuta veeta.[1]

### 6.1 Metoodika

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ kasutab välisõhu õietolmuanalüüsiks metoodikat, mis võimaldab määrata erinevate liikide ööpäevast keskmist õietolmu ja hallitussporeide kontsentratsiooni õhus.

### 6.2 Proovivõtt

Proovide kogumiseks kasutatakse Hirst-Buckardi proovivõtturit (Joonis 1), mis imab analüüsitava õhu läbi väikese pilu vaakumpumba abil seadmesse kiirusega 10L/min. See juhitakse vastu ketast, millel on spetsiaalse liimiga kaetud lint. Õhus olevad tahked osakesed kleepuvad sellele lindile. Ketas pöörleb kiirusega 2 mm/tunnis, mis annab ööpäevase proovilindi pikkuseks 48 mm. Ketast vahetatakse kord ööpäevas ja antud lindist valmistatakse mikroskoobi preparaati.

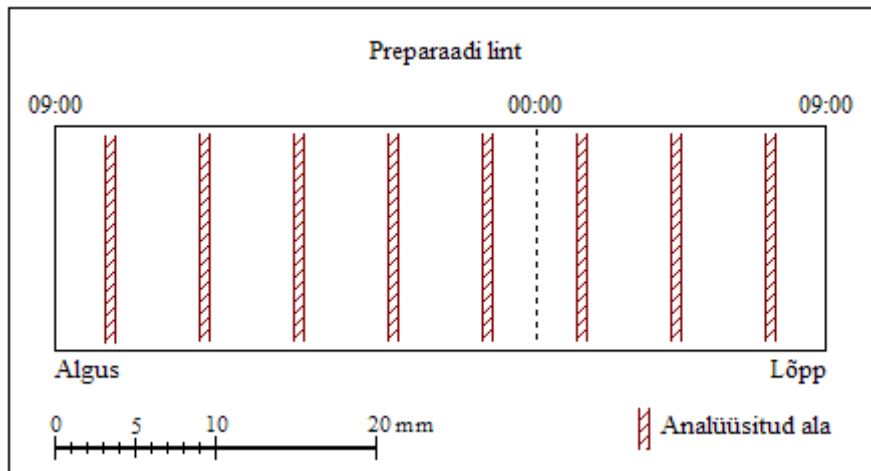


Joonis 117 Hirst-Buckardi proovivõttur. A – väline vaade, B – ristlõige.[4]

### 6.3 Proovide analüüs

Proove analüüsitakse valgusmikroskoobiga ja kasutatakse 400 kordset suurendust. Analüüsimisel kasutatakse rist-ribade meetodit, mis tähendab, et preparaati vaadatakse risti läbi iga teatud osa tagant (Joonis 2). Ribade arv on erinevates seirejaamades erinev ja see sõltub mikroskoobi vaatevälja diameetrist. Eesmärk on analüüsida vähemalt 10% kogu preparaadi pindalast.

Vaatevälja jäänud õietolmuterad loendatakse ja määratakse. Lugemid korrutatakse läbi paranduskoefitsiendiga, mis annab tulemuse ühikuga - tk/1m<sup>3</sup>/24 h. Tulemused on antud iga kuupäeva kella 00-24 ja see on loetud kokku kahelt preparaadilt.



**Joonis 118. Õietolmupreparaadi rist-ribade analüüsimeetod.**

#### 6.4 Mõningate liikide õietolmu ning spooride künnisväärtused

Künnisväärtused on hinnangulised õietolmuosakeste ning hallitusseente spooride kontsentratsioonid õhus, mis võivad õietolmu (või spooride) suhtes allergilistel inimestel esile kutsuda allergilist reaktsiooni (silma sügelus, punetus, turse, pisarate vool nina sügelus, punetus, sage aevastamine, rohke vesine nohu või “ninakinnisus” sügelus kurgus ja köhatamine, raskemal juhul astmahoog). Tegemist on indikaativsete väärtustega, mis sõltuvad siiski konkreetse inimese tundlikkusest.[1]

**Tabel 31: Mõningate liikide õietolmu ning spooride künnisväärtused (tk/m<sup>3</sup>/24h)[1][5]**

KASK	LEPP	PUJU	KÕRRELISED	ALTERNARIA	CLADOSPORIUM	Õietolmu lugem	Seletus
< 10	< 10	< 10	< 10	< 20	< 2000	Madal	Madal õietolmu lugem. Ainult kõige tundlikemal inimestel esinevad allergianähud.
10 – 100	10 – 100	10 – 30	10 – 30	20 – 100	2000 – 4000	Keskmine	Keskmine õietolmu lugem. Allergianähud esinevad paljudel inimestel, kes on õietolmu suhtes tundlikud.
> 100	> 100	> 30	> 30	> 100	> 4000	Kõrge	Kõrge õietolmu lugem. Allergianähud esinevad kõikidel inimestel, kes on õietolmu suhtes tundlikud.

Tabel 1 illustreerib künnisväärtusi, mis on Soomes kasutusel olnud juba aastakümneid, kuid hiljutised uuringud [6] on näidanud, et allergeenid ilmnevad *Betulaceae* perekonda kuuluvate kase, lepa ja sarapuu õietolmust õhku 2-3 päeva varem, mistõttu ilmnevad allergikutel faktilisest õitsemisest varem ka pollinoosi sümptomid. Samas uuringus leiti ka, et puudub otsene korrelatsioon allergianähtude ning hetkel õhus leviva õietolmu kontsentratsiooni vahel, kuid see eksisteerib kumulatiivsena.[3]

## 6.5 Proovivõtt 2015. aastal

2015. a. määrati 18 õietolmu rühma (ambroosia, jalakas, kadakas, kask, kuusk, kõrrelised, lepp, maltsalised, mänd, nõges, oblikas, paju, pappel, puju, saar, sarapuu, tamm, vaher) ning kaks hallitusseente eoste rühma (*Cladosporium sp* ja *Alternaria sp*). Lisaks loeti üle kõik õietolmuterad, mida kas ei suudetud määrata või mis ei kuulunud eelnimetatud 18 rühma hulka ning tähistati need koondnimetusega „UIP“ (ingl k. *unidentified pollen*).[3]

2015. aasta seiret viidi läbi viies punktis Tallinnas, Tartus, Pärnus, Jõhvis ja Kuressaares (Tabel 2). Internetti laeti igapäevaselt eelmise päeva õietolmu kontsentratsioonid. Puhkuste ajal võeti korraga seitsme päeva proovid ja saadeti teise seirejaama analüüsiks. Pärnus läks juuni keskel katki luuk, mille kaudu pääseb proovivõturi juurde. Kuna selle avamine oli raskendatud, siis vahetati suveperioodil Pärnus ketast kord nädalas, kuni paigaldati uus luuk.

**Tabel 32. Proovivõturi asukohad[3].**

Asula	X koordinaat	Y koordinaat	Proovivõturi kõrgus maapinnast, (m)
Tallinn	6587626	539259	17
Tartu	6473534	659515	15
Pärnu	6473941	529068	15
Jõhvi	6584628	694652	10
Kuressaare	6457674	410193	15

2015. aastal alustati õietolmuseirega Tallinnas 1. veebruarist, Jõhvis, Pärnus ja Kuressaares 1. märtsist. Tartus alustati seiret 10. märtsist, sest majas, mille katusel asub proovivõtuseade, toimus remont ja varem alustada polnud võimalik. Tõrkeid esines Jõhvis 27. mail tehnilise vea ja 17. – 19. juuli inimliku vea tõttu. Pärnu seirejaamas puuduvad andmed 30. juuli kuni 2. august, sest läks katki võti, millega proovivõtuketask üles keeratakse ja uue võtme hankimine võttis aega.

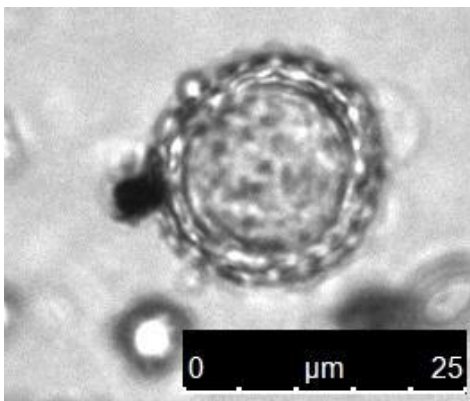
## 6.6 Tulemused

Iga õietolmu rühma tulemuste juures on välja toodud ka võrdlus eelnevate aastate tulemustega. Osades rühmade juures on puudu võrdlus Pärnu 2012. aasta seiretulemustega, sest sellest aastast on olemas tulemused alates 1. juunist 2012 ja mõningate rühmade õitsemise toimus enne seda.

Osadele õietolmurühmadele on lisatud joonis "Õietolmu esinemine läbi aastate". Sellel on näha, millisel perioodil esines antud õietolmu pidevamalt. See tähendab, et seda õietolmu võis esineda üksikute teradena ka väljaspool seda perioodi, kuid selles perioodis oli antud õietolmu esinemine praktiliselt igapäevane. Joonisel on ära toodud ka õietolmu hulk, mis väljendab terade kogust selle perioodi jooksul. Osadel joonistel on välja toodud veel intensiivsemad perioodid, mis tähistavad kõrgeimaid päevaseid kontsentratsioone. Muu perioodi jooksul oli ka selle õietolmu esinemine igapäevane, kuid kontsentratsioonid olid väiksemad. Need tabelid võivad olla veidi subjektiivsed, kuid illustreerivad ehk paremini antud õietolmu esinemist erinevatel aastatel erinevates seirejaamades.

### 6.6.1 Ambroosia (Ambrosia)

Ambroosia on muret tekitav allergeen Ameerikas, kust ta pärineb ning kus teda hoolikalt loetakse. Euroopas kasvab ambroosia pigem soojemates lõunapoolsetes riikides ning selle õietolm jõuab Eestisse kaugkandega. Vahel võivad puhangud olla üsna tugevad ning põhjustada ka meie allergikutele probleeme.[3][10]



#### Joonis 119. Ambroosia õietolm.

Ambroosia õietolmu tuvastati 2015. aastal Tallinna, Jõhvi ja Kuressaare seirejaamade proovides. Esinesid vaid üksikud terad ja see jäi ajavahemikku augusti algusest kuni septembri keskpaigani. Kõrgeim kontsentratsioon oli  $5 \text{ tk/m}^3/24\text{h}$  Kuressaare proovis 25. augustil. Sarnaselt tänavusele on ka varasematel aastatel leitud ambroosia õietolmu vaid üksikute teradena.

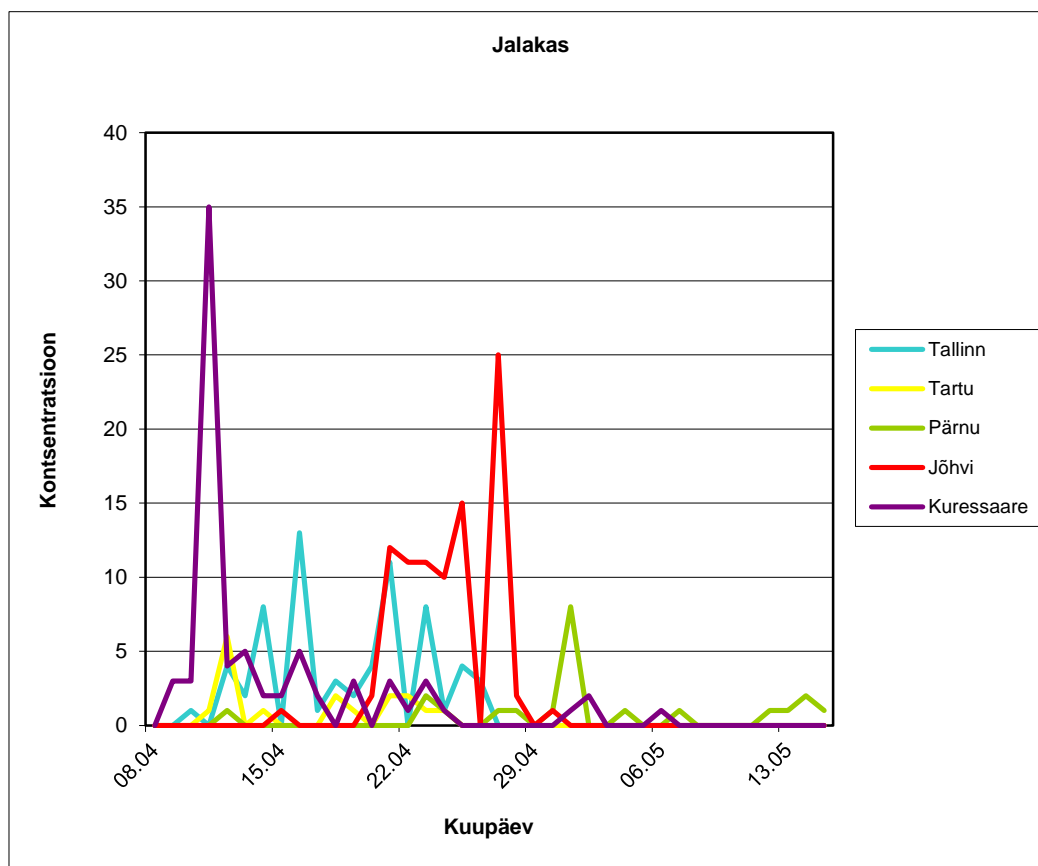


### 6.6.2 Jalakas (*Ulmus*)



#### Joonis 120. Jalaka õietolm.

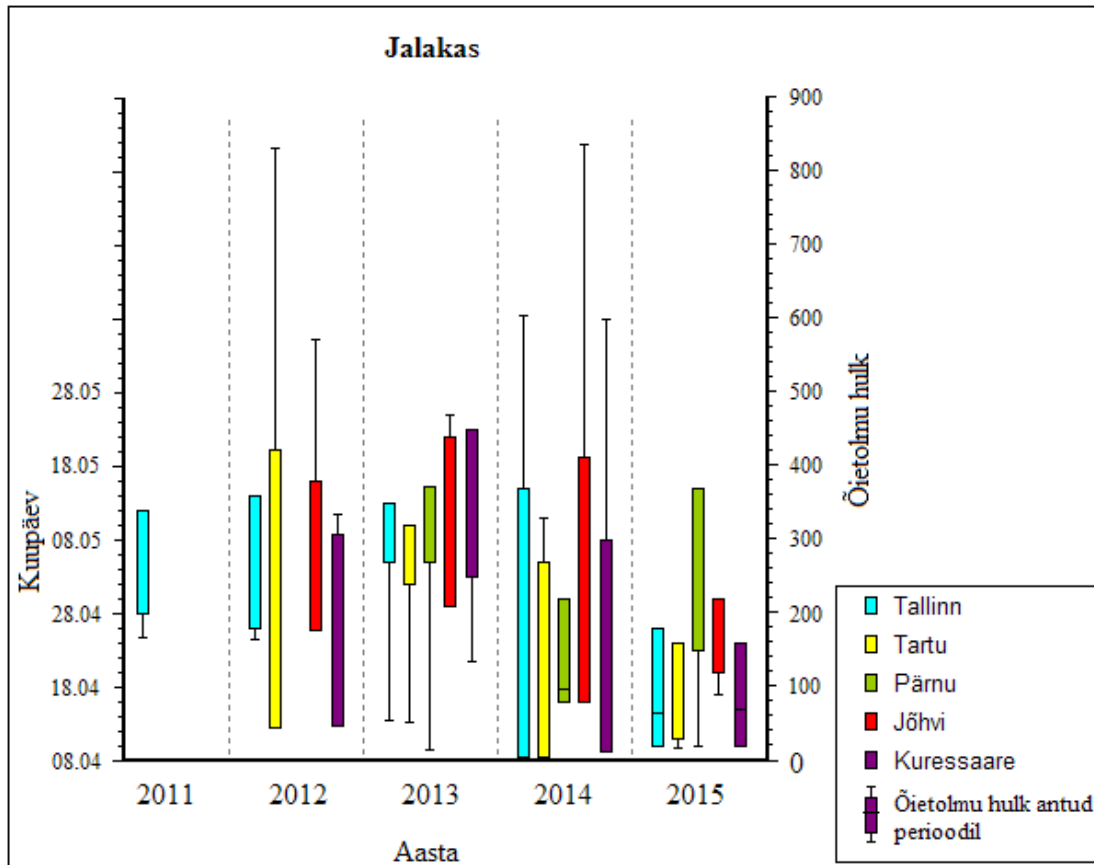
Mitmeaastane heitlehine ühekojaline lehtpuu. Kasvab 25-30 (harva 40) m kõrguseks. Esineb peaaegu kogu Euroopas ja ka Väike-Aasias. Eestis looduses hajusalt, haljastuses tavaline. Peamiselt salulehtmetsas, harvem okaspuu-lehtpuu segametsades, lammimetsas, lamminiidul. Täiesti külmakindel. Varjutaluv, mistõttu kasvab sageli hästi alumises puurindes. Mullastiku suhtes nõudlik, vajab viljakat huumusrikast värsket liivsavimulda. Talub hästi linnatingimusi. Õitseb enne lehtimist, aprillis või mai algul. Putuktolmleja. [7]



#### Joonis 121. Jalaka õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Jalakas on nõrk allergeen. Künnisväärtusi ei ole jalaka suhtes välja pakutud.[1]

Esimesed jalaka õietolmuterad ilmusid Kuressaare proovidesse 9. aprillil ja järgnevatel päevadel ka teiste seirejaamade proovidesse. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Kuressaares 35 (11.04), Jõhvis 25 (27.04), Tallinnas 13 (16.04), Pärnus 8 (01.05) ja Tartus 6 tk/m<sup>3</sup>/24h (12.04). Jalaka õietolm kadus proovidest mai alguseks, vaid Pärnu proovides esinesid üksikud terad veel mai keskel.



**Joonis 122. Jalaka õietolmu esinemine läbi aastate.**

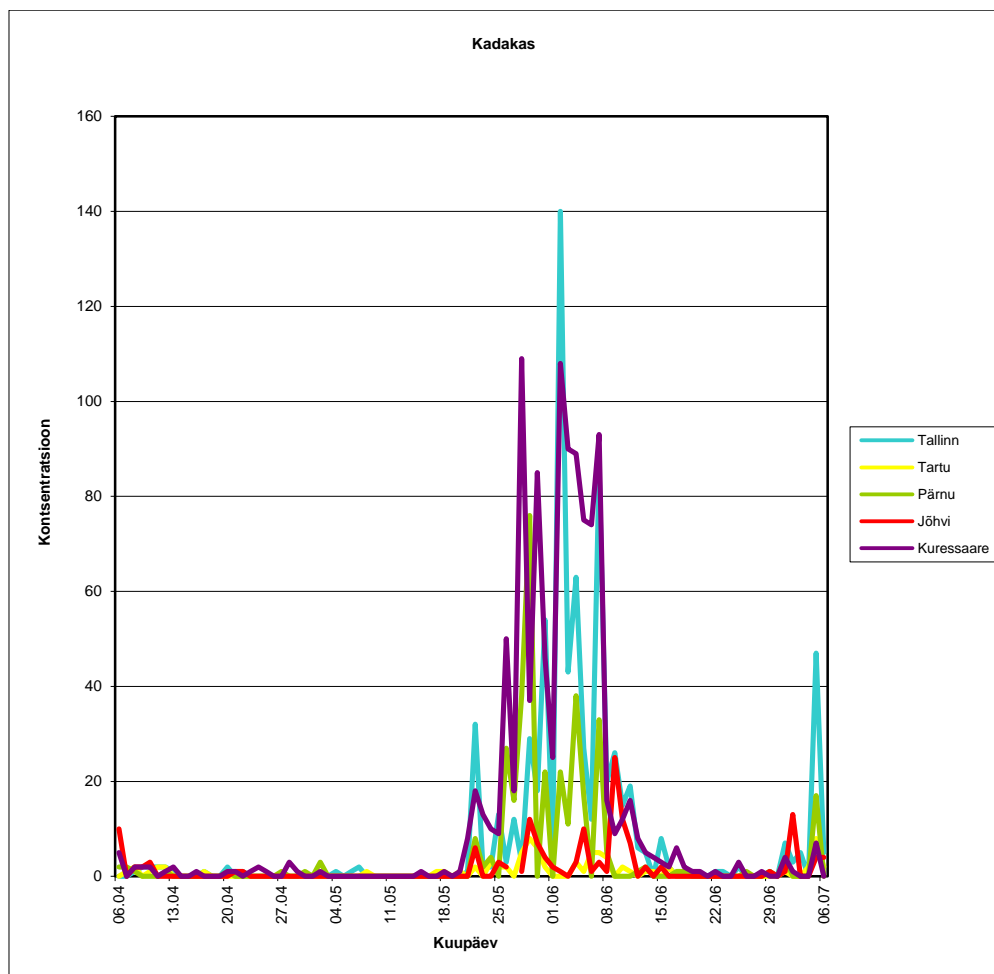
Varasemate aastatega võrreldes oli tänava jalaka õietolmu vähe (Joonis 6). Proovidesse ilmus see sarnaselt 2014. aastale aprilli esimeses pooles, kuid õietolmu hulka vaadates, sarnaneb see pigem 2013. aastale.

### 6.6.3 Kadakas (*Cyperaceae*)

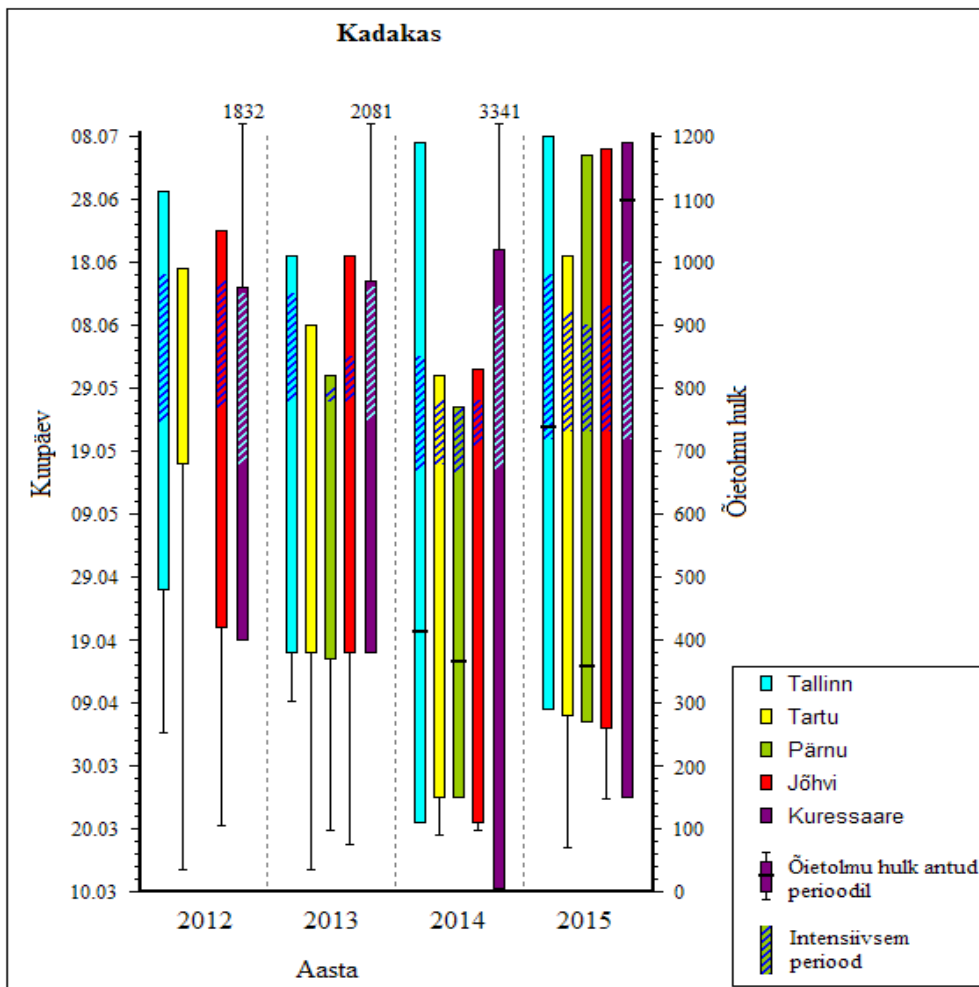
Kasvab peaaegu kogu Euraasias ja Põhja-Ameerikas, Eestis tavaline, eriti sageli kasvab Loode-Eestis ja saartel. Kuni 10 (15) m kõrgune igihaljas puu või 1-3 m kõrgune põõsas. Enamasti kahekojaline, harva esineb ühekojalisi taimi. Võib elada üle 100 aasta vanaks. Esineb põõsarindes või alumises puurindes. Leidub paljudes kooslustes, vaid salu-, laane-, lammimetsas, madal- ja siirdesooos kohtab teda harva. Kasvab kuivast liivasest kuni soostunud turbapinnaseni, nii varjulistes männi- ja kuusemetsades kui ka lagedatel loopealsetel. Eelistab siiski parajalt niisket, kerget ja värsket liivapinnast. Hea külmataluvusega, kuid tundlik külmade tuulte suhtes. Kibid moodustuvad sügisel, tolmlleb järgmise aasta mais või juuni algul.[7]



Joonis 123. Kadaka õietolm.

