KESKLABOR
Eesti Keskkonnauuringute Keskus

CENTRAL LAB
Estonian Environmental Research Centre

Elektritootmise-, põlevkiviõli tootmise-, soojusvarustuse- ja transpordi energiakasutuse stsenaariumidega kaasnevate atmosfääri peenosakeste $PM_{2,5}$ ja muude õhusaasteainete leviku ning kasvuhoonegaaside tõttu õhukvaliteedi muutuste prognoosimine ajavahemikule 2012-2050

Tallinn 2014

Kesklabor
Central Lab

Töö nimetus:

Elektritootmise-, põlevkiviõli tootmise-, soojusvarustuse- ja transpordi energiakasutuse stsenaariumidega kaasnevate atmosfääri peenosakeste $PM_{2,5}$ ja muude õhusaasteainete leviku ning kasvuhoonegaaside tõttu õhukvaliteedi muutuste prognoosimine ajavahemikule 2012-2050

Töö autorid

Marek Maasikmets

Tanel Laasma

Töö tellija:

Eesti Arengufond

Töö teostaja:

Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ
Marja 4D
Tallinn, 10617
Tel. 6112 900
Fax. 6112 901
info@klab.ee
www.klab.ee

Lepingu nr: nr 9-1/14/3

Töö valmimisaeg: 01.07.2014

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 Taustainfo 10
2 Saasteainete heitkogused elektritootmise stsenaariumites 12
3 Saasteainete heitkogused Soojavarustuse stsenaariumites 16
4 Saasteainete heitkogused Põlevkiviõli tootmise stsenaariumites 21
5 Heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited 25
5.1 Kasvuhoonegaasid 25
5.2 NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$ 26
5.3 LOÜ, HCB, H_2S ja PAH 27
6 KHG ETS ja nonETS heitkoguste jagunemine 29
7 Saasteainete hajumisarvutused 31
7.1 Elektrienergia tootmine 41
7.2 Kaugküte 51
7.3 Kohtküte e. kodumajapidamised 70
7.4 Muu lokaalküte 89
7.5 Põlevkiviõli tootmine 108
7.6 Transport 118
8 Ülevaade Eesti õhukvaliteedist 131
8.1 Piiriülene õhusaaste 145
9 Edasised välisõhu seire alased tegevused 149
10 Kokkuvõte 156
11 Kasutatud kirjandus 159

Joonised

Joonis 1 Kasvuhoonegaaside heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 14

Joonis 2 NO_x heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni NO_x 14

Joonis 3 SO_2 heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni SO_2 15

Joonis 4 $PM_{2.5}$ heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$ 16

Joonis 5 Kasvuhoonegaaside heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 18

Joonis 6 NO_x heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni NO_x 18

Joonis 7 SO_2 heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni SO_2 18

Joonis 8 $PM_{2.5}$ heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$ 19

Joonis 9 LOÜ heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni LOÜ 19

Joonis 10 HCB heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, kg HCB 20

Joonis 11 PAH heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, t PAH 20

Joonis 12 KHG heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 22

Joonis 13 NO_x heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni NO_x 22

Joonis 14 SO_2 heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni SO_2 23

Joonis 15 $PM_{2.5}$ heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$ 23

Joonis 16 LOÜ heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni LOÜ 24

Joonis 17 H_2S heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni H_2S 24

Joonis 18 PAH heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni PAH 25

Joonis 19 IAirViro andmebaaside valideerimise põhimõtteline skeem 31

Joonis 20 Hajumisarvutustes kasutatud õli tootmise paiknemine 34

Joonis 21 Hajumisarvutustes kasutatud el. tootmise paiknemine 35

Joonis 22 Hajumisarvutustes kasutatud muu lokaalkütte paiknemine 36

Joonis 23 Hajumisarvutustes kasutatud kaugkütte paiknemine 37

Joonis 24 Hajumisarvutustes kasutatud kohtkütte paiknemine 38

Joonis 25 Hajumisarvutustes kasutatud maanteevõrgustik..... 39

Joonis 26 Elektrienergia tootmine 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 42

Joonis 27 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 43

Joonis 28 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 44

Joonis 29 Elektrienergia tootmine 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 45

Joonis 30 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 46

Joonis 31 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 47

Joonis 32 Elektrienergia tootmine 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 48

Joonis 33 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 49

Joonis 34 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 50

Joonis 35 Kaugküte 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 52

Joonis 36 Kaugküte, energiaühistu stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 53

Joonis 37 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 54

Joonis 38 Kaugküte 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 55

Joonis 39 Kaugküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 56

Joonis 40 Kaugküte, en.ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 57

Joonis 41 Kaugküte 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 58

Joonis 42 Kaugküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 59

Joonis 43 Kaugküte, en.ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 60

Joonis 44 Kaugküte 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 61

Joonis 45 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 62

Joonis 46 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3).... 63

Joonis 47 Kaugküte 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)..... 64

Joonis 48 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)..... 65

Joonis 49 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)..... 66

Joonis 50 Kaugküte 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 67

Joonis 51 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 68

Joonis 52 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 69

Joonis 53 Kohtküte 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 71

Joonis 54 Kohtküte, energiaühistu stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 72

Joonis 55 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) ... 73

Joonis 56 Kohtküte 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 74

Joonis 57 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 75

Joonis 58 Kohtküte, en.ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 76

Joonis 59 Kohtküte 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 77

Joonis 60 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 78

Joonis 61 Kohtküte, en.ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 79

Joonis 62 Kohtküte 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)..... 80

Joonis 63 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3).... 81

Joonis 64 Kohtküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)..... 82

Joonis 65 Kohtküte 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3) 83

Joonis 66 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3) 84

Joonis 67 Kohtküte, en. ühistu stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3) 85

Joonis 68 Kohtküte 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)..... 86

Joonis 69 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 87

Joonis 70 Kohtküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 88

Joonis 71 Muu lokaalküte, 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 90

Joonis 72 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 91

Joonis 73 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m3) 92

Joonis 74 Muu lokaalküte, 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)..... 93

Joonis 75 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)... 94

Joonis 76 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)... 95

Joonis 77 Muu lokaalküte, 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 96

Joonis 78 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3).. 97

Joonis 79 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3).. 98

Joonis 80 Muu lokaalküte, 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 99

Joonis 81 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 100

Joonis 82 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 101

Joonis 83 Muu lokaalküte, 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)..... 102

Joonis 84 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3) 103

Joonis 85 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3) 104

Joonis 86 Muu lokaalküte, 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 105

Joonis 87 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 106

Joonis 88 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub) 107

Joonis 89 Õli tootmine 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)..... 109

Joonis 90 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)110

Joonis 91 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)111

Joonis 92 Õli tootmine 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 112

Joonis 93 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 113

Joonis 94 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 114

Joonis 95 Õli tootmine 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 115

Joonis 96 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 116

Joonis 97 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 117

Joonis 98 Liiklus 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 119

Joonis 99 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 120

Joonis 100 Liiklus, TPEE stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3) 121

Joonis 101 Liiklus 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 122

Joonis 102 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 123

Joonis 103 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3) 124

Joonis 104 Liiklus 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 125

Joonis 105 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3) 126

Joonis 106 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)..... 127

Joonis 107 Liiklus 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)..... 128

Joonis 108 Liiklus, VSTAK stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)..... 129

Joonis 109 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3) 130

Joonis 110 Eesti õhuseirejaamade asukohad..... 132

Joonis 111 PM10 aastakeskmine kontsentratsioon Tallinnas..... 140

Joonis 112 PM_{10} ületamiste arv aastate lõikes..... 140

Joonis 113 PM_{10} nädalane käik Tallinnas..... 141

Joonis 114 $PM_{2.5}$ summaarne saastevoog taustajaamades aastal 2009 147

Joonis 115 PM2.5 summaarne saastevoog taustajaamades aastal 2010 148

Tabelid

Tabel 1 Saasteainete, valdkondade ja stsenaariumite nimekiri hajumisarvutustes 10

Tabel 2 Elektritootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused 12

Tabel 3 Soojavarustuse stsenaariumite saasteainete heitkogused 16

Tabel 4 Põlevkiviõli tootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused 21

Tabel 5 Kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited 25

Tabel 6 NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$ heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited..... 26

Tabel 7 LOÜ, HCB, H_2S ja PAH heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited 27

Tabel 8 Elektritootmise stsenaariumite ETS ja non ETS heitkoguste jagunemine, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 29

Tabel 9 Soojavarustuse stsenaariumite ETS ja nonETS heitkoguste jagunemine, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 29

Tabel 10 2030. a. saasteainete sektoriaalsete heitkoguste järjestus vastavalt heitkoguse suurusele* 40

Tabel 11 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained linnaõhu seirejaamades 2013 133

Tabel 12 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained taustajaamades 2013 134

Tabel 13 Välisõhu saastetaseme piir – ja sihtväärtused 135

Tabel 14 Prioriteetsetele saasteainetele kehtestatud häiretasemed..... 137

Tabel 15 Alumised ja ülemised hindamispiirid..... 138

Tabel 16 Linnakeskkonna peamised saasteallikad, koos heitkoguste kontrollimeetmetega 153

Tabel 17 Eestile lubatud AEA kogused perioodil 2013-2020, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti 156

1 Taustainfo

Saasteainete heitkogused arvutati eraldi kolmes alamvaldkonnas: elektritootmine, soojavarustus, põlevkiviõli tootmine. Valdkondades arvutati heitkogused erinevatele stsenaariumitele. Elektritootmisel oli 5 stsenaariumit (Liberal, Liberal+, RE Focus, Oil Shale BAU ja RE++), soojavarustusel 3 stsenaariumit (Kaugkütte stsenaarium, Reaalne stsenaarium ja Energiaühistu stsenaarium) ning põlevkiviõli tootmisel samuti 3 stsenaariumit (15 miljoni tonni stsenaarium, 20 miljoni tonni stsenaarium ja 25 miljoni tonni stsenaarium).

Elektritootmisel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$ heitkogused. Soojavarustusel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, LOÜ ja HCB heitkogused. Põlevkiviõli tootmisel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, LOÜ, H_2S ja PAH heitkogused.

Saasteainete hajumisarvutustel kasutati Eesti õhukvaliteedi juhtimissüsteemis sisalduvaid heitkoguste andmebaase (keskkonnaluba omavate käitiste heitkogused OSISe (Õhu saasteallikate infosüsteem) kaudu, kodumajapidamised e. kohtküte, transport), seireandmeid ning Euleri advektsiooni-difusiooni võrgustikmudelit. Saasteainete hajumisarvutused teostati 2012. a. ja 2030. a. miinimum- (min) ja maksimumstsenaariumi (max) kohta.

Tabel 1 Saasteainete, valdkondade ja stsenaariumite nimekiri hajumisarvutustes

Saasteaine	2012. a. valdkond	2030. a. valdkond ja stsenaarium
Vääveldioksiid (SO2)	1. Elektritootmine 2. Soojavarustus 2.1. Kohtküte 2.2. Muu lokaalküte 2.3. Kaugküte 3. Põlevkiviõli tootmine 4. Transport	1. Elektritootmine - Oil Shale BAU (max) ja RE++ stsenaarium (min) 2. Soojavarustus 2.1. Kohtküte – kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2.2. Muu lokaalküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2.3. Kaugküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 3. Põlevkiviõli tootmine – 25 miljoni tonni (max) ja 15 miljoni tonni (min) stsenaarium 4. Transport – BAU (max) ja TP_EE (min) stsenaarium
Lämmastikoksiidid (NOx)	1. Elektritootmine 2. Soojavarustus 2.1. Kohtküte	1. Elektritootmine - Oil Shale BAU (max) ja RE++ stsenaarium (min) 2. Soojavarustus

Saasteaine	2012. a. valdkond	2030. a. valdkond ja stsenaarium
	2.2. Muu lokaalküte 2.3. Kaugküte 3. Põlevkiviõli tootmine 4. Transport	2.1. Kohtküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2.2. Muu lokaalküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2.3. Kaugküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 3. Põlevkiviõli tootmine – 25 miljoni tonni (max) ja 15 miljoni tonni (min) stsenaarium 4. Transport – BAU (max) ja TP_EE (min) stsenaarium
Mittemetaansed lenduvad orgaanilised ühendid (NMVOC)	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte 1.2. Muu lokaalküte 1.3. Kaugküte 2. Põlevkiviõli tootmine 3. Transport	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte - kaugkütte (max) ja reaalne (min) stsenaarium 1.2. Muu lokaalküte - kaugkütte (max) ja reaalne (min) stsenaarium 1.3. Kaugküte - reaalne (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2. Põlevkiviõli tootmine - 25 miljoni tonni (max) ja 15 miljoni tonni (min) stsenaarium 3. Transport - BAU (max) ja TP_EE (min) stsenaarium
Eriti peened osakesed (PM2.5)	1. Elektritootmine 2. Soojavarustus 2.1. Kohtküte 2.2. Muu lokaalküte 2.3. Kaugküte 3. Põlevkiviõli tootmine 4. Transport	1. Elektritootmine - Oil Shale BAU (max) ja RE++ stsenaarium (min) 2. Soojavarustus 2.1. Kohtküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 2.2. Muu lokaalküte - kaugkütte (max) ja reaalne (min) stsenaarium 2.3. Kaugküte - reaalne (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 3. Põlevkiviõli tootmine - 25 miljoni tonni (max) ja 15 miljoni tonni (min) stsenaarium 4. Transport - BAU (max) ja TP_EE (min) stsenaarium
Polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH), 4 tk	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte 1.2. Muu lokaalküte 1.3. Kaugküte	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 1.2. Muu lokaalküte - kaugkütte

Saasteaine	2012. a. valdkond	2030. a. valdkond ja stsenaarium
		(max) ja reaalne (min) stsenaarium 1.3. Kaugküte - reaalne (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium
Heksaklorobenseen (HCB)	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte 1.2. Muu lokaalküte 1.3. Kaugküte	1. Soojavarustus 1.1. Kohtküte - kaugkütte (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium 1.2. Muu lokaalküte - kaugkütte (max) ja reaalne (min) stsenaarium 1.3. Kaugküte - reaalne (max) ja energiaühistu (min) stsenaarium

2 Saasteainete heitkogused elektritootmise stsenaariumites

Elektritootmise heitkoguste arvutamisel kasutati algandmetena elektritootmise kütuste tarbimise stsenaariumeid[1]. Heitkogused arvutati saadud andmete alusel aastatele: 2015, 2020, 2025, 2030 ja 2050.

Elektritootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused on esitatud Tabel 2.

Tabel 2 Elektritootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused

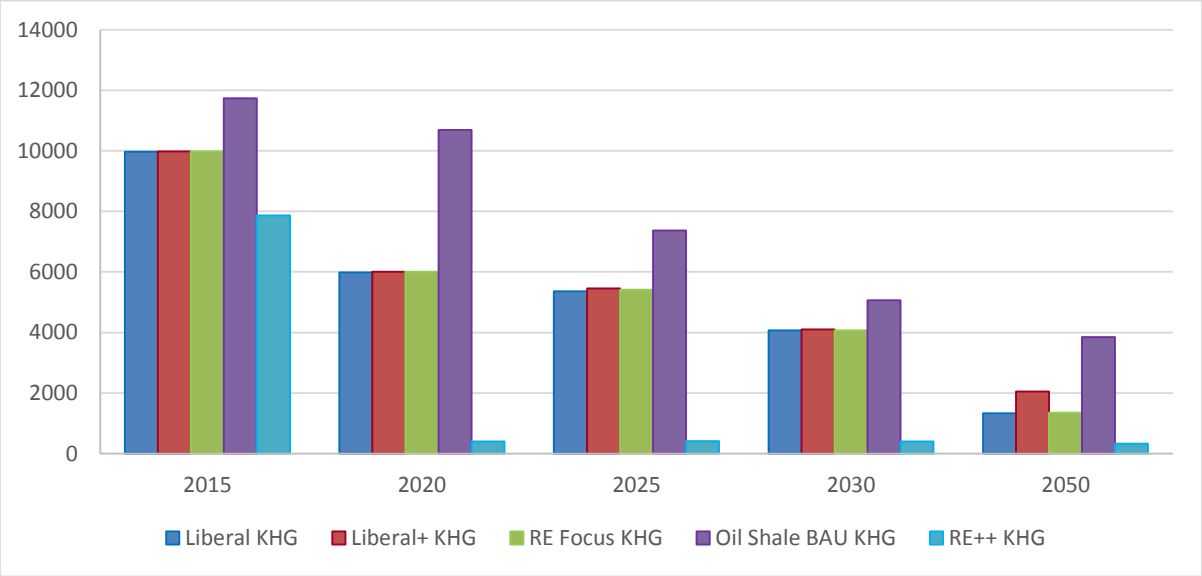
Stsenaarium	Saasteaine	2015	2020	2025	2030	2050
Liberal	KHG (CO_2 eq), tuh t	9969	5980	5364	4071	1334
	NO_x, t	10814	6340	6111	5498	3331
	SO_2, t	34386	7152	5636	5548	5253
	$PM_{2.5}$, t	1548	370	329	302	145
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Liberal+	KHG (CO_2 eq), tuh t	9974	6010	5460	4103	2049
	NO_x, t	10815	6340	6174	5501	3792
	SO_2, t	34411	7152	5636	5547	5048
	$PM_{2.5}$, t	1557	381	340	313	167
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
RE Focus	KHG (CO_2 eq), tuh t	9977	6009	5413	4071	1357

[1] http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/4/44/Estonian_Long-term_Power_Scenarios.pdf

	NO_x, t	10821	6348	6293	5504	3649
	SO_2, t	34411	7152	5636	5547	5048
	$PM_{2.5}$, t	1557	382	357	315	184
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Oil Shale BAU	**KHG (CO_2 eq), tuh t**	11731	10685	7370	5063	3487
	NO_x, t	12546	11694	9870	9966	8881
	SO_2, t*	40501	16618	7765	7681	7597
	SO_2, t**	40663	26048	24727	32165	32112
	$PM_{2.5}$, t	1798	696	308	261	157
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
RE++	**KHG (CO_2 eq), tuh t**	7867	407	418	400	329
	NO_x, t	10225	5118	5616	5068	2945
	SO_2, t	28796	368	401	333	119
	$PM_{2.5}$, t	1516	365	384	345	172

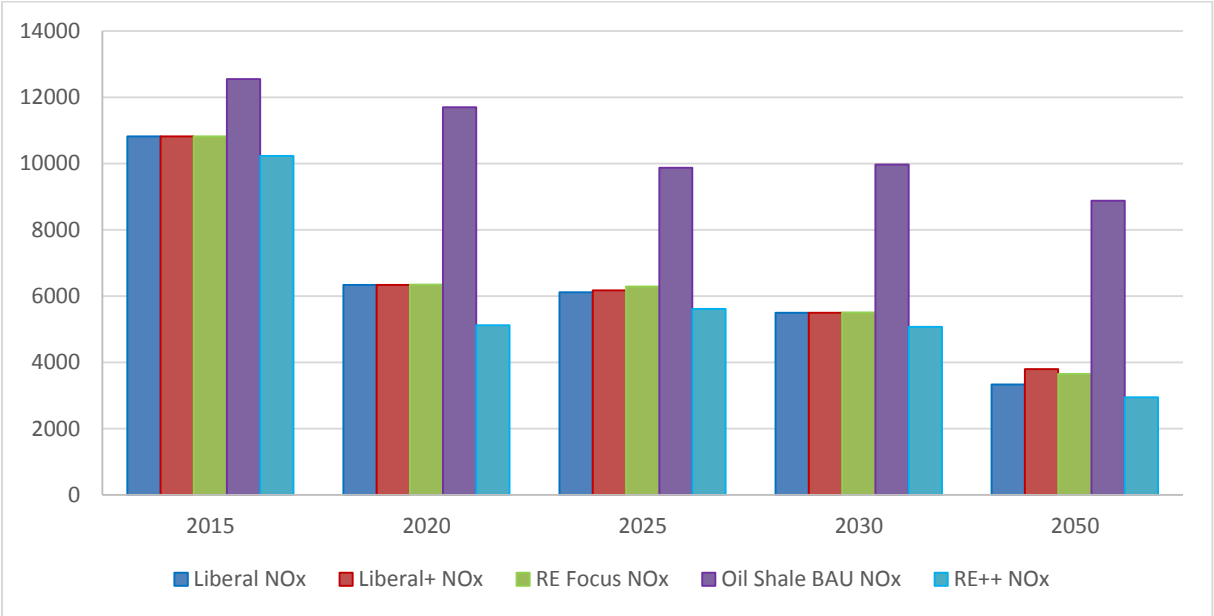
* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Keskmiste Põletusseadmete Direktiivi eelnõus olevaid gaasimootorites põletatavate gaaskütuste (välja arvatud maagaas) põletamise kontsentratsioone kasutades (13,3 gSO_2/GJ).
* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Eesti Energia AS poolt välja pakutud eriheitega, arvestades poolkoksigaasi H_2S sisalduseks 1,35% (suurima sisaldusega proov) ja alumiseks küttevääruseks 44,78 MJ/Nm^3 (861 gSO_2/GJ). Kuna põletatakse ka Enefit140 uttegaasi, mille puhul eriheide oleks tunduvalt kõrgem, siis valiti Enefit280 uttegaasi maksimaalne eriheide.

Nagu ülevaolevast tabelist on näha, siis kõikide arvutatud saasteainete ja kõikide stsenaariumite puhul heitkogused vähenevad ajaperioodil 2015 kuni 2050. Peamiselt vähenevad heitkogused tänu põlevkivi kasutamise vähenemisele elektritootmiseks. Vastavalt elektristsenaariumite prognoosidele, ei toimu põlevkivi kasutust tolmpõletusplokkides pärast 2022. aastat. Samuti on enamikes stsenaariumites prognoositud märgatavat tuule ja biomassi kasutamise tõusu elektritootmiseks.



Joonis 1 Kasvuhoonegaaside heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti

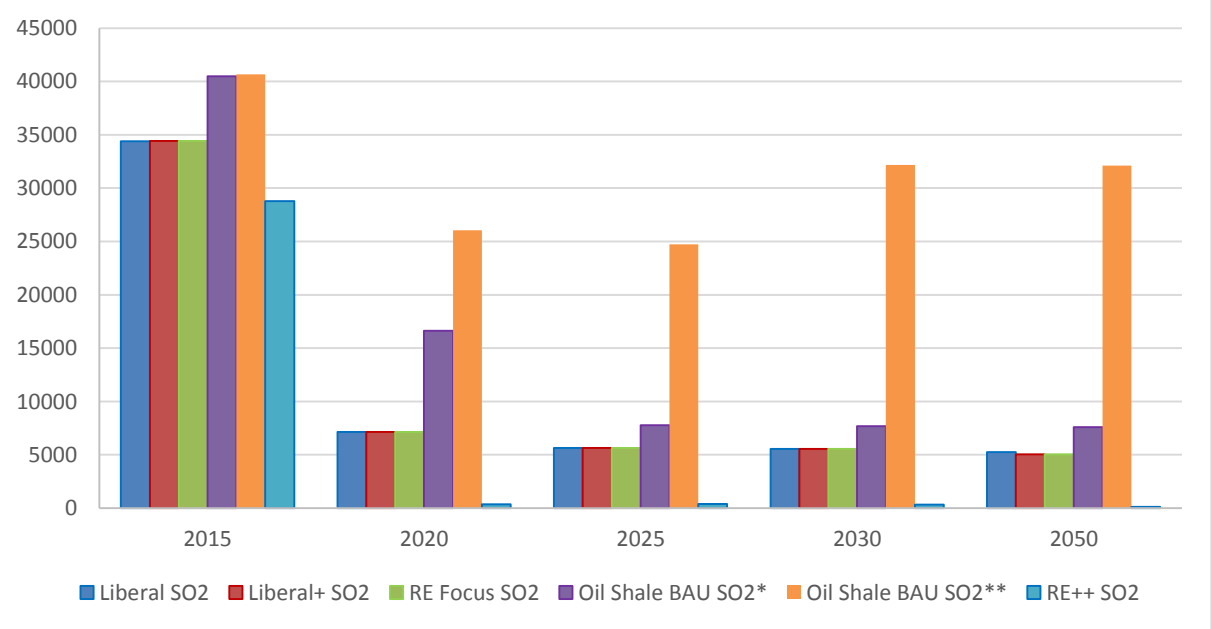
Kasvuhoonegaaside heitkogused langevad prognooside järgi Liberal stsenaariumis 59%, Liberal+ ja RE Focus stsenaariumites 49%, Oil Shale BAU stsenaariumis 57% ning RE++ stsenaariumis 95% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



Joonis 2 NO_x heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni NO_x

NO_x heitkogused langevad prognooside järgi Liberal, Liberal+ ja RE Focus stsenaariumites 49%, Oil Shale BAU stsenaariumis 21% ning RE++ stsenaariumis 50% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.

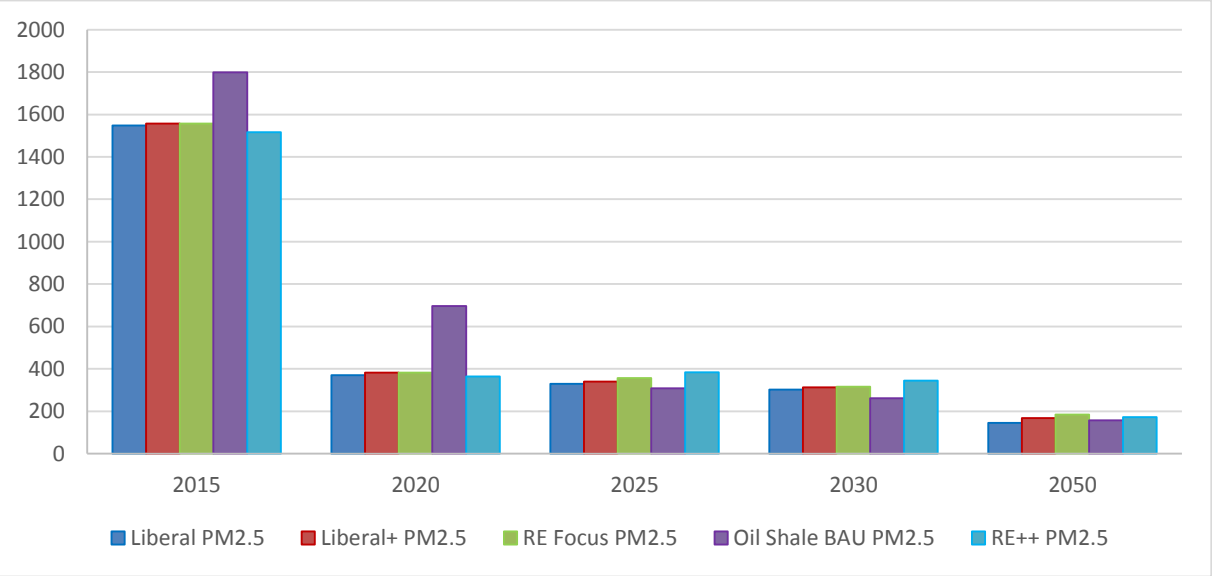
Kuigi põlevkivi kasutuse vähenemisega vähenevad ka NO_x heitogused, siis biomassi kasutamise tõus tasakaalustab NO_x heitkoguste langust ning need ei ole nii suured kui näiteks SO_2 puhul.



Joonis 3 SO_2 heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni SO_2

* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Keskmiste Põletusseadmete Direktiivi eelnõus olevaid gaasimootorites põletatavate gaaskütuste (välja arvatud maagaas) põletamise kontsentratsioone kasutades (13,3 gSO_2/GJ).
* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Eesti Energia AS poolt välja pakutud eriheitega, arvestades poolkoksigaasi H_2S sisalduseks 1,35% (suurima sisaldusega proov) ja alumiseks küttevääruseks 44,78 MJ/Nm^3 (861 gSO_2/GJ). Kuna põletatakse ka Enefit140 uttegaasi, mille puhul eriheide oleks tunduvalt kõrgem, siis valiti Enefit280 uttegaasi maksimaalne eriheide.

SO_2 heitkogused langevad prognooside järgi Liberal, Liberal+ ja RE Focus stsenaariumites 84% ja RE++ stsenaariumis 99% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga. Oil Shale BAU stsenaariumis 81%, kui heitkogused Enefit280 poolkoksigaasist on arvutatud Keskmiste Põletusseadmete Direktiivi eelnõus olevate andmete alusel ning 21% kui heitkogused Enefit280 poolkoksigaasi kasutamisest on arvutatud Eesti Energia AS poolt välja pakutud andmete alusel. SO_2 heitkoguste langus on tuleneb põhiliselt elektri tootmiseks kasutatava põlevkivi suurest vähenemisest ajavahemikul 2015 kuni 2020 (kõigis stsenaariumites välja arvatud Oil Shale BAU). Näiteks Liberal stsenaariumi puhul näitavad modelleerimistulemused, et 2015. aastal kasutatakse umbes 76PJ põlevkivi elektritootmiseks ning 2020. aastal on see kõigest 6,6 PJ.



Joonis 4 $PM_{2.5}$ heitkogused elektritootmise stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$

$PM_{2.5}$ heitkogused langevad prognooside järgi Liberal stsenaariumis 81%, Liberal+ ja RE Focus stsenaariumites 80%, Oil Shale BAU stsenaariumis 85% ja RE++ stsenaariumis 77% aastaks 2030 võrreldes 2012. aastaga. Nii nagu SO_2 puhul, langevad ka $PM_{2.5}$ heitkogused peamiselt tänu põlevkivi kasutamise järsule vähenemisele.

3 Saasteainete heitkogused Soojavarustuse stsenaariumites

Soojavarustuse heitkoguste arvutamisel kasutati algandmetena soojavarustuse kütuste tarbimise stsenaariumeid[2]. Heitkogused arvutati saadud andmete alusel aastatele: 2015, 2020, 2025, 2030 ja 2050.

Soojavarustuse stsenaariumite saasteainete heitkogused on esitatud Tabel 3.

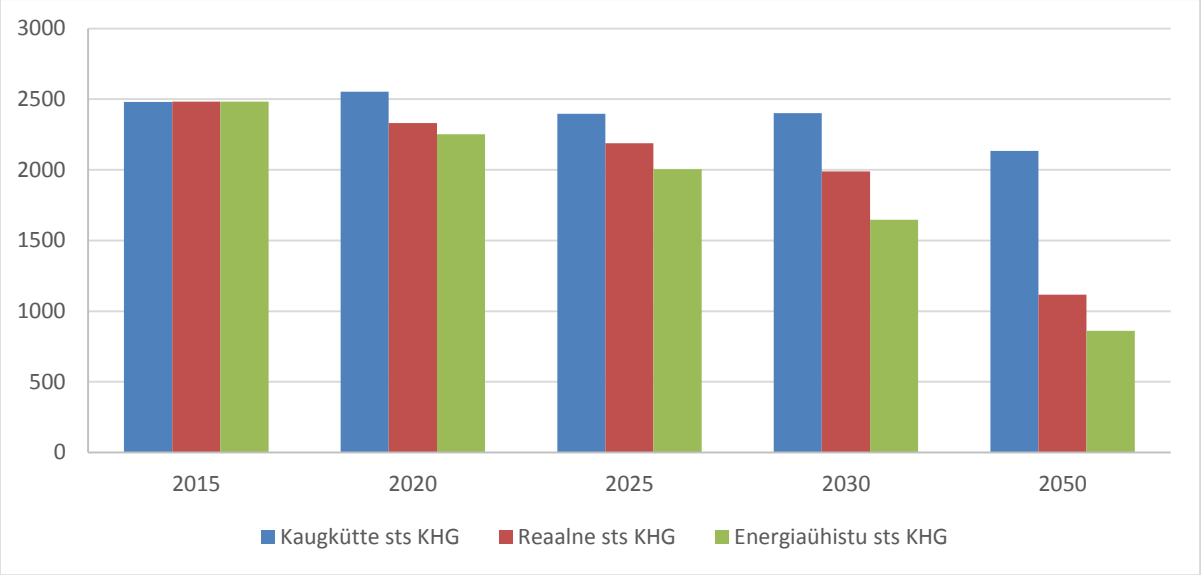
Tabel 3 Soojavarustuse stsenaariumite saasteainete heitkogused

Stsenaarium	Saasteaine	2015	2020	2025	2030	2050
Kaugkütte stsenaarium	**KHG (CO_2 eq), tuh t**	2480	2553	2396	2402	2133
	NO_x, t	7019	7195	7183	7580	7292
	SO_2, t	5987	4409	4329	4695	3802
	$PM_{2.5}$, t	6355	6468	6610	7099	6973

[2] http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/7/79/Vali%2C_L._Soojusmajanduse_stsenaariumid_25102013.pdf

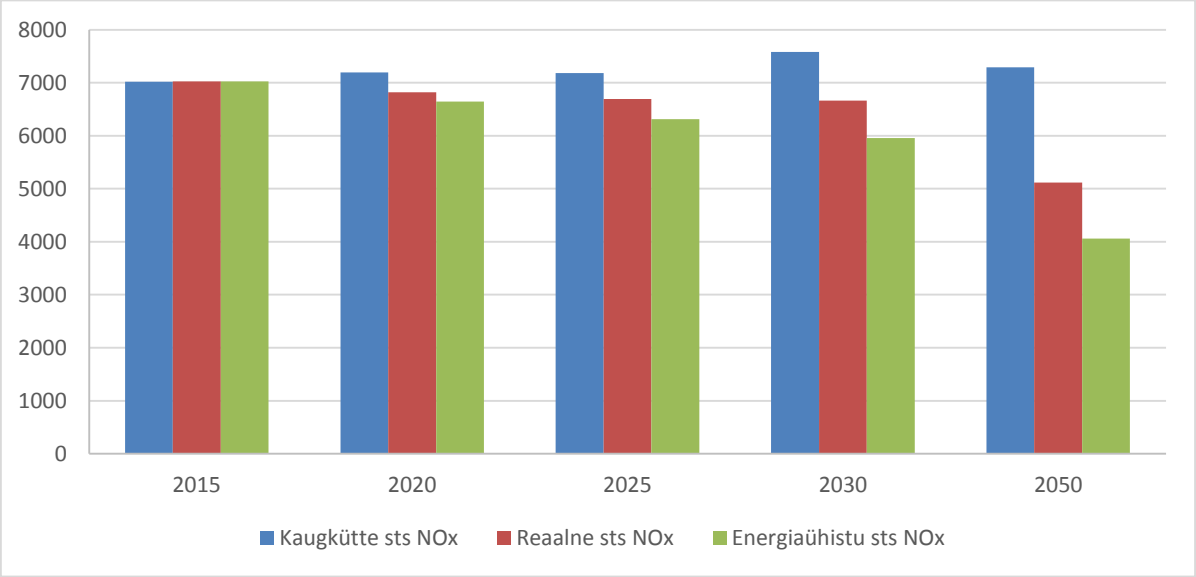
	LOÜ, t	1919	2004	2089	2290	2411
	HCB, kg	0,778	0,792	0,804	0,829	0,855
	PAH, t	228	228	229	229	236
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Reaalne stsenaarium	**KHG (CO_2 eq), tuh t**	2483	2332	2188	1990	1117
	NO_x, t	7024	6823	6695	6661	5118
	SO_2, t	6059	4027	3905	3763	2271
	$PM_{2.5}$, t	6357	6251	6210	6340	4143
	LOÜ, t	1921	1984	2008	2115	1909
	HCB, kg	0,779	0,789	0,779	0,763	0,657
	PAH, t	228	229	223	211	186
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
Energiaühistu stsenaarium	**KHG (CO_2 eq), tuh t**	2483	2252	2004	1646	860
	NO_x, t	7024	6647	6315	5959	4095
	SO_2, t	6059	3991	3637	3113	2089
	$PM_{2.5}$, t	6357	6078	6075	6154	3617
	LOÜ, t	1921	1934	1954	2020	1581
	HCB, kg	0,779	0,769	0,742	0,723	0,540
	PAH, t	228	222	211	199	155

SO_2 heitkoguste prognoositav langus 2020. aastal võrreldes 2015. aastaga on peamiselt seotud SO_2 eriheite vähenemisega uttegaasi kasutamisel soojuse tootmiseks.



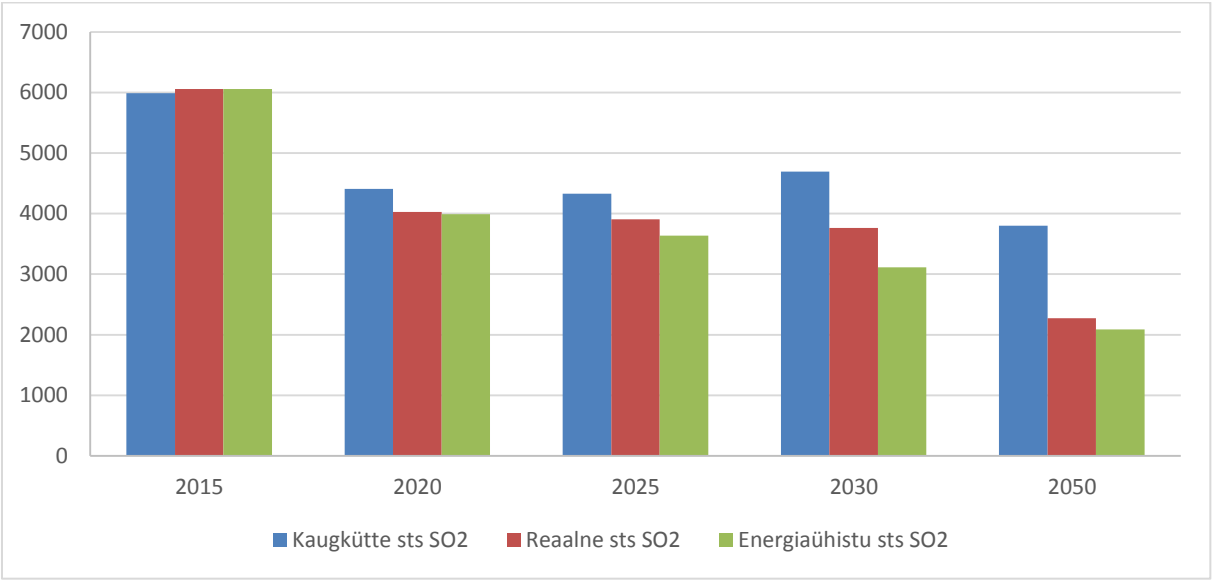
Joonis 5 Kasvuhoonegaaside heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti

Kasvuhoonegaaside heitkogused langevad Kaugkütte stsenaariumis 3%, Reaalses stsenaariumis 20% ning Energiaühistu stsenaariumis 34% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



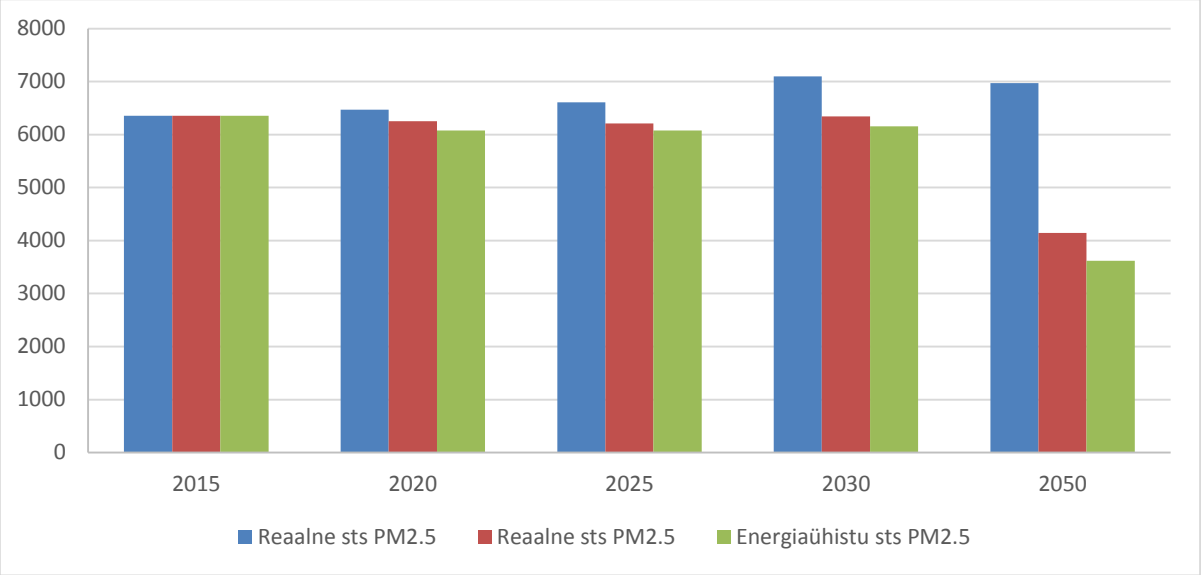
Joonis 6 NO_x heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni NO_x

NO_x heitkogused tõusevad Kaugkütte stsenaariumis 8% aastaks 2050 võrreldes 2012. aastaga. Reaalses stsenaariumis aga heitkogused vähenevad 5% ja Energiaühistu stsenaariumis 15% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



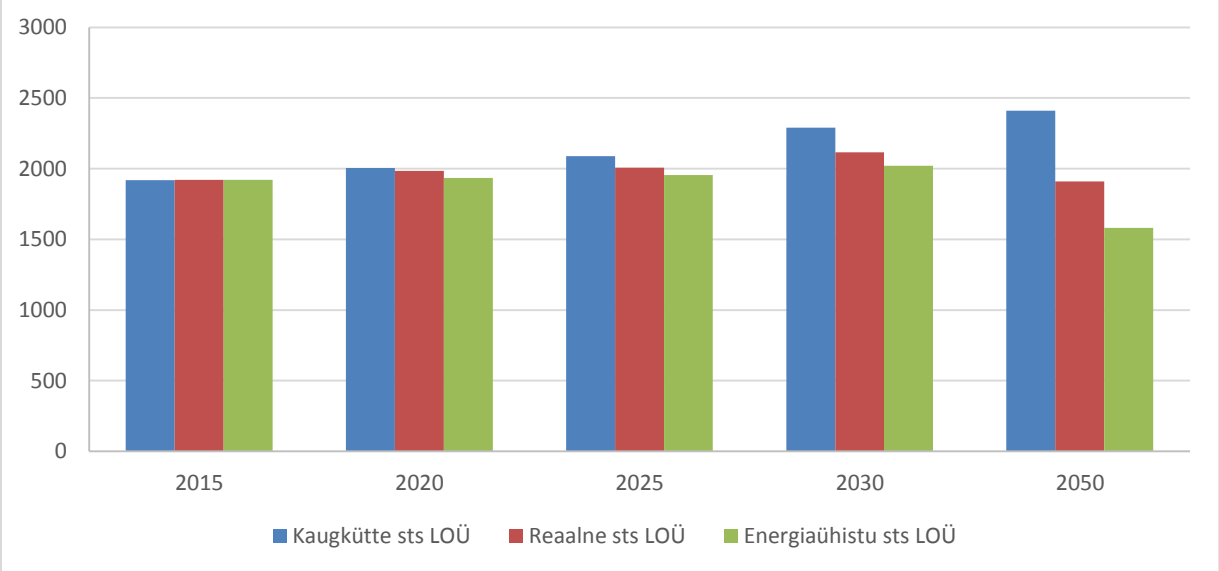
Joonis 7 SO_2 heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni SO_2

SO_2 heitkogused langevad Kaugkütte stsenaariumis 22%, Reaalses stsenaariumis 38% ja Energiaühistu stsenaariumis 49% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga. SO2 heitkoguste langus perioodil 2015-2020 tuleneb põlevkivigaaside eriheite langusest.



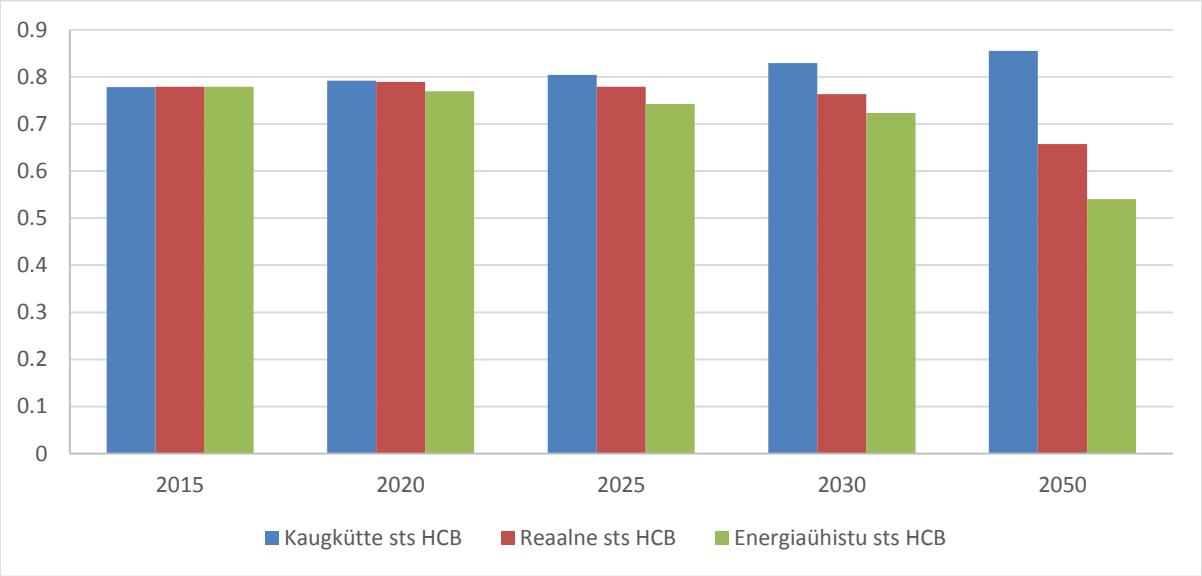
Joonis 8 $PM_{2.5}$ heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$

$PM_{2.5}$ heitkogused suurenevad Kaugkütte stsenaariumis 12% aastaks 2030 võrreldes 2012. aastaga. Reaalses stsenaariumis jäävad heitkogused 2012. aasta tasemele. Energiaühistu stsenaariumis heitkogused aga vähenevad vastavalt 3% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



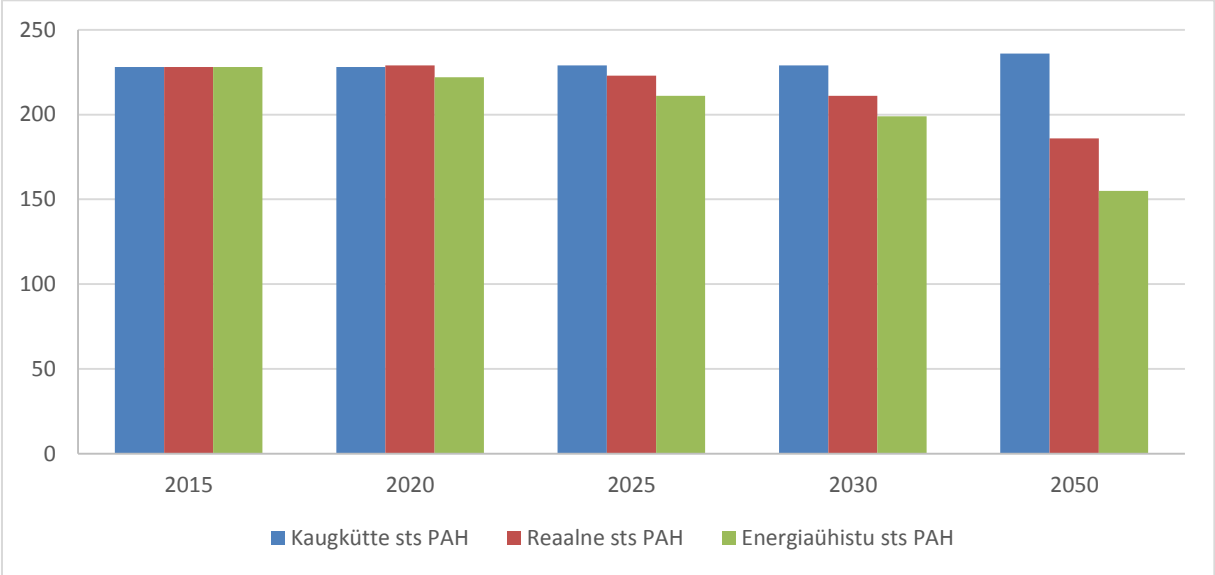
Joonis 9 LOÜ heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, tonni LOÜ

LOÜ heitkogused suurenevad Kaugkütte stsenaariumis 19%, Reaalses stsenaariumis heitkogused 10% ja Energiaühistu stsenaariumis 5% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



Joonis 10 HCB heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, kg HCB

HCB heitkogused suurenevad Kaugkütte stsenaariumis 7% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga. Reaalses stsenaariumis ja Energiaühistu stsenaariumis heitkogused vähenevad vastavalt 2% ja 7% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.



Joonis 11 PAH heitkogused soojavarustuse stsenaariumites, t PAH

PAH heitkogused jäävad Kaugkütte stsenaariumis samale tasemele aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga. Reaalses stsenaariumis ja Energiaühistu stsenaariumis vähenevad PAH heitkogused vastavalt 7% ja 13% aastaks 2030 võrreldes 2015. aastaga.

4 Saasteainete heitkogused Põlevkiviõli tootmise stsenaariumites

Põlevkiviõli tootmise heitkoguste arvutamisel kasutati algandmetena õlitehaste põlevkivi tarbimise stsenaariumeid[3]. Heitkogused arvutati saadud andmete alusel aastatele: 2012, 2015, 2020, 2025, 2030 ja 2050.

Põlevkiviõli tootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused on esitatud Tabel 4.

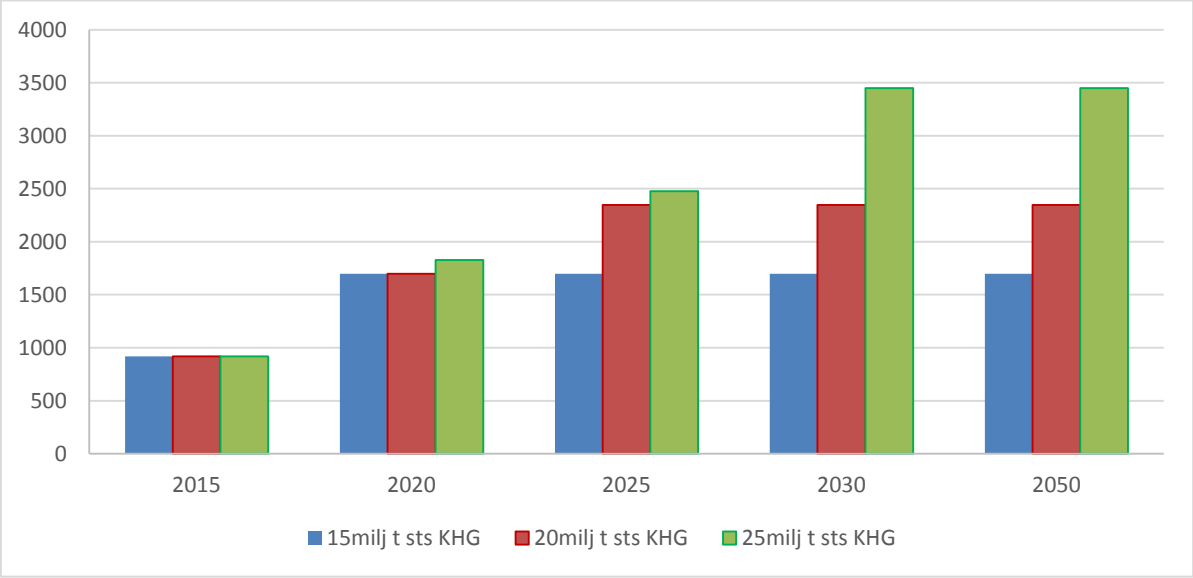
Tabel 4 Põlevkiviõli tootmise stsenaariumite saasteainete heitkogused

Stsenaarium	Saasteaine	2015	2020	2025	2030	2050
15 miljoni tonni stsenaarium	KHG (CO_2 eq), tuh t	918	1697	1697	1697	1697
	NO_x, t	659	1192	1192	1192	1192
	SO_2, t	1459	2250	2250	2250	2250
	$PM_{2.5}$, t	790	978	978	978	978
	LOÜ, t	35	39	39	39	39
	H_2S, t	8	9	9	9	9
	PAH, t	10	16	16	16	16
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
20 miljoni tonni stsenaarium	KHG (CO_2 eq), tuh t	918	1697	2346	2346	2346
	NO_x, t	659	1192	1692	1692	1692
	SO_2, t	1459	2250	2550	2550	2550
	$PM_{2.5}$, t	790	978	1045	1045	1045
	LOÜ, t	35	39	39	39	39
	H_2S, t	8	9	9	9	9
	PAH, t	10	16	21	21	21
Stsenaarium	**Saasteaine**	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
25 miljoni tonni stsenaarium	KHG (CO_2 eq), tuh t	918	1828	2477	3450	3450
	NO_x, t	659	1224	1724	2475	2475
	SO_2, t	1459	2740	3041	3491	3491
	$PM_{2.5}$, t	790	1100	1167	1267	1267

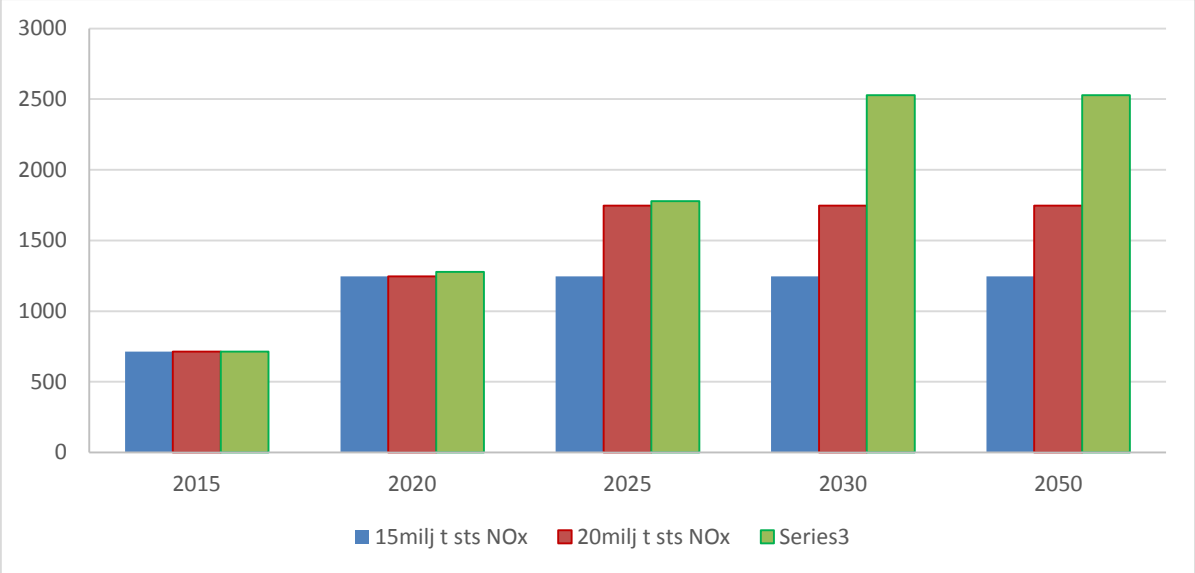
[3] http://www.energiatalgud.ee/img_auth.php/b/bd/Siirde%2C_A._P%C3%B5levkivi_kasutusstsenaariumid_2002_2014.pdf

	LOÜ, t	35	42	42	42	42
	H_2S, t	8	9	9	9	9
	PAH, t	10	18	23	30	30

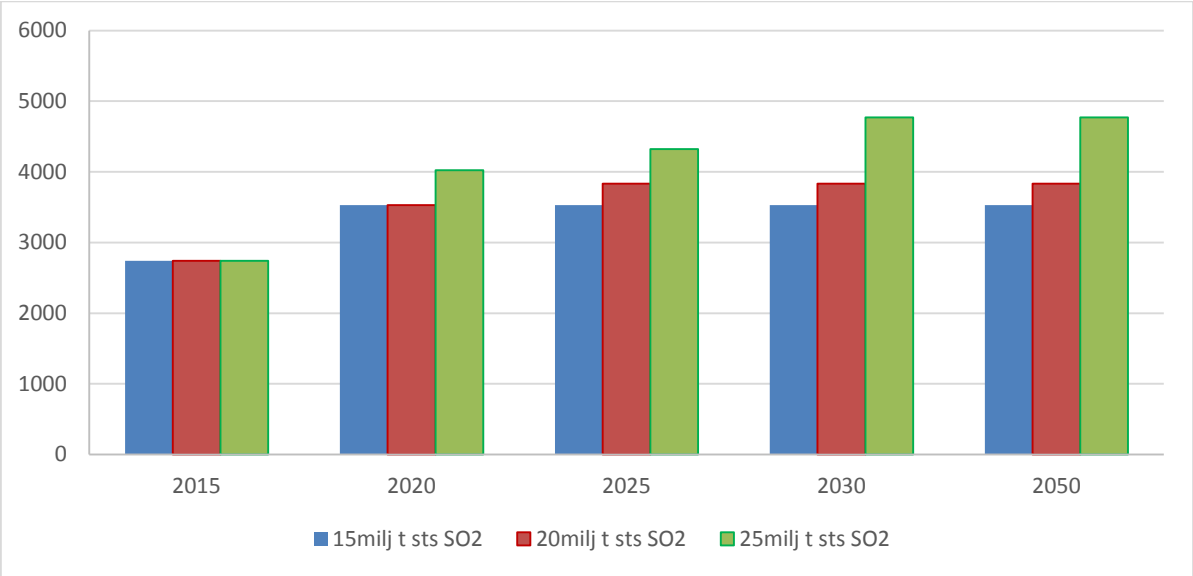
Nagu Tabel 4 näitab, siis Põlevkiviõli tootmise heitkogused kasvavad erinevates stsenaariumites vastavalt sellele, kui palju põlevkiviõli antud kaevemahu piirangu juures võimalik toota on. 15 miljoni tonni stsenaariumis saavutatakse põlevkivi kaevandamislimiit 2020. aastaks, 20 miljoni tonni stsenaariumis 2025. aastaks ning 25 miljoni tonni stsenaariumis 2030. aastaks.