Joonis 124. Kadaka õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Esimesi kadaka õietolmuterasid leidis proovides juba märtsi keskel, kuid õitsemisperiood hakkas 22. mai paiku ja kestis kuni juuni keskpäigani. Kõrgeim kontsentratsioon oli Tallinnas 140 tk/m<sup>3</sup>/24h 2. juunil. Samal päeval oli Kuressaares kontsentratsioon 108 tk/m<sup>3</sup>/24h, kuid veidi kõrgem 109 tk/m<sup>3</sup>/24h oli 28. mai kontsentratsioon. Teistes seirejaamades olid kõrgeimad kontsentratsioonid 76 Pärnus (29.05), 25 Jõhvis (09.06) ja 8 tk/m<sup>3</sup>/24h Tartus (29.05). Teine vähemintensiivne periood oli juuli alguses, kus kõrgeim kontsentratsioon oli Tallinnas 47 tk/m<sup>3</sup>/24h (05.07). See võib olla ka mõne teise küpressiliste sugukonda kuuluva taime õitsemine.

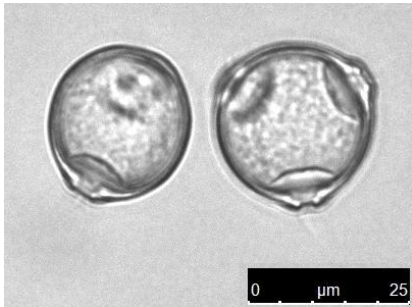


**Joonis 125. Kadaka õietolmu esinemine läbi aastate.**

Varasematel aastatel on Tallinna proovides olnud märksa vähem kadaka õietolmu kui tänavu. Õietolmu esinemise periood oli tänavusest pikem vaid möödunud aastal. Kuressaares on seevastu just tänavu kõige vähem kadaka õietolmu, kuid õietolmu esines üsna pikal perioodil, mis on võrreldav möödunud aastaga. 2012 ja 2013 aastal oli see periood märksa lühem. Tartus on olnud läbi aastate ühtlaselt madal õietolmu hulk, kuid õietolmu esinemise periood on veidi pikenenud läbi aastate. Pärnus oli 2013. aastal märksa vähem kadaka õietolmu kui kahel järgneval aastal ja õietolmu esinemisperiood on aastast aastasse pikenenud. Jõhvis on eelnevatel aastatel olnud kadaka õietolmu hulk ühtlaselt madal, tänavu oli see veidi kõrgem. Ka esinemisperiood oli tänavu pikim. Intensiivsem õietolmu esinemisperiood jäänud kõigil aastatel mai teise ja juuni esimesse poolde.

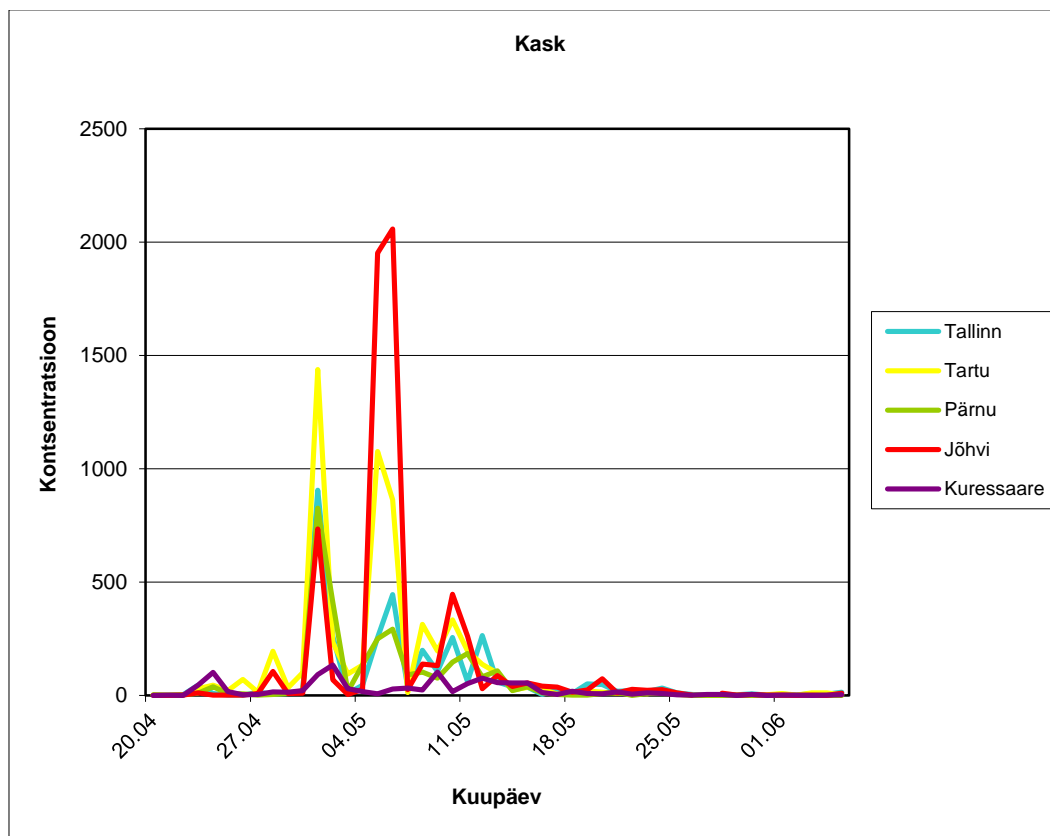


### 6.6.4 Kask (*Betula*)



**Joonis 126. Kase õietolm.**

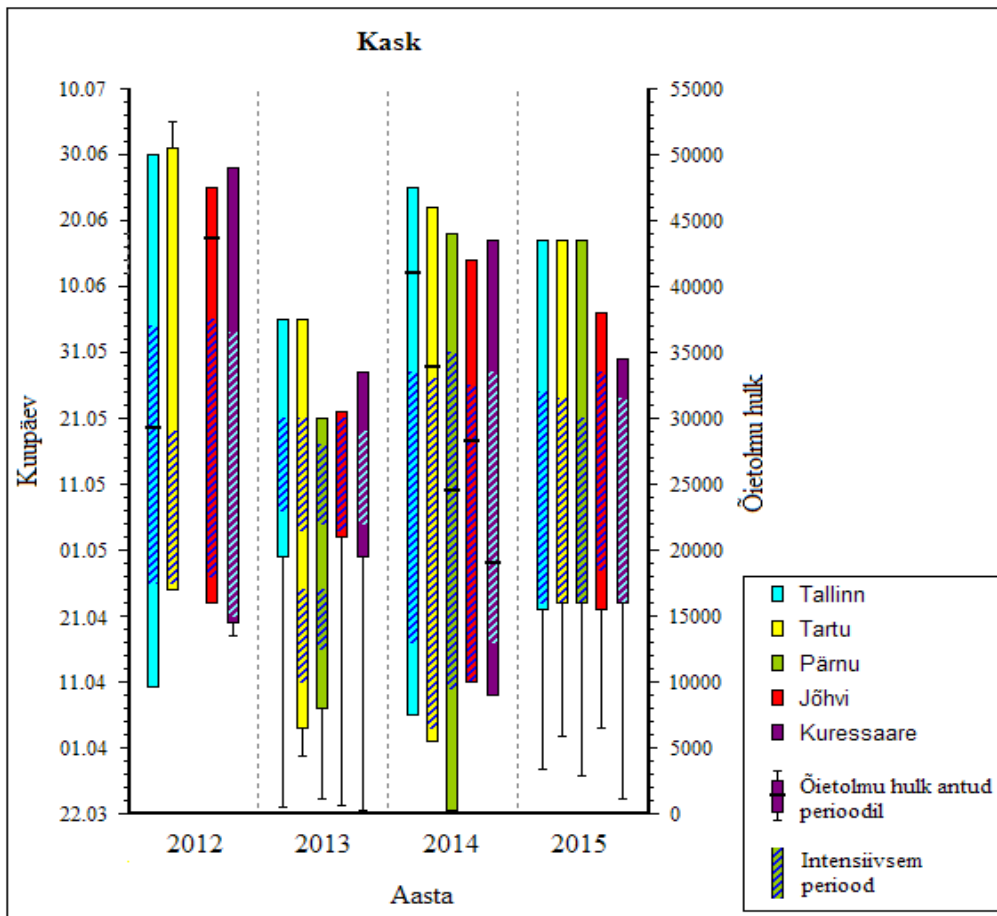
Levib looduslikult Euroopa ja Aasia põhjaaladel, idas ulatub kuni Jakuutiani. Eestis sage puu. Kasvab enamasti alumises puurindes segametsades või puisniitudel, soodes, rabades. Eelistab happeseid soostuvaid muldi, kuiva ei talu. Väga külmakindel. Mitmeaastane heitlehine lehtpuu, ühekojaline. Kõrgus kuni 20 (30) meetrit. Lahksugulised urbadeks koondunud õied on noorelt rohelised, valminult kollakaspruunid. Isasurvad moodustuvad sügisel, on rippuvad, kuni 8 cm pikad. Emasurvad moodustuvad kevadel enne lehtede puhkemist, on valminult longus, 2-3 cm pikad, läbimõõt kuni 1 cm. Tuultolmleja. [7]



**Joonis 127. Kase õietolmu lugemid (tk/m³/24h).**

Kask on laialt levinud ja agressiivne allergeen, õitseb aprillist juunini, ristuv allergia tekib eriti õunte suhtes, kuid ka teiste puu- ja juurviljade suhtes.[1]

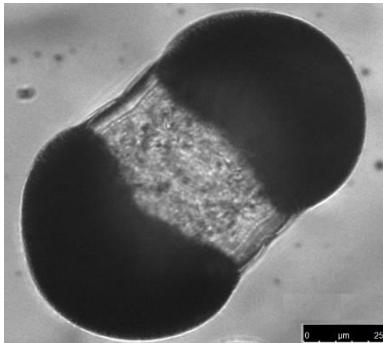
Üksikud kase õietolmuterad ilmusid proovidesse juba märtsis, kuid kontsentratsioonid läksid kõrgemaks aprilli teises pooles ja kontsentratsioon jõudis keskmisesse tasemesse (10 - 100 tk/m<sup>3</sup>/24h) kõikides seirejaamades 22. aprillil. Intensiivne periood kestis kuni juuni alguseni. Keskmise tase oli viimast korda Pärnus 21. mail, Kuressaares 23. mail, Tartus 4. juunil ning Tallinnas ja Jõhvis 5. juunil. Tase kõrge (>100 tk/m<sup>3</sup>/24h) ületati Tallinnas kaheksal korral, kõrgeima tulemusega (01.05), Tartus 11 korral kõrgeima tulemusega 1409 (01.05), Pärnus üheksal korral kõrgeima tulemusega 827 (01.05), Jõhvis kaheksal korral 2059 (06.05) ja Kuressaares kolmel korral tulemusega 134 (02.05). Kuressaares oli ka üldiselt kõige vähem kase õietolmu.



**Joonis 128. Kase õietolmu esinemine läbi aastate.**

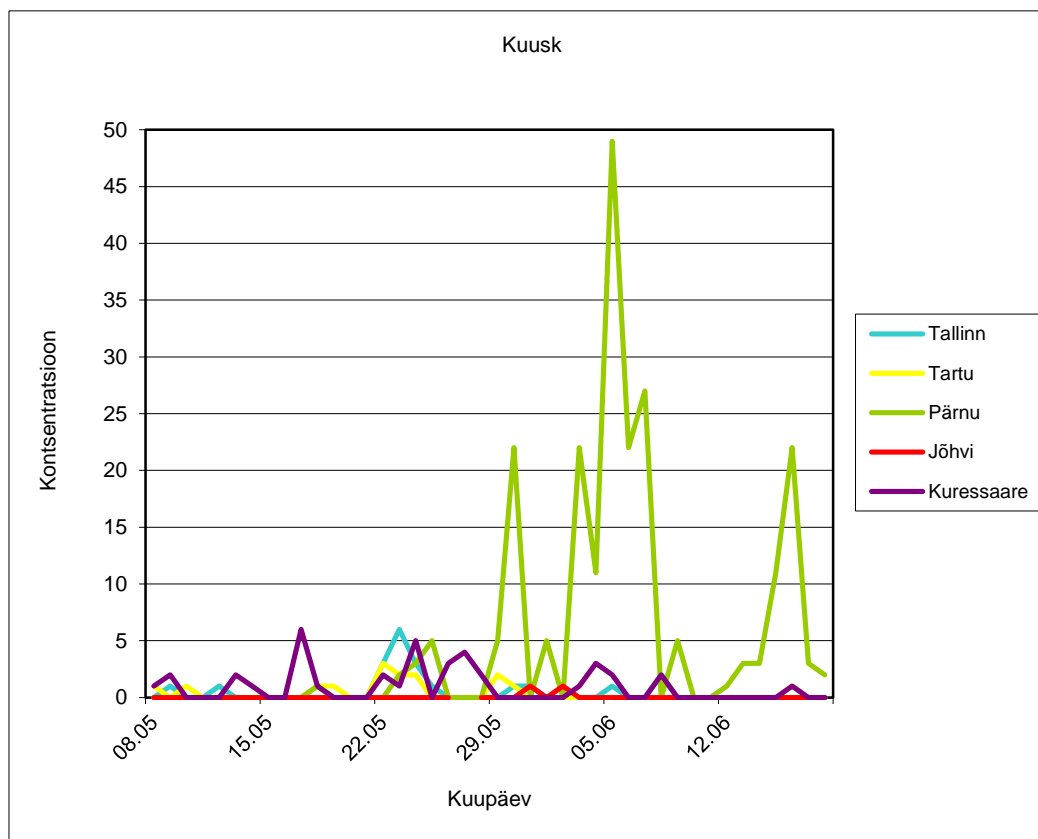
Võrreldes eelnevate aastatega oli tänavune kõige sarnasem 2013. aastaga, kuigi siis oli kokku veel vähem kase õietolmu. Suuremad kontsentratsioonid tekkisid siis Tartus ja Pärnus varem, kuid teistes seirepunktides hiljem. 2012. ja 2014. aasta oli kase õietolmu umbes kümme korda rohkem. 2012. aastal läksid kontsentratsioonid kõrgeks veidi hiljem, umbes 26. mai paiku ja 2014. aastal varem kui tänavu. 2011. aastal oli Tallinnas seire algus (22.04.2011) kase õietolmu juba proovides.

### 6.6.5 Kuusk (*Picea*)



**Joonis 129. Kuuse õietolm.**

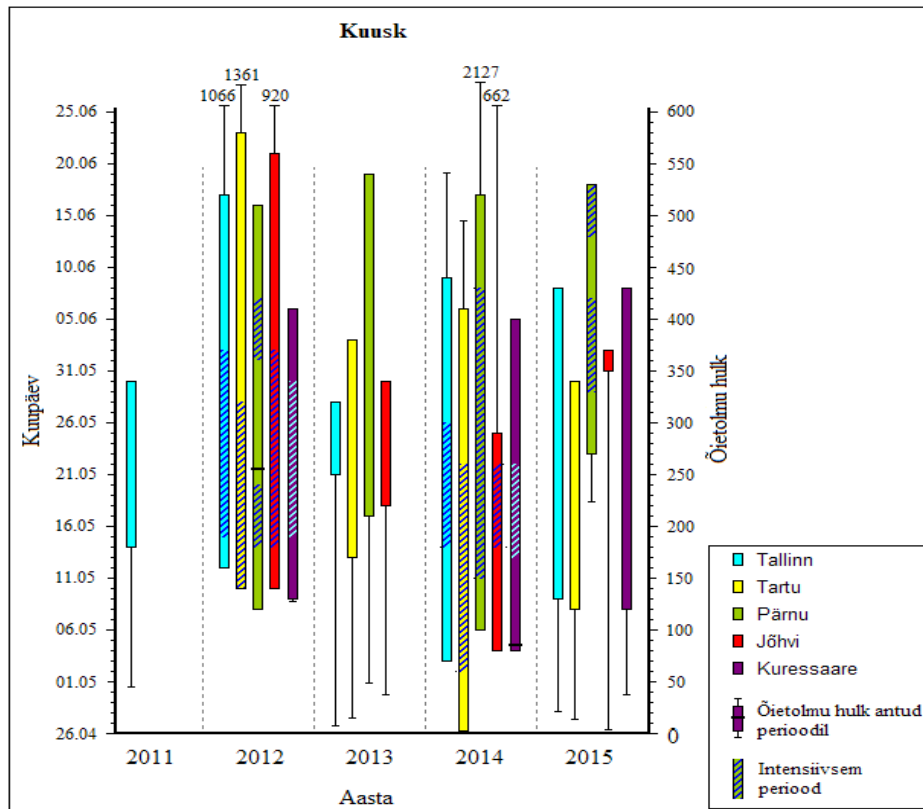
Kuni 30 m kõrgune, soodsates tingimustes isegi kuni 50-60 m. Igihaljas okaspuu. Vanus harilikult kuni 250 a., maksimaalselt kuni 500 a. Ühekojaline. Esineb peaaegu kogu põhjapoolses Euroopas (puudub näiteks suuremal osal Saksamaa territooriumist) ja suurel alal Aasias. Eestis väga sage, kuuseenamusega puistute pindala moodustab metsade kogupindalast 25%. Kasvab põhipuuliigina ülemises puurindes või alusmetsataimena. Nõudlik mullaviljakuse suhtes. Tundlik kevadiste hiliskülmade suhtes, talvel väga külmakindel. Põuatundlik. Varjutaluv. Tolmleb mais, tuultolmleja. Seemned valmivad ja varisevad sama aasta sügisel.[7]



**Joonis 130. Kuuse õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

Nõrk allergeen. Künnisväärtusi ei ole kuuse suhtes välja pakutud.[1]

Kuuse õietolmu lugemid jäid tänavu tagasihoidlikuks. Kõige enam leidis seda Pärnu proovides. Intensiivsemaks perioodiks võib lugeda ajavahemikku 23. maist kuni 18. juunini. Kõrgeim kontsentratsioon oli 5. juunil 49 (tk/m<sup>3</sup>/24h). Teistes seirejaamades võib tinglikult intensiivsemaks perioodiks välja tuua mai teine ja juuni esimene pool. Kõrgeimad tulemused olid Tallinnas 6 (23.05), Tartus 3 (22.05), Kuressaares 6 (17.05) ja Jõhvis vaid 1 tk/m<sup>3</sup>/24h (31.05 ja 02.06).



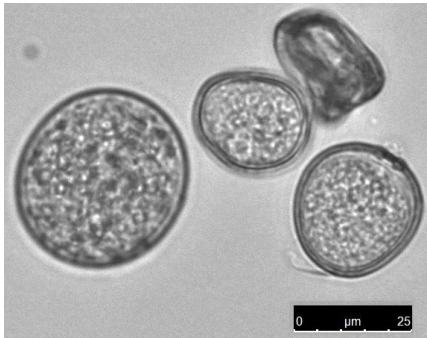
**Joonis 131. Kuuse õietolmu esinemine läbi aastate.**

Võrreldes tulemusi varasemate aastatega on näha, et kuuse õietolmu kontsentratsioonid on kõrged üle aasta. 2011. aasta Tallinna tulemused ja 2013. aasta tulemused on sarnaselt tänavusele väga madalad. 2012. ja 2014 aasta proovides esineb kuuse õietolmu oluliselt rohkem. 2012. aasta Tallinna ja Tartu proovides oli seda kokku veidi üle tuhande, 2014. aasta proovides veidi üle viiesaja ja tänavu oli seda kokku kummaski seirejaamas umbes 20. Pärnu seirejaamas oli 2012. aasta tulemus väga sarnane tänavusega, õietolmu oli kokku üle 200 ja maksimum oli mõlemal aastal 49 tk/m<sup>3</sup>/24h. 2014 aastal oli seevastu õietolmu veidi üle 2000 ja maksimum oli 916 tk/m<sup>3</sup>/24h (23.05.2014). Jõhvis oli 2012. aastal üle 900 õietolmutera ja 2014 aastal üle 650 õietolmutera kokku. Tänavu registreeriti seal vaid kaks õietolmutera. Kuressaares on esinenud kuuse õietolmu märksa vähem võrreldes teiste seirejaamadega, kuid siiski esines seda rohkem 2012 ja 2014 rohkem. Esimesel juhul veidi üle ja teisel veidi alla saja. Tänavu oli seal kokku 40 õietolmutera.



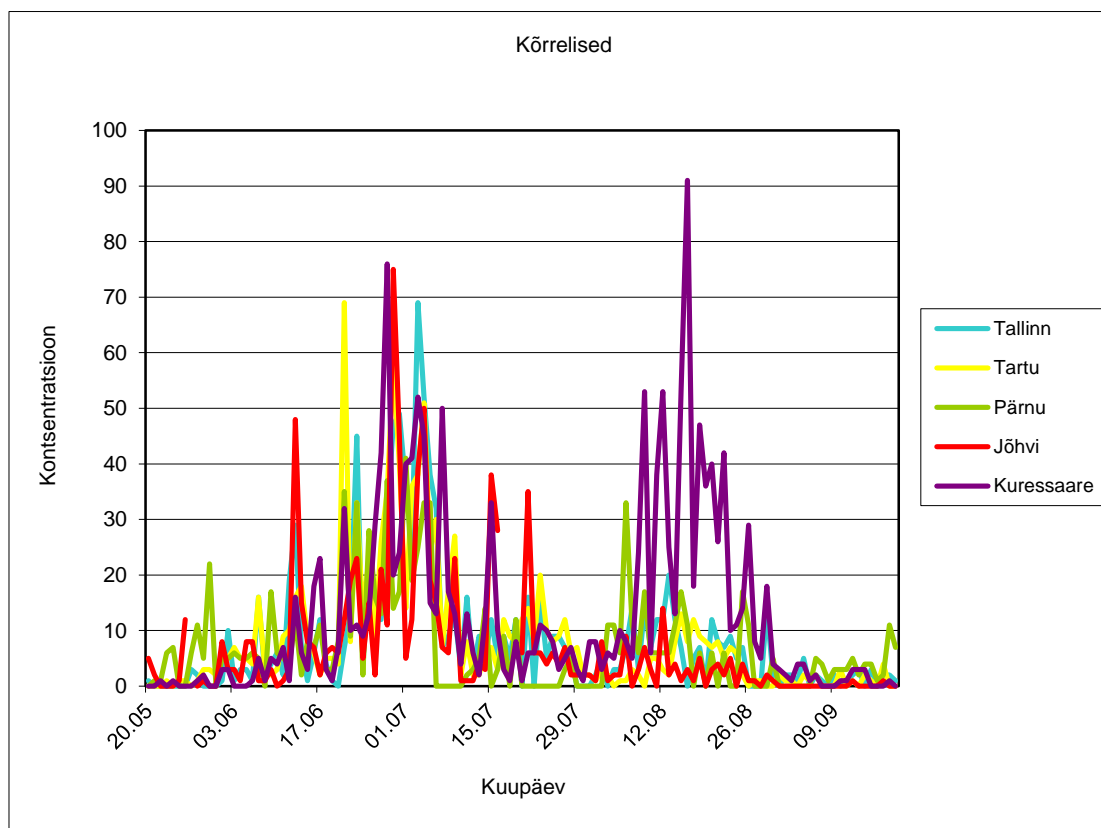
### 6.6.6 Kõrrelised (*Poaceae*)

Kõrrelised (*Poaceae* ehk *Gramineae*) hõlmavad üle 600 perekonna rohkem kui 10000 liigiga. Siia kuuluvad enamasti ühe- ja mitmeaastased rohttaimed, nagu toidukultuurid rukis, nisu, oder, kaer, mais jt., ning söödataimed timut, kerahein, aruhein, aasnurmikas jt. Kõrreliste vart nimetatakse kõrreks, mis koosneb tihedatest paisunud sõlmedest ja õõnsatest sõlmevahedest. Juurekava on peen, koosneb narmasjuurtest.[8]