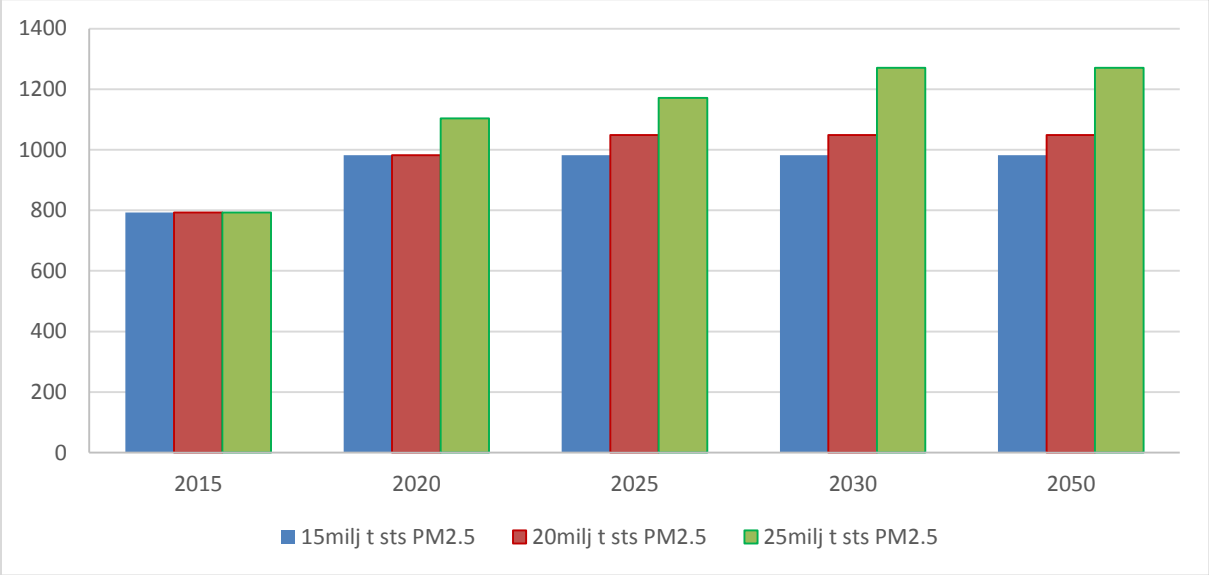
Joonis 12 KHG heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti



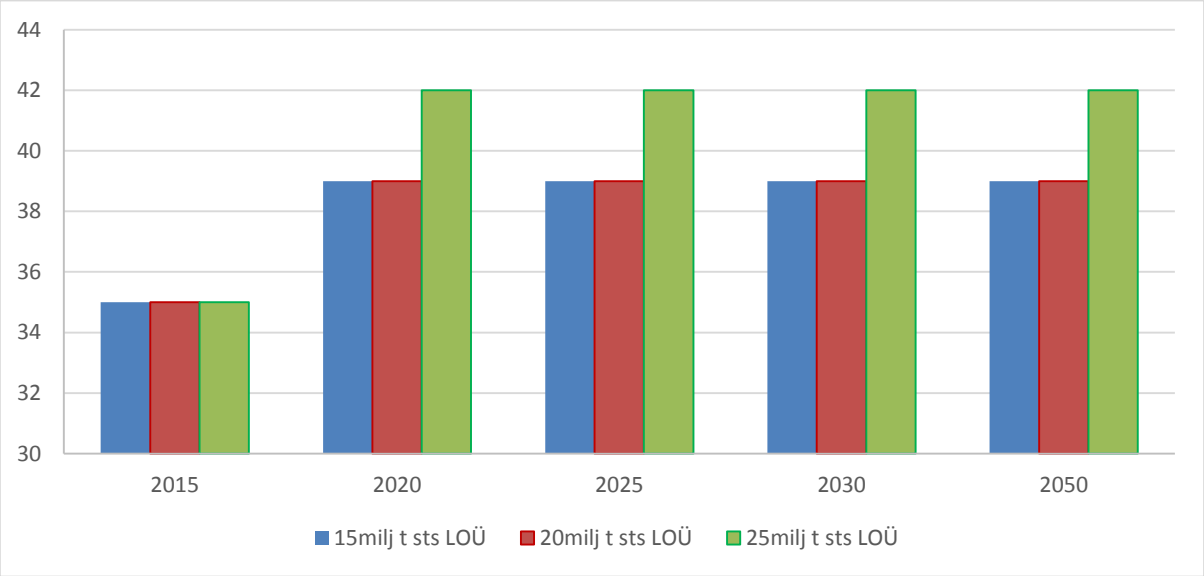
Joonis 13 NO_x heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni NO_x



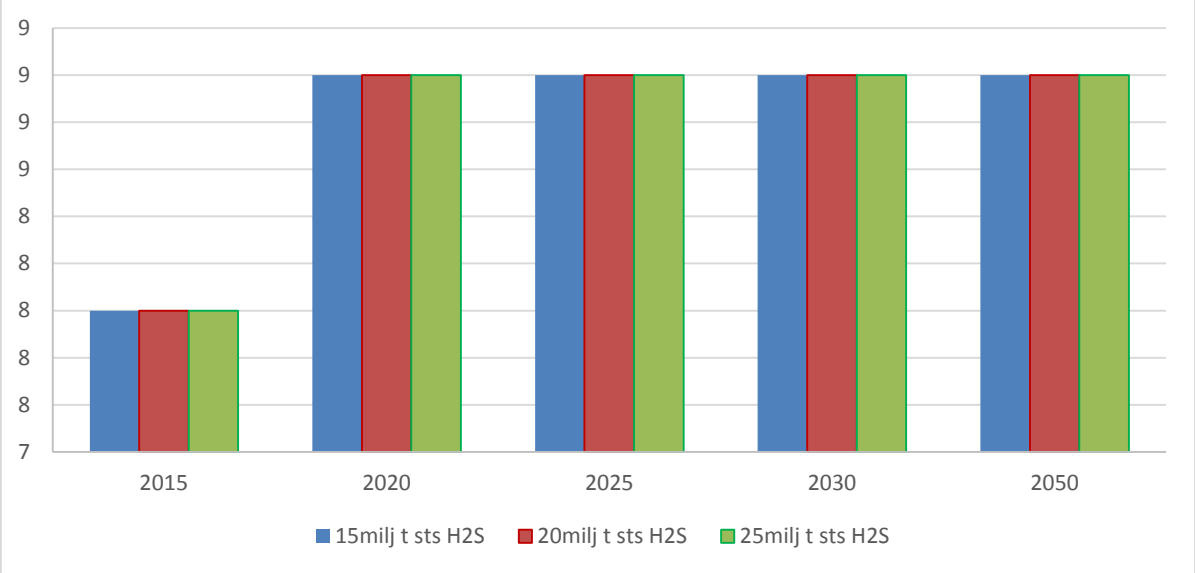
Joonis 14 **SO_2 heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni SO_2**



Joonis 15 **$PM_{2.5}$ heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni $PM_{2.5}$**

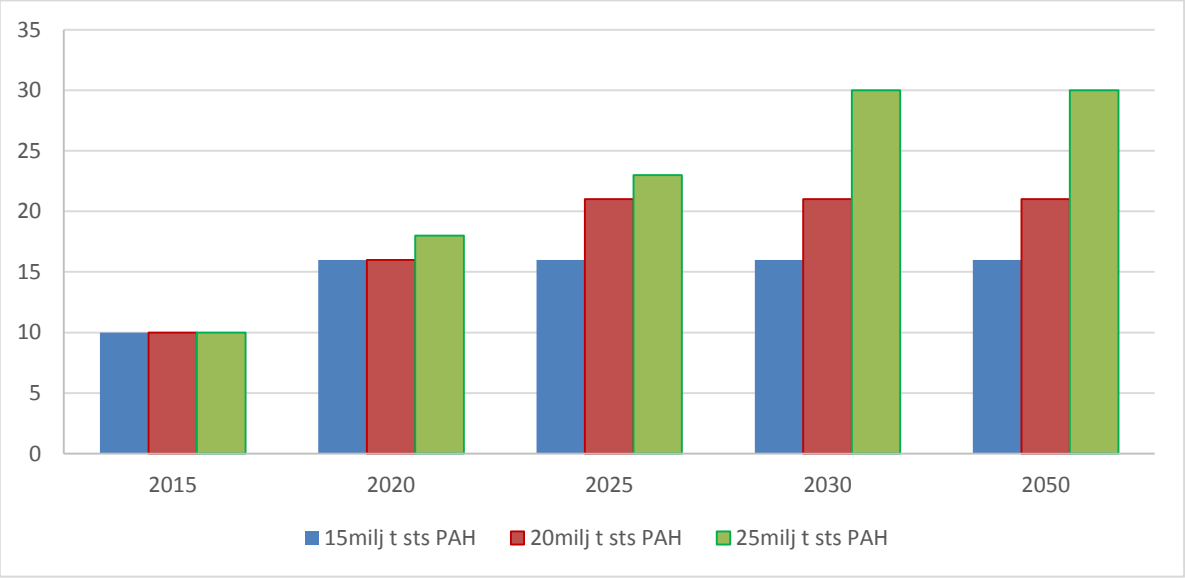


Joonis 16 LOÜ heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni LOÜ



Joonis 17 H_2S heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni H_2S

H_2S heitkogused arvutused põhinevad OSIS andmetel. Kuna OSISes on sisuliselt ainult üks ettevõte esitanud enda H_2S heitkogused, ning kuna kõigis stsenaariumites saavutab ettevõte oma täisvõimsuse juba 2020. aastaks, siis seetõttu on kõigis kolmes stsenaariumis ühed ja samad H_2S heitkogused. Tegelikkuses tekivad H2S heitkogused ka teistest ettevõtetest ning antud juhul on heitkoguste prognoos pigem alahinnatud. Sektori laienemisega suurenevad ka heitkogused.



Joonis 18 PAH heitkogused põlevkiviõli tootmise stsenaariumites, tonni PAH

5 Heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited

5.1 Kasvuhoonegaasid

Kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamisel kasutati Eesti Riikliku Kasvuhoonegaaside Inventuuris kasutatavaid saasteainete eriheiteid (vaata Tabel 5). KHG inventuuris kasutatakse nii IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) juhendmaterjalide[4] eriheiteid, keskkonnaministri määruse nr 94 („Välisõhku eralduva süsinikdioksiidi heitkoguse määramismeetodid“) sätestatud eriheited kui ka ettevõtete andmete alusel arvutatud eriheiteid.

Tabel 5 Kasvuhoonegaaside heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited

Kütus	CO_2 EF (t/TJ)*	CH_4 EF (kg/TJ)	N_2O EF (kg/TJ)
Biomass	0,0**	30,0	4,0
Biogaas	0,0**	1,0	0,1
Kivisüsi	96,3	1,0	1,4
Koks	19,4	0,0	0,0
Jäätmed	100,0	30,0	4,0
Maagaas	55,0	1,0	0,1
Eesti Energia uttegaas	68,6	0,0	0,0

[4] http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html

VKG uttegaas	68,1	0,0	0,0
Põlevkivi tolmpõletus	100,1	0,0	0,0
Põlevkivi keevkihtpõletus	96,8	0,0	0,8
Põlevkiviõli	76,6	3,0	0,6
Turvas	104,9	30,0	4,0
Kütteõli	73,3	3,0	0,6
VKG Petroter	17,0	0,0	0,0
Eesti Energia Enefit	19,4	0,0	0,0
Kiviõli TSK	28,7	0,0	0,0

*Tabel 5 on esitatud kütuste CO_2 eriheitetegurid, kuid viidatud materjalides on esitatud kütuste süsiniku eriheitetegurid. Et teisendada kütuse süsiniku eriheitetegur ümber CO_2 eriheiteteguriks, tuleb süsiniku eriheitetegur korrutada läbi väärtusega 44/12 (süsihappegaasi ja süsiniku aatommasside suhe). Lisaks tuleb arvestada ka sellega, et vastavalt IPCC metoodikale, on erinevatel kütuste liikidel erinev põlemisaste (kui suur osa süsinikust lõpuks oksüdeerub CO_2): tahketel kütustel 0,98; vedelatel kütustel 0,99 ning gaasilistel kütustel 0,995. (Nt. kivisöe süsiniku eriheide teisendatakse ümber CO_2 eriheiteks tehtega: 26,3*44/12*0,98=96,30 tCO_2/TJ)

**Kuigi IPCC juhistes on toodud ka biomassile ja biogaasile süsiniku eriheitetegurid, siis tegelikkuses neid CO_2 heitkoguseid energeetika sektoris ei arvestata, kuna neid kütuseid loetakse CO_2 neutraalseteks kütusteks ning seetõttu on selguse huvides pandud tabelisse eriheiteteguri väärtusteks 0.

CH_4 ja N_2O GWP (Global Warming Potential) väärtustena on kasutatud hetkel kehtivaid FCCC/CP/1999/7[5] väärtuseid: (CH_4 = 21 ja N_2O = 310).

5.2 NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$

Saasteainete arvutamisel kasutati peamiselt ettevõtete poolt antud eriheiteid, mis põhinevad mõõtmistel. Kui need andmed ei olnud kättesaadavad, siis kasutati keskkonnaministri määruse nr 99 („Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid“) eriheiteid. Kodumajapidamistes kasutatava halupuidu eriheited põhinevad aga Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ poolt teostatud mõõtmistel. Saasteainete eriheited on esitatud Tabel 6.

Tabel 6 NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$ heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited

Kütus	NO_x EF (kg/TJ)	SO_2 EF (kg/TJ)	$PM_{2.5}$ EF (kg/TJ)
Puugaas	140	0,3	0
Biogaas	60	0	0
Kivisüsi	55-73	7-900	4

[5] http://unfccc.int/resource/docs/cop5/07.pdf , Tabel 1, lk 14

Koks	15	9	2
Jäätmed	107,9	26,9	11,75
Maagaas	60,58	0	0
Eesti Energia uttegaas tolmpõletusplokis	70	74	0
Eesti Energia uttegaas keevkihtplokis	65	7	0
Eesti Energia uttegaas gaasigeneraatorites	168,3	13,3*; 861**	0
VKG uttegaas	119-128	805	0
Põlevkivi tolmpõletus	70-73	141-763	3-21
Põlevkivi keevkihtpõletus	88-115	7	4
Puit elektritootmisel	100-115	0	10
Puiduhake soojatootmisel	100	10	115
Halupuit	142	94-95	255-256
Põlevkiviõli	150	280,61	100
Turvas kohtküte	300	200	52
Turvas kaugküte	141,86	255-274	10,5
Kütteõli	70	47,06	100
VKG Petroter	3,8	58,8	14,6
Eesti Energia Enefit	15-22	9	2-25
Kiviõli TSK	7,55	91,32	105,1

* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Keskmiste Põletusseadmete Direktiivi eelnõus olevaid gaasimootorites põletatavate gaaskütuste (välja arvatud maagaas) põletamise kontsentratsioone kasutades (13,3 gSO_2/GJ).
* SO_2 heitkogused Enefit280 uttegaasi kasutamisest on arvutatud Eesti Energia AS poolt välja pakutud eriheitega, arvestades poolkoksigaasi H_2S sisalduseks 1,35% (suurima sisaldusega proov) ja alumiseks küttevääruseks 44,78 MJ/Nm^3 (861 gSO_2/GJ). Kuna põletatakse ka Enefit140 uttegaasi, mille puhul eriheide oleks tunduvalt kõrgem, siis valiti Enefit280 uttegaasi maksimaalne eriheide.

5.3 LOÜ, HCB, H_2S ja PAH

LOÜ heitkoguste arvutamisel kasutati peamiselt keskkonnaministri määruse nr 99 („Põletusseadmetest välisõhku eralduvate saasteainete heitkoguste määramise kord ja määramismeetodid“) eriheiteid ja ettevõtete poolseid eriheiteid, mis põhinevad mõõtmistel. LOÜ, HCB ja PAH heitkoguste arvutamisel kodumajapidamiste halupuidust kasutati Eesti Keskkonnauuringute Keskus OÜ poolt teostatud mõõtmistulemuste alusel leitud keskmistatud eriheiteid. Heitkoguste arvutamisel muudest kütustest kasutati OSIS andmeid. Eriheited on esitatud Tabel 7.

Tabel 7 LOÜ, HCB, H_2S ja PAH heitkoguste arvutamisel kasutatud eriheited

Kütus	LOÜ EF (kg/TJ)	HCB EF (mg/GJ)	H_2S EF (g/TJ)	PAH EF (mg/GJ)
Puiduhake kohtküte	48	0,00634	Ei arvutatud	155,2
Halupuit kodumajapidamised	68-70	0,047	Ei arvutatud	17000
Maagaas kodumajapidamised	10	0	Ei arvutatud	0,003
Maagaas kohtküte	4	0	Ei arvutatud	0
Põlevkiviõli kohtküte	1,1	0	Ei arvutatud	17,6
Turvas kohtküte	100	0,00634	Ei arvutatud	155,2
Kütteõli kohtküte	1,5	0	Ei arvutatud	17,6
Kivisüsi kohtküte	15	0,0006	Ei arvutatud	146,6
Puiduhake kaugküte	40	0	Ei arvutatud	1,55
Maagaas kaugküte	2,5	0	Ei arvutatud	0,03
Põlevkivi kaugküte	0	0	Ei arvutatud	0,019
Turvas kaugküte	70	0,00634	Ei arvutatud	1,55
Uttegaas kaugküte	4	0	Ei arvutatud	0,03
Kivisüsi kaugküte	15	0,0006	Ei arvutatud	0,019
VKG Petroter	0,4	Ei arvutatud	30	141
Eesti Energia Enefit	0-0,16	Ei arvutatud	0,8	
Kiviõli TSK	21,04	Ei arvutatud	1373	

6 KHG ETS ja nonETS heitkoguste jagunemine

Euroopa Liidu tasandil on rakendatud kliimapoliitika eesmärkide saavutamiseks kaht peamist poliitikasuunda: direktiiviga 2003/87/EÜ kehtestatud Euroopa Liidu heitkoguste kauplemise süsteem (ETS – *Emissions Trading Scheme*) ja otsusega 406/2009/EÜ kehtestatud jagatud kohustuse otsus (käsitleb kõiki KHG heitkoguseid, mis ei ole kaetud ETSiga, ehk siis nonETS heitkogused).

Kuna Eesti puhul võivad nonETS heitkogused vastavalt otsusega 406/2009/EÜ paika pandud KHG heitkogused suureneda aastatel 2013-2020 maksimaalselt 11% võrreldes 2005. aastaga, siis tuleks KHG heitkoguste prognoosimisel kindlasti eraldi vaadelda ETS ja nonETS heitkoguste prognooside jagunemist.

Tabel 8 Elektritootmise stsenaariumite ETS ja non ETS heitkoguste jagunemine, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti

Liberal stsenaarium	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
ETS heitkogused	9635	5621	5020	3729	1019
nonETS heitkogused	334	360	344	343	315
Liberal+ stsenaarium	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
ETS heitkogused	9641	5650	5116	3761	1731
nonETS heitkogused	334	360	344	343	317
RE Focus stsenaarium	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
ETS heitkogused	9643	5650	5065	3728	1036
nonETS heitkogused	334	360	347	343	322
Oil Shale BAU stsenaarium	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
ETS heitkogused	11364	10235	7040	4727	3530
nonETS heitkogused	367	450	330	337	317
RE++ stsenaarium	**2015**	**2020**	**2025**	**2030**	**2050**
ETS heitkogused	7757	0	0	0	0
nonETS heitkogused	110	407	418	400	329

Elektritootmise stsenaariumites on kivisöest, maagaasist, põlevkivigaasist ja põlevkivist tekkivad CO_2 heitkogused arvestatud ETS heitkoguste alla. Samade kütuste CH_4 ja N_2O heitkogused on aga nonETS heitkoguste sisse arvestatud. Kõikide teiste kütuste (puit, jäätmed) heitkogused on arvestatud nonETS heitkoguste alla.

Tabel 9 Soojavarustuse stsenaariumite ETS ja nonETS heitkoguste jagunemine, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti

Kaugkütte sts.	**nonETS heitkogused**	**ETS heitkogused**
2015	847	1645
2020	828	1738
2025	804	1604
2030	812	1602
2050	577	1567

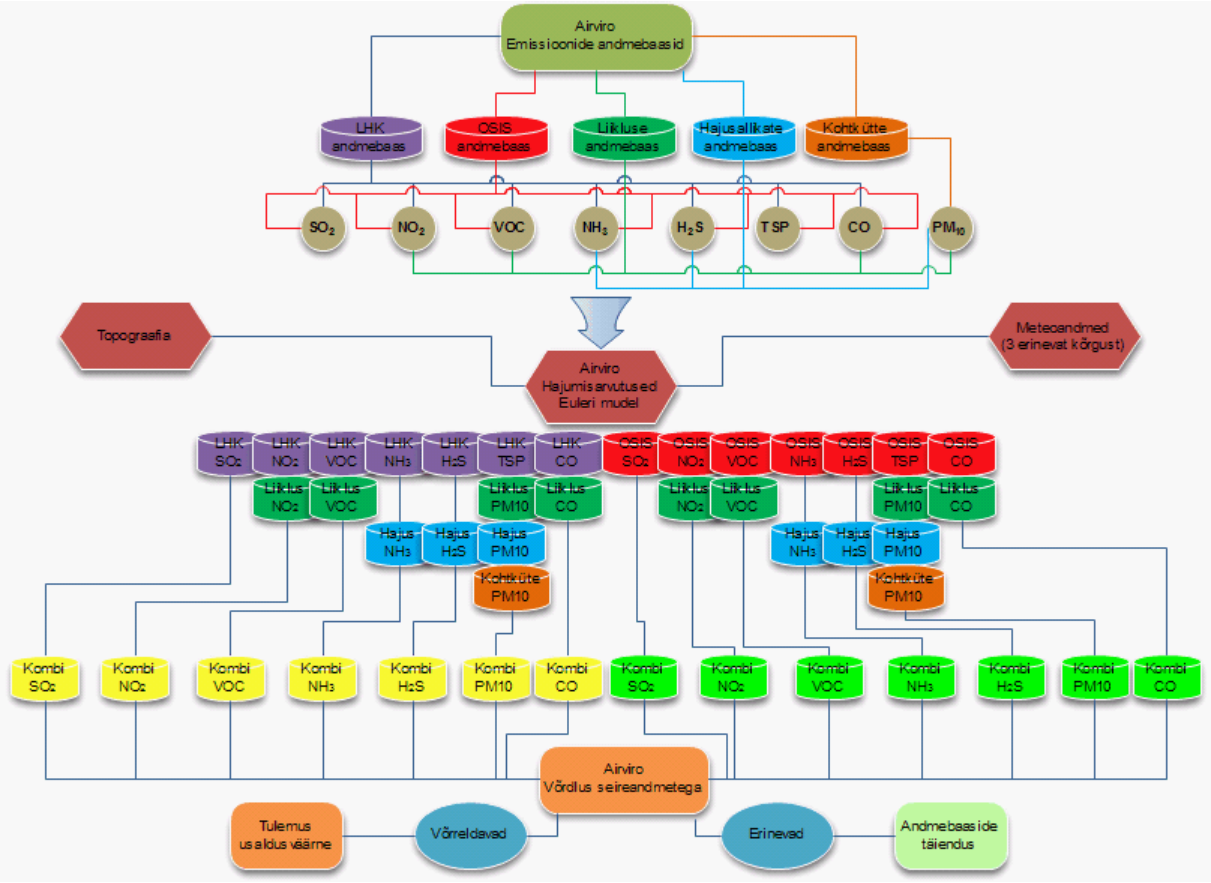
Reaalne sts.	nonETS heitkogused	ETS heitkogused
2015	845	1650
2020	716	1629
2025	690	1510
2030	666	1337
2050	418	672
Energiaühistu sts.	**nonETS heitkogused**	**ETS heitkogused**
2015	845	1650
2020	714	1549
2025	632	1411
2030	507	1177
2050	405	455

Soojavarustuse stsenaariumites on kaugküttes kasutatavast põlevkivist, põlevkivigaasist, kivisöest, turbast ja maagaasist tekkivad CO_2 heitkogused arvestatud ETS heitkoguste alla. Kohtküttes on maagaasist tekkivad CO_2 heitkogused pandud niipalju nonETS alla, kui viimastel aastatel (pärast 2010. aastat) kodumajapidamistes maagaasist CO_2 heitkoguseid tekib. Kõik muud heitkogused on pandud nonETS heitkoguste alla.

Õlitootmisest tekkivad CO_2 heitkogused on kõik ETS heitkogused.

7 Saasteainete hajumisarvutused

Teostati saasteainete hajumisarvutused, kasutades selleks Eesti õhukvaliteedi juhtimissüsteemi Airviro modelleerimiskeskkonna Euleri advektsiooni-difusiooni võrgustikmudelit. AirViro tarkvara on tarnitud Eestile Phare abiprojekti EuropeAid/114968/D/S/EE "Eesti õhukvaliteedi juhtimissüsteemi loomine" raames ning selle praktiline haldamine toimub Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt. IAirViro süsteemis olevaid saasteainete heitkoguseid valideeritakse hajumisarvutuste ja välisõhu seireandmete regulaarsel võrdlemisel (Joonis 19).



Joonis 19 IAirViro andmebaaside valideerimise põhimõtteline skeem

Keskkonnaluba omavate käitiste hajumisarvutustes kasutati Keskkonnaagentuuri 2012.a. Õhu saasteallikate infosüsteemi ametlikke andmeid. Keskkonnaluba omavate käitiste paiknemine on toodud Joonis 20 kuni Joonis 23. Transpordi hajumisarvutustes kasutati SEI Tallinn esitatud transpordi heitkoguseid, mida kombineeriti Keskkonnaagentuuri 2012.a. ametlike heitkogustega ning andmed teedevõrgustiku, liiklustiheduse ja sõidukite liikumiskiiruse kohta pärinevad Eesti Keskkonnauuringute Keskuse andmebaasist. Hajumisarvutustes kasutatud maanteevõrgustik on toodud Joonis 25. Kohtkütte (kodumajapidamises kasutatavad kütteseadmed) andmebaas on

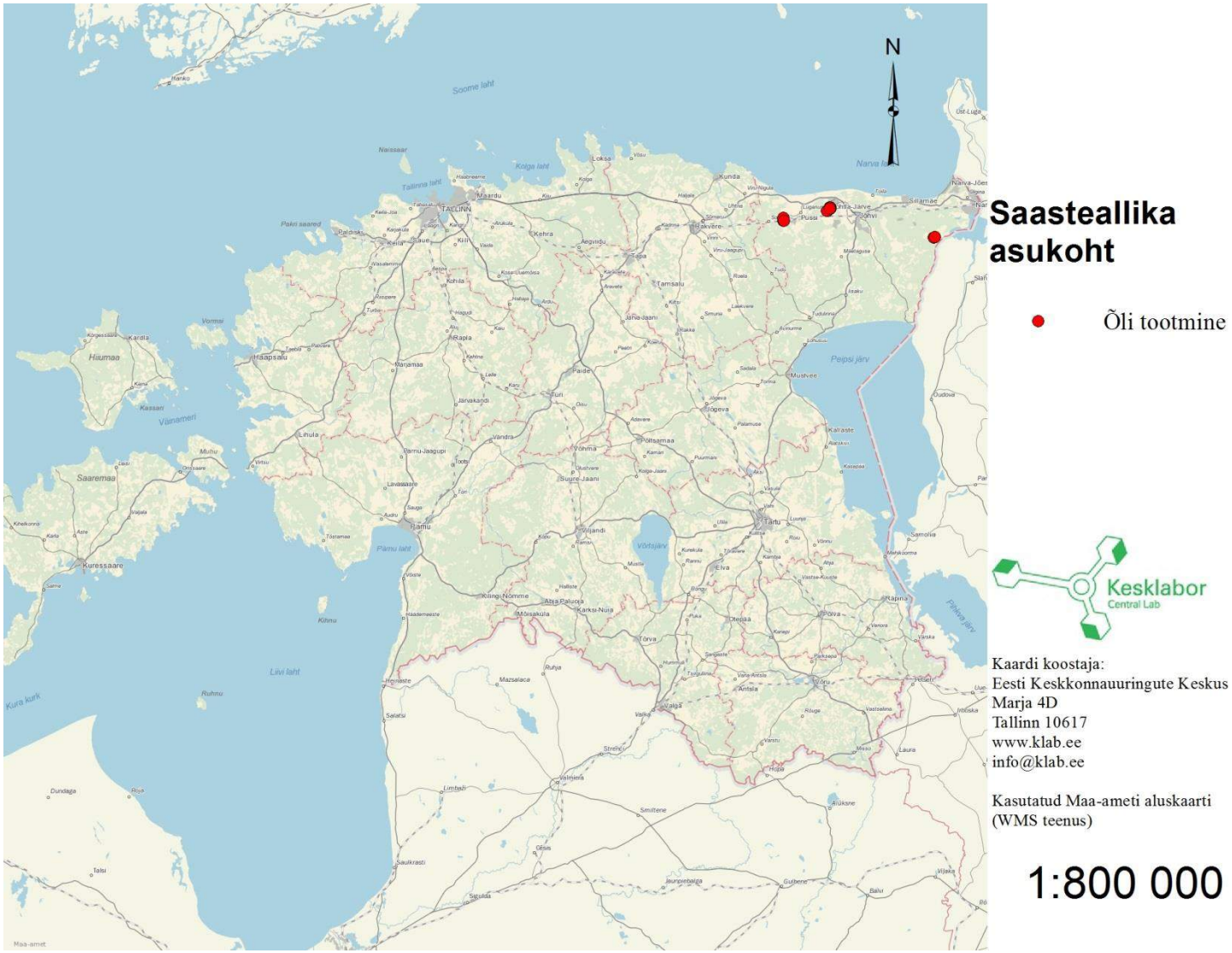
koostatud Eesti Keskkonnauuringute Keskuse poolt, milles on fikseeritud suuremad kohtküttе paiknemise asumid ning sealt emiteeritavate saasteainete heitkogused (Joonis 24).

Kõik 2030. a. heitkoguste andmed pärinevad ülal toodud peatükkidest 1 kuni 5. Eeldati, et olulisemate saasteallikate asukohad ei muutu. Saasteainete hajumisarvutused teostati 2030. a. minimaalse (min) ja maksimaalse (max) heitkoguse stsenaariumitega. Hajumisarvutuste 2012. a. tulemusi võrreldi reaalsete seiretulemustega ning vajadusel korrigeeriti hajumisarvutuste tulemusi vastavalt välisõhu seire raames reaalselt mõõdetud tulemustega kasutades selleks automaatset hajumisarvutuse tulemuse korrigeerimisalgoritmi. Saasteainete hajumisarvutuste tulemused on esitatud Joonis 26 kuni Joonis 109. Hajumisarvutuste tulemuste kaartide väärtusvahemike leidmiseks kasutati "Jenks'i Natural Breaks" ehk loomulike vahemike algoritmi. See algoritm leiab vahemikud nii, et vahemike vaheline varieeruvus oleks maksimaalne ja väärtusvahemiku sisene varieeruvus minimaalne. **Seega ei pruugi hajumiskaardil olev punane värvus tähendada automaatselt piirväärtuse ületamist. Hajumisarvutuste tulemusi tuleb alati vaadelda koos Tabel 13 toodud saasteainete piir- ja sihtväärtustega.**

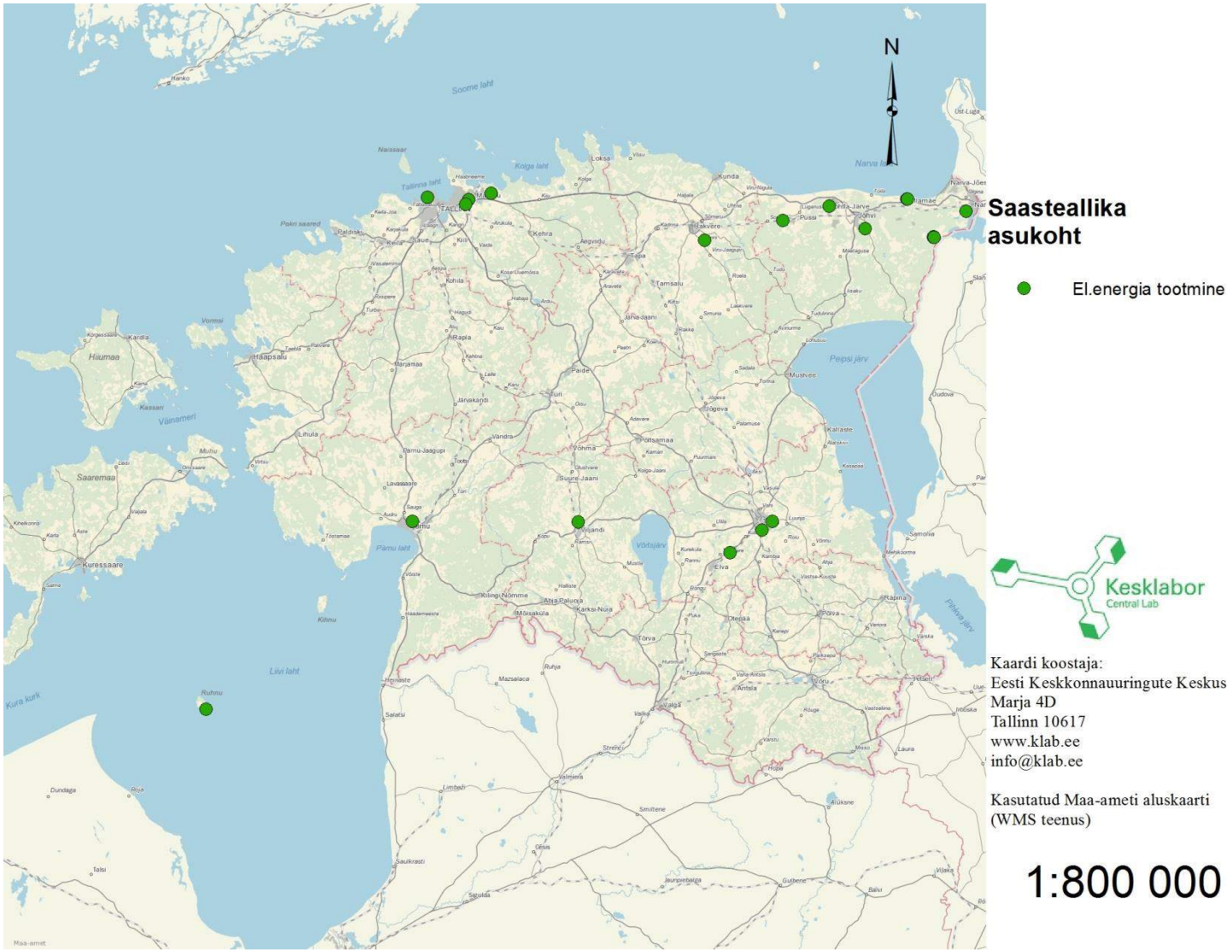
Antud töös moodustuvad heiteallikate summaarsed heitkogused SNAP klassifikaatori (http://www.keskkonnainfo.ee/failid/SNAP_klassifikaator.pdf), OSIS (Õhusaasteallikate infosüsteem, keskkonnaluba omavad heiteallikad) ja Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemis olevate (muud keskkonnaluba mitteomavad ja hajusallikad nagu kohtküte e.kodumajapidamised, transport) andmebaaside põhjal:

1. Elektritootmine - 0101 algusega soojuselektrijaamad SNAP klassifikaatori põhjal, heiteallikate asukohad ja 2012. a. heitkogused OSIS 2012 a. andmebaasi põhjal, vt Joonis 21;
2. Kohtküte (kodumajapidamised) – heiteallikate asukohad vastavalt Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi andmebaasile, vt Joonis 24;
3. Muu lokaalküte - SNAP klassifikaatori põhjal 0105 katlad kütuste kaevandamise sektoris, 0201 algusega katlad äri- ja avalikuteeninduse sektoris, 0203 algusega põllumajandus- ja metsandussektori katlad, 0301 algusega on katlamajad töötlevas tööstuses, 0302 ja 0303 algusega on tehnoloogilised ahjud tööstuses, heiteallikate asukohad ja 2012. a. heitkogused OSIS 2012 a. andmebaasi põhjal, vt Joonis 22;
4. Kaugküte - SNAP klassifikaatori põhjal 0102 algusega piirkondlikud katlamajad (kaugküte), heiteallikate asukohad ja 2012. a. heitkogused OSIS 2012 a. andmebaasi põhjal, vt Joonis 23
5. Õlitootmine - SNAP klassifikaatori põhjal 0401 naftatoodete tootmine, 0104 põlevkiviõli tootmine (koos kütusega), vt Joonis 20;

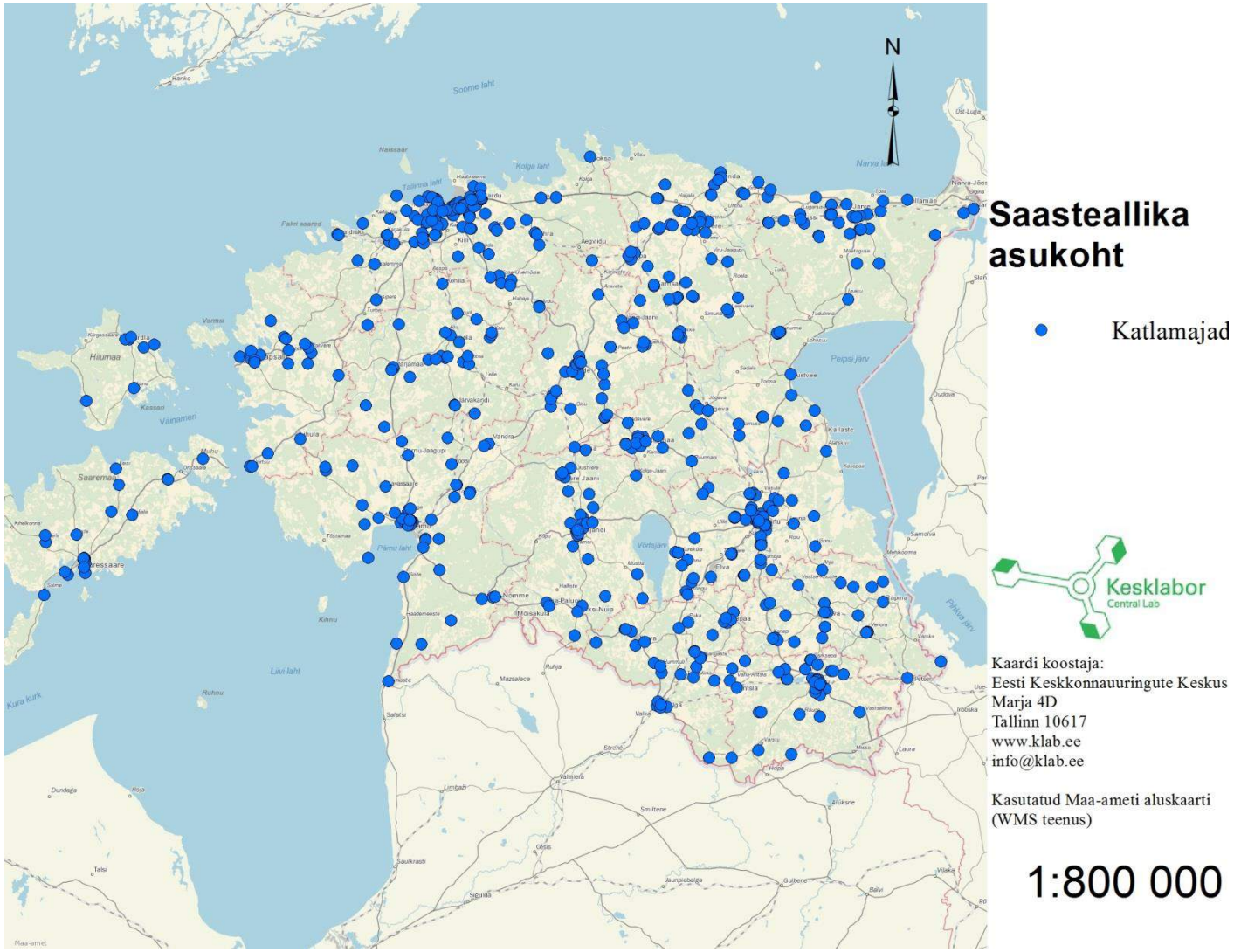
6. Transport - heiteallikate asukohad vastavalt Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi andmebaasile, vt Joonis 25.



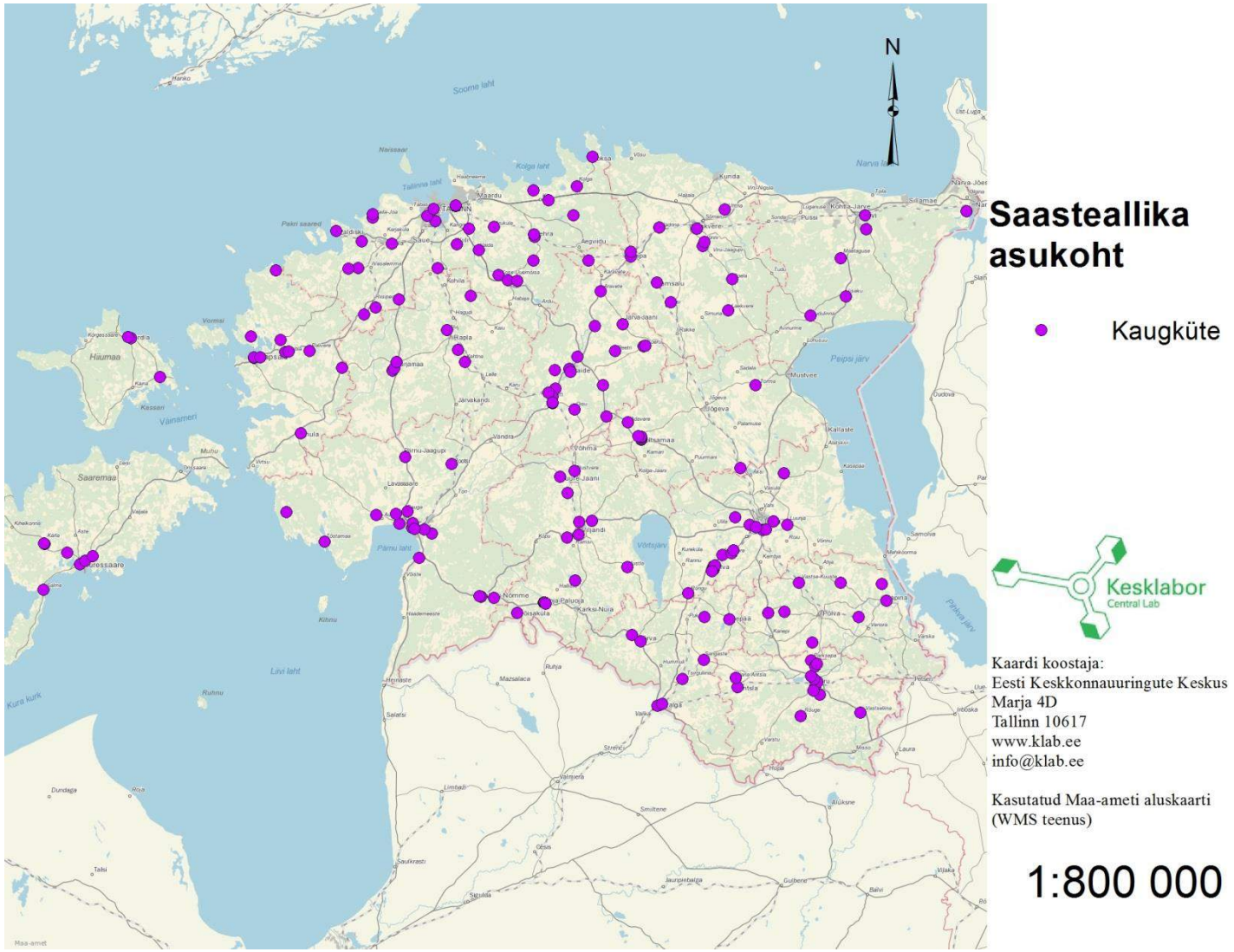
Joonis 20 Hajumisarvutustes kasutatud õli tootmise paiknemine



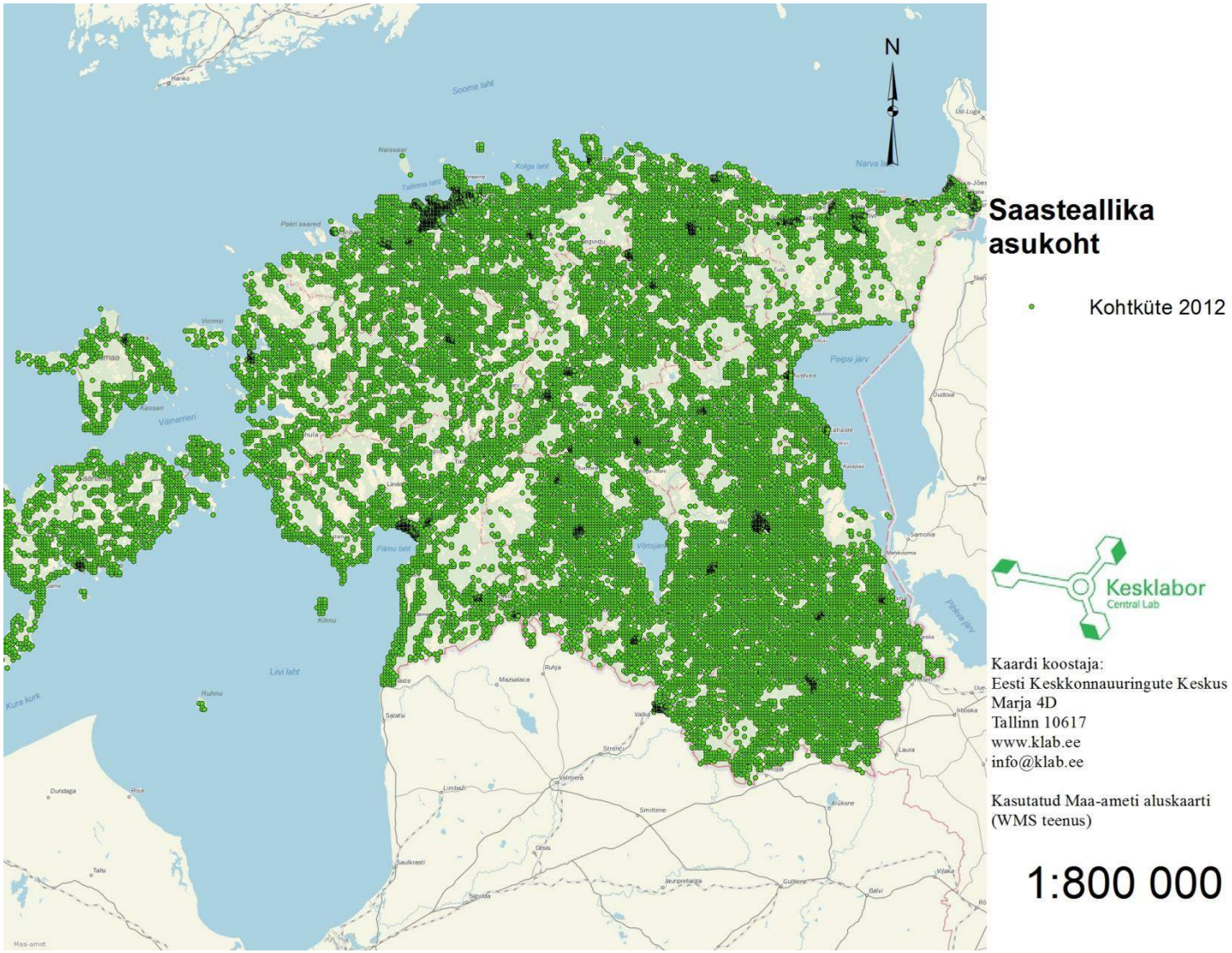
Joonis 21 Hajumisarvutustes kasutatud el. tootmise paiknemine



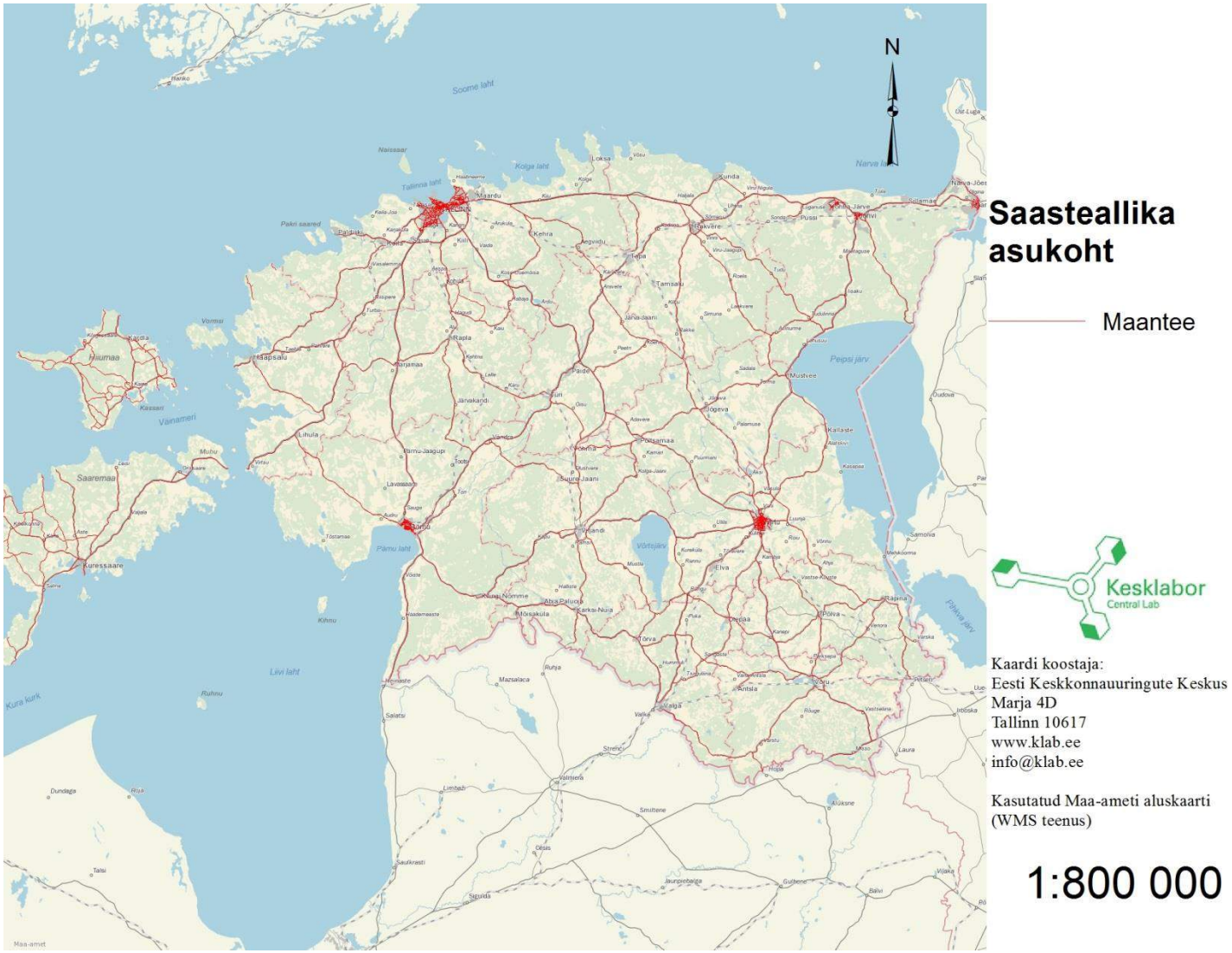
Joonis 22 Hajumisarvutustes kasutatud muu lokaalkütte paiknemine



Joonis 23 Hajumisarvutustes kasutatud kaugkütte paiknemine



Joonis 24 Hajumisarvutustes kasutatud kohtkütte paiknemine



Joonis 25 Hajumisarvutustes kasutatud maanteevõrgustik

Tabel 10 2030. a. saasteainete sektoriaalsete heitkoguste järjestus vastavalt heitkoguse suurusele*

Jrk	Sektor ja stsenaarium	SO2, t/a	Jrk	Sektor ja stsenaarium	NOx, t/a	Jrk	Sektor ja stsenaarium	LOÜ, t/a	Jrk	Sektor ja stsenaarium	PM2.5, t/a	Jrk	Sektor ja stsenaarium	HCB, kg/a	Jrk	Sektor ja stsenaarium	PAH, t/a
	Elektritootmine			**Elektritootmine**						**Elektritootmine**							
1	Oil Shale BAU sts.	32081	1	Oil Shale BAU sts.	8881	-	-	-	1	RE++	345	-	-	-	-	-	-
2	Liberal sts.	5548	2	RE Focus sts.	5504	-	-	-	2	RE Focus	315	-	-	-	-	-	-
3	Liberal+ sts.	5547	3	Liberal+ sts.	5501	-	-	-	3	Liberal+	313	-	-	-	-	-	-
4	RE Focus sts.	5547	4	Liberal sts.	5498	-	-	-	4	Liberal	302	-	-	-	-	-	-
5	RE++ sts.	333	5	RE++ sts.	5068	-	-	-	5	Oil Shale BAU	261	-	-	-	-	-	-
	Kohtküte			**Kohtküte**			**Kohtküte**			**Kohtküte**			**Kohtküte**			**Kohtküte**	
1	Kaugkütte sts.	1265	1	Kaugkütte sts.	1889	1	Kaugkütte sts.	927	1	Kaugkütte sts.	3397	1	Kaugkütte sts.	0.625	1	Kaugkütte sts.	226.1
2	Reaalne sts.	1164	2	Reaalne sts.	1738	2	Reaalne sts.	853	2	Reaalne sts.	3126	2	Reaalne sts.	0.575	2	Reaalne sts.	208.08
3	Energiaühistu sts.	1096	3	Energiaühistu sts.	1636	3	Energiaühistu sts.	803	3	Energiaühistu sts.	2943	3	Energiaühistu sts.	0.541	3	Energiaühistu sts.	195.84
	Muu lokaalküte			**Muu lokaalküte**			**Muu lokaalküte**			**Muu lokaalküte**			**Muu lokaalküte**			**Muu lokaalküte**	
1	Kaugkütte sts.	1742	1	Kaugkütte sts.	3787	1	Kaugkütte sts.	998	1	Kaugkütte sts.	3573	1	Kaugkütte sts.	0.113	1	Kaugkütte sts.	3.235
2	Reaalne sts.	1210	2	Reaalne sts.	3143	2	Energiaühistu sts.	953	2	Energiaühistu sts.	3112	2	Energiaühistu sts.	0.11	2	Energiaühistu sts.	3.07
3	Energiaühistu sts.	678	3	Energiaühistu sts.	2870	3	Reaalne sts.	866	3	Reaalne sts.	3082	3	Reaalne sts.	0.096	3	Reaalne sts.	2.789
	Kaugküte			**Kaugküte**			**Kaugküte**			**Kaugküte**			**Kaugküte**			**Kaugküte**	
1	Kaugkütte sts.	1688	1	Kaugkütte sts.	1904	1	Reaalne sts.	396	1	Reaalne sts.	132	1	Reaalne sts.	0.091	1	Reaalne sts.	0.022
2	Reaalne sts.	1388	2	Reaalne sts.	1779	2	Kaugkütte sts.	365	2	Kaugkütte sts.	129	2	Kaugkütte sts.	0.09	2	Kaugkütte sts.	0.021
3	Energiaühistu sts.	1339	3	Energiaühistu sts.	1454	3	Energiaühistu sts.	264	3	Energiaühistu sts.	100	3	Energiaühistu sts.	0.071	3	Energiaühistu sts.	0.017
	Õlitootmine			**Õlitootmine**			**Õlitootmine**			**Õlitootmine**		-	-	-	-	-	-
1	25miljoni tonni sts.	3490.9	1	25miljoni tonni sts.	2474.9	1	25miljoni tonni sts.	42	1	25 miljoni tonni sts.	1267	-	-	-	-	-	-
2	20miljoni tonni sts.	2549.9	2	20miljoni tonni sts.	1692.3	2	15miljoni tonni sts.	39	2	20 miljoni tonni sts.	1045	-	-	-	-	-	-
3	15miljoni tonni sts.	2249.6	3	15miljoni tonni sts.	1191.8	3	20miljoni tonni sts.	39	3	15 miljoni tonni sts.	978	-	-	-	-	-	-

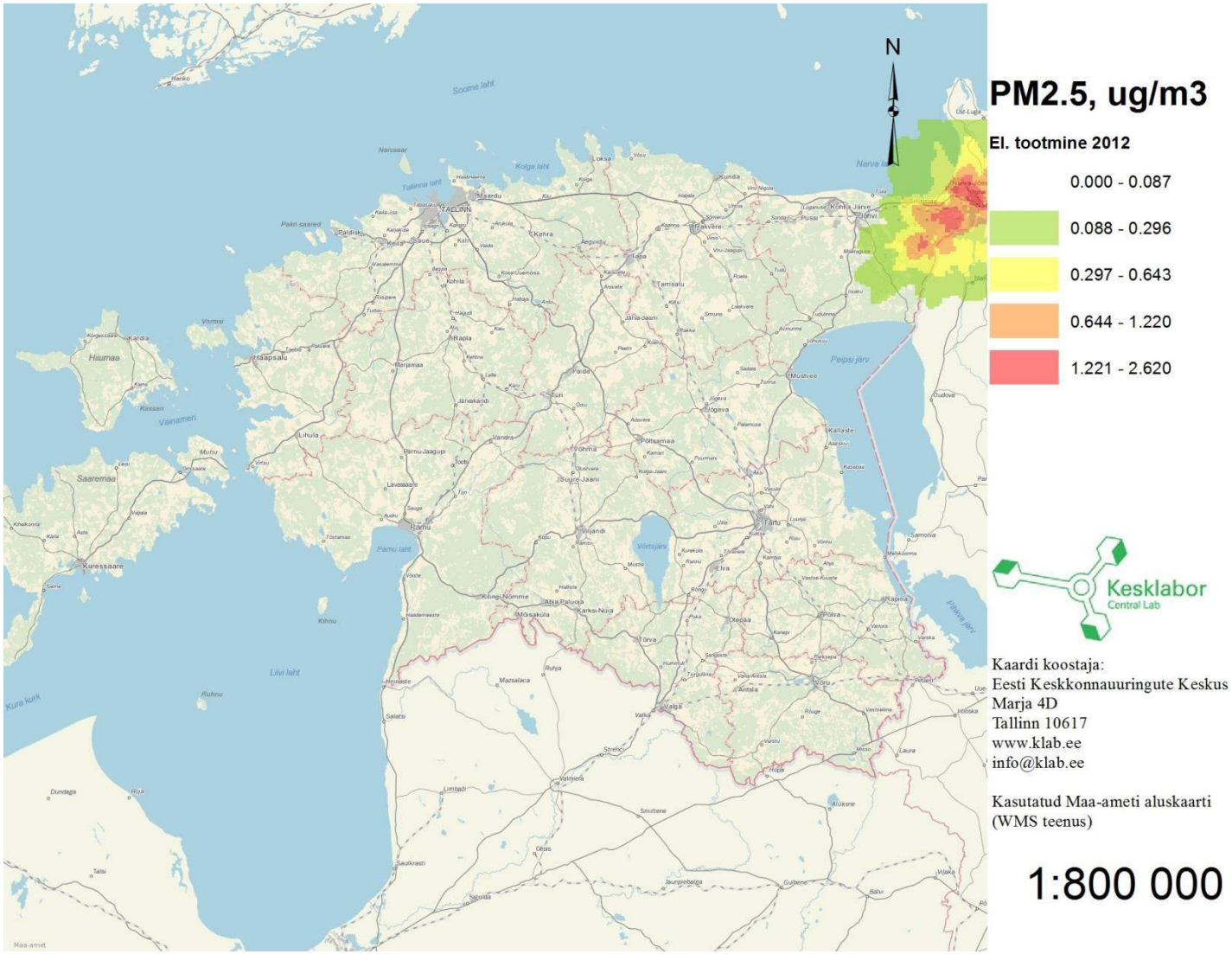
* Jrk (järjekord) märgib antud sektori ja stsenaariumi saasteainete heitkoguste pingerida vastavalt mõju olulisusele, väiksem järjekorra number tähendab suuremat mõju

7.1 Elektrienergia tootmine

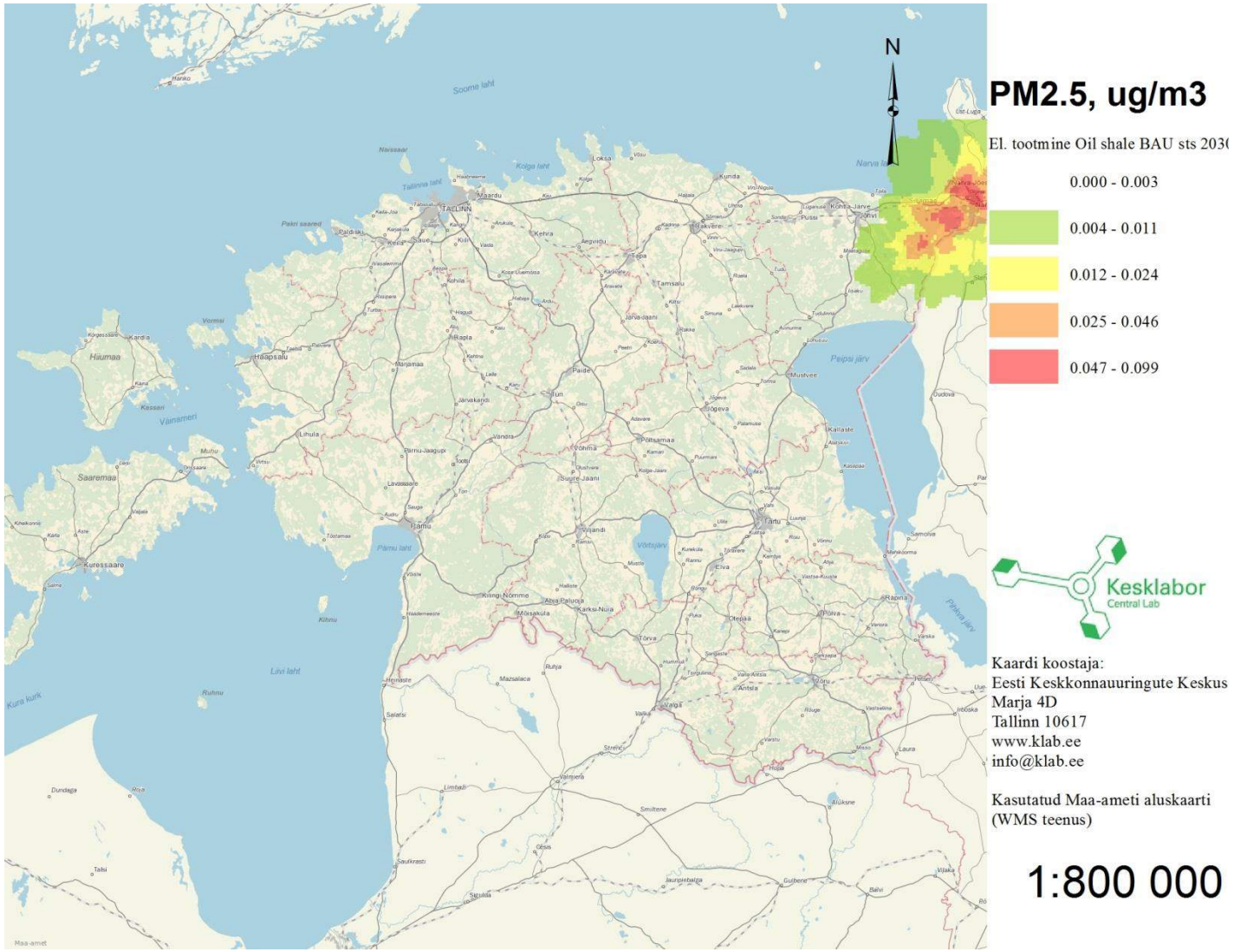
Mistahes elektrienergia strateegia rakendamisel on täheldatav kõikide saasteainete välisõhu tasemete vähenemine. PM2.5 osas omab suurimat efekti võrreldes baasaastaga (2012. a.) stsenaariumi OilShaleBAU rakendamine.