#### Joonis 132. Kõrreliste õietolm.

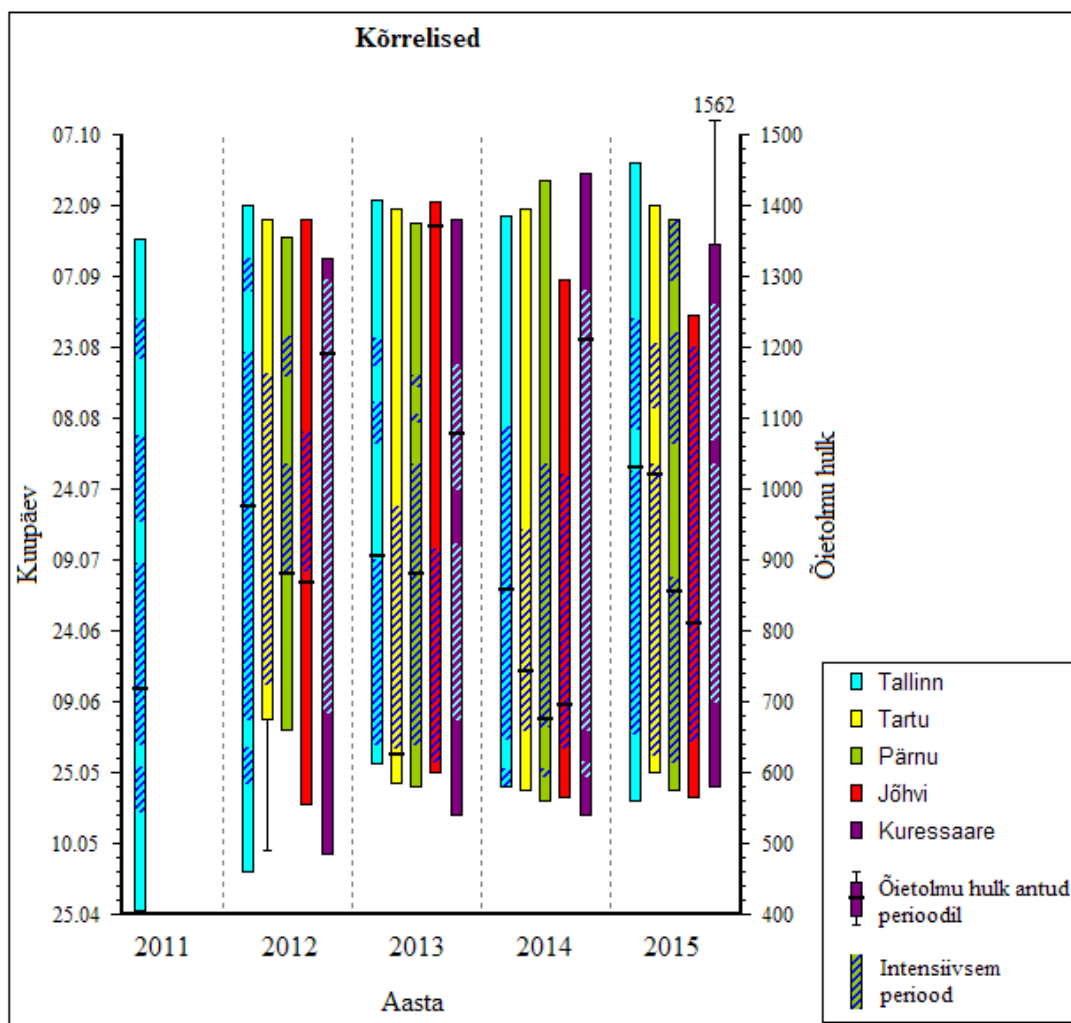
Kõrrelised on tuultolmlejad, suur osa risttolmlejad, näiteks rukis ja mõned on isetolmlejad, näiteks nisu, kaer ja oder.[8]



#### Joonis 133. Kõrreliste õietolmu lugemid (tk/m³/24h).

Esimesed kõrreliste õietolmuterad ilmusid proovidesse juba mai alguses, kuid intensiivsem periood hakkas juuni algusest ja kestis kuni augusti lõpuni, kuigi õietolmu leidus veel septembriski ja üksikuid teri ka oktoobris. Intensiivsema perioodi võib jaotada kaheks kõrgperioodiks, millest esimene kestis juuni keskpaigast juuli keskpaigani ja teine augusti algusest kuni lõpuni. See on tingitud erinevate kõrreliste liikide õitsemisajast. Teisel kõrgperioodil tulevad esile eelkõige Kuressaare seirejaama kontsentratsioonid ja ka aasta kõrgeim kontsentratsioon jääb sinna perioodi (Joonis 17).

Kontsentratsiooni “Kõrge” (> 30) ületasid Tallinna seirejaamas üheksa ööpäeva tulemused, millest kõik jäid esimesse kõrgperiood. Suurim kontsentratsioon oli 69 (03.07). Tartus ületati “Kõrge” kontsentratsioon kaheksal korral, millest kõik jäid samuti esimesse kõrgperioodi. Suurim kontsentratsioon oli 69 (21.06). Pärnus ületati kontsentratsioon “Kõrge” seitsmel korral, millest üks jääb teise kõrgperioodi. Suurim kontsentratsioon oli 41 (01.07).

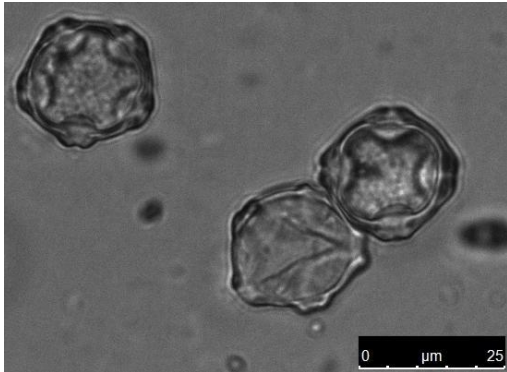


**Joonis 134. Kõrreliste õietolmu esinemine läbi aastate.**

Võrreldes tänavusega on varasematel aastatel pilt üsna sarnane. Kõrghooaeg jaguneb samuti kaheks, millest esimene kestab juunist juuli keskpaigani ja teine on augustis, milles rohkem esile tulevad just Kuressaare kontsentratsioonid. Välja võiks tuua veel, et kõrreliste õietolmu koguhulk üldiselt on aastast aastasse kasvanud. Tallinnas ja Tartus on see varasemalt olnud alla tuhande, kuid tänavu oli

see üle tuhande õietolmutera. Kuressaares oli see esmakordselt üle tuhandeviiesaja. Pärnus on see olnud üsna stabiilselt üle kaheksasaja, vaid möödunud aastal oli see hulk natuke alla seitsmesaja. Vaid Jõhvis oli see kõrgeim 2013. aastal – natuke alla tuhandeneljasaja. Teistel aastatel on see olnud kaheksasaja ümber.

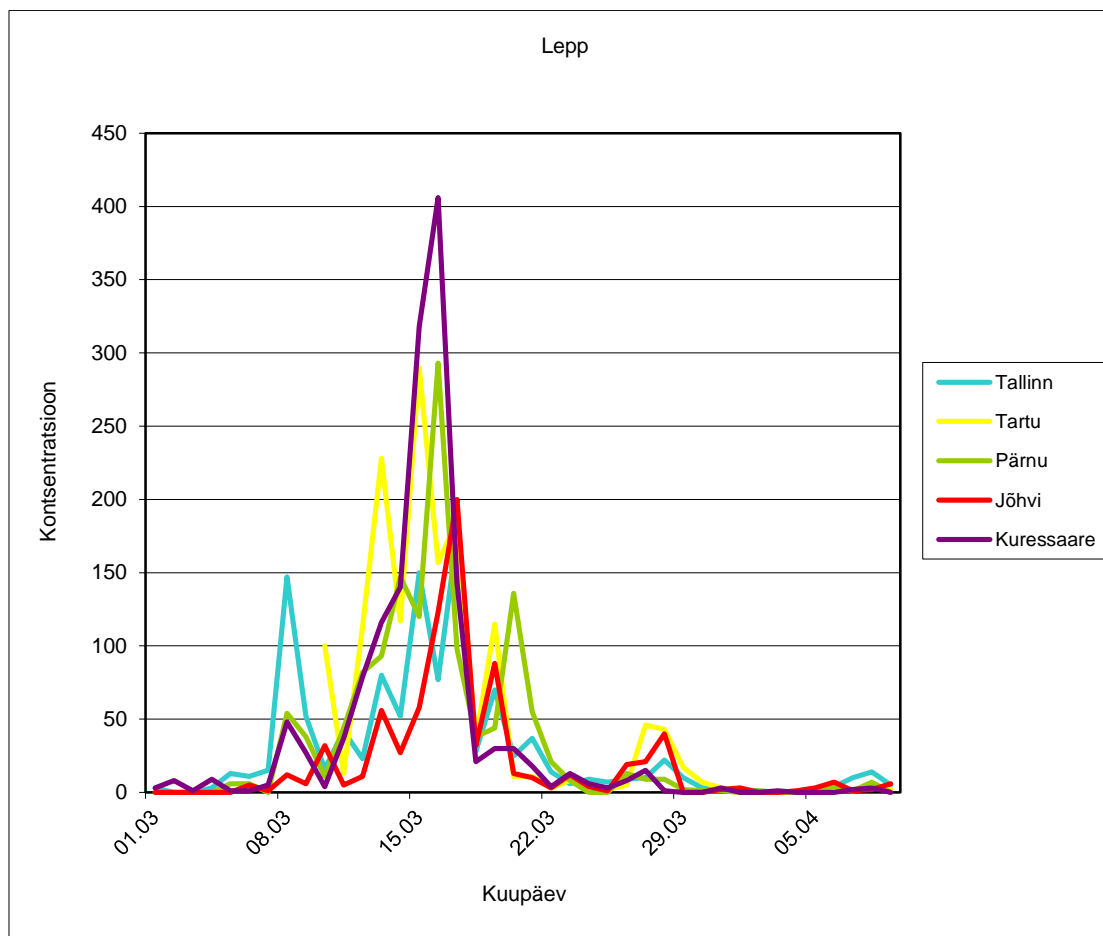
### 6.6.7 Lepp (*Alnus*)



**Joonis 135. Lepa õietolm.**

Mitmeaastane heitlehine lehtpuu või kõrge põõsas. Ühekojaline. Kõrgus harilikult 15 m, harva kuni 25 m, jämedat tüve ei moodusta. Saab 50-70 (harva 150) a. vanaks. Kasvab nii Euroopas, Aasias kui ka Põhja-Ameerikas. Eestis on tavaline puuliik, vähem leidub teda saartel. Harilikult alumises puurindes kuuse-segametsades või võsastikena metsaservadel, endistel põldudel, veekogude kallastel ja puisniitudel. Mullastiku suhtes sanglepast vähem nõudlik, eelistab viljakat saviliiv- või liivsavimulda, kuid kasvab ka soostuvatel muldadel. Seisvat põhjavett talub sanglepast paremini. Võrdlemisi varjutaluv. Lepp õitseb varakevadel märtsis või aprillis, umbes nädal enne sanglepa õitsemist. Tuultolmleja. [7]

Lepal esineb sageli ka ristuv allergia kase ja sarapuu õietolmuga. Inimesed, kes on väga tundlikud kase õietolmu suhtes, on sageli allergilised ka lepa õietolmule. Lepp on tugev allergeen ning tema õietolmule on kehtestatud künnisväärtused – alates kontsentratsioonist 10 tk/m<sup>3</sup>/24h loetakse taset „keskmiseks“ ning alates 100 tk/m<sup>3</sup>/24h „kõrgeks“. [3][5]

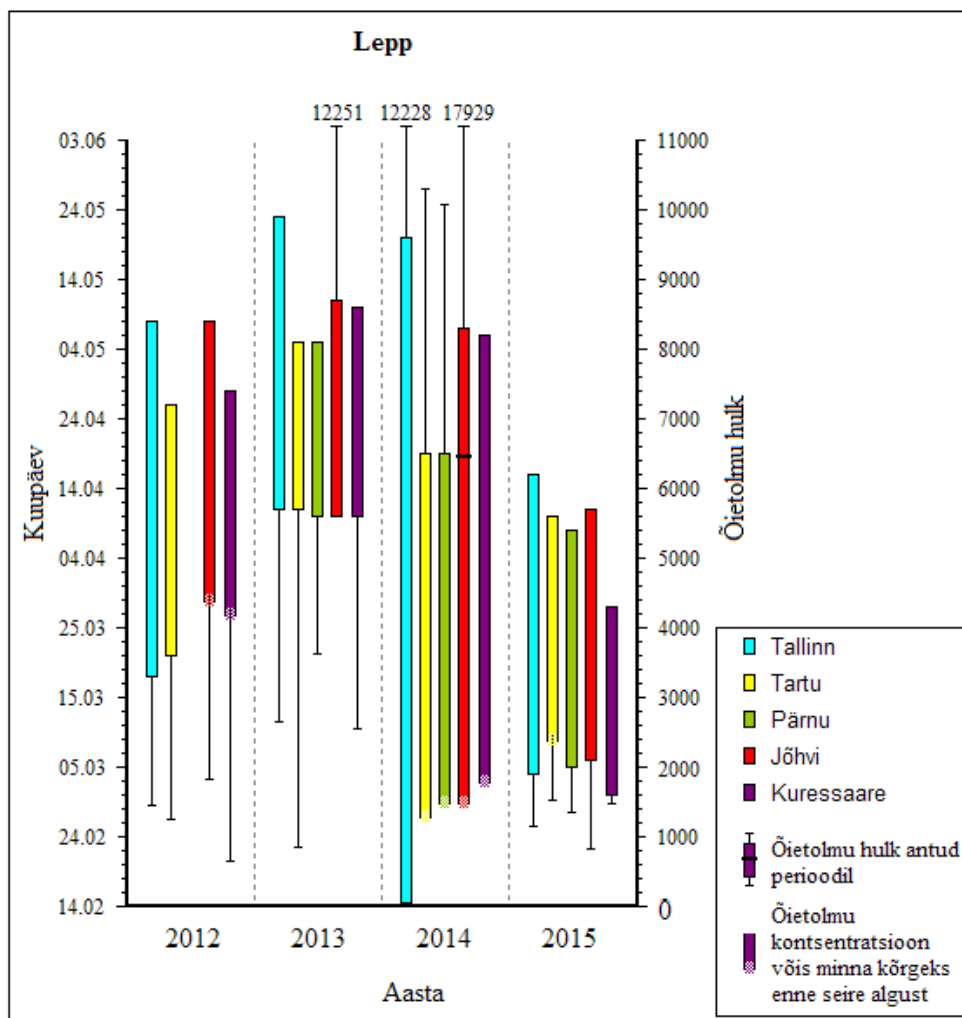


### Joonis 136. Lepa õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Lepa õietolmu hakkas esinema proovides kohe seireperioodi alguses. Kuressaares leidis seda kohe esimesel märtsil, Pärnus viiendast ja Jõhvis kuuendast märtsist. Tartus hakkas seire 10. märtsil ja esimeses proovis oli kontsentratsioon juba 100 tk/m<sup>3</sup>/24h, seega seal jäi õitsemisperioodi algus registreerimata. Tallinnas, kus võeti proove veebruari algusest, registreeriti esimene lepa õietolmutera 25. veebruaril. Keskmine kontsentratsioon saavutati Tallinnas 5. märtsil ning Pärnus, Jõhvis ja Kuressaares 8. märtsil. Intensiivsemaks perioodiks võiks lugeda märtsi algusest kuni aprilli esimese kolmandikuni. Kontsentratsiooni "kõrge" esines Tartus kaheksal korral (mis registreeriti), suurima tulemusega 290 (15.03), Kuressaares viiel korral, suurima tulemusega 406 (16.03), Pärnus neljal korral, kõrgeima tulemusega 293 (16.03), Tallinnas kolmel korral, suurima tulemusega 175 (17.03) ja Jõhvis kahel korral, suurima tulemusega 200 tk/m<sup>3</sup>/24h (17.03).

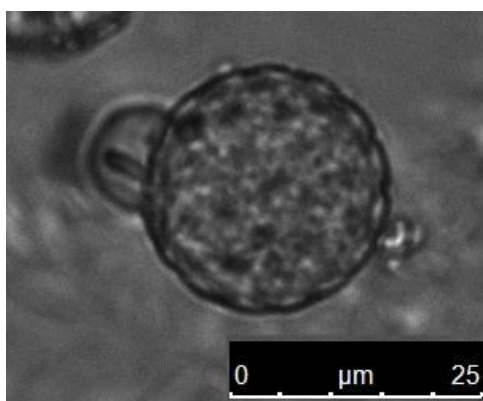
Möödunud aastal hakkas lepp õitsema juba veebruaris ja seega jäi intensiivsema perioodi algus registreerimata. Tallinnas, kus seire hakkas veebruarist registreeriti esimene "keskmine" kontsentratsioon .9 veebruaril ja esimene "kõrge" kontsentratsioon 25. veebruaril. Olgugi, et teistes jaamades algust ei registreeritud, oli möödunud aastal lepa õietolmu üle kümne korra rohkem kui tänavu. 2013. aastal algas intensiivsem lepa õitsemisperiood 10. aprilli paiku ja lõppes umbes 10. mail. Ka siis olid loetud õietolmu kogused suuremad, välja arvatud Tartus, võrreldes tänavusega. 2012. aastal oli intensiivsem õitsemisperiood märtsi viimasest kolmandikust kuni aprilli teise kolmandikuni.





Joonis 137. Lepa õietolmu esinemine läbi aastate.

### 6.6.8 Maltsalised (*Chenopodiaceae*)



Joonis 138. Maltsaliste õietolm.

Maltsalised on üheaastased ühekojalised rohttaimed kõrgusega 0,1...1,5 m. Kosmopoliitse levikuga, esinevad kogu maailmas. Eestis kõikjal väga sage, kasvades umbrohuna aedades, põldudel, elamute

ümbruses, teeservadel, prahipaikadel. Peamiselt rohke inimõjuga kohtadel, kuid ka mererannal ja veekogude kallastel. Pinnase suhtes vähenõudlik. Õitseb juulist septembrini.[7]

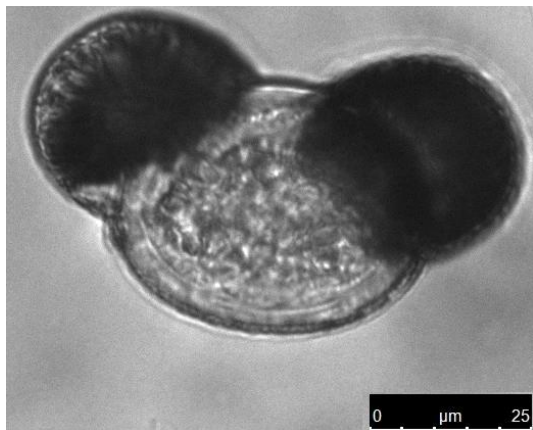
Malts on nõrk allergeen, millele ei ole künnisväärtusi välja pakutud .[1]

Maltsaliste õietolmu esines proovides juuli algusest kuni augusti lõpuni. Kuna enamasti esineb üksikute teradena, siis on intensiivsemat perioodi raske välja tuua. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Jõhvis 5 (11.08), Kuressaares 4 (11.08), Tallinnas 3 (04.08), Tartus 3 (07.08) ja Jõhvis 2 tk/m<sup>3</sup>/24h (15.09 ja 17.09).

Eelmiste aastatega võrreldes on pilt suhteliselt sarnane. Välja võiks tuua, et varasematel aastatel on maltsaliste õietolmu kokku olnud veidi rohkem kui tänavu. 2012. aastal hakati osades seirejaamades maltsaliste õietolmu lugema eraldi parameetrina alles poole aasta pealt.

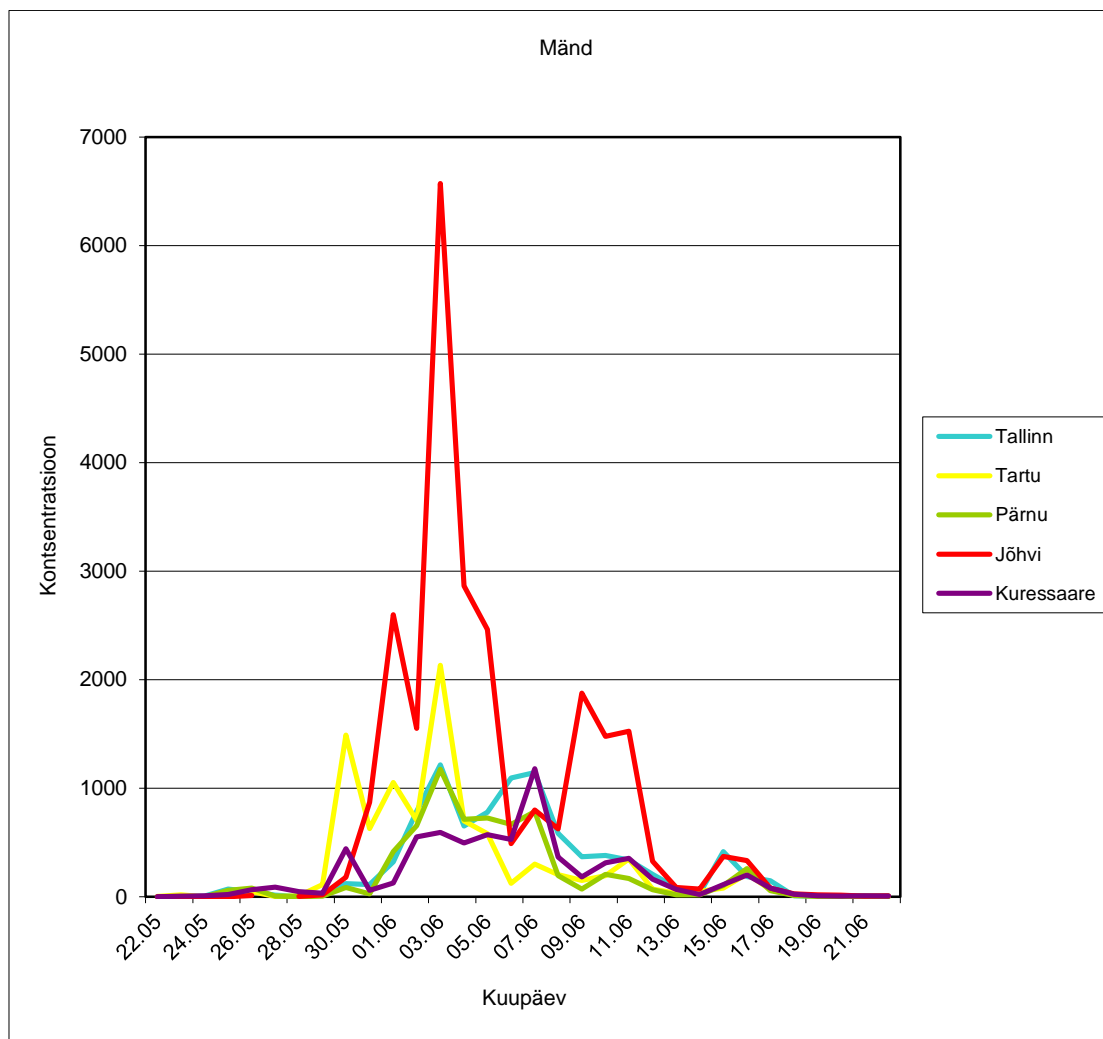
### 6.6.9 Mänd (*Pinus*)

Mänd on kuni 40 (50) m kõrgune igihaljas okaspuu. Vanus võib olla 300-400 (kuni 600) aastat. Ühekojaline. Levila hõlmab laiad alad Euroopas ja Aasias, ka kõige põhjapoolsemad piirkonnad. Eestis väga sage, kõige tavalisem metsapuu. Leplik liigniiskuse ja ka niiskusepuuduse suhtes, kasvades nii kuivades nõmmemetsades kui rabades. Mullaviljakuse ja temperatuuri suhtes samuti vähenõudlik. Levikut piiravaks teguriks on vaid valgusnõudlikkus. Tolmleb kevad-suvel, aga seemnealgmed viljastuvad alles aasta pärast ning emaskäbid valmivad teise aasta sügisel. Tuultolmleja. [7]



#### Joonis 139. Männi õietolm.

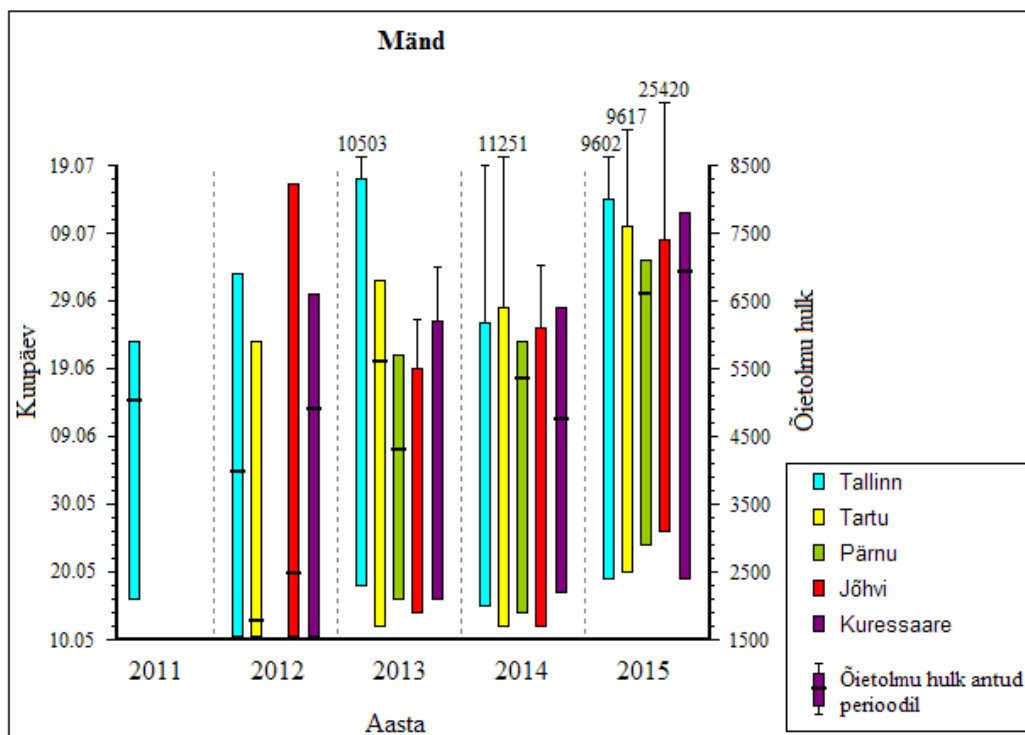
Tolmlemine toimub tavaliselt mai lõpus ja juuni alguses, kuid pole ka harvad juhused, kui õietolmu leidub hiljemgi. Nõrk allergeen.[1]



### Joonis 140. Mäni õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

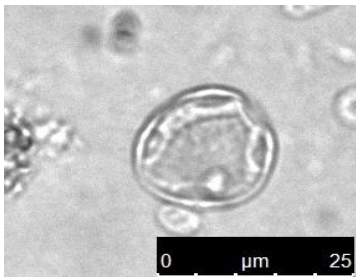
Üksikuid mäni õietolmuterasid leiti proovidest terve seireperioodi vältel, kuid intensiivsem periood hakkas 20. maist ja kestis kuni 7. juulini. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid neljas seirejaamas ühel päeval – 3. juunil. Tallinnas oli selleks 1216, Tartus 2132, Pärnus 1175 ja Jõhvis 6571 tk/m<sup>3</sup>/24h. Kuressaares oli kõrgeim kontsentratsioon 7. juunil 1181 tk/m<sup>3</sup>/24h.