Märgatav vähenemine toimub võrreldes baasaastaga ka SO_2 ja NO_2 osas, antud saasteainete osas omab suurimat mõju RE++ stsenaariumi rakendamine. Oil Shale Bau stsenaariumi osas on täheldatav 767 tonnine tõus SO_2 puhul võrrelduna 2012. a. heitkogusega.

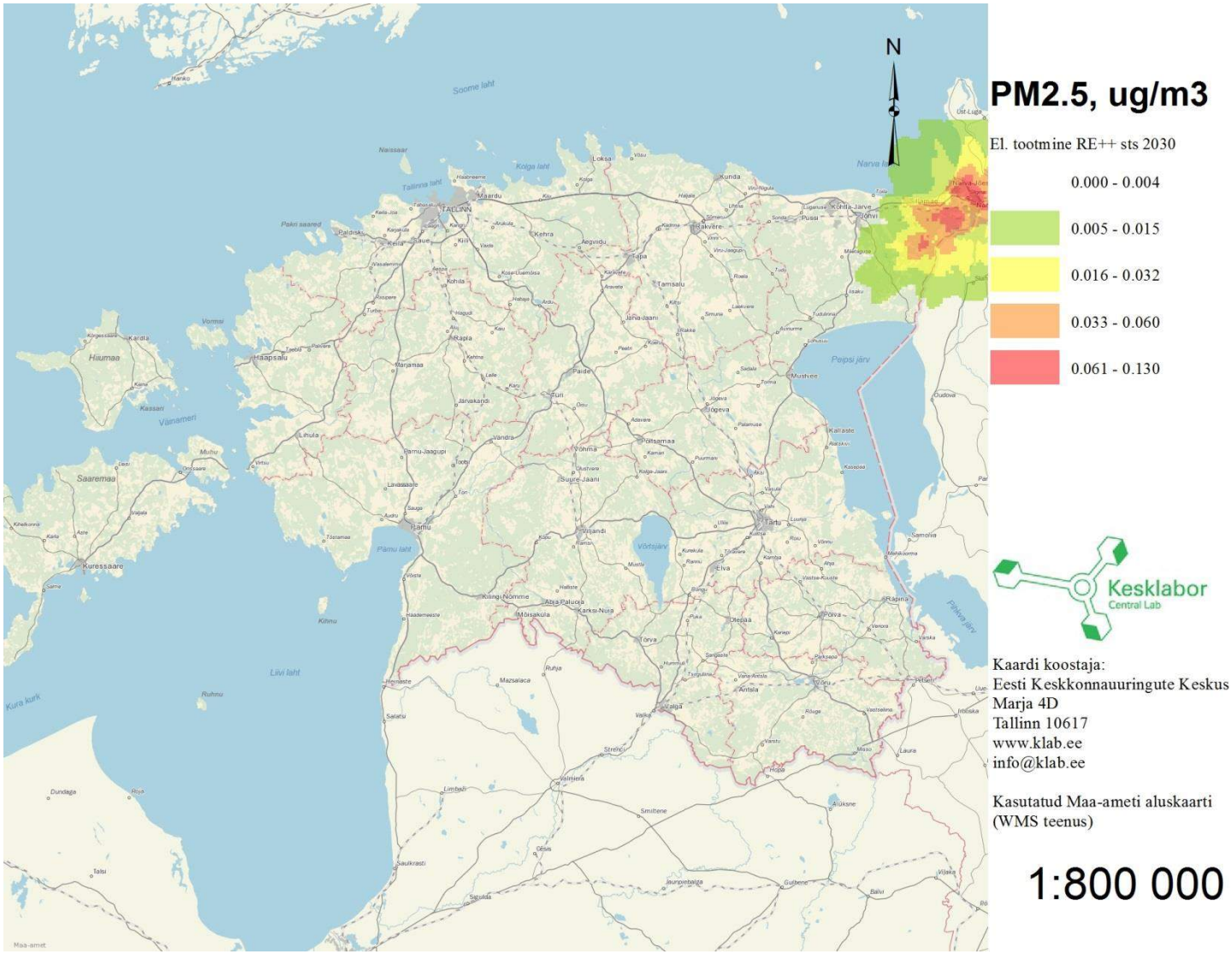
Kõigi saasteainete modelleeritud tasemed jäävad tunduvalt allapoole kehtivatest välisõhu kvaliteedi piirväärtustest.



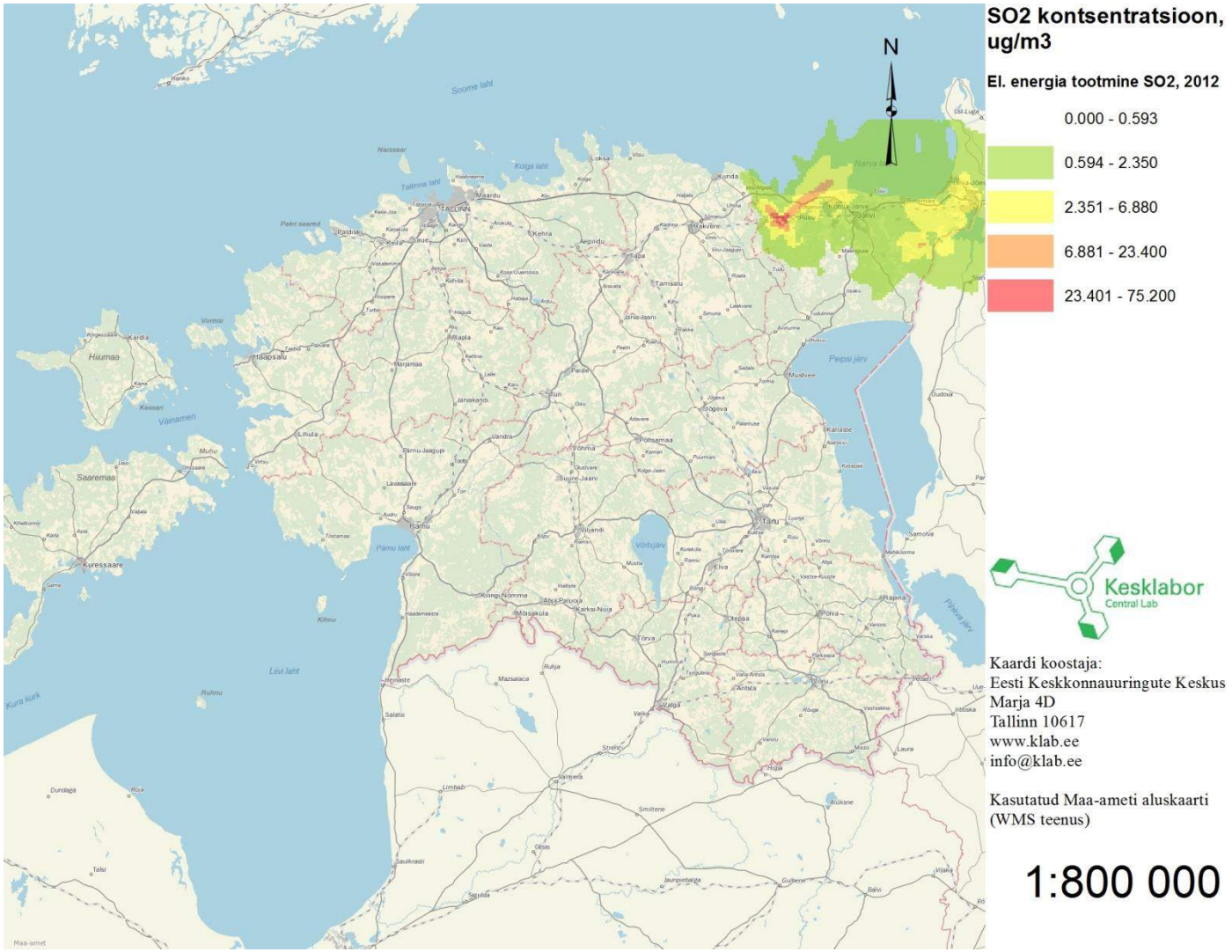
Joonis 26 Elektrienergia tootmine 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



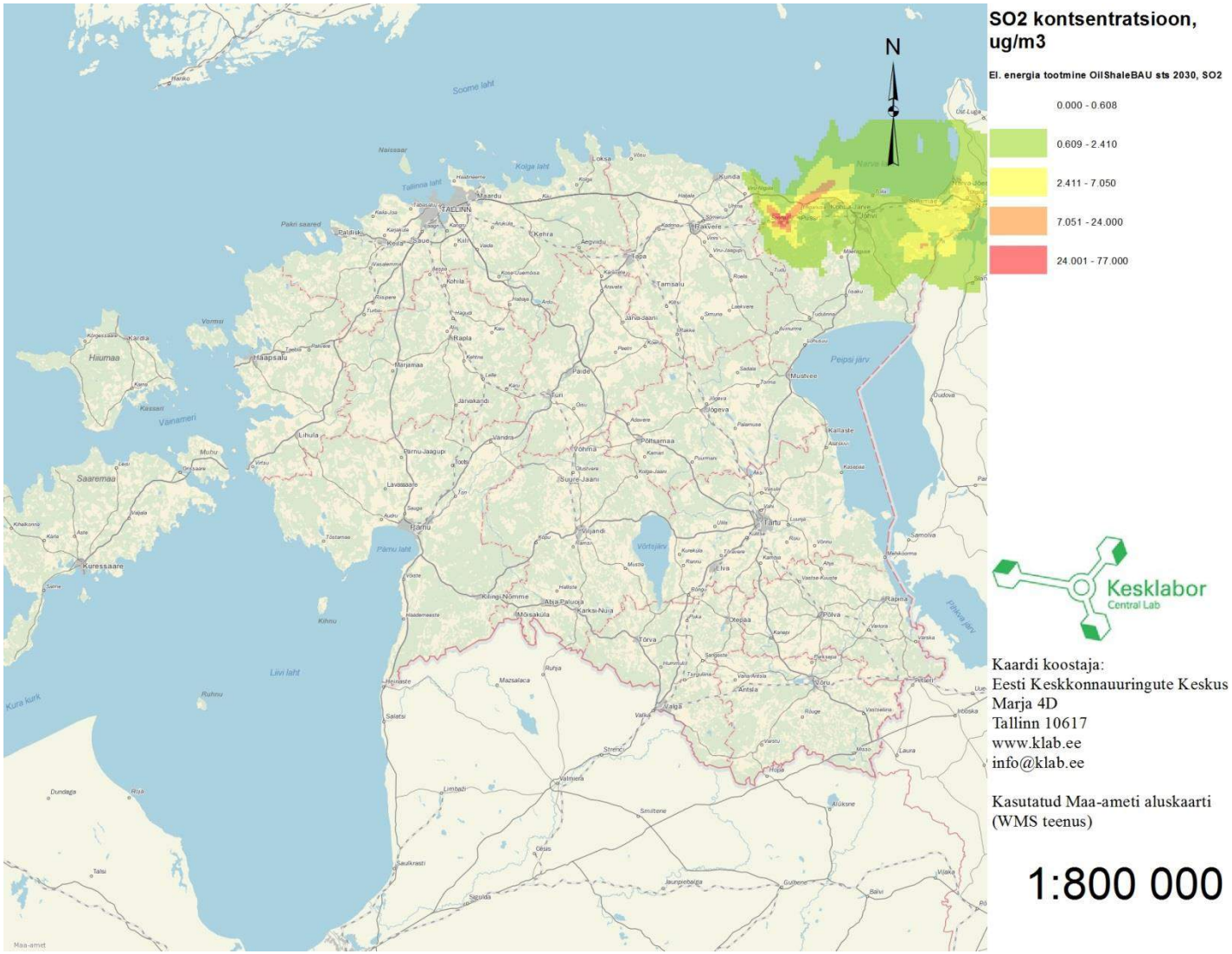
Joonis 27 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



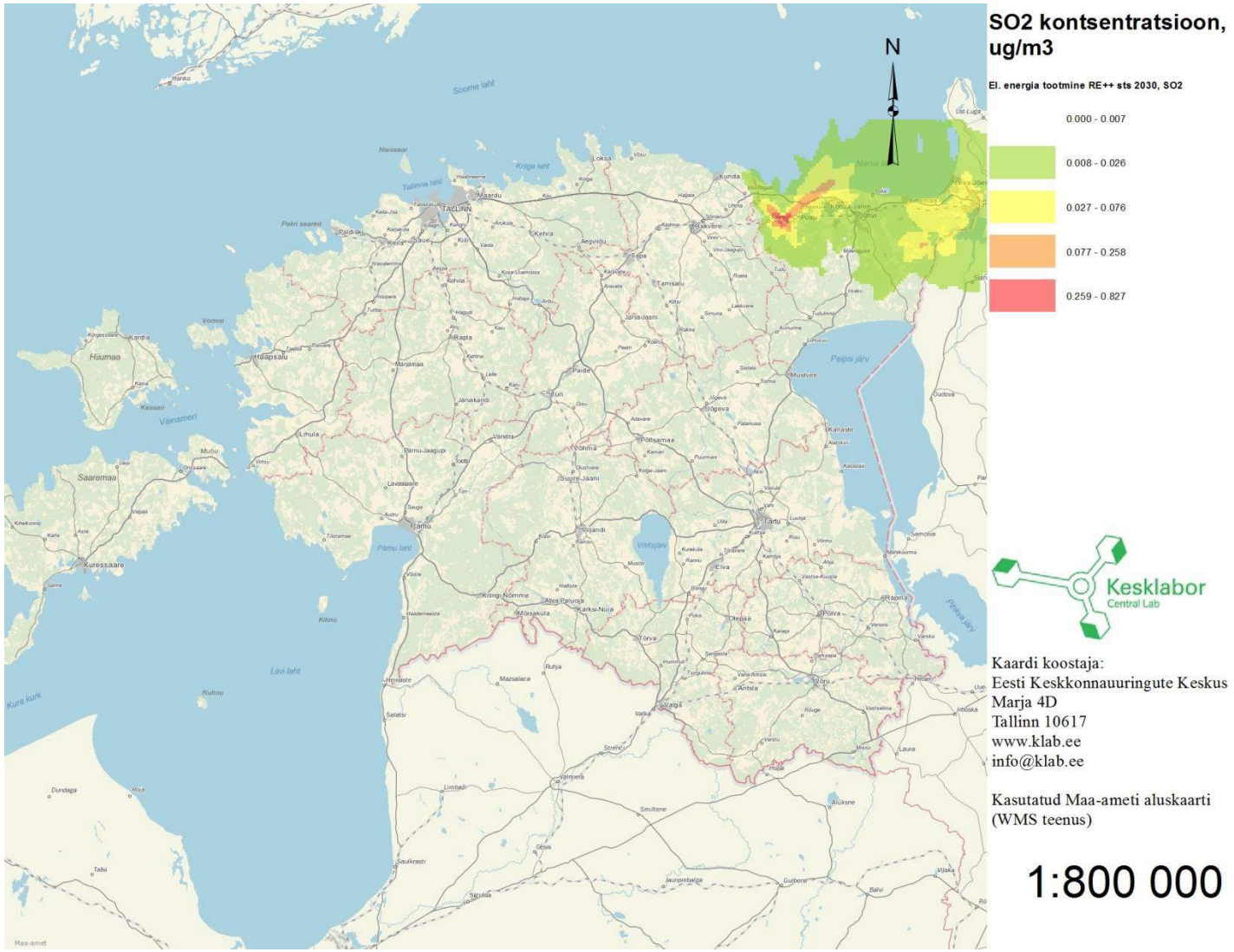
Joonis 28 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



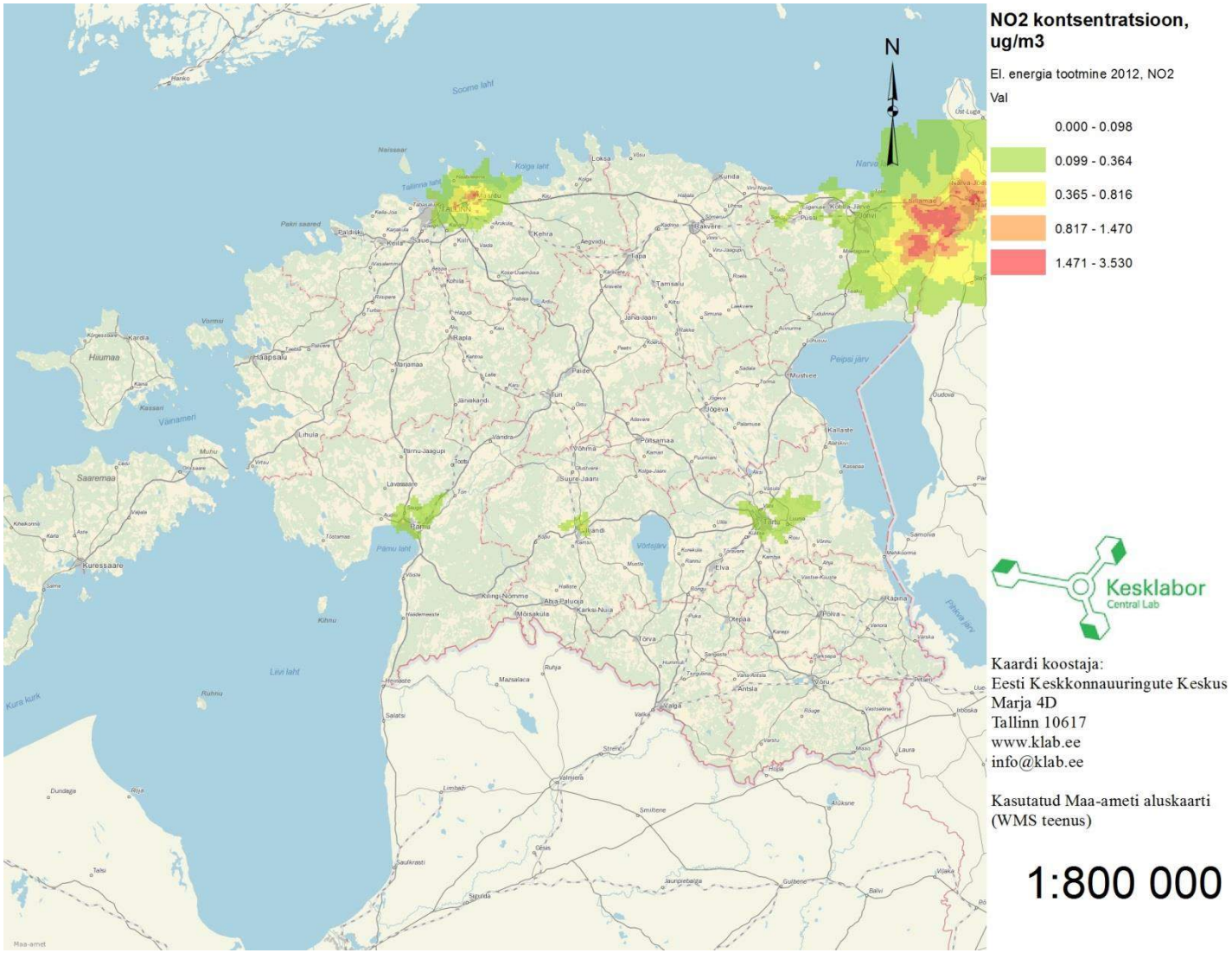
Joonis 29 Elektrienergia tootmine 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



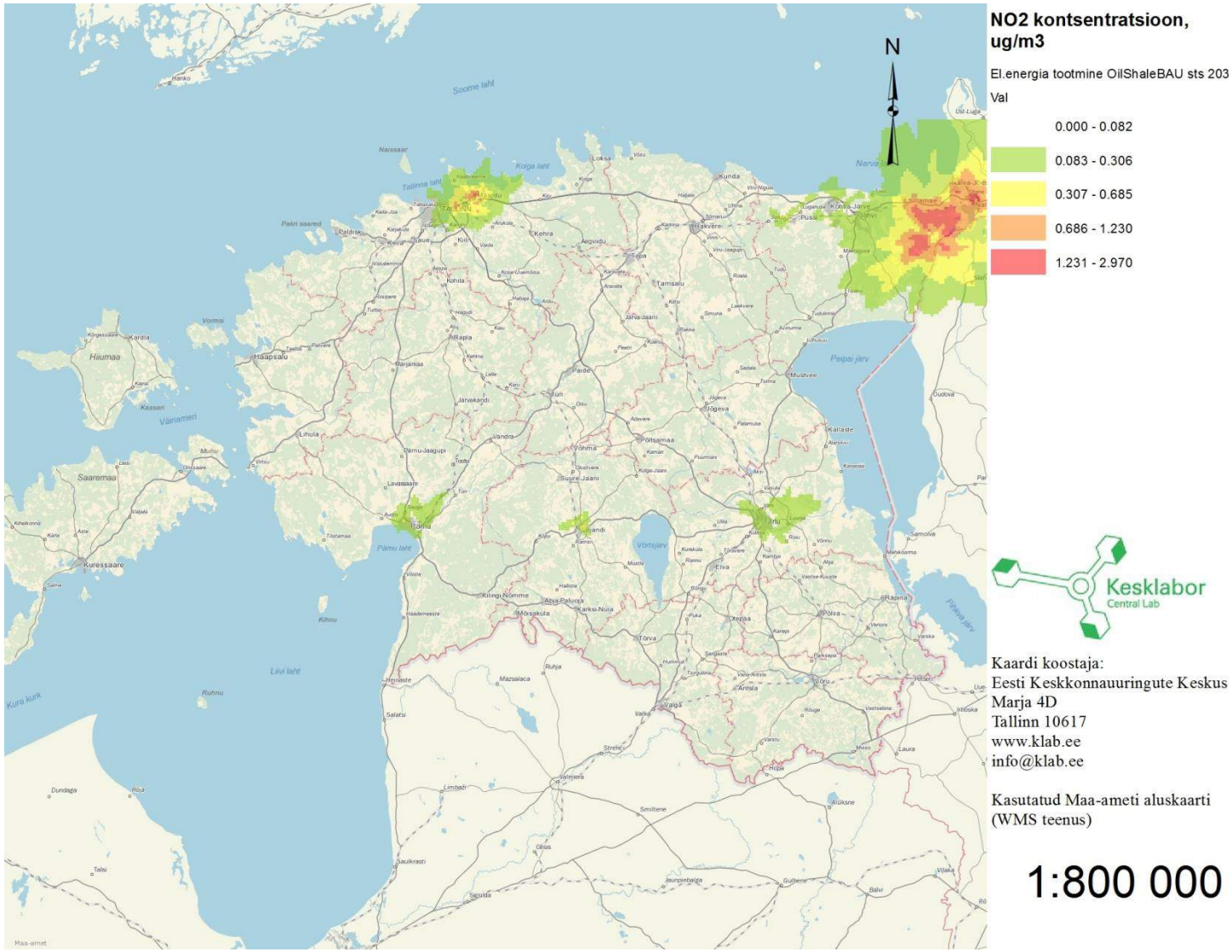
Joonis 30 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



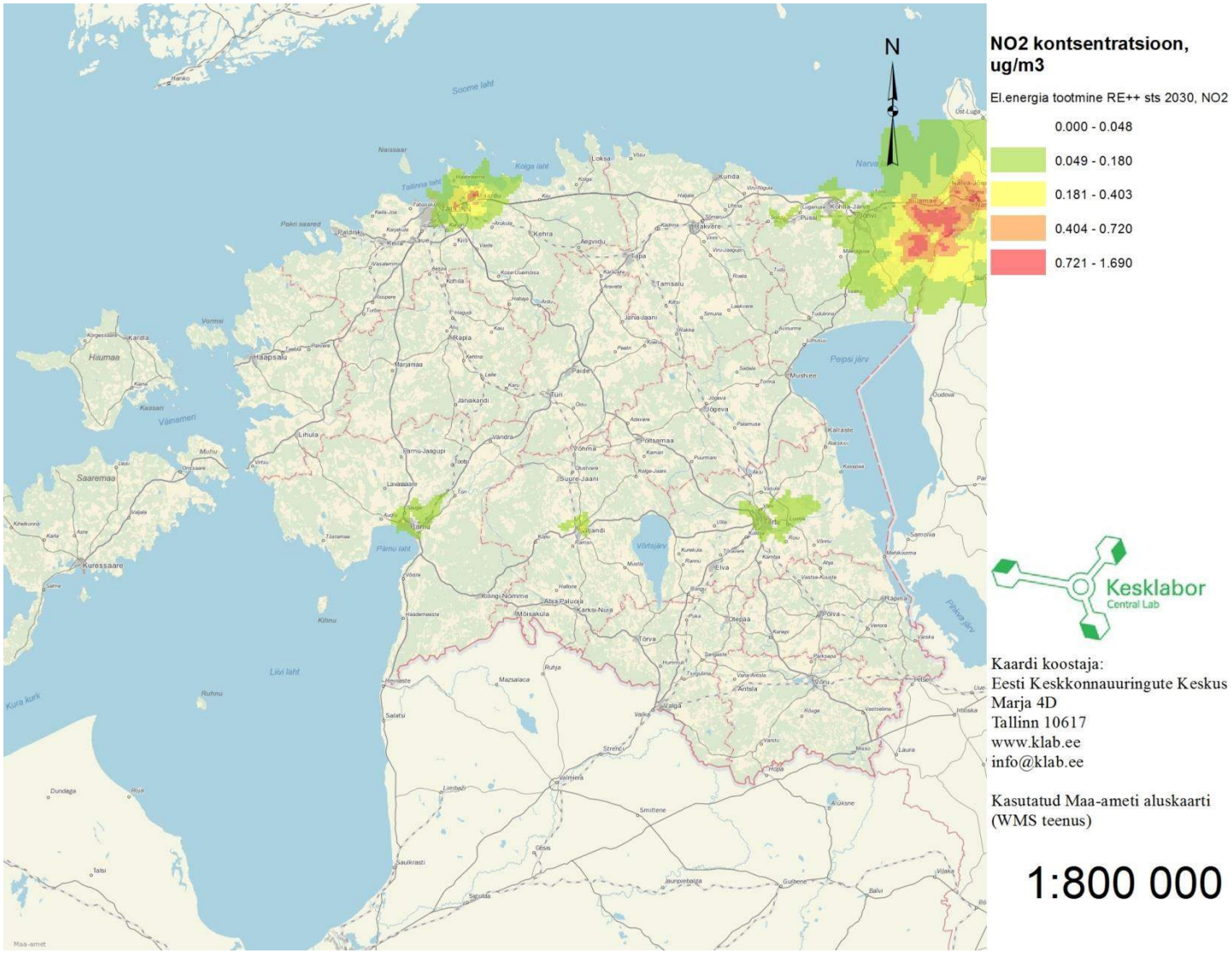
Joonis 31 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



Joonis 32 Elektrienergia tootmine 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



Joonis 33 Elektrienergia tootmine, Oil shale BAU stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



Joonis 34 Elektrienergia tootmine, RE++ stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)