Kahel eelnevatel aastal on intensiivsem periood alanud veidi varem, umbes mai keskpaigast ja kestnud umbes juuni keskpaigani. 2012. aastal tekkis rohkem mäni õietolmu alates 10. maist ja intensiivsem periood kestis kuni juuni lõpuni. 2011. Tallinna proovides oli mäni õietolmu intensiivsemalt 19. maist kuni 23. juunini. Koguselt on olnud mäni õietolmu keskelt läbi kolmel viimasel aastal umbes 5000 – 9000 ning ka maksimumid on olnud enamasti üle 1000. Erandina võiks välja tuua möödunud aasta Tartu kõrgeima kontsentratsiooni, milleks oli 5134 tk/m<sup>3</sup>/24h (23.05.2014) ja tänavuse Jõhvis leidunud mäni õietolmu koguarvu, milleks on 25462 õietolmutera ja ka kõrgeim päevane kontsentratsioon oli palju suurem nagu eelnevalt välja toodud.. 2012. aastal oli mäni õietolmu vähem. Koguarvud jäid 1000 ja 5000 vahele ning suurim kontsentratsioon oli Kuressaares 656 tk/m<sup>3</sup>/24h (03.06.2012). 2011. aastal oli Tallinna proovides kokku 5192 õietolmutera ja kõrgeim kontsentratsioon 801 tk/m<sup>3</sup>/24h (01.06.2011).



Joonis 141. Mäni õietolmu esinemine läbi aastate.

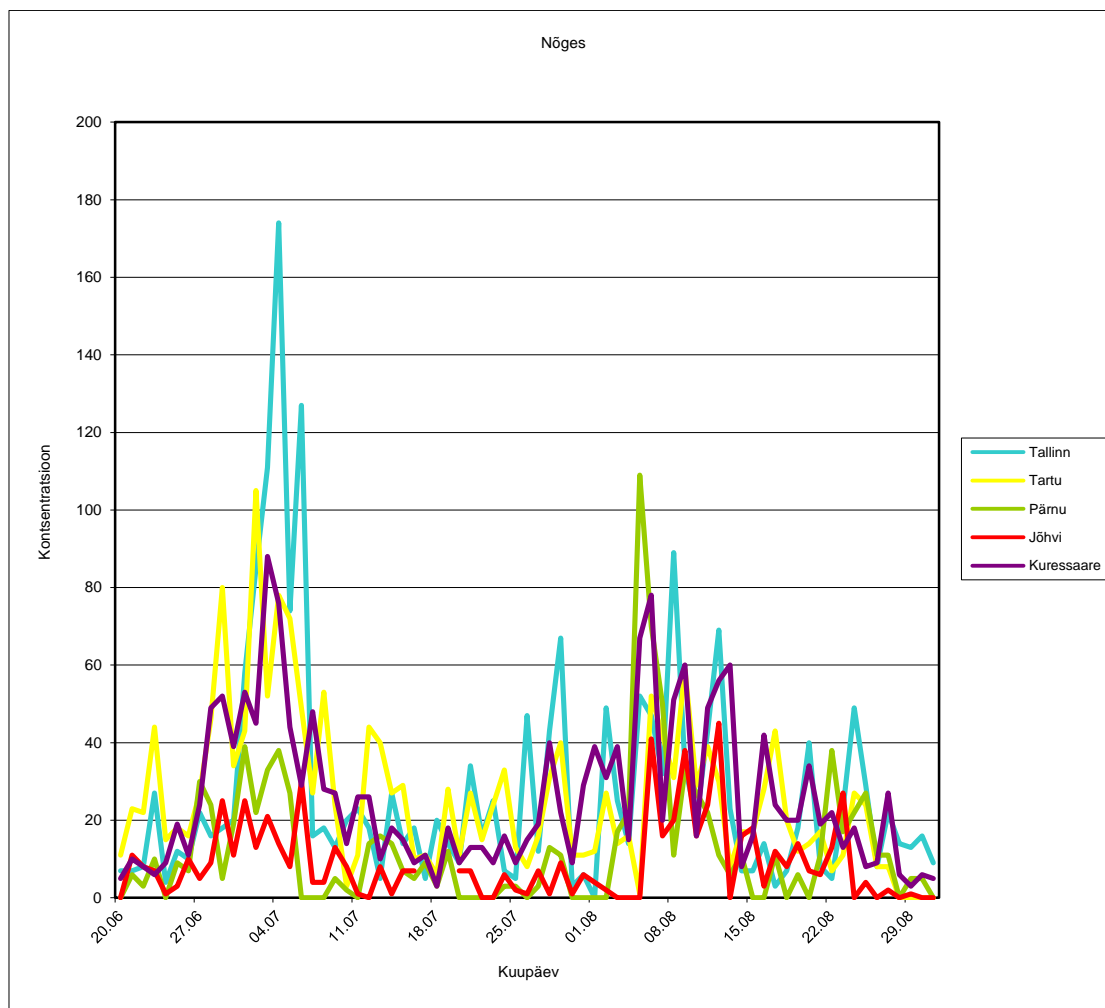
### 6.6.10 Nõges (*Urtica*)



Joonis 142. Nõgese õietolm.

Nõges on väga laia levilaga: kasvab ulatuslikel aladel nii Euroopas kui Aasais, tulnukana jõudnud ka Põhja- ja Lõuna-Ameerikasse ning Austraaliasse. Eestis kõikjal väga sage. Kasvab huumusrikastes metsades: salu-, laane-, lammi- ja lodumetsas, eriti kuusikutes, lepikutes ja pankranniku aluse metsades, parkides, sageli elamute ümbruses, aedades umbrohuna, varemets, jäätmaadel. Esineb ka jõekallastel ja mererannal. Õitseb juunist septembrini.[7]



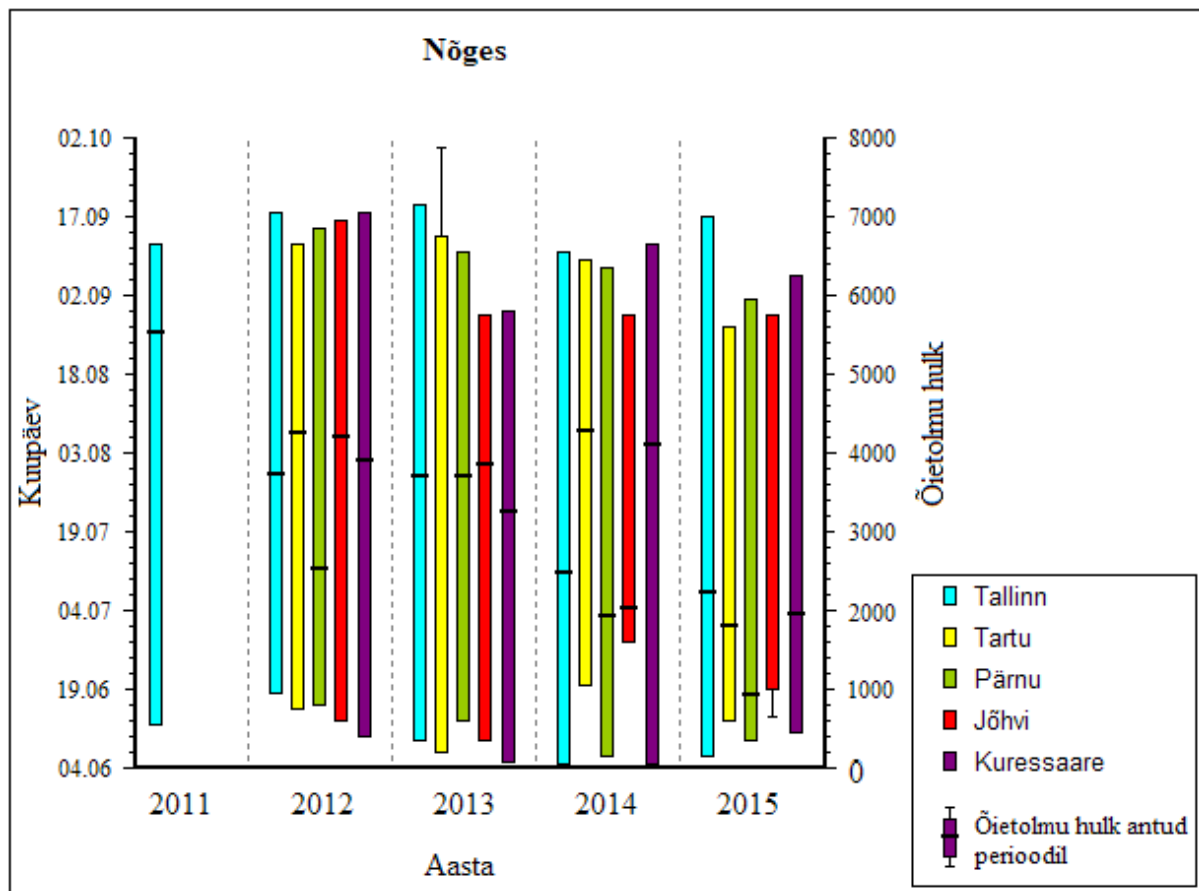


### Joonis 143. Nõgese õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Nõges on nõrk allergeen. Künnisväärtusi ei ole nõgese suhtes välja pakutud.[1]

Esimesed nõgese õietolmuterad ilmusid Tallinna ja Pärnu proovidesse 2. juunil, kuid intensiivsema perioodi alguseks võib lugeda juuni keskpaika. Periood kestis kuni augusti lõpuni, kuid üksikuid terasid leidis veel septembri proovideski. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Tallinnas 174 (04.07), Tartus 105 (02.07), Pärnus 109 (05.08), Jõhvis 45 (12.08) ja Kuressaares 88 tk/m<sup>3</sup>/24h (03.07).

Võrreldes varasemate aastatega jäid tänavused loetud nõgese õietolmuhulgad kõige tagasihoidlikumaks. Intensiivsema õietolmu esinemisperiood on ka varasematel aastatel üsna sarnane, erandiks on vaid möödunud aasta, mil see hakkas juuli alguses ja lõppes septembri alguses.

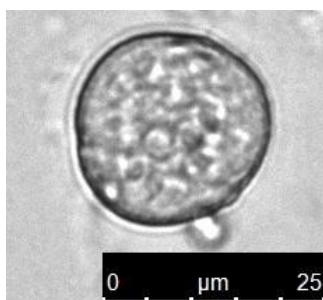


**Joonis 144. Nõgese õietolmu esinemine läbi aastate.**

### 6.6.11 Oblikas (*Rumex*)

Levinud peaaegu kogu Euroopas ja Aasias ning laialdaselt Põhja-Ameerikas ja Gröönimaal. Eestis tavaline. Kasvab päris- ja looniitudel, kuid ka ranna- ja lamminiitudel, teeservadel, põõsastikes. Põhilised liigid on hapu oblikas, mis õitseb maist juulini ja väike oblikas, mis õitseb mai lõpust augustini. [7]

Nõrk allergeen. Künnisväärtusi ei ole oblika suhtes välja pakutud.[1]

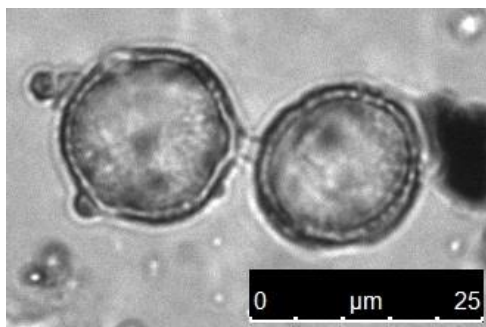


**Joonis 145. Oblika õietolm.**

Esimesed oblika õietolmuterad ilmusid Jõhvi proovidesse 10. mail. Sagedamini esines seda perioodil mai lõpust kuni augusti keskpaigani. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Tallinnas 14 (03.07), Tartus 7 (28.07), Pärnus 6 (10.06, 04.07, 03.08 ja 05.08), Jõhvis 10 (03.07) ja Kuressaares 6 tk/m<sup>3</sup>/24h (13.06).

2014. aasta oli oblika õietolmu esinemise poolest väga sarnane tänavusele. 2013. aasta oli suhteliselt sarnane. Vaid Jõhvi ja Kuressaare tulemused olid umbes kaks korda kõrgemad. Seevastu 2012. aastal esines oblika õietolmu märgatavalt rohkem proovides. Kõikide seirejaamade tulemuste summad olid umbes kaks korda suuremad, välja arvatud Tartu, kus oli sama palju õietolmu kui tänavu. 2011. aasta Tallinna tulemused jäävad tänavustest veel tagasihoidlikumaks ja oblika õietolmu nähti proovis esmakordselt alles 2. juulil 2011.

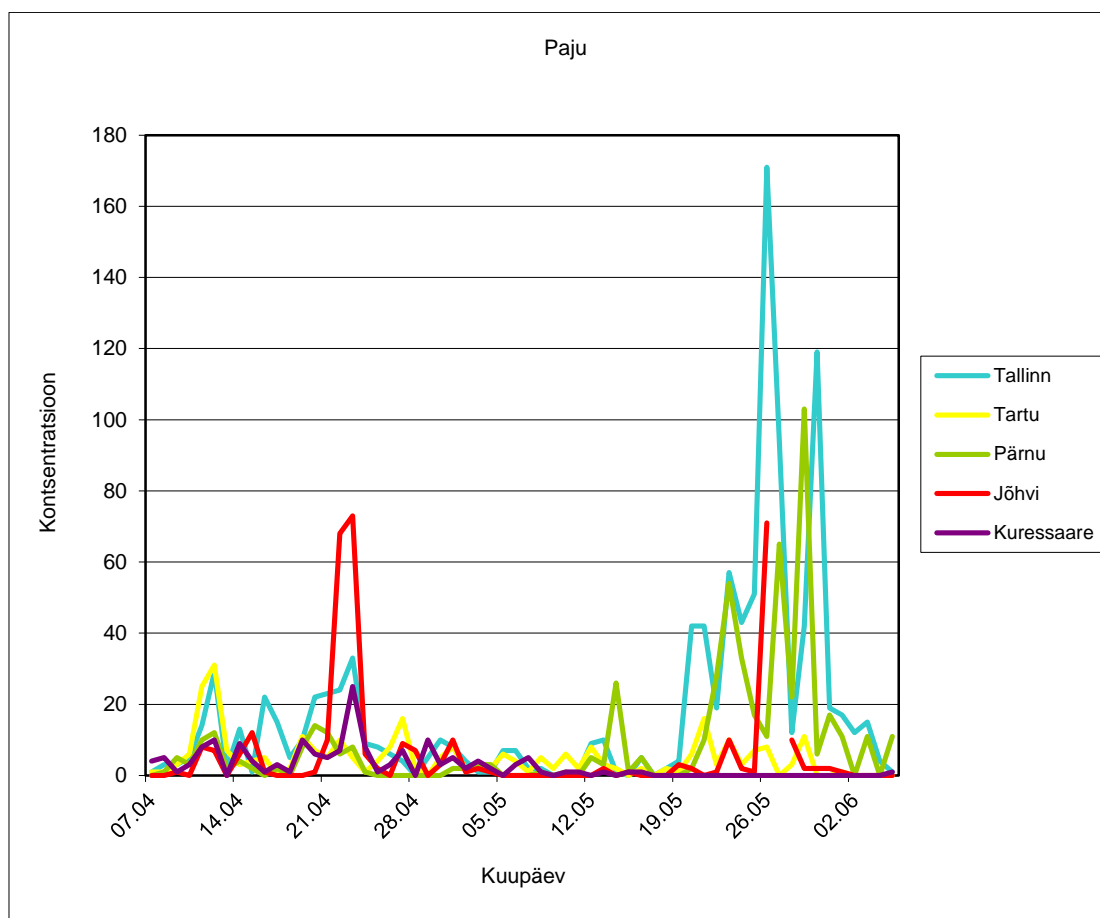
### 6.6.12 Paju (*Salix*)



#### Joonis 146. Paju õietolm.

Perekond paju kuulub sugukonda pajulised. Perekonnas on liigid kõrgetest puudest kuni kääbuspõõsasteni. Heitlehised, kahekojalised, mitmeaastased. Levinud kõikides maailmajagudes peale Austraalia, eriti Ida-Aasias, valdavalt parasvöötmes. Perekonnas üle 300 liigi, Eestis kasvab looduslikult 20. Kõikjal sagedad. Valguslembesed. Paljud liigid taluvad väga hästi kevadisi üleujutusi. Teised on kuivemate kasvukohtade taimed, pöõsa- või puurindes okaspuu-, lehtpuu- ja segametsades. Mullastiku suhtes on enamik liike vähenõudlikud. Külmakindlad. Enamik pajusid on putuktolmlejad. [7]

Paju õitseb aprillis-mais. Nõrk allergeen, ristuv allergia võib tekkida papli ja haavaga. Künnisväärtusi ei ole paju suhtes välja pakutud.[1]



**Joonis 147. Paju õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

Paju õietolmuterad ilmusid proovidesse juba märtsi teises pooles, esimest nähti 15. märtsil Kuressaare seirejaamas. Intensiivsemaid perioode on kaks. Esimene algas umbes 8. aprilli paiku ja kestis kuni mai alguseni. Teine algas mai keskpaigast ja kestis kuni 5. juunini. Kõrgeimad tulemused esimesel perioodil olid Tallinnas 24 (22.04), Tartus 31 (12.04), Pärnus 14 (20.04), Jõhvis 73 (23.04) ja Kuressaares 25. tk/m<sup>3</sup>/24h (23.04). Teisel perioodil olid kõrgeimateks kontsentratsioonideks Tallinnas 171 (26.05), Tartus 16 (21.05), Pärnus 103 (29.05) ja Jõhvis 71 tk/m<sup>3</sup>/24h (26.05). Kuressaares oli kõige vähem paju õietolmu ja seal teist intensiivsemat perioodi ei olnudki.

Möödunud aastal oli esimene intensiivsem periood ajaliselt sarnane tänavusele, kuid teine periood oli veidi varem – 10.05 – 28.05.2014. Paju õietolmu oli möödunud aastal rohkem. Tallinnas ja Pärnus veidi enam, kuid Tartus, Jõhvis ja Kuressaares umbes kaks korda rohkem.

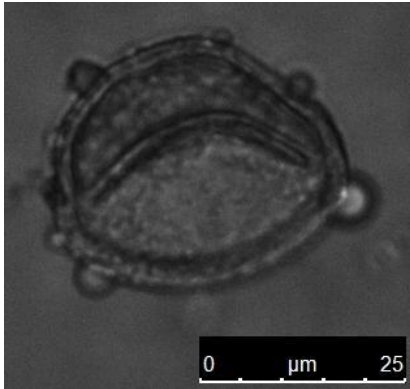
2013. aastal hakkas paju õitsema hiljem ja kaks intensiivsemat perioodi olid üsna lähestikku. Esimene hakkas aprilli lõpus ja teine lõppes mai lõpus. Õietolmu hulk oli suhteliselt sarnane - Tallinnas, Pärnus ja Kuressaares oli vähem, Tartus rohkem ja Jõhvis veidi rohkem.

2012. aastal hakkas intensiivsem periood samuti hiljem – umbes 20. aprilli paiku. Teine intensiivsem periood oli mai keskpaigast kuni lõpuni. Ka Kuressaare tulemustes eristub teine intensiivsem periood, mis oli 10.- 20. maini. Loetud õietolmuterade koguarvult olid Tartu, Jõhvi ja Kuressaare suuremad kui tänavused. Tallinna tulemused olid umbes poole madalamad.



22.04.2011 kui Tallinnas seiret alustati, oli paju juba õitsema hakanud. Kuid võib öelda, et õitsemine oli tol aastal päris intensiivne. Kõrgeim kontsentratsioon, mis registreeriti 23.05.2011, oli 232 tk/m<sup>3</sup>/24h.

### 6.6.13 Haab ja pappel (*Populus*)

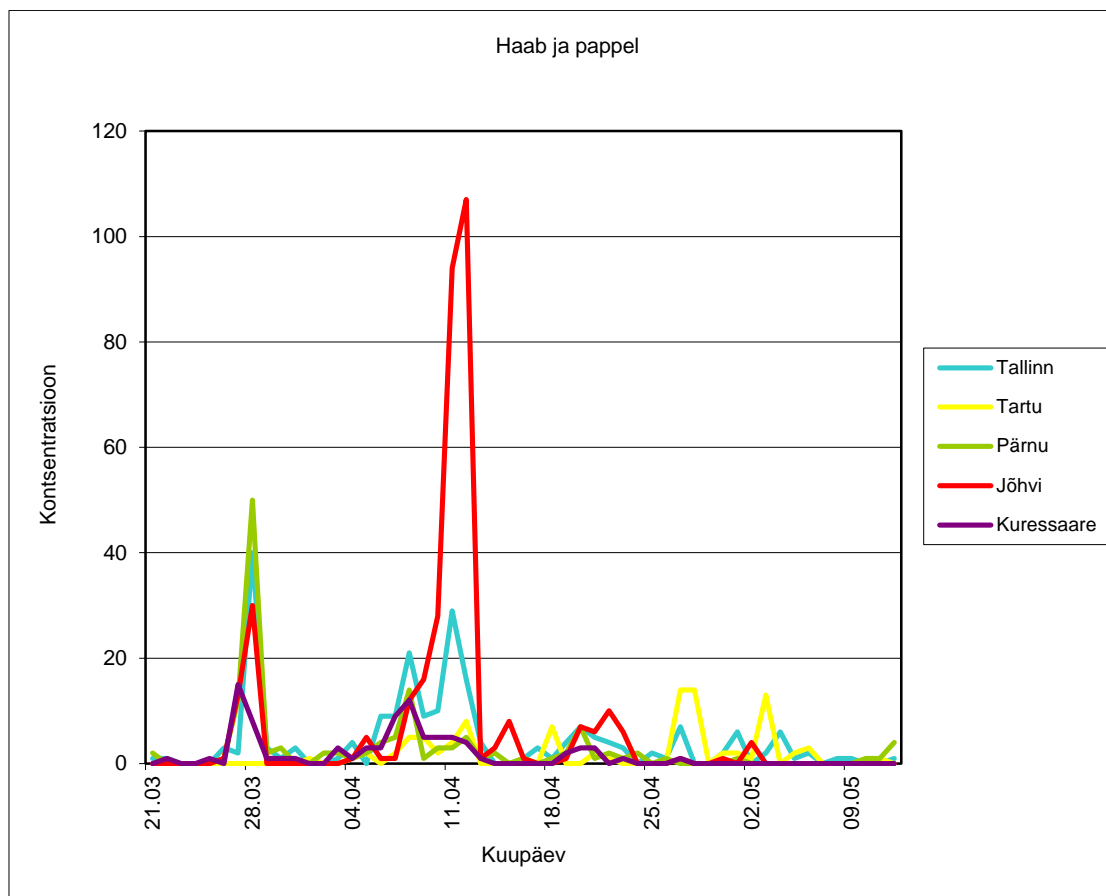


#### Joonis 148. Papli õietolm.

Haab ja pappel on ühe ja sama taimeperekonna esindajad. Need liigid, mis annavad juurevõsu, on haavad. Teisi, enamasti kannuvõsu andvaid liike kutsume papliteks. Kuuluvad pajuliste sugukonda, perekonda pappel.[7]

Haab on mitmeaastane heitlehine lehtpuu, kahekojaline. Kõrgus kuni 30 (36) m, vanus harilikult kuni 100, harva 160 a. Isaspuid on emaspuudest tunduvalt rohkem. Väga laia levilaga: kasvab kõikjal Euroopas ja peaaegu kogu Aasias, ka Põhja-Aafrikas. Eestis sage. Kasvab peamiselt salu- ja lodumetsades, aga ka teiste metsakoosluste servadel. Kliima suhtes on vähenõudlik, täiesti külmakindel. Valgusnõudlik, mistõttu laasub kergesti. Mullastiku suhtes nõudlik, eelistab viljakaid huumusrikkaid muldi. Õitseb enne lehtede puhkemist aprilli lõpus või mai algul.[7]

Pappel on mitmeaastane heitlehine lehtpuu. Kahekojaline. Kõrgus kuni 25-35 m. Lühiealine, ei ela enamasti üle 100 a. Levinud peaaegu kogu Euroopas. Eestis harilik ilupuuna, sageli nii alleede, rivide kui ka üksikpuudena. Külmakindel. Mullastiku suhtes vähenõudlik, kuid eelistab siiski niiskemaid ja viljakamaid muldi. Eriti meelsasti kasvab lammialadel. Valgusnõudlik. Õitseb veidi enne lehtimist, mai algul. Tuultolmleja. [7]



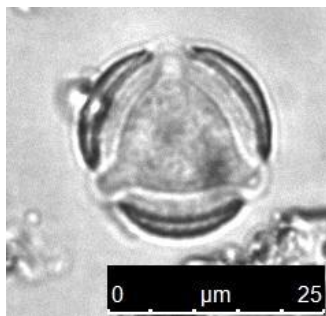
### Joonis 149. Haava ja papli õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Nõrgad allergeenid. Künnisväärtusi ei ole haava ega papli suhtes välja pakutud.[1]

Esimesed papli ja haava õietolmuterad ilmusid proovidesse märtsi teisel poolel. Kontsentratsioonid läksid kõrgemaks 27. – 28. märtsil kõikides jaamades, siis uuesti 6. – 13 aprill ning mingil määral veel 18. aprill kuni 6. mai. Kõrgeimad tulemused olid Tallinnas 40 (28.03), Tartus 14 (27.04 ja 28.04), Pärnus 50 (28.03), Jõhvis 107 (12.04) ja Kuressaares 15 tk/m<sup>3</sup>/24h (27.03).

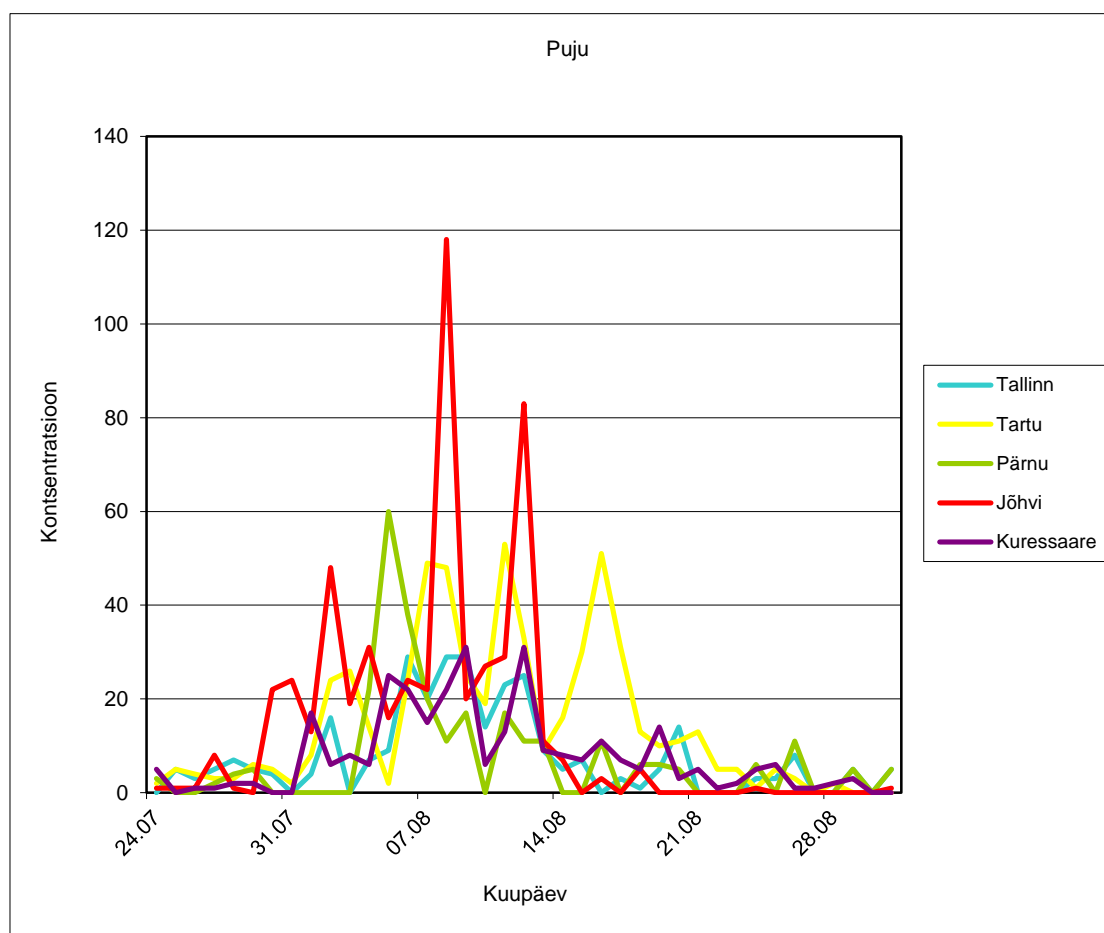
2012 ja 2013 aastal jäi haava ja papli õietolmu kõrgeaeg hiljem – aprilli lõpus ja mai alguses. 2014. aastal algase see sarnaselt tänavusele märtsi lõpus ja kestis kuni mai alguseni. Õietolmu koguse suhtes oli Tallinnas aastal 2012 sarnaselt tänavusele üle kaheksaja õietolmutera. 2013. ja 2014. aastal oli vähem, esimesel alla saja ja teisel üle saja. Tartus oli tänavu veidi alla saja haava ja papli õietolmutera, mis on vähem kui varemalt. 2012. aastal üle neljasaja, 2013 ja 2014 aastal umbes 130 õietolmutera. Pärnus loeti tänavu 140 õietolmutera, mis on rohkem kui kahel eelneval aastal, mil loeti mõlemal aastal veidi üle 50 õietolmutera. Jõhvis on papli ja haava õietolmu iga aasta rohkem olnud võrreldes teiste seirejaamadega. Tänavu loeti üle 350 õietolmutera, mis on sarnane 2013. aasta tulemusele. 2012 oli üle neljasaja ja 2014 veidi üle 200. Kuressaares on kolme viimase aasta jooksul jäänud haava ja papli õietolmu kogused jäänud alla saja. Vaid 2012. aastal oli see kõrgem – üle 250 õietolmutera.

### 6.6.14 Puju (*Artemisia*)



#### Joonis 150. Puju õietolm.

Puju on mitmeaastane taim üheaastaste puituvate vartega. Ühekojaline. Kõrgus 0,5-1,5 (2) m. Levinud peaaegu kogu Euroopas, Lääne- ja Ida-Siberis, Väike-Aasia põhjaosas ning Põhja-Ameerikas. Eestis kõikjal sage. Kasvab peamiselt inimasustuse läheduses, linnades majahoovidel, maal taluüvedes, teeservadel, müüripragudes, varemetes, prahipaikadel, ka põllul umbrohuna, vahel lagedamal pärisniidul ja rannavallidel, rannaniitudel. Harilik puju õitseb juulis ja augustis ning põldpuju juulist septembrini. Puju on tuultolmleja.[7]

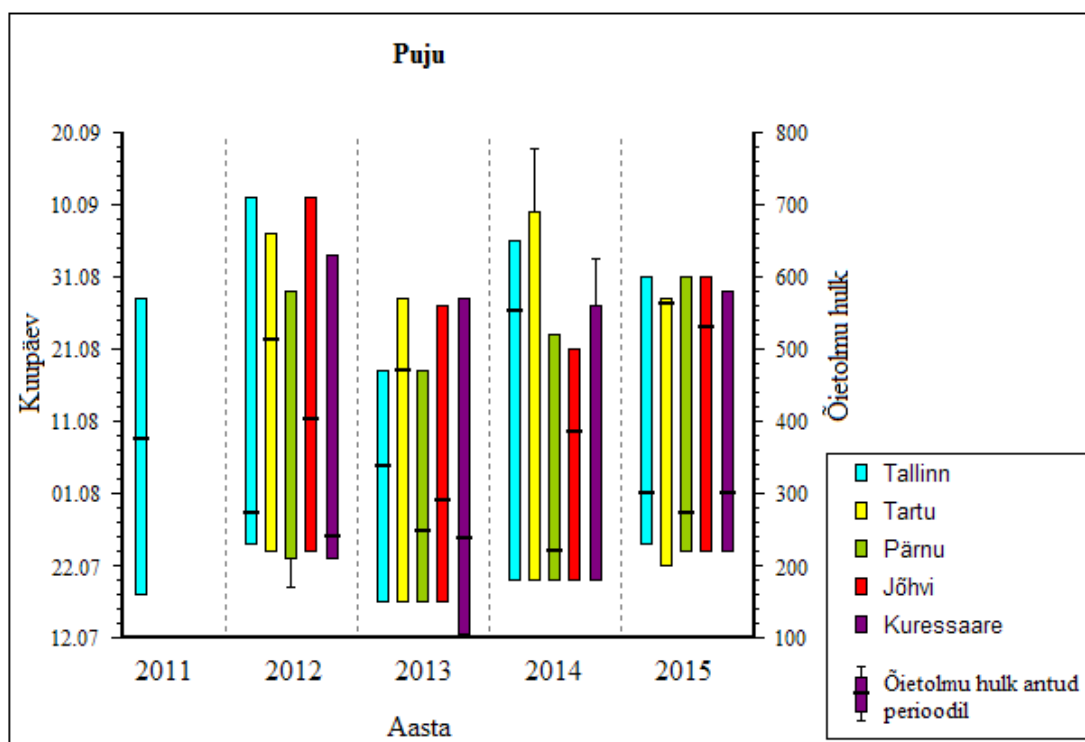


#### Joonis 151. Puju õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Puju on tugev allergeen. Juba alates õietolmu kontsentratsioonist 30 tk/m<sup>3</sup>/24h ilmnevad allergianähud kõigil inimestel, kes on õietolmu suhtes tundlikud.[1]

Esimesed puju õietolmuterad ilmusid proovidesse 20. juulil Tallinnas ja teistes jaamades järgnevatel päevadel. Kõrghooaeg algas 27. juulil ja kestis kuni 21. augustini, kuid üksikuid puju õietolmuteri leidus proovides kuni oktoobri kuuni. Künnisväärtust “kõrge”(>30 tk/m<sup>3</sup>/24h) Tallinna kontsentratsioonid ei ületanudki, kõrgeimaks tulemuseks jäi 29 tk/m<sup>3</sup>/24h (06.08, 08.08 ja 09.08). Tartus ületati kontsentratsiooni “kõrge” kuuel korral suurima tulemusega 53 (11.08), Pärnus kahel korral suurima tulemusega 60 (05.08), Jõhvis neljal korral suurima tulemusega 118 (08.08) ja Kuressaares kahel korral suurima tulemusega 31 tk/m<sup>3</sup>/24h (09.08 ja 12.08).

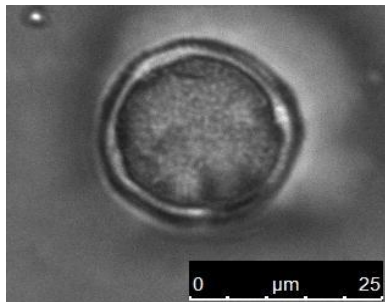
Varasematel aastatel on puju õietolmu kõrgaeg hakanud umbes nädala võrra varem, kui välja jätta 2012. aasta, mil see hakkas samal ajal kui tänavu. Õietolmu hulga suhtes on puju olnud läbi aastate suhteliselt sarnane. Erandina võiks välja tuua möödunud aasta Tallinna ja Kuressaare hulga, mis oli umbes kaks korda kõrgem kui teistel aastatel.



Joonis 152. Paju õietolmu esinemine läbi aastate.



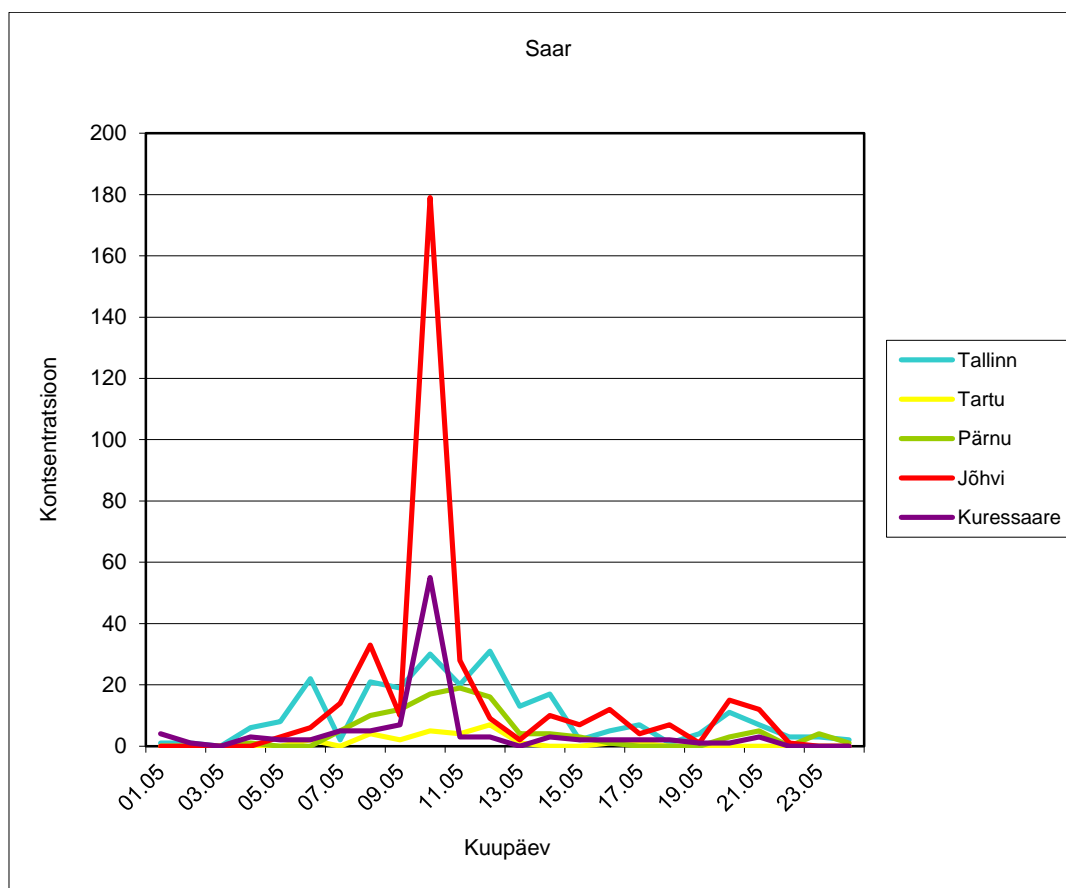
### 6.6.15 Saar (*Fraxinus*)



#### Joonis 153. Saare õietolm.

Mitmeaastane heitlehine lehtpuu. Esineb laial alal Euroopas ja Aasia lääneosas. Eestis tavaline, enam Lõuna- ja Kesk-Eestis. Tavaliselt kasvab ülemises puurindes laialehistes metsades, salumetsas, lammimetsas, lodumetsas, puisniidul, sooniidul. Mullaviljakuse suhtes nõudlik. Soojalembene, eriti tundlik kevadiste hiliskülmade suhtes. Valgusnõudlik, kuid noorena võib kasvada ka teiste liikide varjus. Õitseb mai keskel enne lehtede puhkemist. Tuultolmleja.[7]

Saar on nõrk allergeen. Künnisväärtusi ei ole saare suhtes välja pakutud.[1]

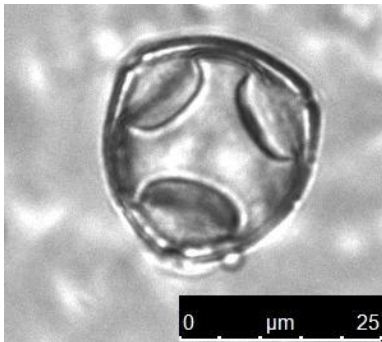


#### Joonis 154. Saare õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Esimesed saare õietolmuterad ilmuseid Pärnu ja Kuressaare proovidesse 12. aprillil. Intensiivsem periood hakkas umbes 5. maist ja kestis umbes 21. maini. Suurimad ööpäevased kontsentratsioonid olid Tallinnas 31 (12.05), Tarus 7 (12.05), Pärnus 19 (11.05), Jõhvis 179 (10.05) ja Kuressaares 55 tk/m<sup>3</sup>/24h (10.05).

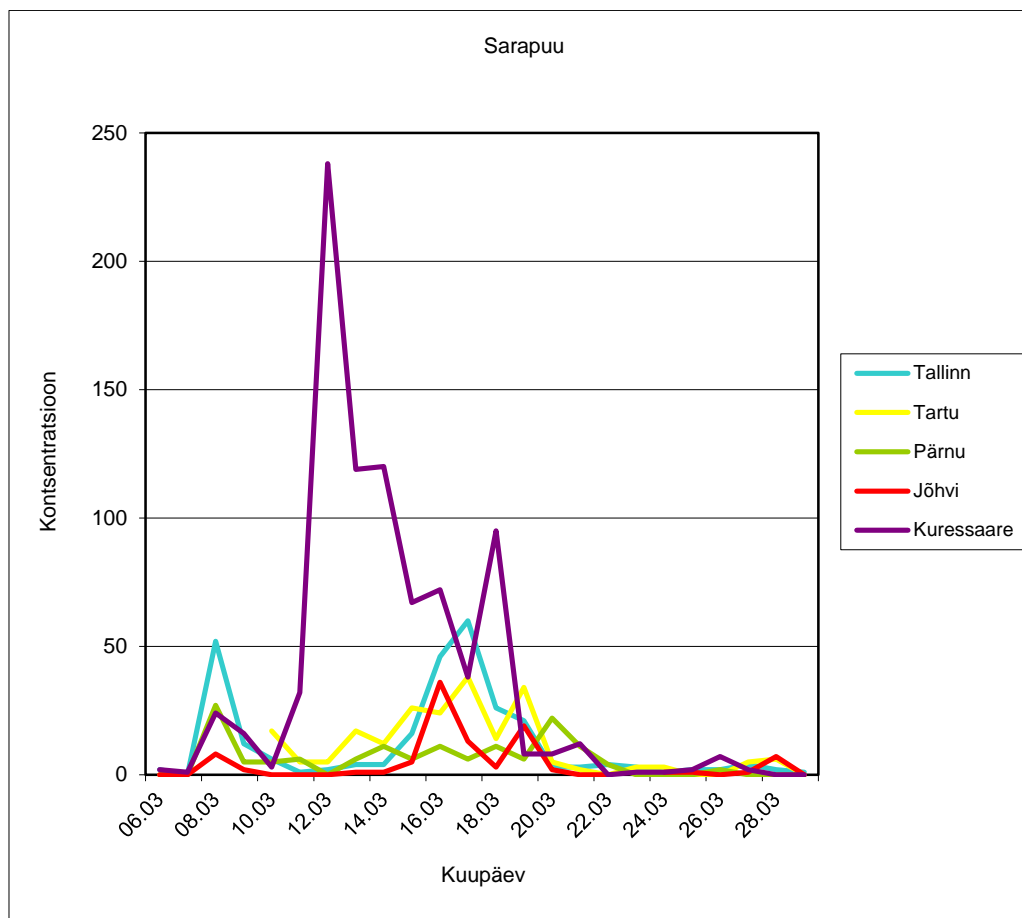
Möödunud aastal oli saare õietolmu intensiivsem periood varem, hakkas juba aprilli lõpus. Tarus ja Kuressaares oli õietolmu kogus märksa kõrgem kui tänavu, teistes jaamades oli suhteliselt sarnane. 2013. aastal oli intensiivsem saare õietolmu esinemisperiood sarnane tänavusele. Õietolmu hulk oli kõikides jaamades väiksem, välja arvatud Kuressaares, kus see oli veidi suurem. 2012. aastal hakkas intensiivsem periood Tallinnas hiljem, Pärnus ja Jõhvis umbes samal ajal ning Kuressaares varem kui tänavu. Tartus tol aastal saare õietolmu praktiliselt ei leidunudki. Ka Tallinna ja Pärnu seirejaamas oli selle kogus märksa madalam, Jõhvis umbes sama ja Kuressaares märksa kõrgem. 2011. aastal hakkas Tallinnas intensiivsem periood veidi hiljem ja lõppes umbes samal ajal. Õietolmu hulk oli kaks korda madalam.

#### 6.6.16 Sarapuu (*Corylus*)



Joonis 155. Sarapuu õietolm.

Rohkesti harunev heitlehine ühekojaline kõrge põõsas. Kõrgus 5-8 m. Levinud Kesk- ja Lõuna-Euroopas. Tavaline kogu Eestis, enam Lääne- ja Põhja-Eestis. Kasvab põõsarindes ja alumises puurindes sega- ja lehtmetsas ja kaldavõsastikus ning raiesmikul, loometsas, salumetsas, looniidul, puisniidul, pärisniidul. Varjutaluv, kasvab hästi ka raiesmikel. Eelistab värsket viljakat huumuse- ja lubjarikast mulda. Liigniiskes ei kasva. Üldiselt külmakindel, kuid karmimatel talvedel võivad kahjustuda viimase aasta võrsed. Õitseb märtsis ja aprillis, enne lehistumist. Tuultolmleja.[7]

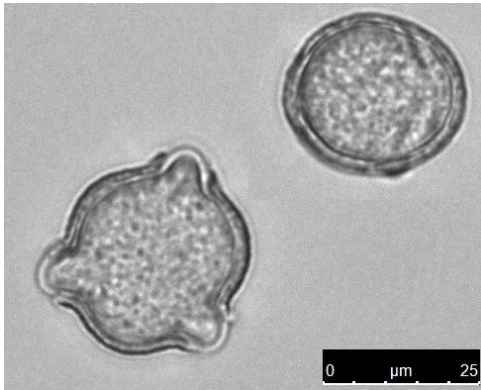


**Joonis 156. Sarapuu õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

Esimest sarapuu õietolmutera nähti 3. märtsi proovis Kuressaare seirejaamas. Intensiivsem periood hakkas 8. märtsist ja kestis kuni 28. märtsini. Kuna Tartus hakkas seire 10. märtsist, siis jäi algus registreerimata. Võrreldes teiste seirejaamadega, kus sarapuu õietolmu oli kokku 100 – 300, oli Kuressaares seda märksa rohkem – kokku ligi 900 õietolmutera. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Tallinnas 60 (17.03), Tartus 38 (17.03), Pärnus 27 (08.03), Jõhvis 36 (16.03) ja Kuressaares 238 tk/m<sup>3</sup>/24h (12.03).