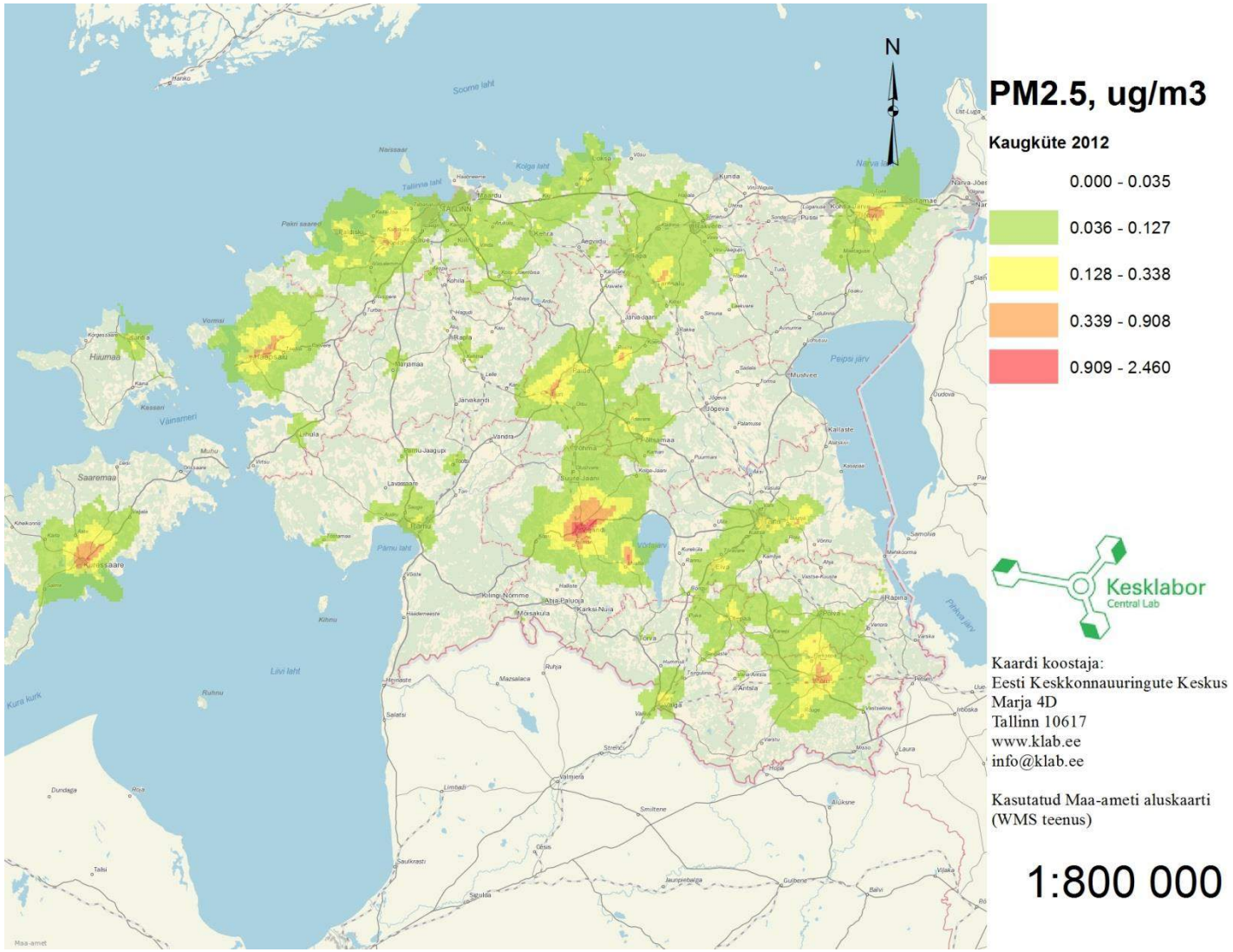
7.2 Kaugküte

Kaugkütte mõiste energiamajanduse arengukava ja seaduse käsitluses on soojuse tootmine ja võrgu kaudu jaotamine tarbijate varustamiseks soojusega kaugküttesüsteemi kaudu.[6]

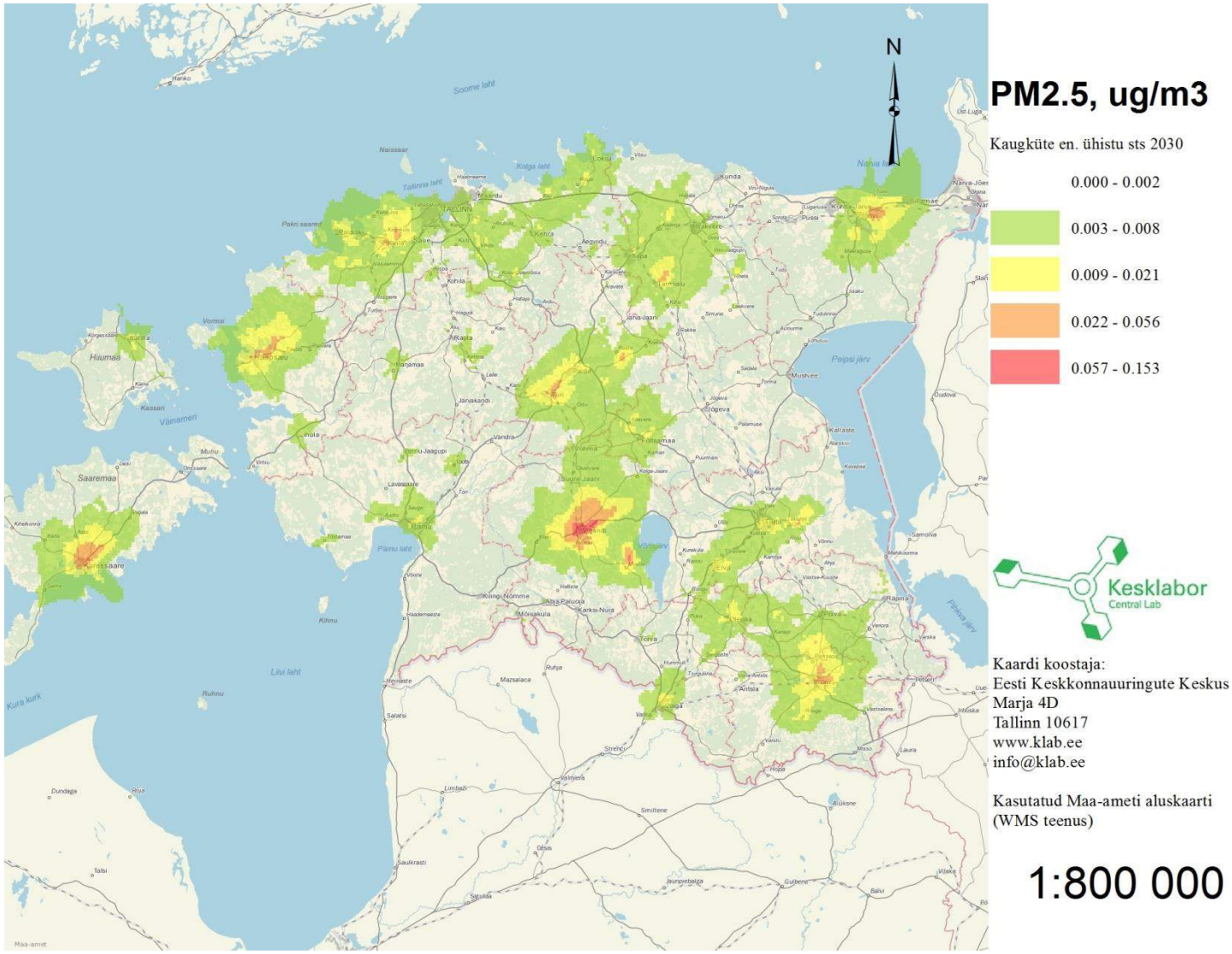
Kaugkütte valdkonna mistahes strateegiate rakendamisel on täheldatav kõikide saasteainete välisõhu tasemete vähenemine. Positiivseimat efekti omab energiaühistu strateegia rakendamine.

Kõigi saasteainete modelleeritud tasemed jäävad tunduvalt allapoole kehtivatest välisõhu kvaliteedi piirväärtustest.

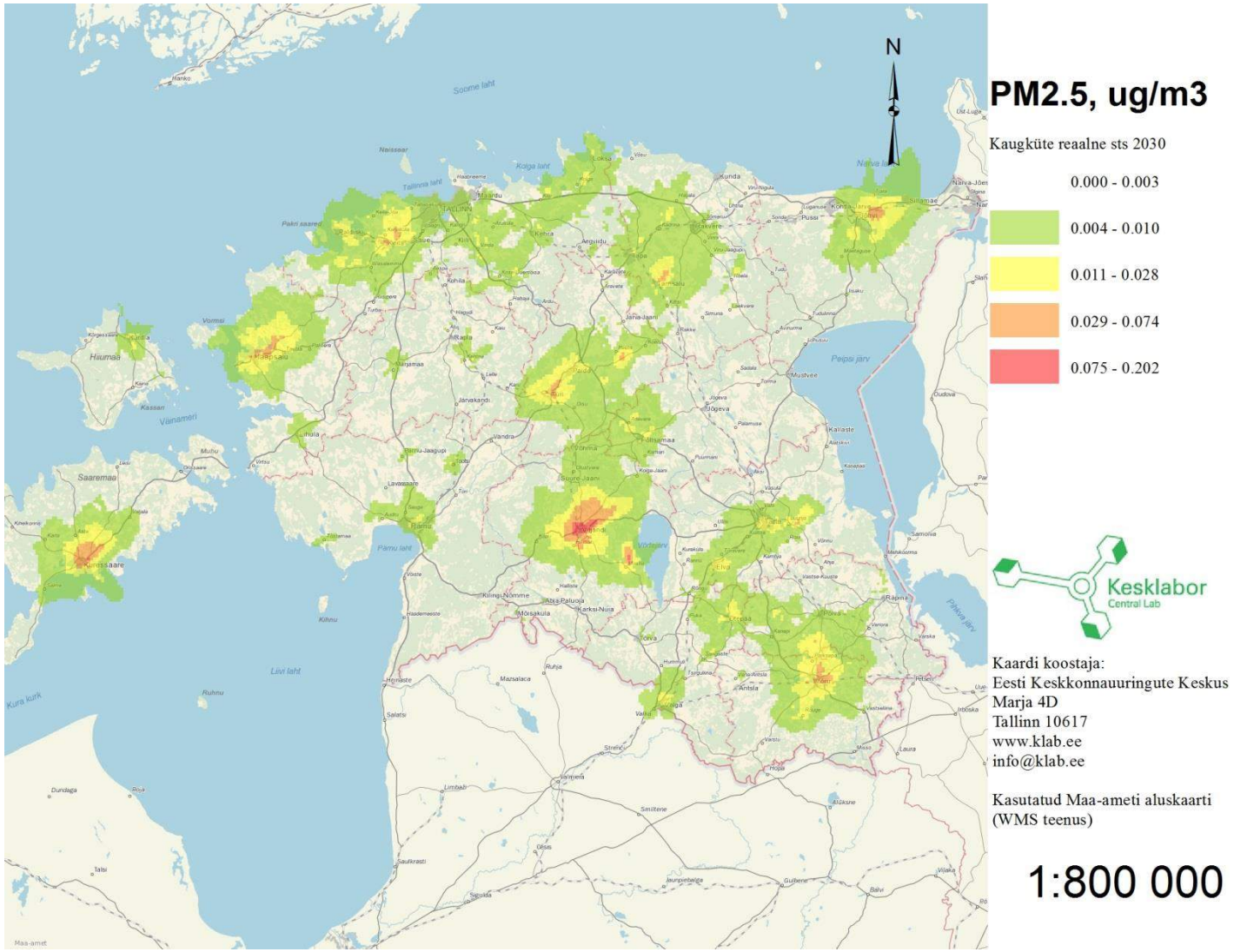
[6] http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=M%C3%B5iste:Kaugk%C3%BCte



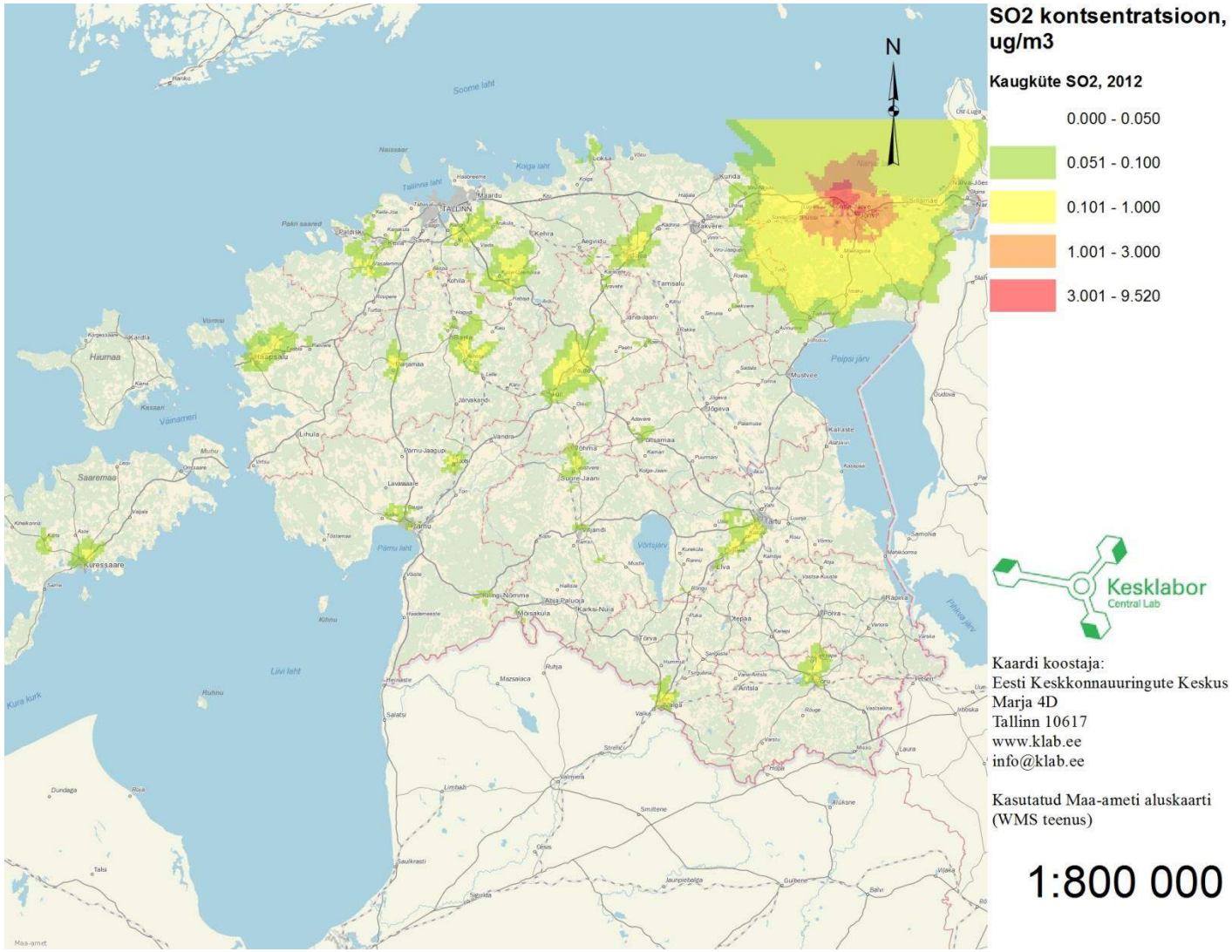
Joonis 35 Kaugküte 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



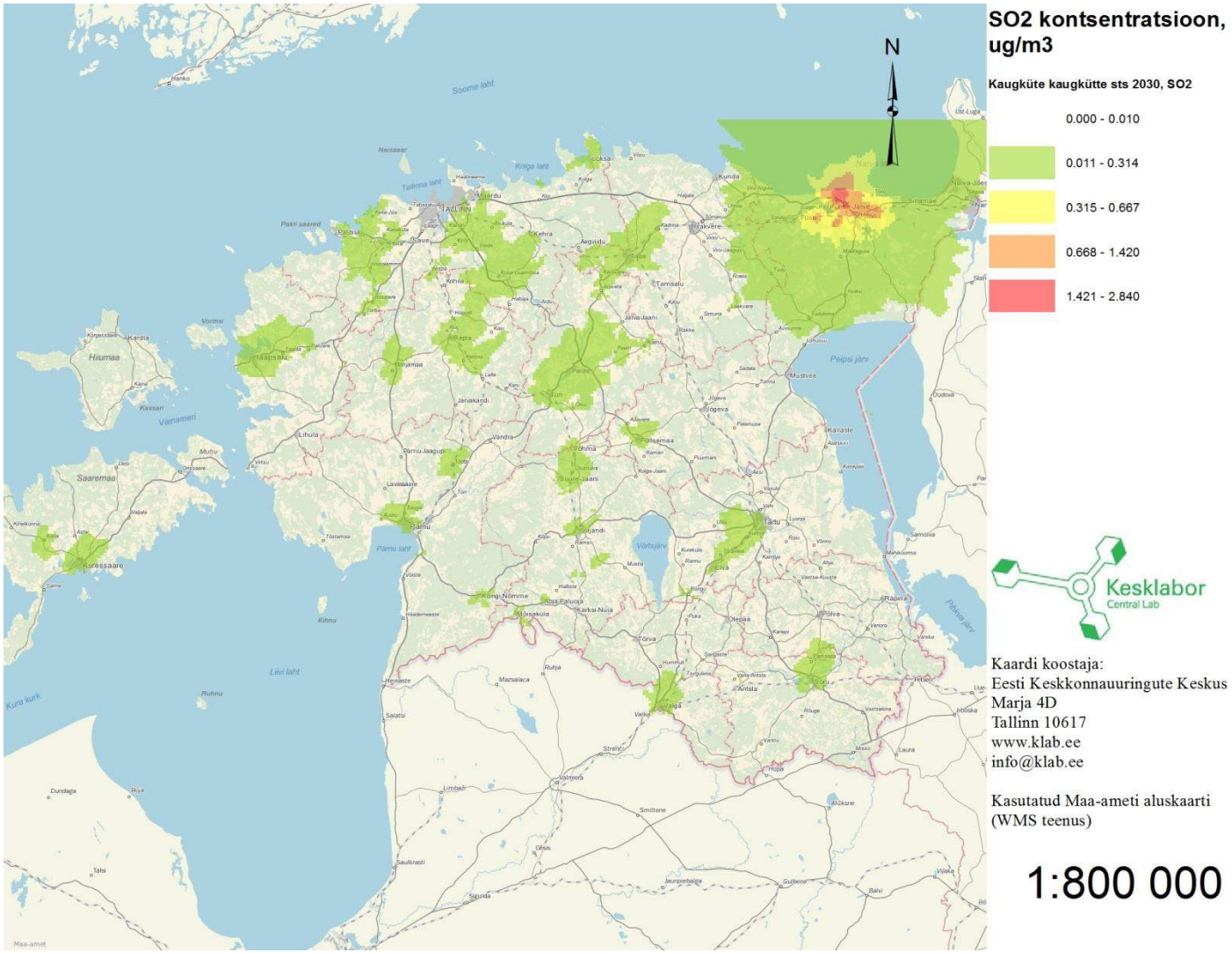
Joonis 36 Kaugküte, energiaühistu stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



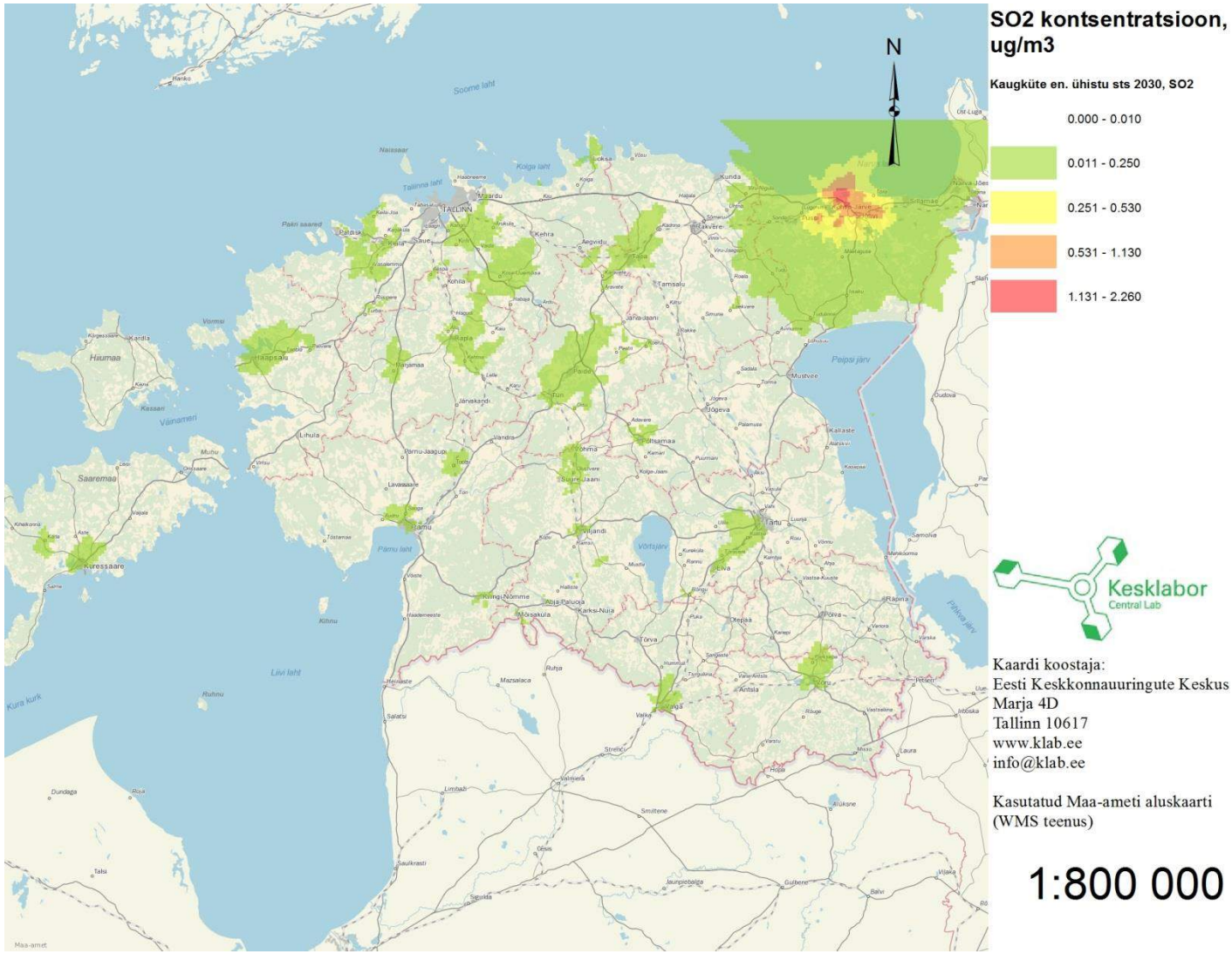
Joonis 37 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



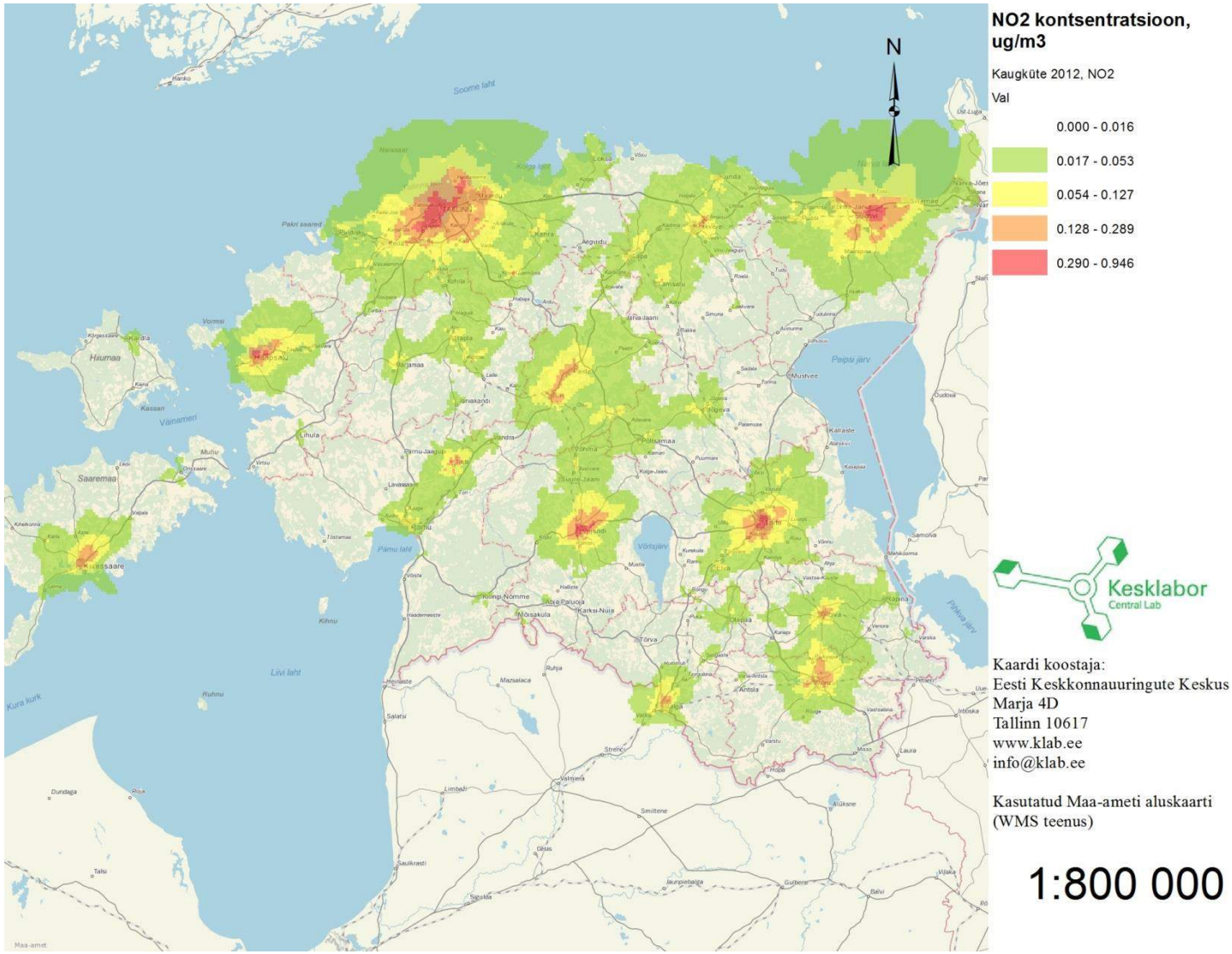
Joonis 38 Kaugküte 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



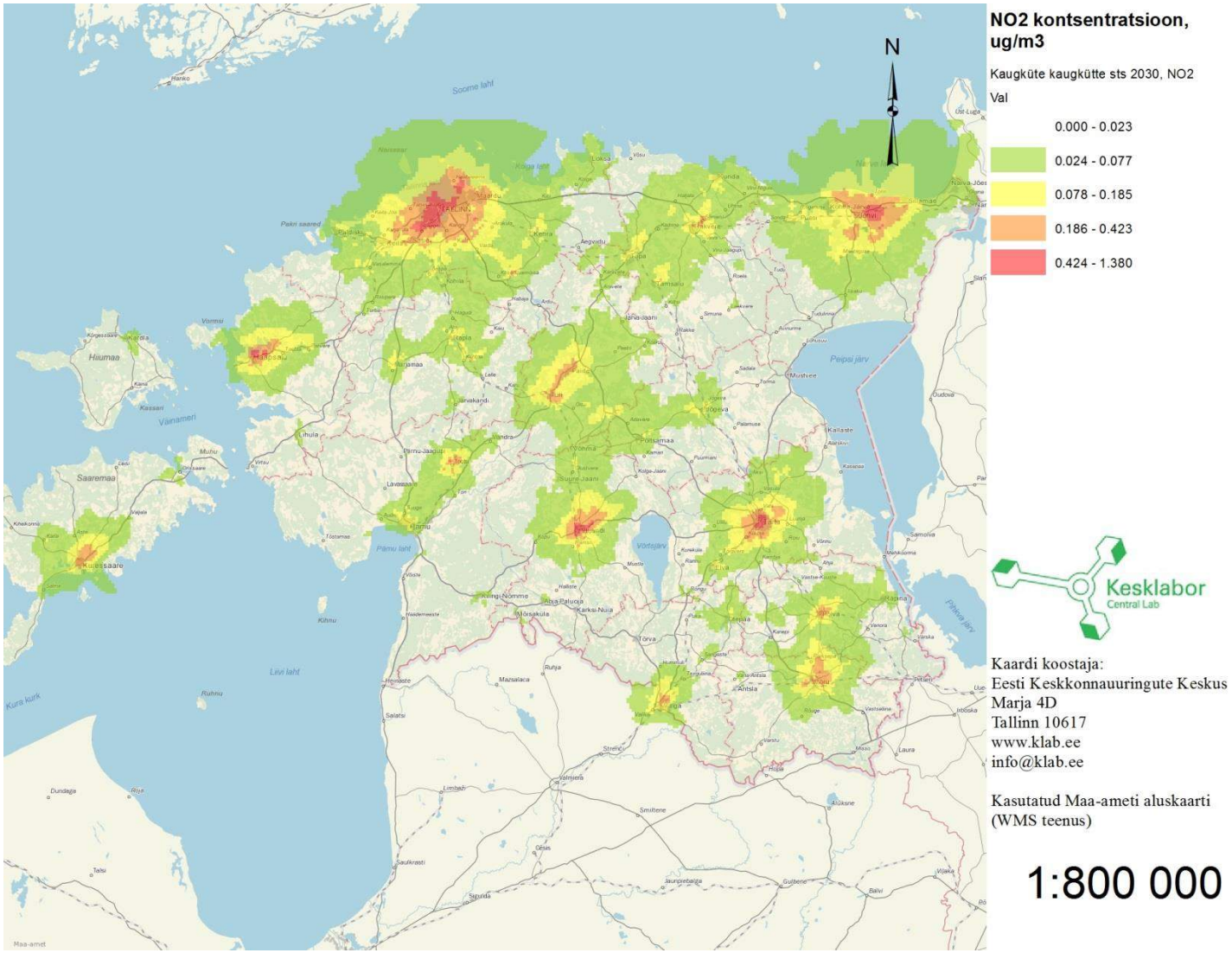
Joonis 39 Kaugküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



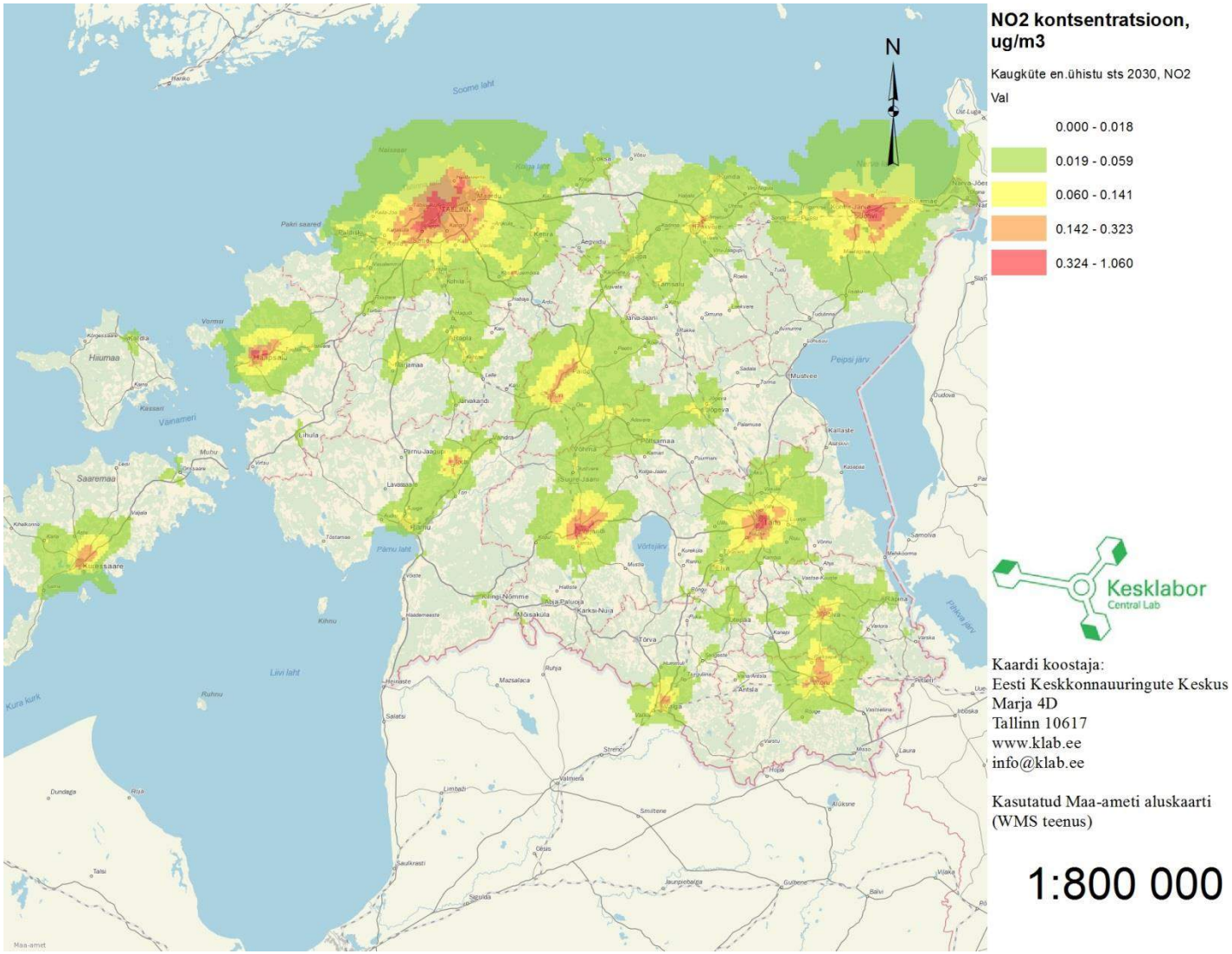
Joonis 40 Kaugküte, en.ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



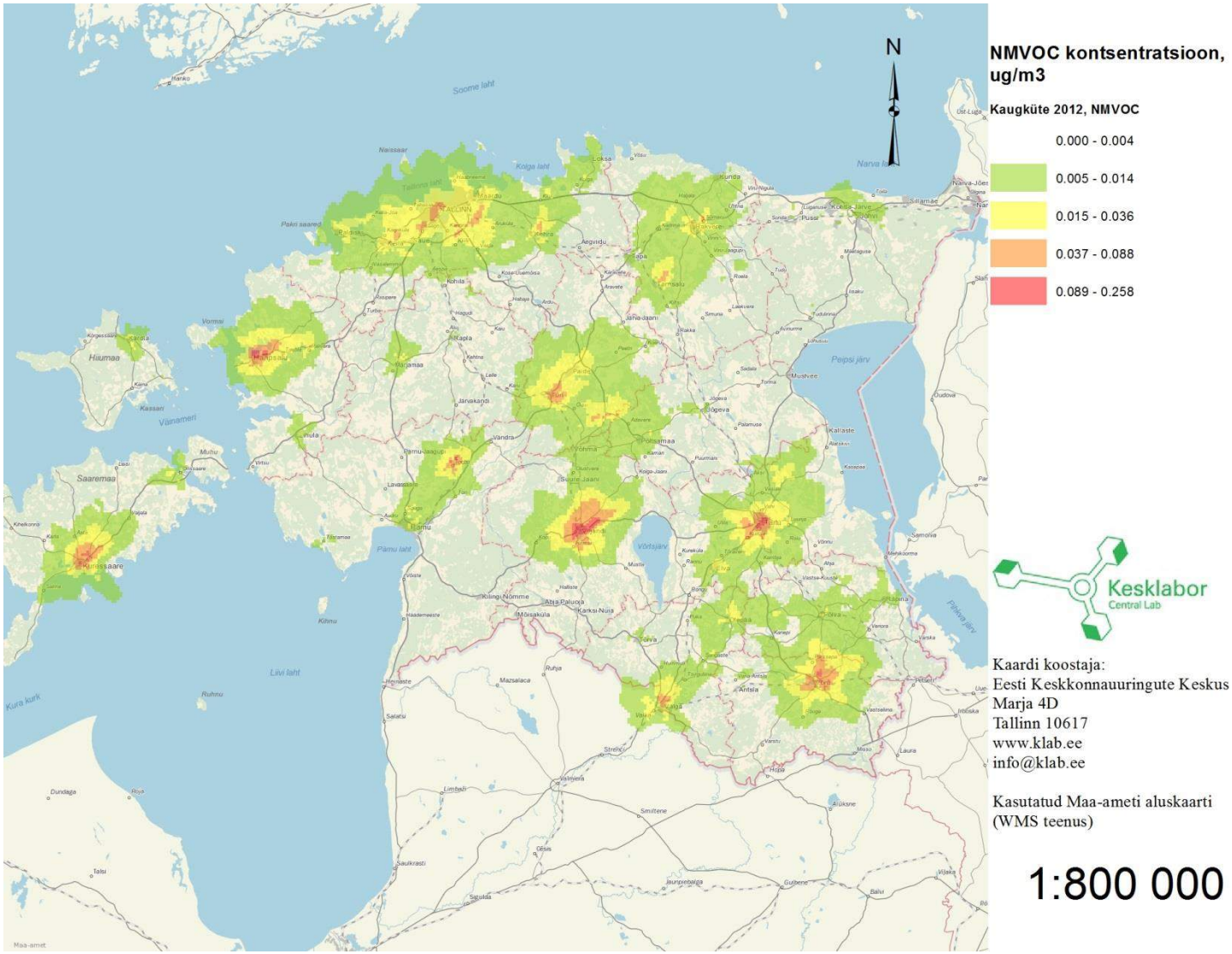
Joonis 41 Kaugküte 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



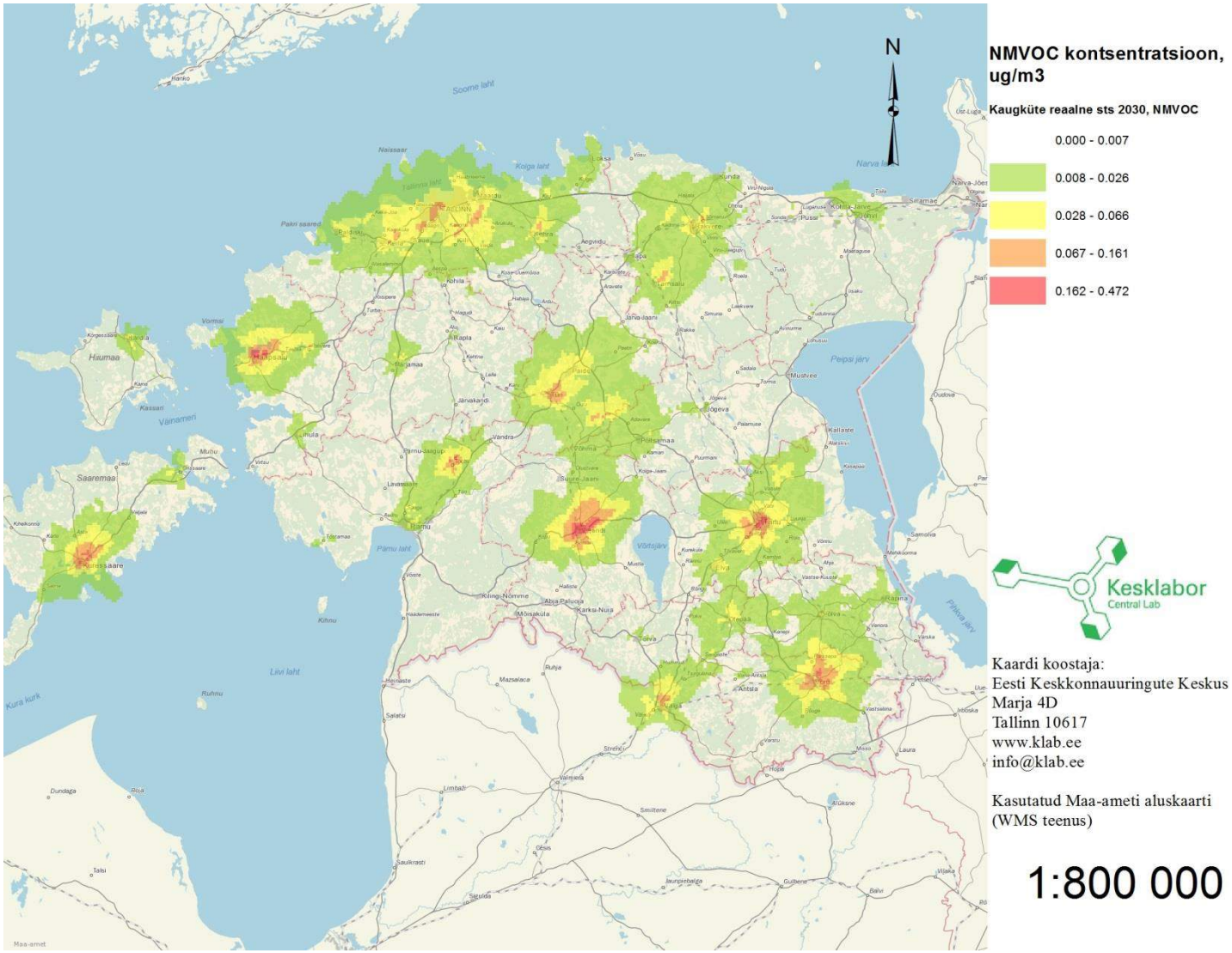
Joonis 42 Kaugküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



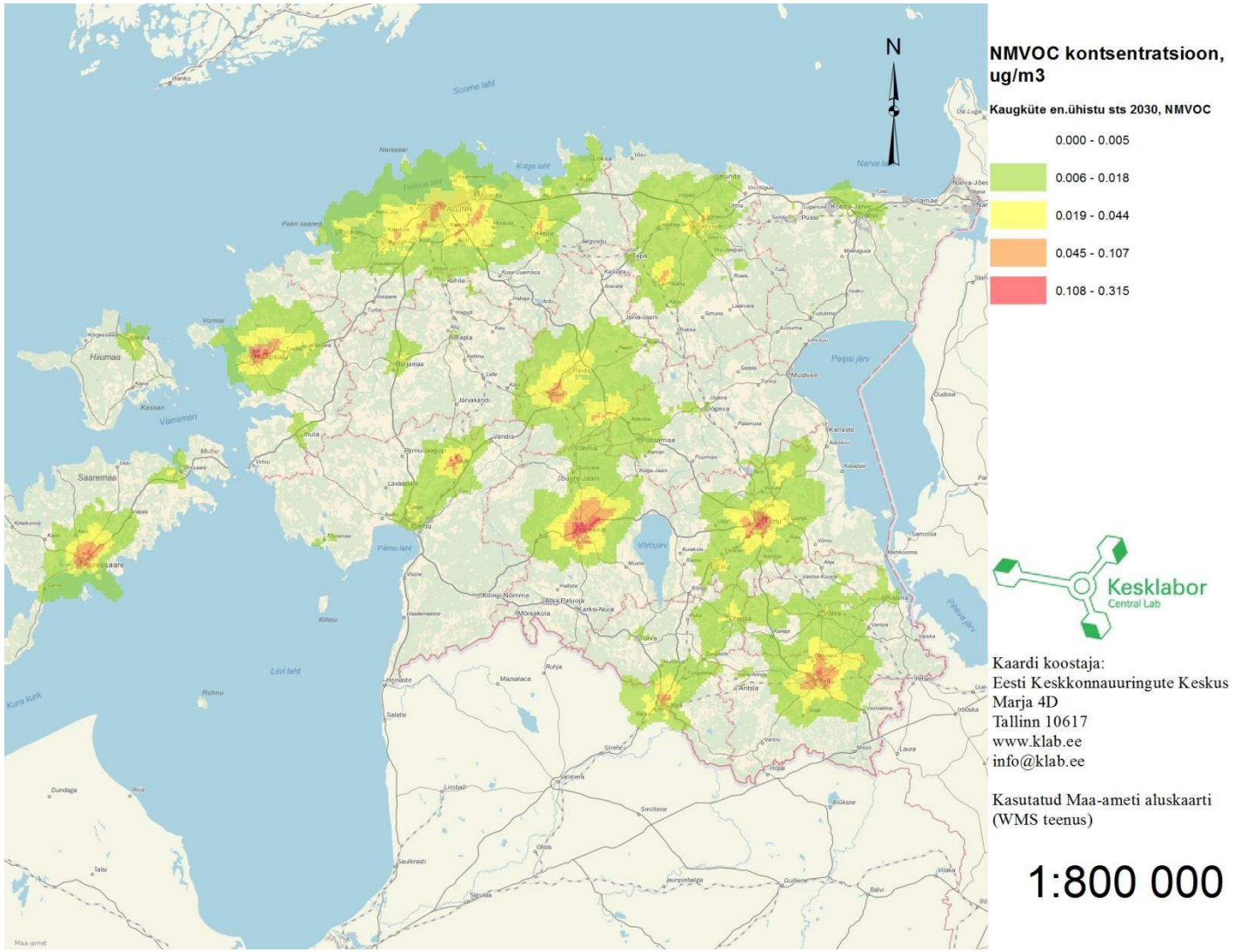
Joonis 43 Kaugküte, en.ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



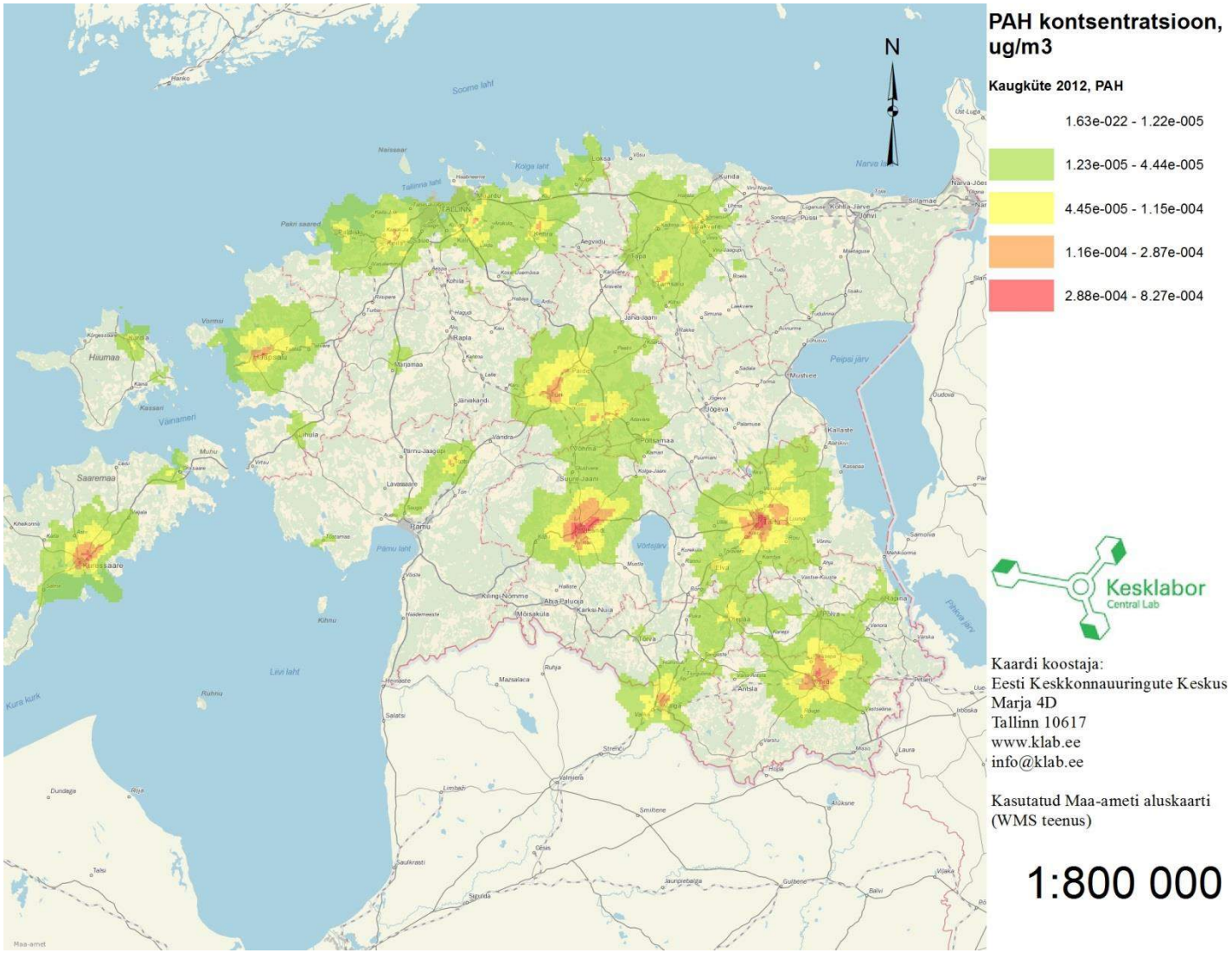
Joonis 44 Kaugküte 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



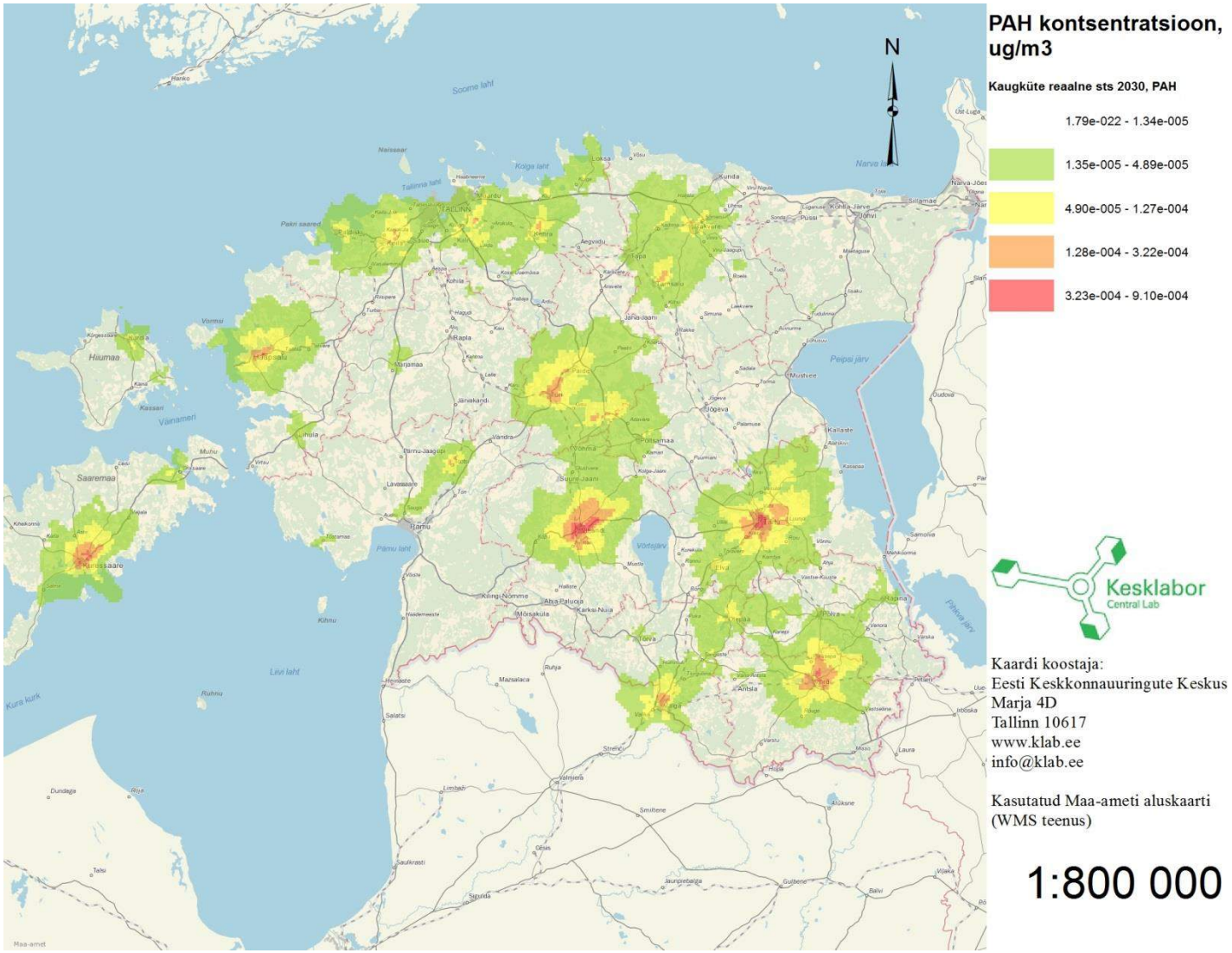
Joonis 45 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



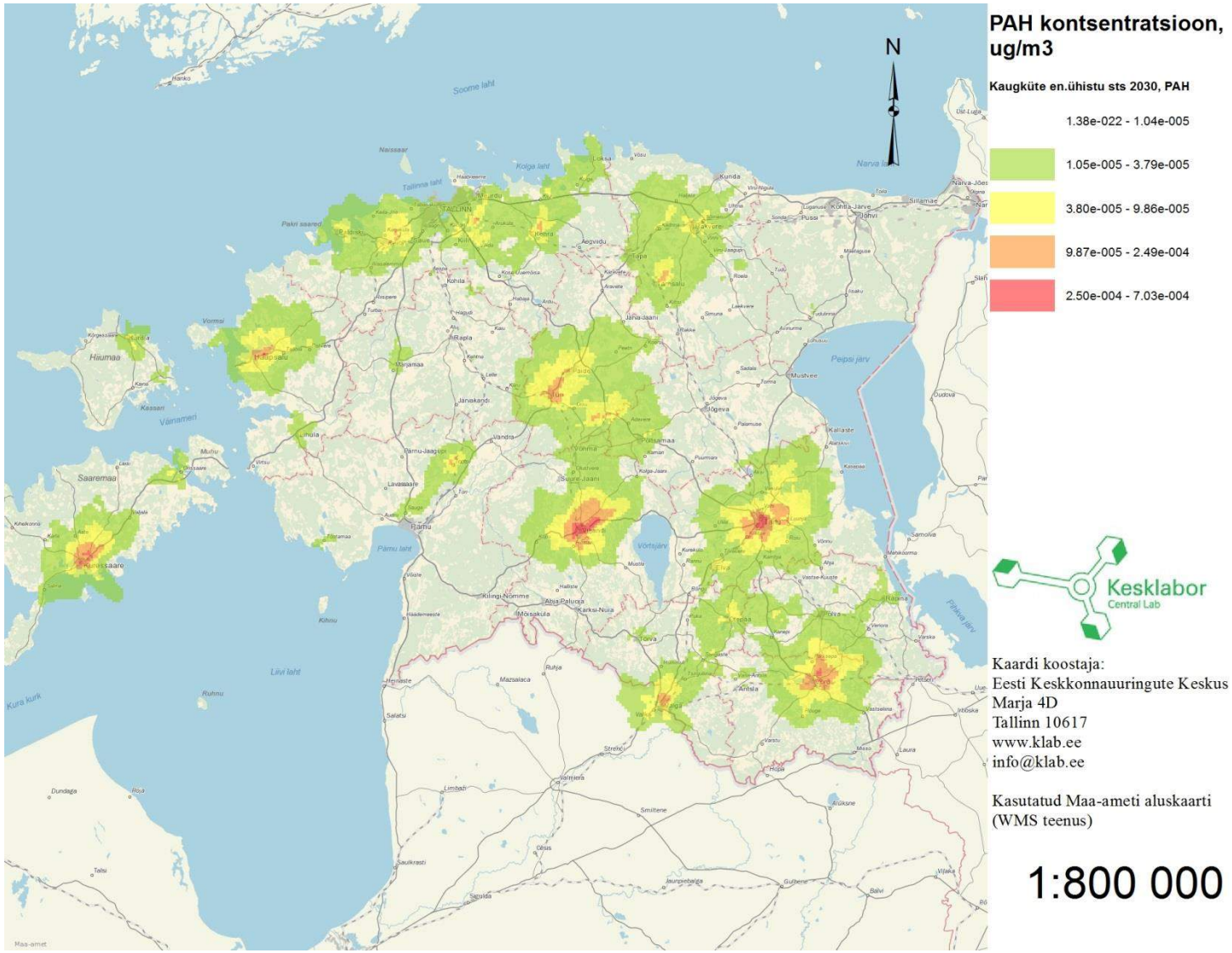
Joonis 46 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



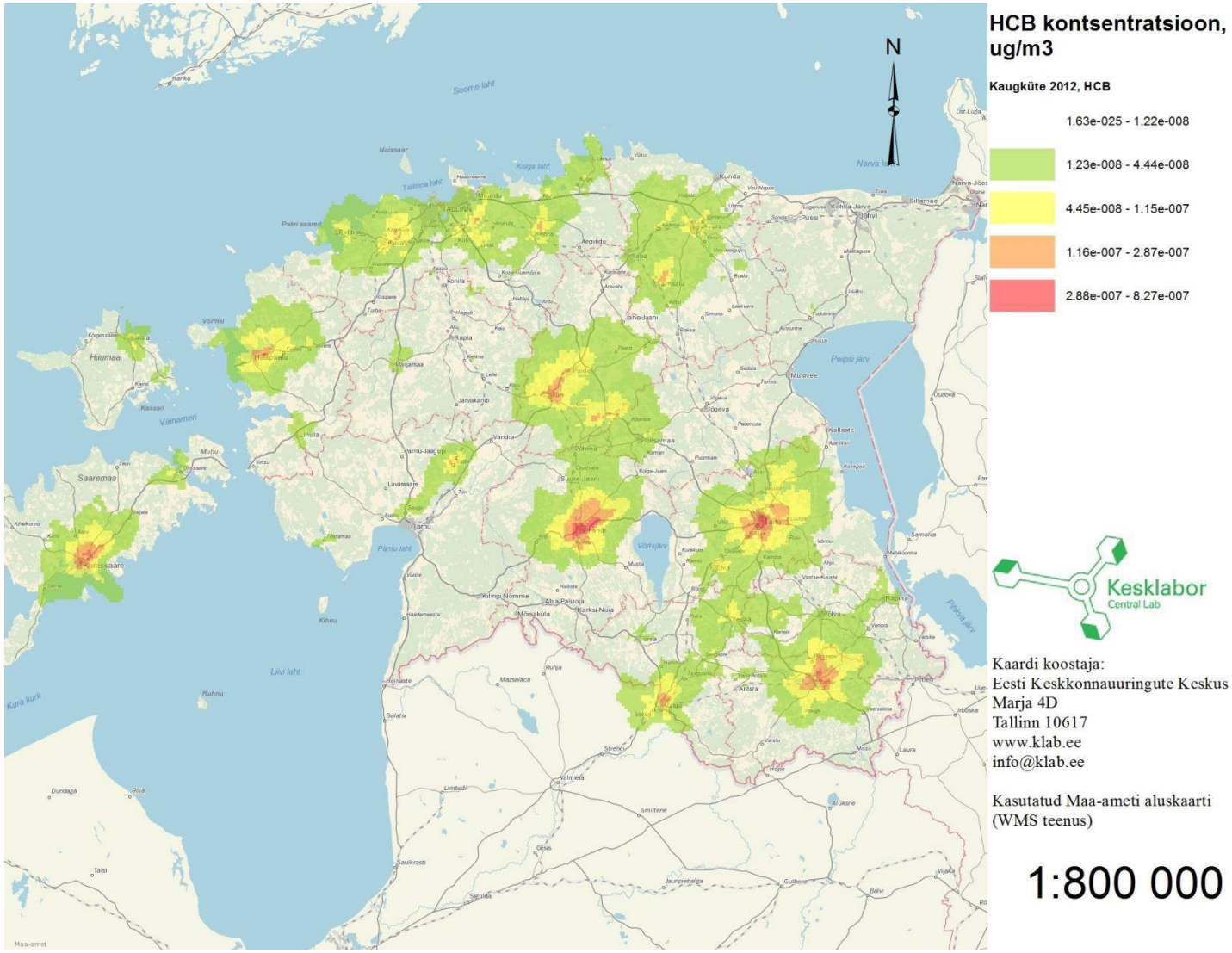
Joonis 47 Kaugküte 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