2014. aastal oli sarapuu esinemise kõrgeag samal perioodil nagu tänavu. Jõhvis läksid kontsentratsioonid kõrgemaks veel aprilli teises pooles. 2013. aastal oli kõrgeag hiljem – aprilli keskpaigast kuni 10. maini. Ka 2012. aastal oli see hiljem – aprilli algusest kuni lõpuni. Tartus oli veel mai teises pooles kõrgemaid kontsentratsioone. 2011. aastal oli Tallinas seire alguseks (22.04.2011) sarapuu juba õitsema hakanud. Õietolmu kogus on Tallinna seirejaamas aastast aastasse kasvanud olles 2012. aastal 107 ja tänavu 287 õietolmutera. Tartus, Pärnus ja Jõhvis on õietolmu hulk olnud suhteliselt stabiilne, kõige enam oli seda 2013. aastal. Kuressaares oli just tänavu eriti palju sarapuu õietolmu. 2012. aastal oli seda veidi üle 50, 2013 ja 2014 veidi üle 200 ning tänavu alla 900.

### 6.6.17 Tamm (*Quercus*)



#### Joonis 157. Tamme õietolm.

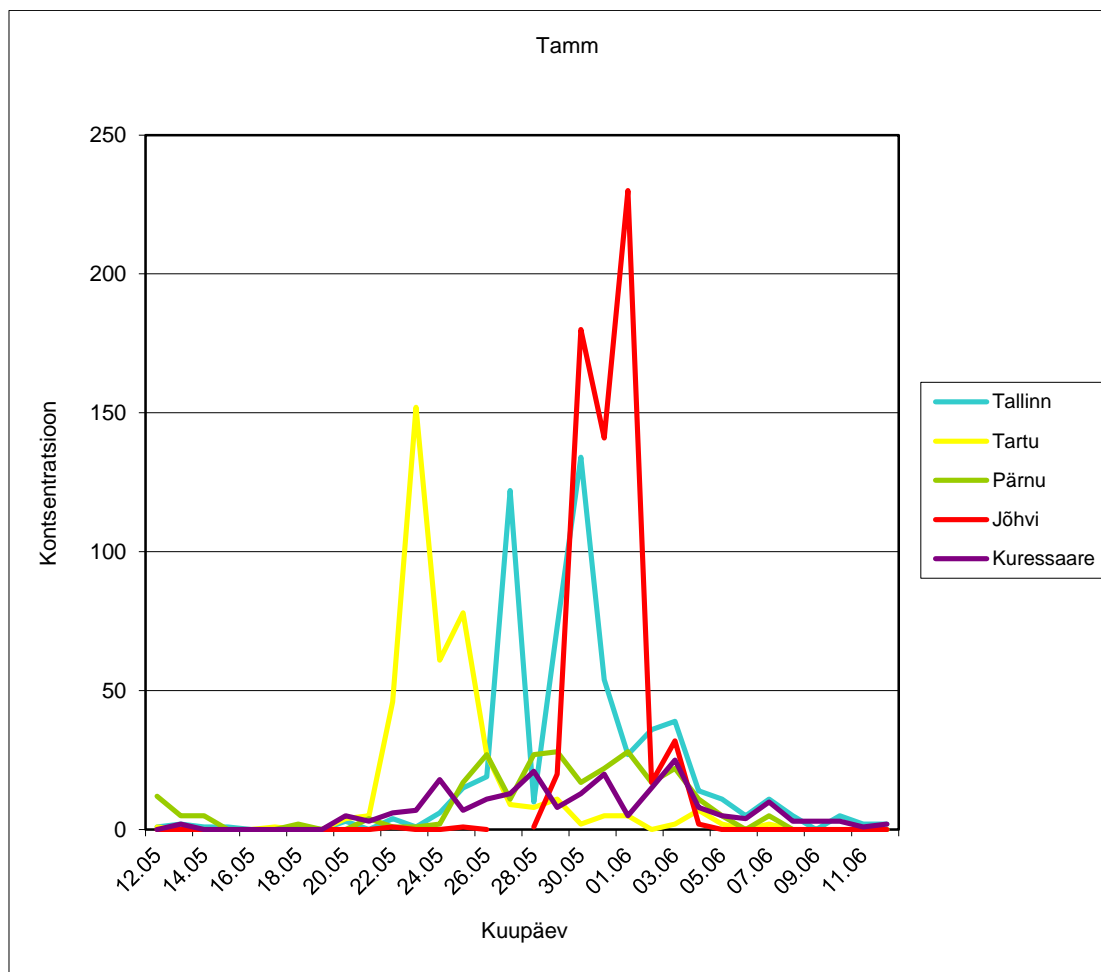
Heitlehine ühekojaline lehtpuu. Kõrgus 30...40 (50) m, vanus kuni 1500 a. Kasvab suuremas osas Euroopast ning Aasia lääneosas. Eestis leidub paiguti, enam Lääne-Eestis. Puisniitudel, salumetsas, loodudel, vähem ja tagasihoidlikemates mõõtmetes ka teistes kooslustes. Mullastiku suhtes nõudlik, eelistab huumusrikkaid liivsavimuldi, ei talu liigniiskust. Tundlik ülavarju suhtes, kuid külvarju talub, viimane soodustab sirge ja pika tüve moodustumist. Pole meil päris külmakindel, eriti ohustavad kevadised hiliskülmad. Õitseb lehtimise ajal, mai lõpul ja juuni algul. Tuultolmleja.[7]

Nõrk allergeen. Võib anda ristallergiat kase, lepa, sarapuu, pöögiga. Künnisväärtusi ei ole tamme suhtes välja pakutud.[1]

Tamme õietolmutterad ilmusid proovidesse aprilli lõpus. Kõrgemad kontsentratsioonid läksid Tartus ja Kuressaares 20. mai paiku, Tallinnas ja Pärnus paar päeva hiljem ning kõige hiljem Jõhvis – 29. mai. Madalaks läksid kontsentratsioonid 5. – 7. juuni. Kõrgeimad tulemused olid Tallinnas 134 (30.05), Tartus 152 (23.05), Pärnus 28 (29.05 ja 01.06), Jõhvis 230 (01.06) ja Kuressaares 25 tk/m<sup>3</sup>/24h (03.06).

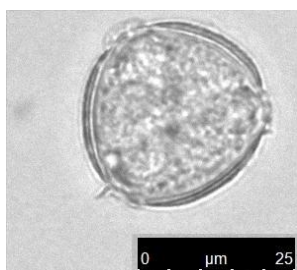
2014. aastal hakkas tamme õietolmu kõrge varem kui tänavu – Tartus ja Pärnus mai keskpaigast ning teistes jaamades 18. mai paiku. Õietolmu hulk oli Jõhvis umbes kolm korda suurem, Pärnus umbes kaks korda suurem, Tallinnas umbes sama, Tartus ja Kuressaares veidi väiksem. 2013. aastal hakkas intensiivsem tamme õietolmu esinemisperiood varem kui tänavu, Tallinnas ja Jõhvis samal ajal. Õietolmu hulk oli Tallinnas märksa kõrgem, Pärnus ja Kuressaares umbes sama ning Tartus ja Jõhvis mitu korda madalam. 2012. aastal hakkas samuti tamme õietolmuperiood veidi varem kui tänavu. Õietolmu hulk oli Kuressaares veidi kõrgem, Jõhvis veidi madalam ning Tallinnas ja Tartus umbes kaks korda madalam. 2011. aastal olid Tallinnas kõrgemad tamme õietolmukontsentratsioonid samal ajal kui tänavu, kuid õietolmuhulk jäi umbes viis korda tagasihoidlikumaks.





**Joonis 158. Tamme õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

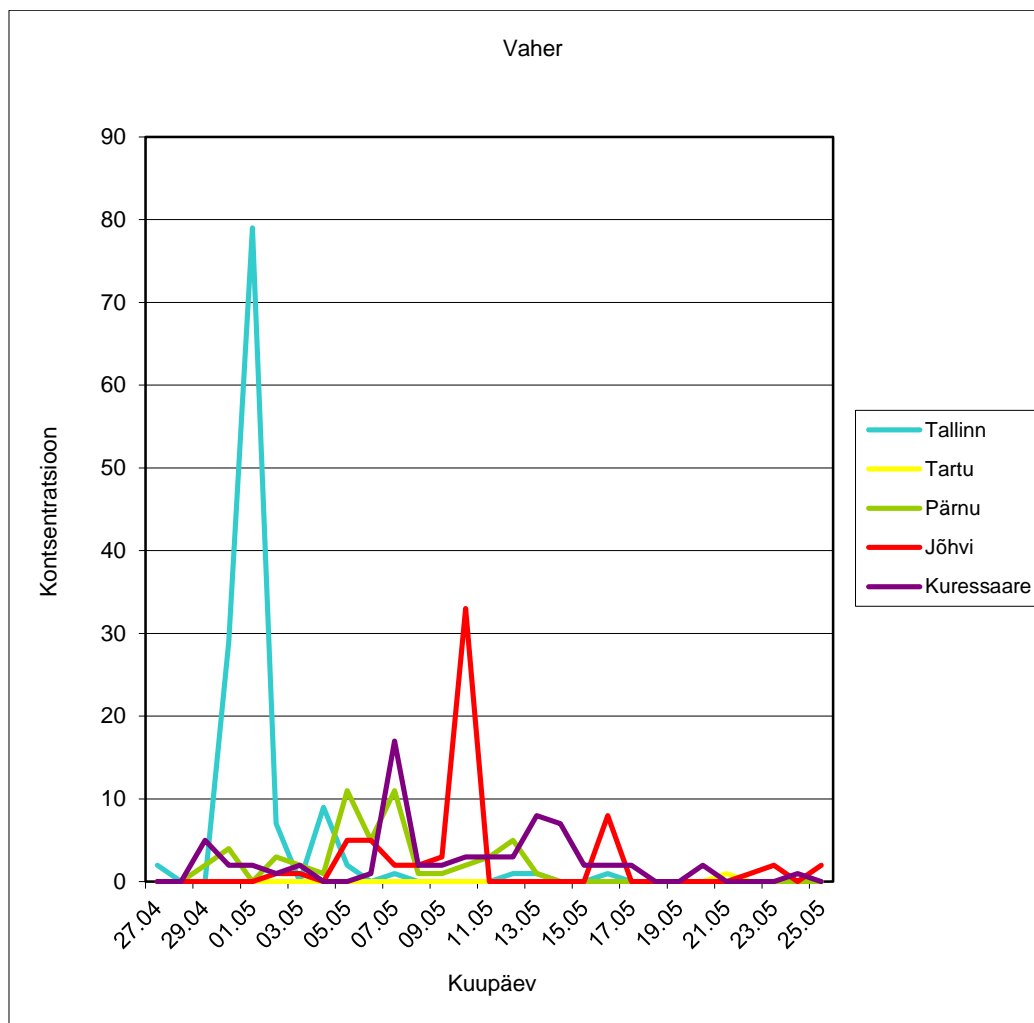
### 6.6.18 Vaher (*Acer*)



**Joonis 159. Vahtra õietolm.**

Mitmeaastane heitlehine lehtpuu, ühekojaline. Kõrgus kuni 30 m, vanus 150...200 (300) aastat. Levinud looduslikult Kesk- ja Põhja-Euroopas ning kohati Aasia läänealadel. Eestis tavaline, lehtmetsades, teeservades, parkides. Leht- ja segasalumetsades koos tamme ja saarega, enamasti alumises puurindes. Külmakindel, hea varjutaluvusega, eriti noores eas. Mullastiku suhtes nõudlik, eelistab viljakaid huumusrikkaid niiskemaid liivsavimuldi. Õitseb mais enne lehtimist. Putuktolmleja.[7]

Nõrk allergen. Künnisväärtusi ei ole vahtra suhtes välja pakutud.[1]



### Joonis 160. Vahtra õietolmu lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).

Vahtra õietolm ilmus proovidesse aprilli viimastel päevadel ja seda esines kuni mai lõpuni. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid Tallinnas 79 (01.05), Tartus 1 (21.05), Pärnus 11 (05.05 ja 07.05), Jõhvis 33 (10.05) ja Kuressaares 17 tk/m<sup>3</sup>/24h (07.05).

Varasematel aastatel oli tänavune intensiivsem vahtra õietolmu esinemisperiood sarnane eelmisega. 2013. aastal oli hilisem, hakkas umbes 9. maist ja kestis juuni alguseni. 2012. aastal hakkas veidi varem, umbes 22. aprilli paiku ja kestis mai lõpuni. Õietolmu hulga poolest oli Tallinna tulemused sarnased tänavusele 2012. aastal, mil oli ka kokku üle saja vahtra õietolmutera. Teistel aastatel oli kokku umbes 30. Tartus oli ka eelnevatel aastatel väga vähe vahtra õietolmu, erandiks on vaid 2012. aasta, mil seda oli kokku 92 õietolmutera. Pärnus oli tänavu kokku umbes 50 õietolmutera nagu ka 2013. aastal. 2014 oli seda umbes kaks korda rohkem. Jõhvis oli varasemate aastatega võrreldes tänavu koige vähem vahtra õietolmu – 65 tükki kokku. Kahel eelneval aastal oli üle saja ja 2012 ligi sada. Kuressaares oli seevastu tänavu kõige rohkem vahtra õietolmu – 67 õietolmutera. Varasematel aastatel on see koguarv jäänud alla kahekümne.

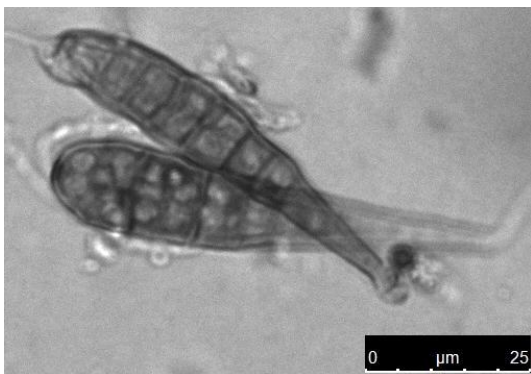
### 6.6.19 UIP

UIP tähistab ingliskeelset lühendit „unidentified pollen“ ehk „määramata õietolm“. Selle alla loeti nii õietolmuterasid, mida ei olnud võimalik määrata nt nende deformeerunud vormi tõttu kui ka õietolmuterasid, mida sai määrata, aga mis ei kuulunud eelpool toodud parameetrite hulka. Seda parameetrit peeti oluliseks määrata, kuna ka õietolmu üldine hulk on oluline informatsioon allergikutele.[3]

„Muud“ leitud õietolmu terad olid: lõikheinalised (*Cyperaceae*), pärn (*Tilia*), tarnad (*Carex*), roosõielised (*Rosaceae*), teeleht (*Plantago*), korvõielised (*Asteraceae*), sarikalised (*Apiaceae*), madar (*Galium*), ristõielised (*Brassicaceae*).[3]

## 6.7 Hallitusseente spoorid

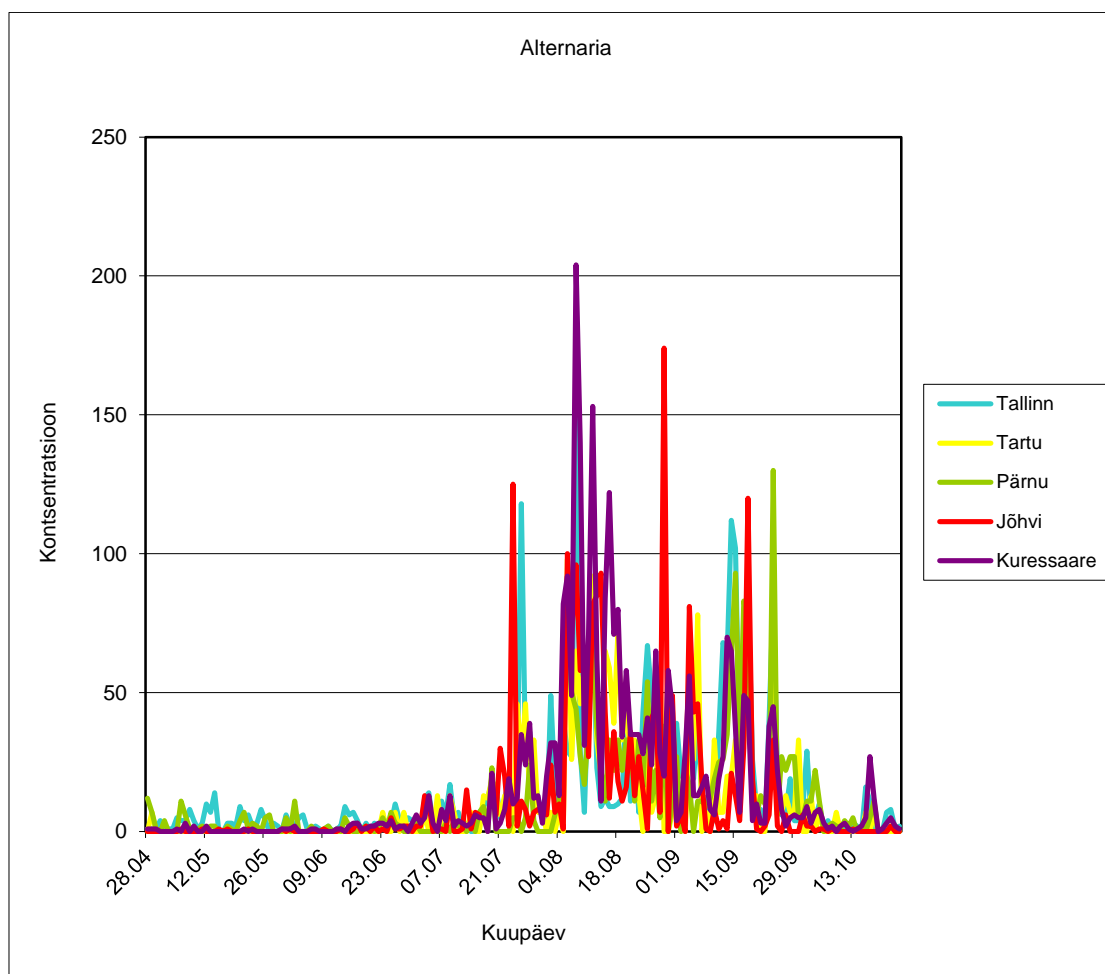
### 6.7.1 *Alternaria*



#### Joonis 161. *Alternaria* spoorid.

*Alternaria* sp. on laialt levinud hallitusseen, mida leidub kõdunevas puidus, kompostides, eri tüüpi muldades. *Alternariat* leidub tavaliselt välisõhus, kus tema spooride kontsentratsioonid saavutavad oma tipu suve lõpu poole. Leidub nii sise- kui ka välisõhus.[9]

*Alternaria* võib tekitada astmat. Juba alates spooride kontsentratsioonist 100 spoori/m<sup>3</sup>/24h ilmnevad allergianähud kõigil inimestel, kes on *Alternaria* suhtes tundlikud.[5]



**Joonis 162. Alternaria spooride lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

Alternaria spore leidus proovides kogu seireperioodi vältel, kuid intensiivsem periood kestis umbes 20. juulist kuni septembri lõpuni. Kontsentratsioon "Kõrge" (>100 spoori/m<sup>3</sup>/24h) ületati Tallinnas neljal korral, suurima tulemusega 151 (08.08), Pärnus ühel korral tulemusega 130 (24.09), Jõhvis kolmel korral, suurima tulemusega 174 (29.08) ja Kuressaares neljal korral, suurima tulemusega 204 spoori/m<sup>3</sup>/24h (08.08). Tartus kontsentratsiooni "Kõrge" ei ületatud, suurim tulemus oli 98 spoori/m<sup>3</sup>/24h (06.08).

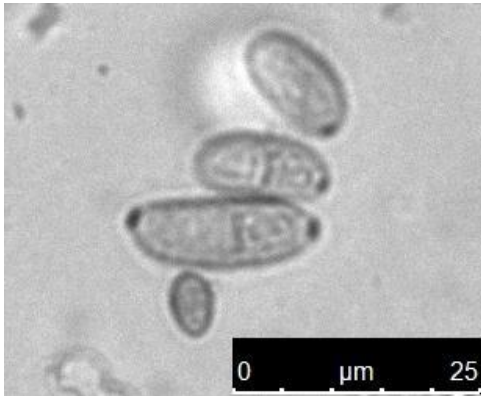
Varasematel aastatel on Alternaria spooride kõrgaeg jäänud enam-vähem samasse perioodi kui tänavu, kuid spooride koguarv ja kõrgeimad tulemused on erinevad. Tallinna seirejaama tulemused olid koguarvult suuremad umbes tuhande võrra 2011 ja 2014 ning madalamad umbes tuhande võrra 2012 ja 2013. Kõrgeim päevane kontsentratsioon on sama tänavusega aastal 2012, teistel aastatel on see kõrgem olnud. Tartus on spooride koguarv tänavusega sarnane aastal 2012. Kahel järgneval aastal oli see umbes tuhande võrra suurem. Ka maksimumid olid varasematel aastatel suuremad, kõige vähem 2012. aastal. Pärnu seirejaama tulemused olid koguarvu ja maksimumi poolest tänavu madalaimad. 2012. aastal oli see umbes tuhande võrra suurem, 2013. aastal viiesaja võrra ja 2014. aastal kaks korda suurem. Ka kõrgeimad kontsentratsioonid olid varasematel aastatel suuremad. Jõhvis oli aastal 2013 koguarv umbes kaks korda madalam, kuid teistel aastatel suhteliselt sarnane tänavusele. Kõrgeim kontsentratsioon oli samuti tänavu kõrgeim ja 2013. aastal madalaim.



Kuussaares oli tänavusel aastal koguarv umbes tuhande võrra madalam kui 2014, tuhande võrra suurem kui 2013 ja kahe tuhande võrra suurem kui 2012. Kõrgeim kontsentratsioon oli madalam vaid 2012. aastal.

2011. ja 2012. aastal hakati hallitusspoore hiljem lugema ja seetõttu võivad järelused ekslikud olla.

### 6.7.2 *Cladosporium*

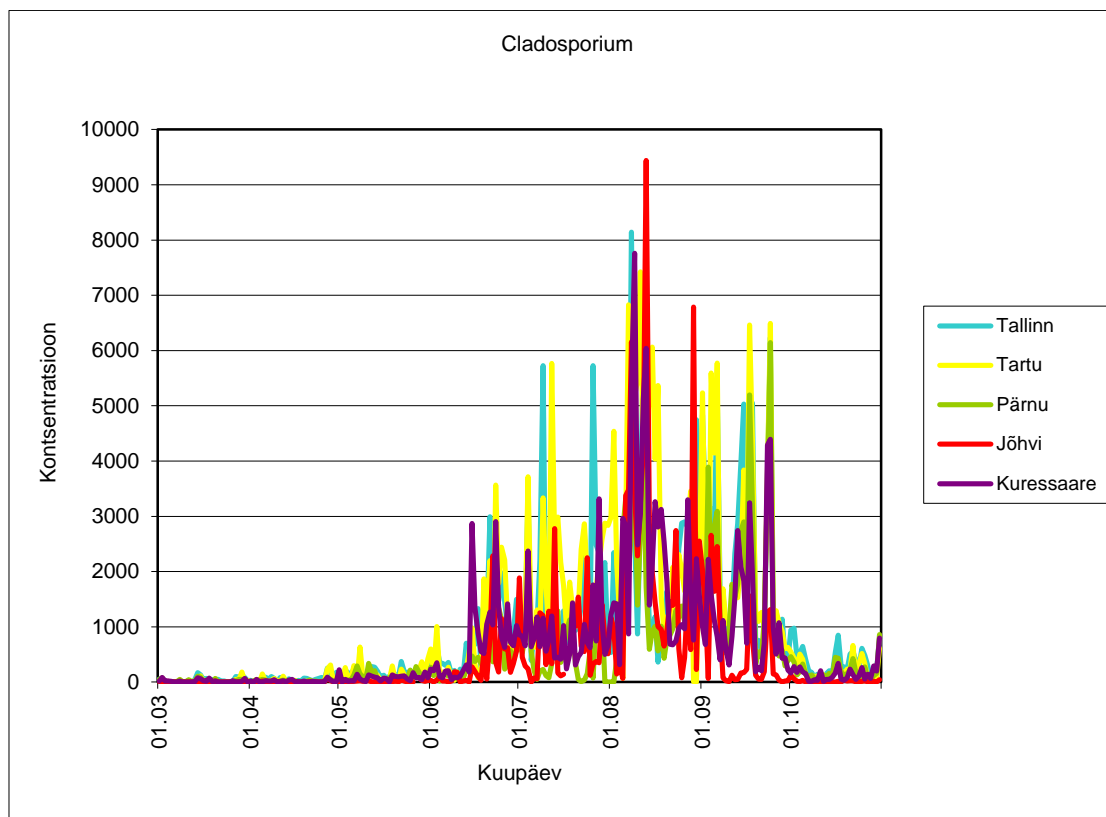


#### Joonis 163. *Cladosporiumi* spoorid.

*Cladosporium sp* on laialt levinud hallitusseen, mida leidub mõõdukas kliimas. *Cladosporiumi* kõrghooaeg on tavaliselt suve lõpus-sügisel ning madal hooaeg talvel-kevadepool. Seda leidub nii sise- kui ka välisõhus.[9]

*Cladosporium* võib tekitada astmat. Juba alates spooride kontsentratsioonist 4000 tk/m<sup>3</sup>/24 h ilmnevad allergianähud kõigil inimestel, kes on *Cladosporiumi* suhtes tundlikud.[3][6]

*Cladosporiumi* sporeid leidis kogu seireperioodi vältel. Kõrgaeg jäi sarnaselt *Alternaria* spooridele juuli keskpaigast kuni septembri lõpuni. Kontsentratsiooni "kõrge" ületati Tallinnas kümnel korral suurima tulemusega 8141 (08.08), Tartus kaheksateistkümnel korral suurima tulemusega 7423 (11.08), Pärnus kahel korral suurima tulemusega 6141 (24.09), Jõhvis neljal korral suurima tulemusega 9439 (13.08) ja Kuussaares kuuel korral suurima tulemusega 7759 spoori/m<sup>3</sup>/24h (09.08).



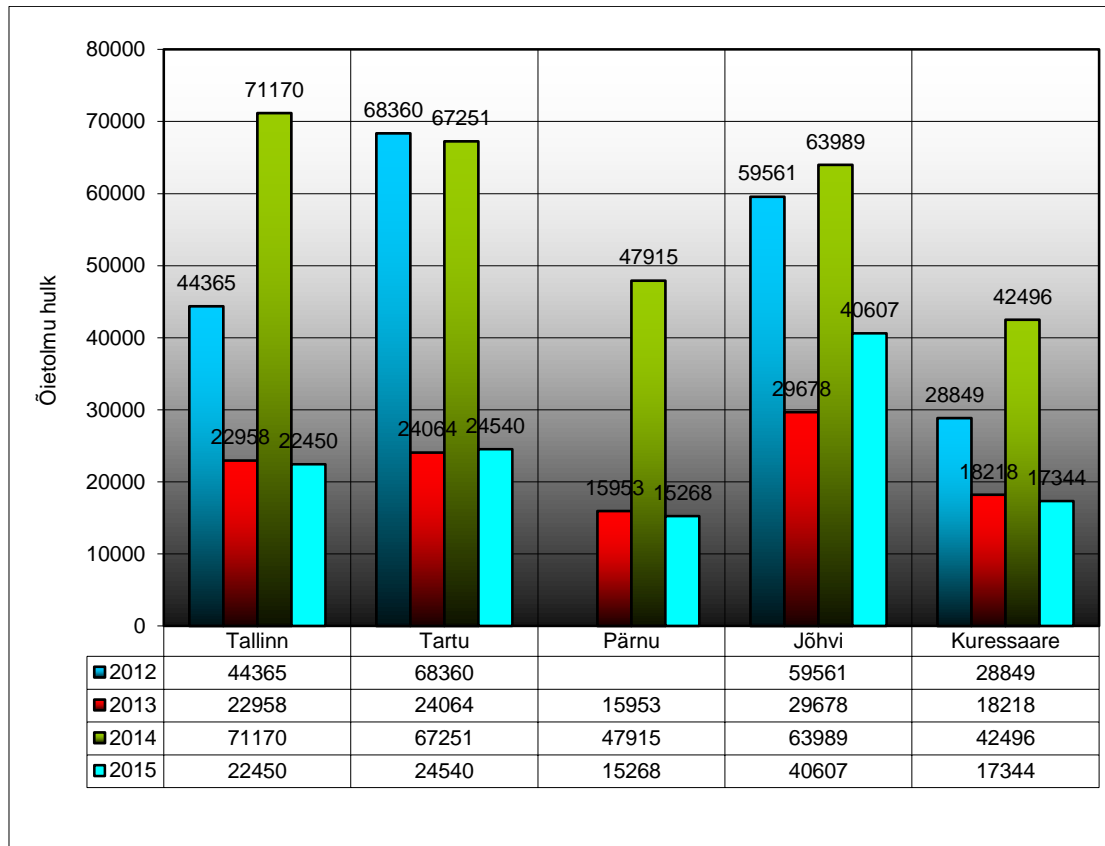
**Joonis 164. Cladosporiumi spooride lugemid (tk/m<sup>3</sup>/24h).**

Võrreldes varasemate aastate tulemustega oli Tallinna seirejaamas (koguarv tänavu ~ 234 000 spoori) oli 2014. aastal umbes 70000 spoori võrra suurem tulemus ja 2012. aastal umbes 60000 võrra madalam tulemus. 2011. ja 2013. aastal olid spooride koguarvud suhteliselt sarnased. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid 2011, 2013 ja 2014 suuremad, üle 9000. 2012. aastal oli madalam umbes 6700 spoori/m<sup>3</sup>/24h. Tartu seirejaamas (tänavune koguarv ~267 000) jäid varasemate aastate koguarvud madalamaks. 2012. aastal umbes 70 000, 2013. aastal umbes 87 000 ja 2014. aastal umbes 30 000 spoori võrra. Kõrgeim kontsentratsioon oli madalam vaid 2013. aastal umbes 1000 spoori võrra. 2014. aastal oli see üle 9000 ja 2012. aastal lausa üle 27000 spoori/m<sup>3</sup>/24h. Pärnus (tänavune koguarv ~ 145 000) oli varasematel aastatel rohkem Cladosporiumi spore. 2012. ja 2013. aastal oli koguarv suurem umbes 67 000 ning 2014. aastal umbes 50 000 spoori. Suurim kontsentratsioon olid 2012. aastal ligi kaks korda kõrgem, kuid 2013. aastal veidi kõrgem ja 2014. aastal madalam. Jõhvis (tänavune koguarv ~ 115 000) oli kahel eelneval aastal kogusumma veidi suurem, kuid 2012. aastal ligi kaks korda suurem. Kuid suurim kontsentratsioon oli tänavu kõrgeim – 2012 ja 2014 üle 8000 ning 2013 üle 7000 spoori/m<sup>3</sup>/24h. Kuressaares (tänavune koguarv ~ 169 000) oli 2012. aastal kogusumma umbes 80 000 võrra madalam, 2013. aastal umbes 20 000 võrra madalam ja 2014. aastal umbes 16 000 võrra suurem. Kõrgeimad kontsentratsioonid olid 2013. ja 2014. aastal suuremad ning 2012. aastal ligi kaks korda madalam.

2011. ja 2012. aastal hakati hallitusspoore hiljem lugema ja seetõttu võivad järeldused ekslikud olla.

## 6.8 Kokkuvõtte linnade kaupa

2015. aasta erinevate õietolmude kogusumma on väga sarnane 2013. aasta tulemustele (Joonis 49). 2012. ja 2014. aastal on see hulk märksa suurem. Nagu jooniselt näha, on selline muster omane kõikidele seirejaamadele. Tallinna ja Tartu 2013. ja tänavuse aasta kogusummad on erinevus kõigest umbes 500 õietolmutera. Pärnu tulemustes on see erinevus umbes 700 ja Kuressaares umbes 1000 õietolmutera. Kõige suurem erinevus on Jõhvis, kus tänavune tulemus oli 2013. aasta omast kolmandiku võrra suurem. Ka Tartu tänavune summa on 2013. aasta omast suurem, Tallinnas, Pärnus ja Kuressaares on see väiksem.

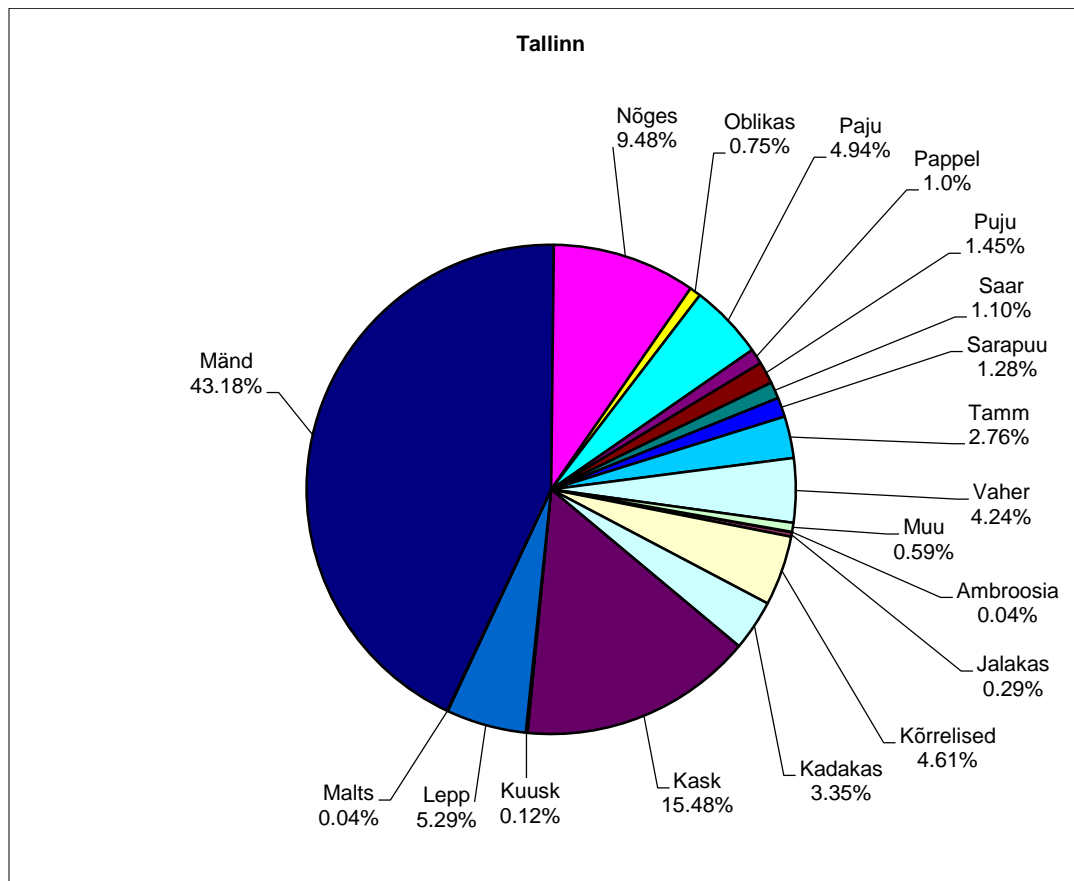


### Joonis 165. Õietolmulugemite võrdlus erinevates jaamades.

Joonisel ei ole välja toodud Tallinna 2011. aasta tulemusi ja Pärnu 2012. aasta tulemusi, sest siis kas alustati või saadi arvestatavaid tulemusi hiljem kui teistes jaamades.

### 6.8.1 Tallinn

Tallinnas oli tänavu kõige enam männi õietolmu (43%), teisel kohal on kask (15,5%) ja kolmandal nõges (9,5%). Rohkem oli veel lepa (5%), paju (5%), kõrreliste (5%), vahtra (4%), kadaka (3%) ja tamme (3%) õietolmu. Teiste õietolmurühmade osatähtsus jäi ühe protsendi piiresse või alla selle.



#### Joonis 166. Õietolmurühmade osatähtsus Tallinnas.

Kui võrrelda tänavusi varasemate aastate tulemustega (Tabel 3), siis on näha, et kõige rohkem kõigub kase õietolmu hulk. See on üle aasta väga suur – 2012. ja 2014. aasta hulk on tänavusest umbes kümme korda suurem. See on ka üks suuremaid protsentuaalsete sisalduste mõjutajaid. Näiteks männi õietolmu hulk on viimasel kolmel aastal olnud suhteliselt sarnane, kuid protsentuaalselt üsna erinev. 2013 ja 2015 on see üle 40%, mil kase õietolmu oli vähe, kuid 2012. aastal oli see vaid 12%, mil kase õietolmu oli väga palju. Teine suurem muutuja on lepp, mille kogus möödunud aastal oli kümme korda suurem kui tänavune. 2013 oli seda üle kahe korra rohkem ja 2012 veidi vähem. Teiste tabelis toodud õietolmutüüpide hulk on olnud võrdlemisi sarnane läbi aastate. Nõgese õietolmu hulk on järjest kahanenud. Sarapuu ja kõrreliste õietolmu hulk on tänavu suurim. Paju õietolmu oli möödunud aastal märksa rohkem kui teistel aastatel.



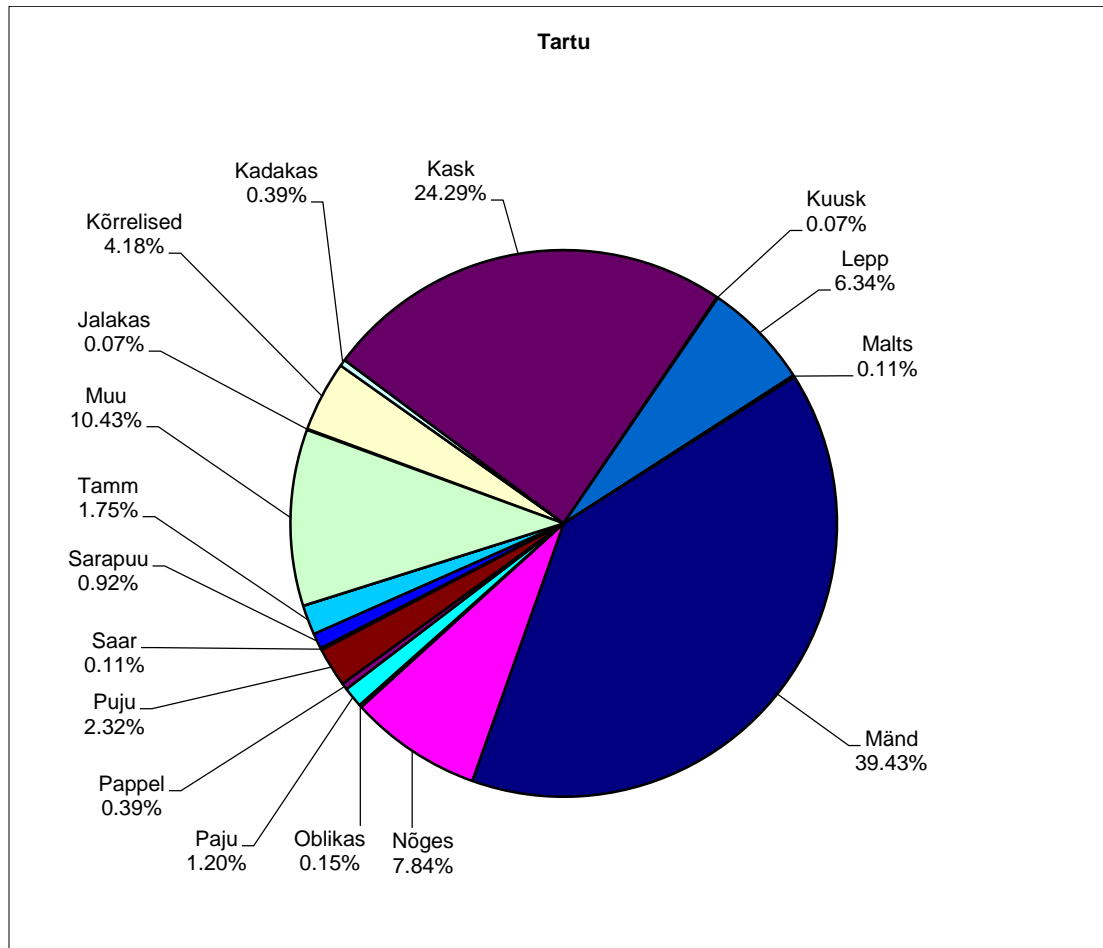
Tabel 33. Mõningate õietolmutüüpide aastaste hulkade võrdlus Tallinnas.

		2011	2012	2013	2014	2015
<b>KASK</b>	Õietolmu hulk	4241*	29425	502	41217	3475
	Osa kogusummast	22%	66%	2%	58%	15%
<b>KÕRRELISED</b>	Õietolmu hulk	714	939	933	868	1036
	Osa kogusummast	4%	2%	4%	1%	5%
<b>LEPP</b>	Õietolmu hulk	179*	899	2715	12299	1188
	Osa kogusummast	1%	2%	12%	17%	5%
<b>MÄND</b>	Õietolmu hulk	5192	3904	10694	8639	9693
	Osa kogusummast	27%	9%	47%	12%	43%
<b>NÕGES</b>	Õietolmu hulk	5611	3746	3666	2508	2128
	Osa kogusummast	29%	8%	16%	4%	9%
<b>PAJU</b>	Õietolmu hulk	864	639	846	1255	1110
	Osa kogusummast	4%	1%	4%	2%	5%
<b>PUJU</b>	Õietolmu hulk	382	285	346	561	326
	Osa kogusummast	2%	1%	2%	1%	1%
<b>SARAPUU</b>	Õietolmu hulk	28*	61	171	196	287
	Osa kogusummast	0,14%	0,14%	0,74%	0,28%	1%

\* Seireperioodi alguses oli juba õitsema hakanud ja seetõttu on tegelik summa suurem.

## 6.8.2 Tartu

Ka Tartus oli tänavu kõige rohkem männi õietolmu, mis moodustas 39% kogusummast. Teisena oli enim kase õietolmu (24%) ja kolmandana muud õietolmud (10%). Veel oli rohkem nõgese (8%), lepa (6%), kõrreliste (4%), puju (2%) ja tamme (2%) õietolmu.



### Joonis 167. Õietolmurühmade osatähtsus Tartus.

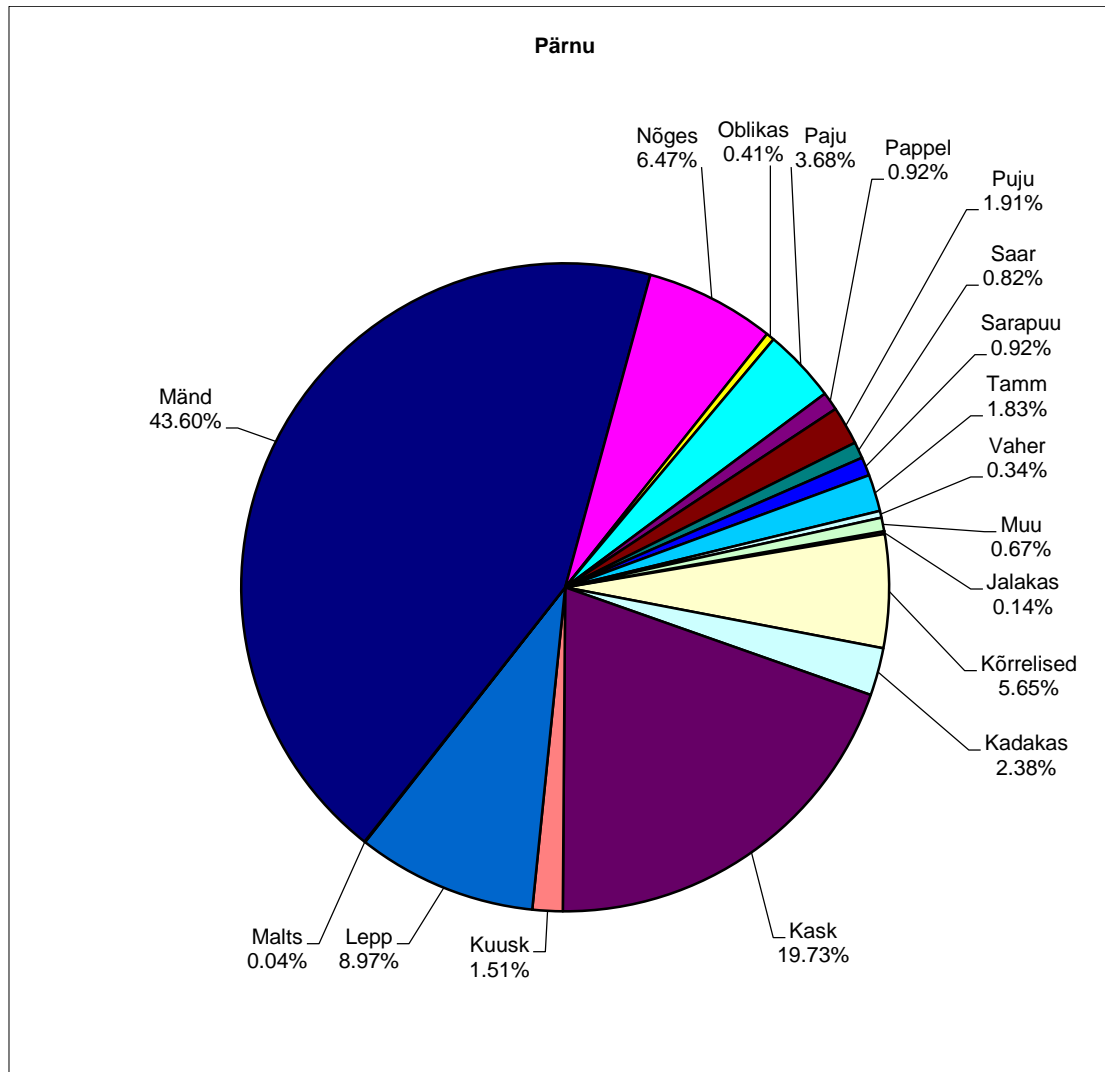
Kui võrrelda tulemusi varasemate aastatega (Tabel 4), siis on näha, et kase õietolmu oli 2012. ja 2014. aastal kordades rohkem kui 2013. ja tänavu. See mõjutab kõige rohkem ka teiste õietolmude protsentuaalset sisaldust. Tartus oli ka lepa õietolmu möödunud aastal oluliselt rohkem kui teistel aastatel. Männi õietolmu oli tänavu üsna palju, rohkem oli vaid möödunud aastal, kuid kahel esimesel seireaastal oli seda märksa vähem. Kõrreliste õietolmu kogus oli tänavu suurem kui eelnevatel aastatel ja see on aastast aastasse kasvanud. Nõgese, paju, puju ja sarapuu õietolmu hulk oli tänavu väiksem kui varasematel aastatel.

**Tabel 34. Mõningate õietolmutüüpide aastaste hulkade võrdlus Tartus.**

		2012	2013	2014	2015
<b>KASK</b>	Õietolmu hulk	52620	4526	34084	5960
	Osa kogusummast	77%	19%	51%	24%
<b>KÖRRELISED</b>	Õietolmu hulk	494	628	746	1025
	Osa kogusummast	1%	3%	1%	4%
<b>LEPP</b>	Õietolmu hulk	1256	864	10323	1557
	Osa kogusummast	2%	4%	15%	6%
<b>MÄND</b>	Õietolmu hulk	1828	5709	11305	9676
	Osa kogusummast	3%	24%	17%	39%
<b>NÕGES</b>	Õietolmu hulk	4263	7884	4148	1924
	Osa kogusummast	6%	33%	6%	8%
<b>PAJU</b>	Õietolmu hulk	661	468	688	294
	Osa kogusummast	1%	2%	1%	1%
<b>PUJU</b>	Õietolmu hulk	523	476	778	292
	Osa kogusummast	1%	2%	1%	2%
<b>SARAPUU</b>	Õietolmu hulk	240	283	224	141
	Osa kogusummast	0,35%	1,18%	0,33%	0,92%

### 6.8.3 Pärnu

Pärnus oli ka kõige rohkem männi õietolmu. See moodustas kogusummast 44%. Teisena oli koguselt kase õietolmu (20%) ja kolmandana lepa õietolmu (9%). Veel olid enam esindatud nõgese (6%), kõrreliste (6%), paju (4%), kadaka (2%), puju (2%), tamme (2%) ja kuuse (1,5%) õietolmu.



#### Joonis 168. Õietolmurühmade osatähtsus Pärnus.

Varasemate aastatega võrreldes (Tabel 5) oli möödunud aastal kase ja lepa õietolmu kordades rohkem kui 2013 ja tänavu. Kõrreliste õietolmu on sama palju kui 2013. aastal, möödunud aastal oli selle hulk väiksem. Männi õietolmu hulk on iga aastaga kasvanud. Nõgese ja sarapuu õietolmu oli tänavu vähem kui varasematel aastatel. Paju õietolmu oli eelmisel aastal rohkem ja puju õietolmu hulk on püsinud suhteliselt samal tasemel.

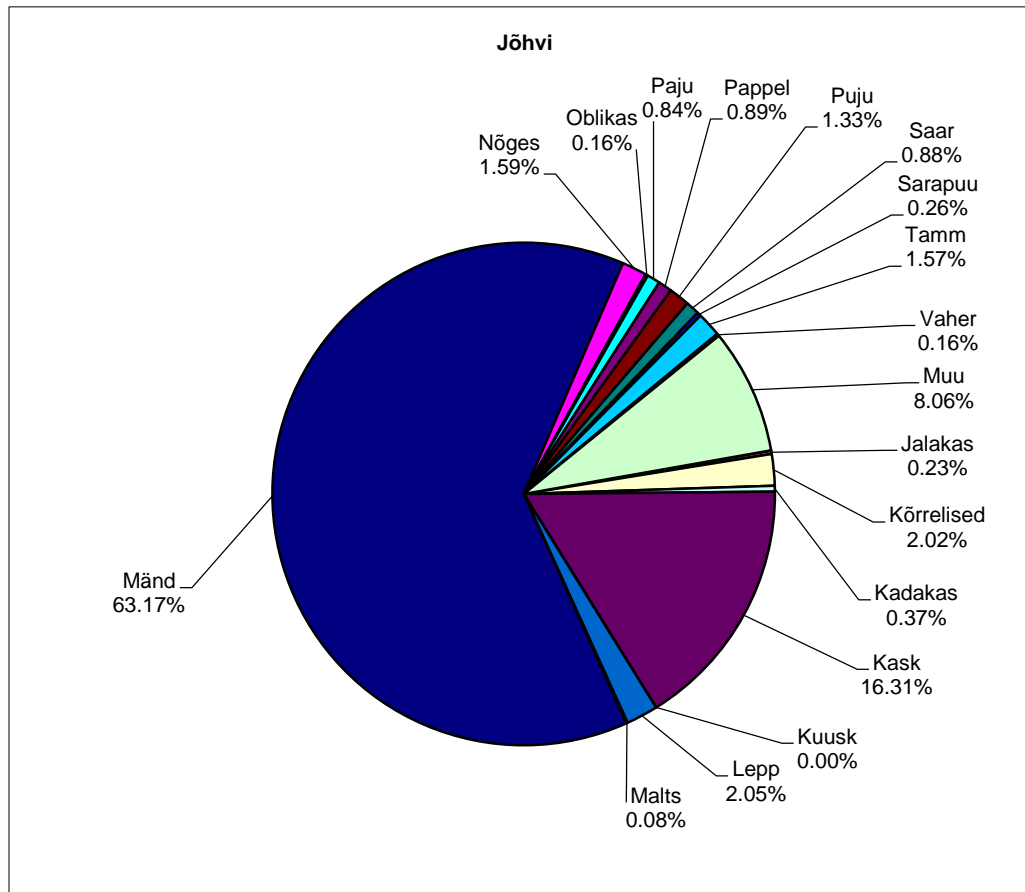


Tabel 35. Mõningate õietolmutüüpide aastaste hulkade võrdlus Pärnus.

		2013	2014	2015
<b>KASK</b>	Õietolmu hulk	1193	24679	3012
	Osa kogusummast	7%	52%	20%
<b>KÖRRELISED</b>	Õietolmu hulk	882	681	862
	Osa kogusummast	6%	1%	6%
<b>LEPP</b>	Õietolmu hulk	3629	10143	1370
	Osa kogusummast	23%	21%	9%
<b>MÄND</b>	Õietolmu hulk	4383	5394	6657
	Osa kogusummast	27%	11%	44%
<b>NÕGES</b>	Õietolmu hulk	3701	1984	988
	Osa kogusummast	23%	4%	6%
<b>PAJU</b>	Õietolmu hulk	470	855	562
	Osa kogusummast	3%	2%	4%
<b>PUJU</b>	Õietolmu hulk	233	232	292
	Osa kogusummast	1,46%	0,48%	1,91%
<b>SARAPUU</b>	Õietolmu hulk	201	243	141
	Osa kogusummast	1,26%	0,51%	0,92%

### 6.8.4 Jõhvi

Jõhvis oli tänavu samuti kõige rohkem männi õietolmu. Kogusummast moodustas see 63%, mis on märksa kõrgem kui teistes seirejaamades, kuid seal leidis ka oluliselt rohkem seda (Vt. Peatükk 4.1.9 Mänd). Teisena oli enamlevinud õietolm Jõhvis kask, mis moodustas 16% ja kolmandana “Muud” õietolmud, mis moodustasid 8% kogusummast. Veel olid levinumad lepa (2%), kõrreliste (2%), nõgese (1,6%) ja tamme (1,6%) õietolm. Ülejäänud õietolmud moodustasid ühe protsendi või alla selle kogusummast.



#### Joonis 169. Õietolmurühmade osatähtsus Jõhvis.

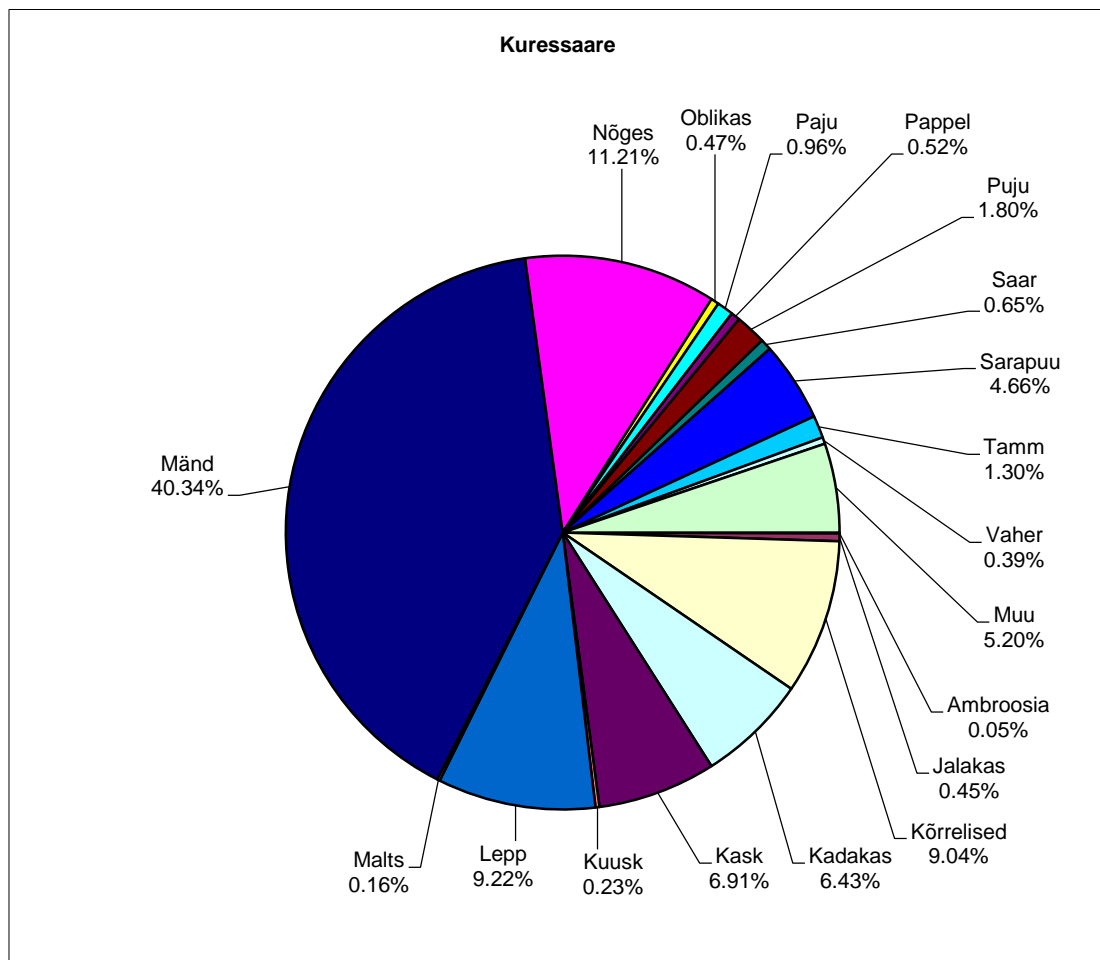
Sarnaselt teistele seirejaamadele, oli Jõhvis kase õietolmu hulk märksa kõrgem 2012. ja 2014. aastal ning 2013. aastal oli see palju vähem kui tänavu (Tabel 6). Nagu eelnevalt mainitud, oli männi õietolmu tänavu erakordselt palju. Selle hulk on aastast aastasse kasvanud, kuid tänavune oli erakordselt suur hüpe. Kõrreliste õietolmu hulk on püsinud suhteliselt stabiilsena, vaid 2013. aastal oli seda veidi rohkem. Puju õietolmu oli tänavu veidi rohkem kui varasematel aastatel. Tamme õietolmu oli umbes sama palju kui 2012. aastal, 2013 oli see madalam ja 2014 palju suurem. Lepa, nõgese ja paju õietolmu hulk oli tänavu märksa madalam kui varasematel aastatel.

Tabel 36. Mõningate õietolmutüüpide aastaste hulkade võrdlus Jõhvis.

		2012	2013	2014	2015
<b>KASK</b>	Õietolmu hulk	43839	566	28477	6574
	Osa kogusummast	74%	2%	45%	16%
<b>KÖRRELISED</b>	Õietolmu hulk	873	1383	704	816
	Osa kogusummast	1%	5%	1%	2%
<b>LEPP</b>	Õietolmu hulk	1823	12285	17991	826
	Osa kogusummast	3%	41%	28%	2%
<b>MÄND</b>	Õietolmu hulk	2537	6372	7083	25462
	Osa kogusummast	4%	21%	11%	63%
<b>NÕGES</b>	Õietolmu hulk	4210	3834	2029	641
	Osa kogusummast	7%	13%	3%	2%
<b>PAJU</b>	Õietolmu hulk	751	1012	978	340
	Osa kogusummast	1%	3%	2%	1%
<b>PUJU</b>	Õietolmu hulk	414	307	392	538
	Osa kogusummast	1%	1%	1%	1%
<b>SARAPUU</b>	Õietolmu hulk	88	355	263	103
	Osa kogusummast	0,15%	1,20%	0,41%	0,26%
<b>TAMM</b>	Õietolmu hulk	539	101	1911	632
	Osa kogusummast	0,91%	0,34%	2,99%	1,57%

### 6.8.5 Kuressaare

Kuressaares moodustas õietolmu kogusummast suurima osa sarnaselt teistele jaamadele mänd (40%), teisena oli kõige rohkem nõgese (11%) ja kolmandana lepa õietolmu (9%). Nende järel olid kõrreliste (9%), kase (7%), kadaka (6%), sarapuu (5%) ja puju (2%) õietolmu hulgad. “Muud” õietolmud moodustasid kogusummast 5%.



#### Joonis 170. Õietolmurühmade osatähtsus Kuressaares.

Ka Kuressaares oli kase õietolmu palju rohkem 2012. ja 2014. aastal ning 2013. aastal oli seda märksa vähem kui tänavu. Männi õietolmu oli peaaegu sama palju kui 2013. aastal. 2012 ja 2014 oli seda vähem, kuid ka nende aastate kogused on väga sarnased. Sarapuu õietolmu oli tänavu palju rohkem kui varasematel aastatel ja ka kõrreliste õietolmu oli tänavu rohkem. Paju ja puju õietolmu hulgad on püsinud suhteliselt samal tasemel, vaid eelmisel aastal oli neid veidi rohkem. Kadaka ja nõgese õietolmu oli tänavu vähem võrreldes eelnevate aastatega.



**Tabel 37. Mõningate õietolmutüüpide aastaste hulkade võrdlus Kuressaares.**

		2012	2013	2014	2015
<b>KADAKAS</b>	Õietolmu hulk	1842	2088	3361	1115
	Osa kogusummast	6%	11%	8%	6%
<b>KASK</b>	Õietolmu hulk	13492	201	19137	1198
	Osa kogusummast	47%	1%	45%	7%
<b>KÕRRELISED</b>	Õietolmu hulk	1203	1080	1215	1568
	Osa kogusummast	4%	6%	3%	9%
<b>LEPP</b>	Õietolmu hulk	648	2576	6483	1599
	Osa kogusummast	2%	14%	15%	9%
<b>MÄND</b>	Õietolmu hulk	4956	7095	4849	6996
	Osa kogusummast	17%	39%	11%	40%
<b>NÖGES</b>	Õietolmu hulk	3852	3250	4134	1944
	Osa kogusummast	13%	18%	10%	11%
<b>PAJU</b>	Õietolmu hulk	135	131	288	167
	Osa kogusummast	0,47%	0,72%	0,68%	0,96%
<b>PUJU</b>	Õietolmu hulk	243	254	639	313
	Osa kogusummast	1%	1%	2%	2%
<b>SARAPUU</b>	Õietolmu hulk	54	220	211	809
	Osa kogusummast	0,19%	1,21%	0,50%	4,66%

## 6.9 Aerobioloogilise seire kokkuvõte

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ viis 2015. aastal läbi projekti “Õhukvaliteedi andmete kogumine ja aruandlus aastal 2015” raames läbi ka aerobioloogilist seiret. Selle käigus koguti välisõhust proove, et määrata õietolmu ja teatud hallitussporete eoste kontsentratsiooni õhus. Eelkõige olid vaatluse all allergeenseid reaktsioone põhjustavad õietolmutüübid. Proove koguti viiest linnast: Tallinnast, Tartust, Pärnust, Jõhvist ja Kuressaares. Tulemused laeti igapäevaselt internetti, et teavitada õietolmu suhtes tundlike inimesi. Proove koguti Tallinnas veebruarist ja teistes seirepunktides märtsist. Proovivõtt kestis kuni oktoobri lõpuni.

2015. aasta oli õietolmuhulga poolest sarnane 2013. aastale, mis oli märksa madalam kui 2012. ja 2014. aastal. Enim leidis männi õietolmu kõikides seirejaamades ja protsentuaalselt oli seda 40 – 60%.

2016. aastal on plaan jätkata õietolmuseiret viies seirepunktis. Tallinnas hakkab seire veebruari algusest, teistes seirejaamades hiljemalt märtsist. Seire kestab kuni oktoobri lõpuni. On uuenenud ka Eesti õhuseireveebi koduleht (<http://airviro.klab.ee/>) ja seoses sellega saab ka õietolmuandmete esitlusvorm uue väljanägemise.

## 7 Rahvusvaheline koostöö, aruandlus ja kohustused

2015. aastal koostati järgmised aruanded:

- a) Aruandlus vastavalt direktiivile 2004/461/EMÜ, mis hõlmab välisõhu kvaliteedi direktiivide alusel teostatud saastetasemete mõõtmisi;
- b) Osooni saastetasemete aruandlus vastavalt direktiivile 2008/50/EÜ;
- c) Avalikkuse teavitamine vastavalt õhukvaliteedi raamdirektiivile 2008/50/EÜ
- e) EMEP (Co-operative programme for monitoring and evaluation of the long range transmission of air pollutants in Europe) aruandlus Norra Õhu-uuringute Instituudile (NILU);
- f) EIONET (European Environmental Information and Observation Network) aruandlus vastavalt IPR juhenditele;
- g) Aruandlus vastavalt Komisjoni rakendusotsusele 2011/850/EÜ;

Kõik Eesti poolt esitatud rahvusvahelised aruanded on kättesaadavad EIONET CDR kaudu:  
<http://cdr.eionet.europa.eu/ee/eu>

Lisaks on õhukvaliteedi mõõtetulemused avalikkusele kättesaadavad Airbase kaudu:  
<http://acm.eionet.europa.eu/databases/airbase/>

Siseriiklikult osaletakse kahe liikmega õhukvaliteedi standardimiskomitees töös, tegeleti asjakohaste standardite ülevaatamisega.

## 8 Arendustööd

2015 aastal alustati järgmiste arendustöödega:

1. Geoalusel veebipõhise modelleerimissüsteemi ja avalikkusele suunatud modelleerimisteenuse tagamine, avaliku teenuse aluseks olevate andmebaaside täiendamine;
2. Õhukvaliteedi mõõtesüsteemi lisandunud uute seadmete andmevahetusprotokollide juurutamine ja lisamine andmekogumissüsteemi;
3. Regionaalse skaala hajumismudeli täiendamine fotokeemiliste reaktsiooniskeemidega;
4. Õhukvaliteedi andmete kogumissüsteemi aruandlusmooduli täiendamine vastavalt IPR juhenditele ja liidestamine AQUI tarkvaraga;
5. Veebipõhisele modelleerimissüsteemile lõhnaainete hajumismudeli lisamine;
6. FAIRMODE juhendite kohase mudelite valideerimissüsteemi juurutamine modelleerimissüsteemi;
7. Süsteemiga seoti Tahkuse fooniõhu seirejaam;
8. Uuendati laevaliikluse moodulit;
9. Uuendati lõhnamudelit AUSTAL2000G;
10. Hirlam prognoosifailidest operatiivselt meteoroloogiliste prognoosiandmete salvestamine airviro andmebaasi ja nende kasutamine hajumismudelite poolt;
11. MATCH mudelit täiendati osooni fotokeemiliste reaktsiooniskeemidega.

## 9 Kokkuvõte ja plaanid

Töö raames mõõdeti esimeses etapis kahe teiseldatava konteinerjaamaga välisõhu kvaliteeti Muuga sadama piirkonnas eesmärgiga hinnata lõhnahäiringut põhjustavaid probleemseid piirkondasid. Mõõtekampaaniaga alustati 2014 a. lõpus ja mõõtmised kestsid 2015 a. kevadeni. Mõõtetulemuste põhjal täpsustati Muuga piirkonna ettevõtete heitkoguste andmebaase, mida kasutati heitkoguste modelleerimisel sisendandmetena.

Kohtkütte ja liikluse andmebaaside ajakohastamiseks teostati kütteperioodil mõõtekampaania liikuva õhulaboriga Pärnu linnas.

Sügisel 2015 alustati põhjaliku mõõtekampaaniaga Tartu linnas, mis kestab kuni 2016 a. kevadeni ehk kütteperioodi lõpuni. Mõõtmiste eesmärgiks on välja selgitada Tartu elumupiirkonnas viimastel aastatel esinenud BaP sihtväärtuse ületamise põhjused ja kaardistada probleemse õhukvaliteedi ulatust.

Suvel tehti kahe mobiilse seirejaamaga põhjalik mõõtekampaania Kehra linnas. Samal ajal mõõdeti üle Kehra paberivabriku saasteallikad, hinnati ära lõhna heitkogused ja teostati saasteainete ja lõhnahäiringu ulatuse hindamiseks hajumisarvutused. Mõõtmistulemused näitasid vesiniksulfiidi osas Kehra linnas väga tõsiseid saasteaine piirväärtuse ületamisi. Kehras on vajalikud järeltegevused, et probleemi allikas täpselt identifitseerida ja paika panna reaalne tegevuskava lahenduste leidmiseks.

Osulas tehti paralleelselt välisõhu mõõtekampaania ja emissioonimõõtmiste kampaania Osula graanulitehases. Eesmärgiks kindlaks teha piirkonnas esinevate lõhnakaebuste põhjendatus ja hinnata ära kohaliku ettevõtte mõju ümbritsevale keskkonnale. Saasteainete osas piirväärtuseid ületavaid saastetasemeid ei mõõdetud.

2016 a. on kavas jätkata Tartu mõõtekampaaniaga. Sõltuvalt saadud tulemustest otsustatakse, kas Tartu mõõtmistega jätkatakse ka sügisel või piisab ühe mõõtekampaania raames kogutud andmetest probleemi tuvastamiseks ja lahenduste pakkumiseks.

Mõõtekampaaniatega jätkatakse probleemsetes piirkondades. Plaanis on esimesel poolaastal keskenduda Ida-Virumaale, seoses vävlipirangute rakendamisega merekütustele on plaanis teha mõõtekampaania Tallinna reisisadamas. Kohtkütte ja liikluse andmebaaside valideerimiseks on kavas teha sügisel mõõtekampaaniad suuremate linnade kohtküttepiirkondades, mis ei ole statsionaarsete mõõtmistega kaetud. Koostöös Keskkonnaameti ja Keskkonnainspektsiooniga tehakse mõõtmised probleemsetes tööstuspiirkondades.



Õhukvaliteedi juhtimissüsteemi arendustööde osas on üheks oluliseks arendustöök Airviro mudelite sidumine Keskkonnaameti poolt arendatava KOTKAS infosüsteemiga. Eesmärgiks on Airviro keskkonnas olevate hajumismudelite kasutamine üle veebiteenuse KOTKAS keskkonna poolt. Järgmisel aastal on plaanis jätkata andmebaaside eksportimisega seotud saastelubade kvaliteediprobleemide lahendamist. Laevaliikluse heitkoguste arvutusmoodulis oleva laevade andmebaasi osas on plaanis laevade andmete operatiivne uuendamine. Veebipõhise modelleerimissüsteemi arenduste osas on 2016 a. kavas see viia üle HTML5 peale ja loobuda senisest Flash tehnoloogial lahendusest. 2016 a. keskel avatakse süsteem laiemale avalikkusele ja 2017 a. alates on kavas kasutada Airviro keskkonnas olevaid hajumismudeleid ametlike hajumismudelitena lubatud heitkoguste projekti koostamisel. Lisaks alustatakse suurte saasteallikate omaseireandmete sidumist õhukvaliteedi juhtimissüsteemiga. Kavas on lõpetada lõhnamudeli juurutamine veebipõhisesse modelleerimissüsteemi, et 2016 a. lõpus oleks kasutajatel võimalik teha avalikkusele suunatud portaali kaudu ka lõhnahäiringu esinemissageduse hindamisi. Airviro süsteemi luuakse Mobiilsete mõõtejaamade register, mis võimaldab operatiivselt kasutada pisteliste mõõtekampaaniate mõõtetulemusi hajumismudelite valideerimiseks. 2016 a. jätkatakse aerobioloogilise seirega viies mõõtepunktis. Osaletakse Lahemaa seirealaga korrosiooniprogrammis.

## 10 Kasutatud kirjandus

1. **Eesti Keskkonnauuringute Keskus (2011)**, Aerobioloogiline seire 2011.a., Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus.
2. MTÜ Eesti Allergialiit [WWW] - <http://www.allergialiit.ee/?m1=14&m2=58> (24.11.2015)
3. **Eesti Keskkonnauuringute Keskus (2012)**, Aerobioloogiline seire 2012.a., Tallinn: Eesti Keskkonnauuringute Keskus.
4. **Universidad de Córdoba** Aerobiological sampling. Methods of capture. [WWW] [http://www.uco.es/aerobiologia/metodologia/captacion\\_e.html](http://www.uco.es/aerobiologia/metodologia/captacion_e.html) (24.11.2015)
5. **Ranta, H., Pessi, A.-M. (2005)** The Finnish Pollen Bulletin. Aerobiology Unit, University of Turku [infoleht]
6. **J. Jantunen, K. Saarinen and A. Rantio-Lehtimäki (2011)** Allergy symptoms in relation to alder and birch pollen concentrations in Finland, 2011.
7. Tartu Ülikooli LO Loodusteadusliku hariduse keskuses. Õistaimed [WWW] <http://bio.edu.ee/taimed/general/oistaim.html> (24.11.2015)
8. **L. Raudsepp** (1981) Eesti õistaimi, Valgus, Tallinn.
9. Hallituste tüübid [WWW] [http://www.pristineinspections.net/html/mold\\_types.html](http://www.pristineinspections.net/html/mold_types.html) (24.11.2015)
10. **M. Saar (1998)**, Aerobioloogiline seire 1998, Tartu: EPMÜ Zooloogia ja Botaanika Instituut.
11. Tomasson R., Osula Graanul OÜ välisõhu saasteloa LHK projekt, 2014. OÜ Hendrikson & Ko
12. Keskkonnaministri 8.07.2011. a. määrus nr 43 „Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad“ (RT I, 12.07.2011, 3).
13. Keskkonnaministri 01.02.2009. a. määrus nr 50 „Lõhnaaine esinemise määramise ekspertrühma moodustamise kord, ekspertrühma liikmele esitatavad nõuded, lõhnaaine esinemise määramise kord ja määramiseks kasutatavate meetodite loetelu“ (RTL 2007, 57, 1018).