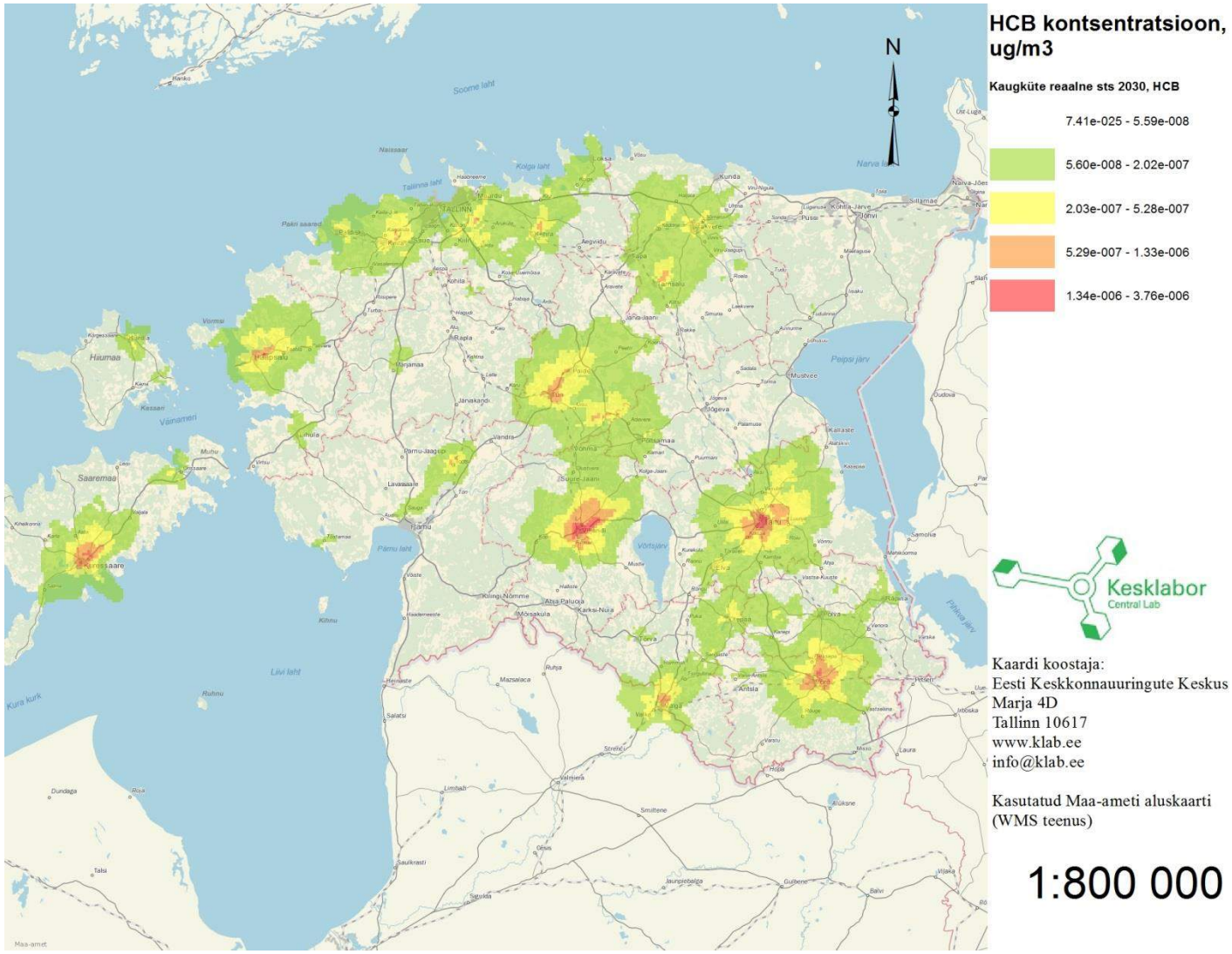
Joonis 48 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



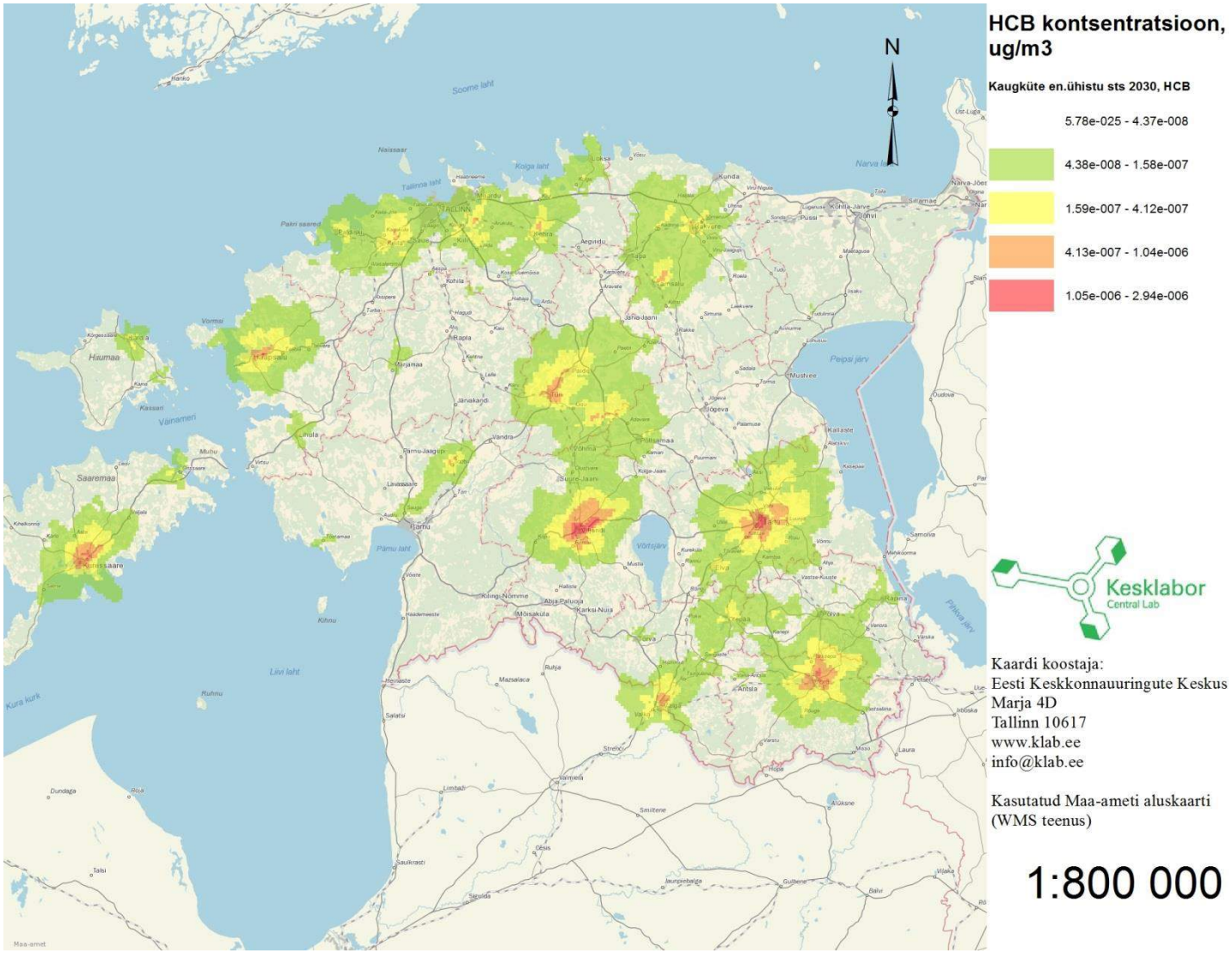
Joonis 49 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



Joonis 50 Kaugküte 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



Joonis 51 Kaugküte, reaalne stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



Joonis 52 Kaugküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)

7.3 Kohtküte e. kodumajapidamised

Kohtküte on eramu või suurema hoone ühe osa varustamine soojusega.[7] Kodumajapidamiste all mõistetakse halupuidu ja puidugraanulite kasutamist eramute kütmisel.

Kohtküte on saasteainete heitkoguste osas võtmevaldkonnaks PM2.5, LOÜ, HCB ja PAH-ide vähendamisel. Kohtkütte valdkonna mistahes strateegiate rakendamisel on täheldatav kõikide saasteainete välisõhu tasemete vähenemine. Vaadeldud stsenaariumitest kõige positiivsemat efekti omab energiaühistu strateegia rakendamine.

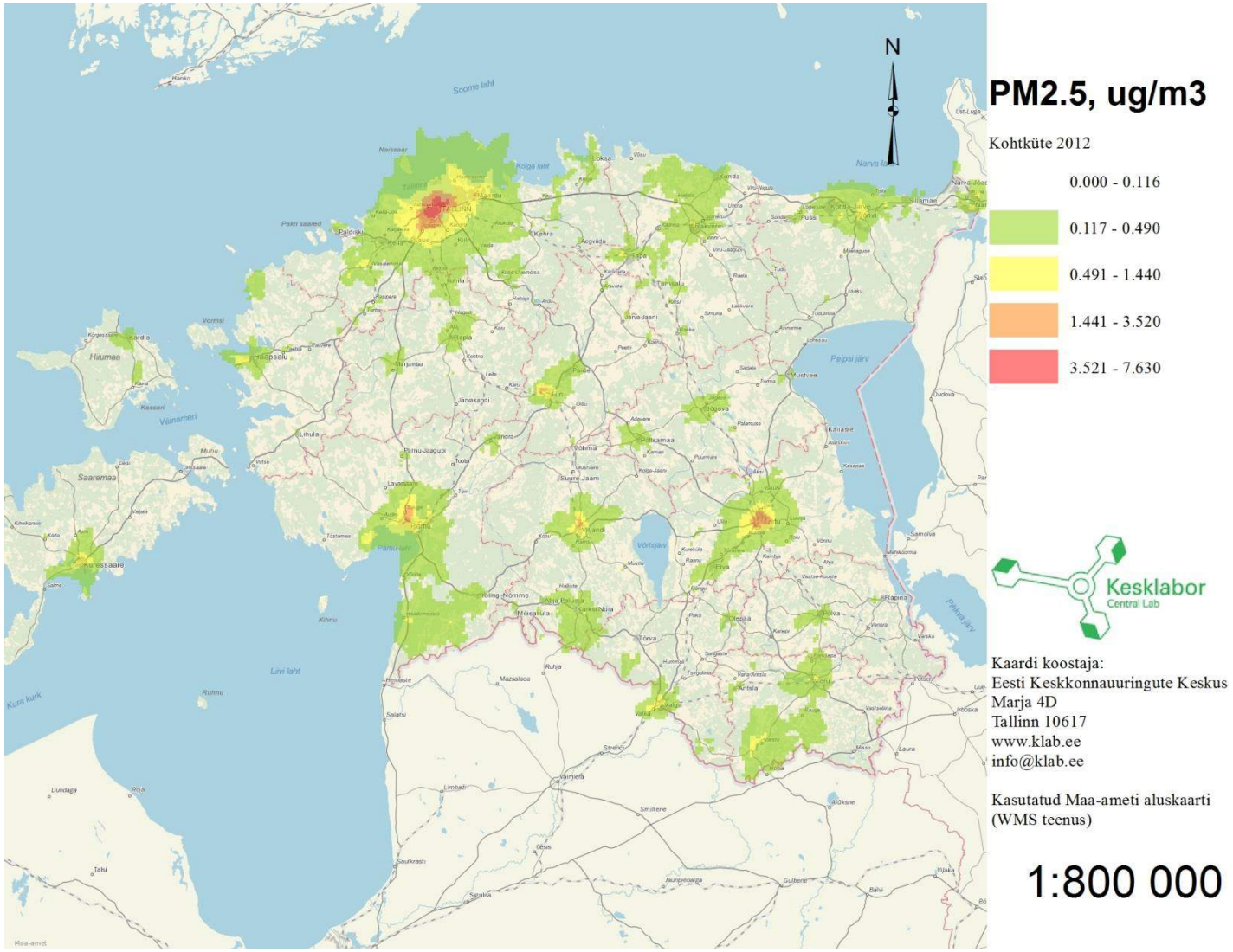
Kõigi saasteainete modelleeritud tasemed jäävad tunduvalt allapoole kehtivatest välisõhu kvaliteedi piirväärtustest.

Eesti on ühinenud Piiriülese õhusaaste kauglevi 1979. aasta konventsiooni püsivate orgaaniliste saasteainete protokolliga ning antud protokollist tuleneb, et Eestil on järgmiste saasteainete osas baasaastad koos piirkogustega fikseeritud:

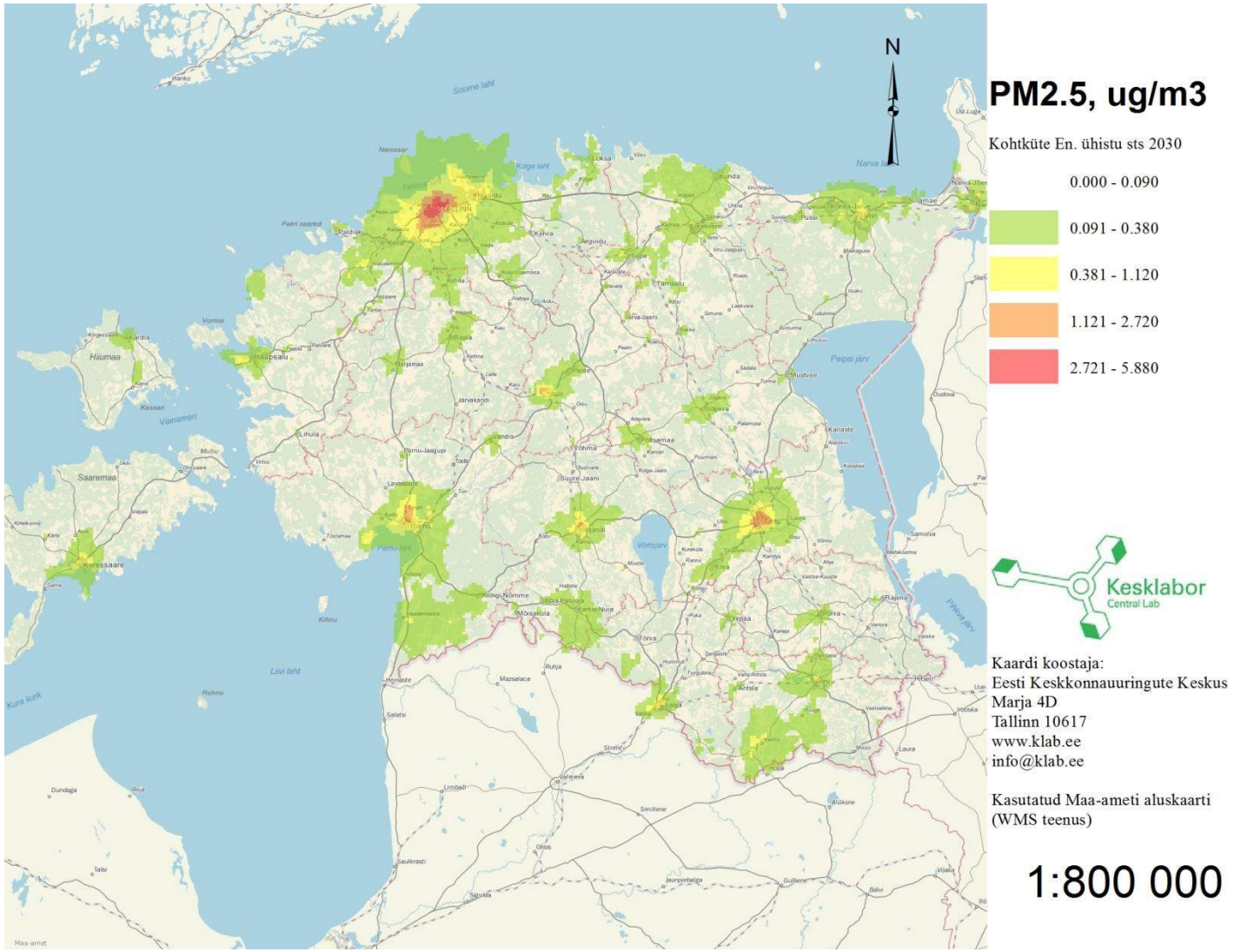
1. polütsüklilised aromaatsed süsivesinikud (PAH) – 1995. aasta;
2. polükloriidsed dibensoparadioksiinid (PCDD) ja polükloriidsed dibensofuraanid (PCDF) – 1990. aasta;
3. heksaklorobenseen (HCB) – 1995. aasta.

Juba hetkel ületab Eesti PAH-ide ja HCB piirkoguseid ning seda eelkõige suurenenud puidu kasutamise tõttu eramajade kütmisel. Ükski pakutud stsenaarium ei taga, et oleksid täidetud ülal mainitud protokolli baasaastate heitkogused.

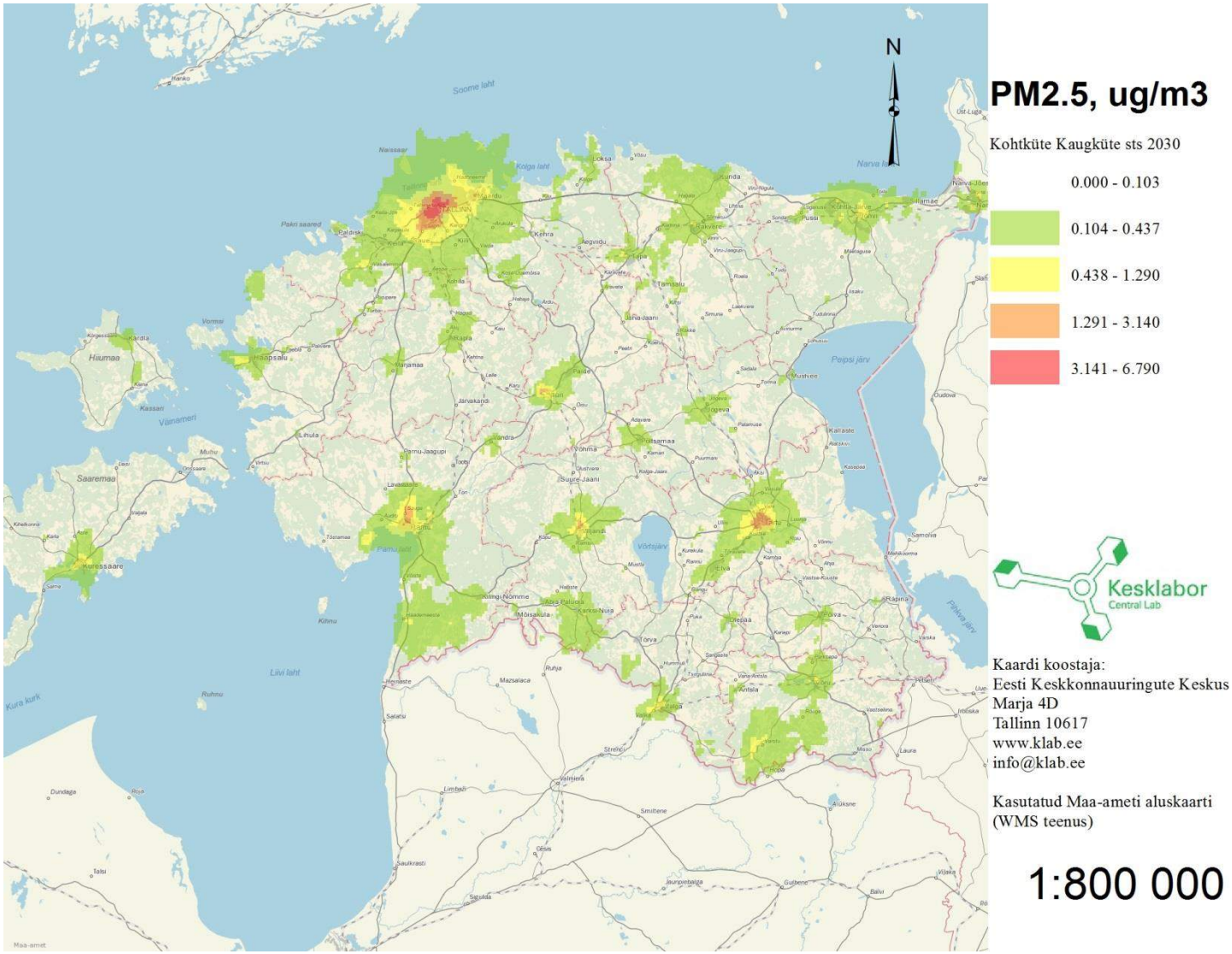
[7] http://www.energiatalgud.ee/index.php?title=M%C3%B5iste:Kohtk%C3%BCte



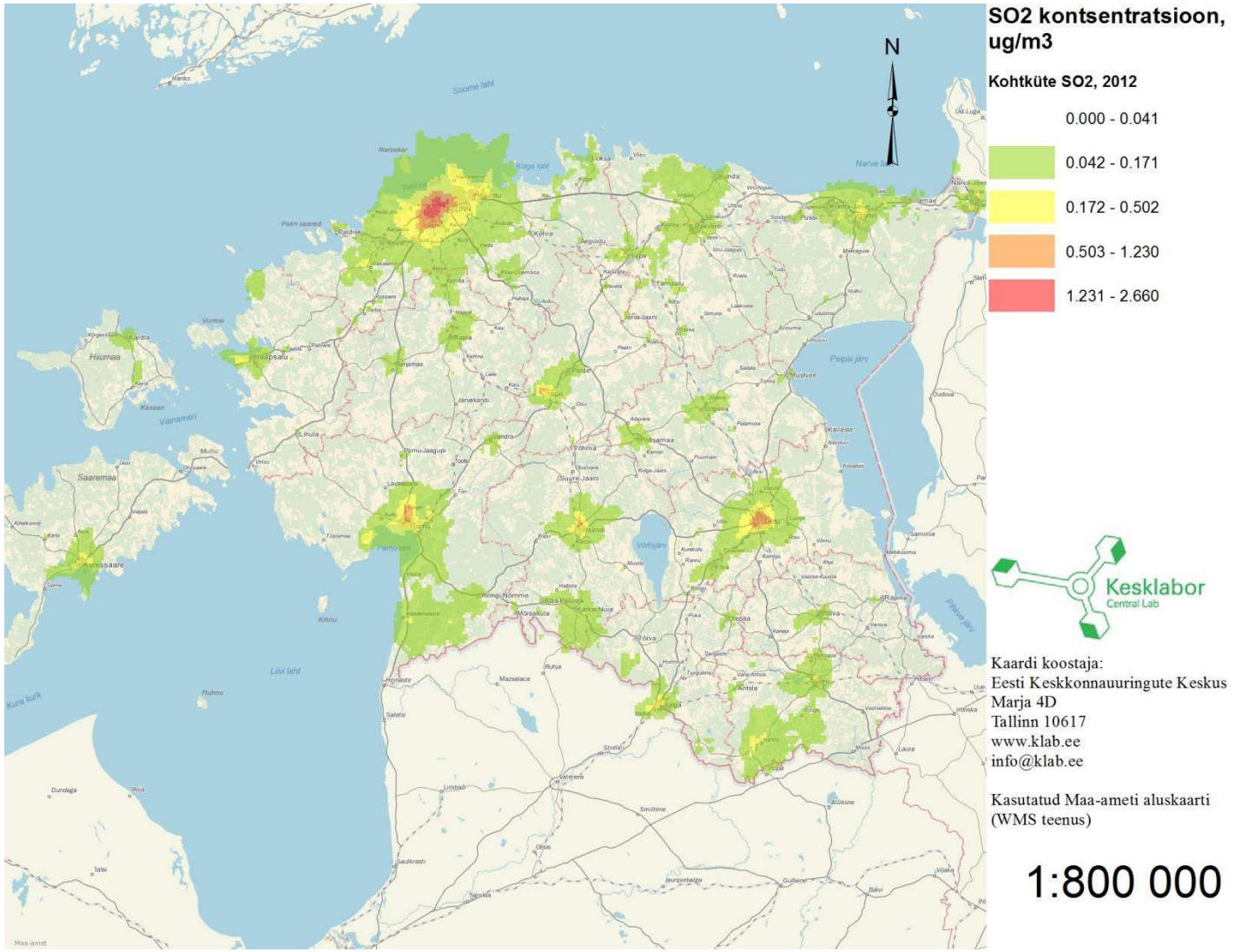
Joonis 53 Kohtküte 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



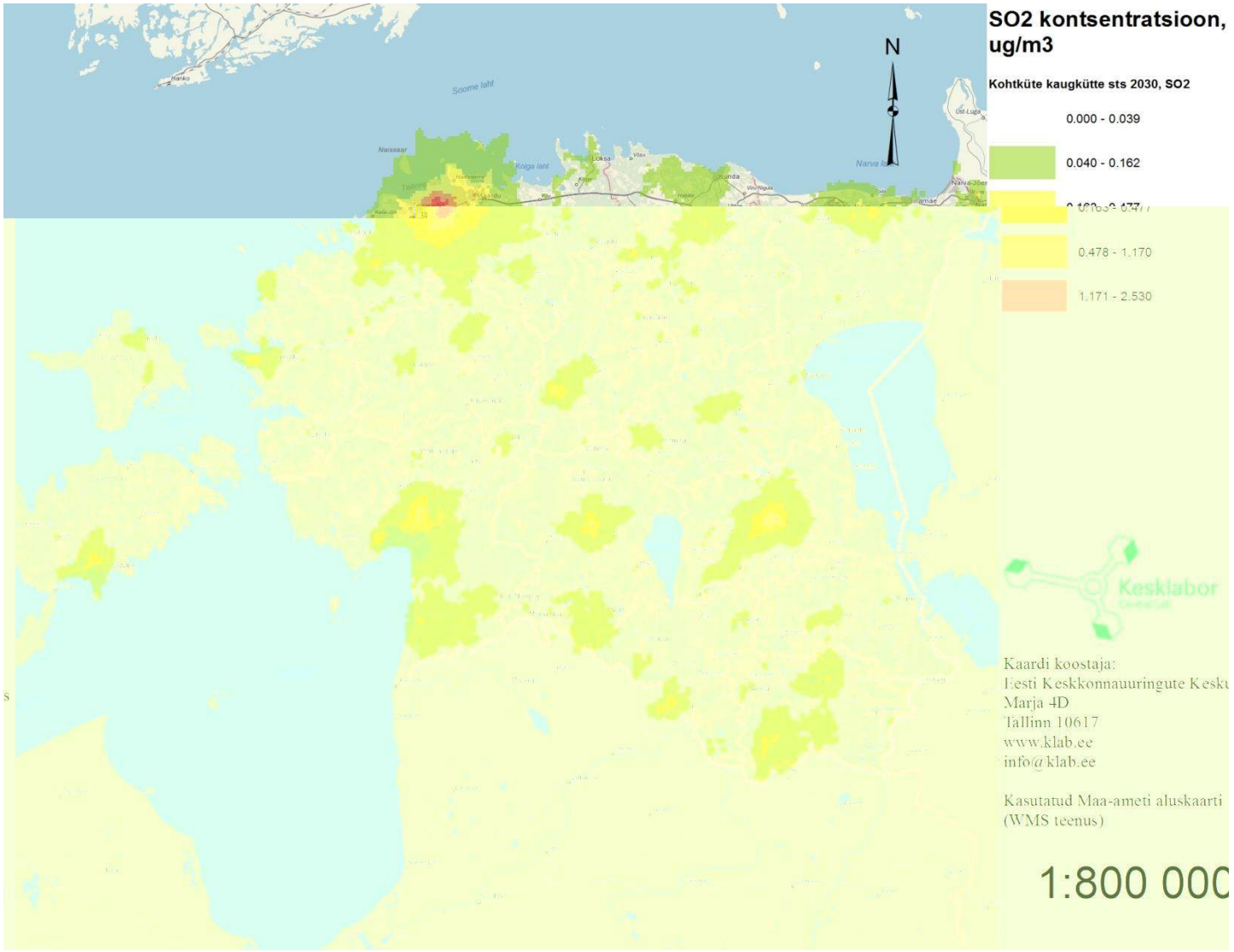
Joonis 54 Kohtküte, energiaühistu stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



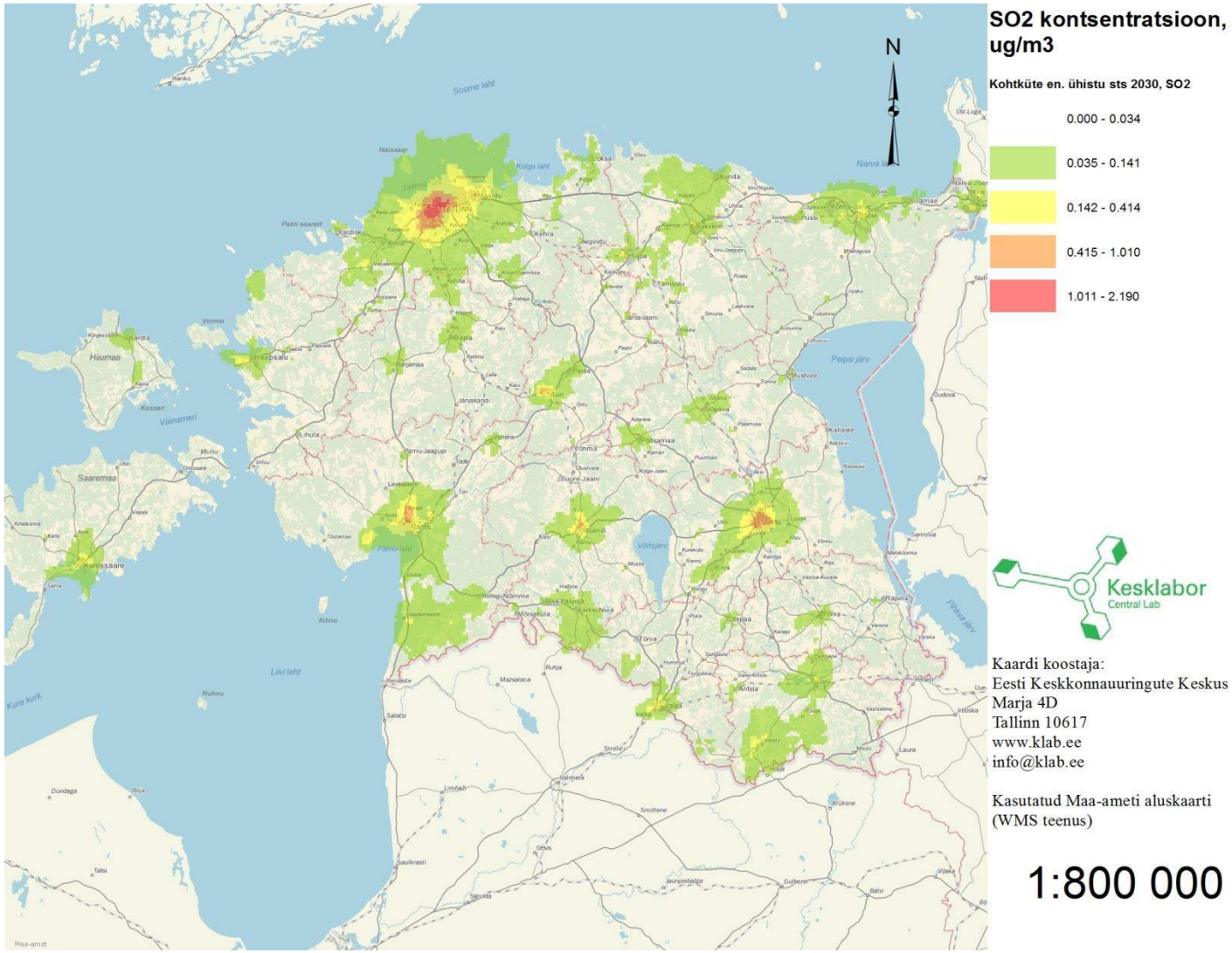
Joonis 55 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



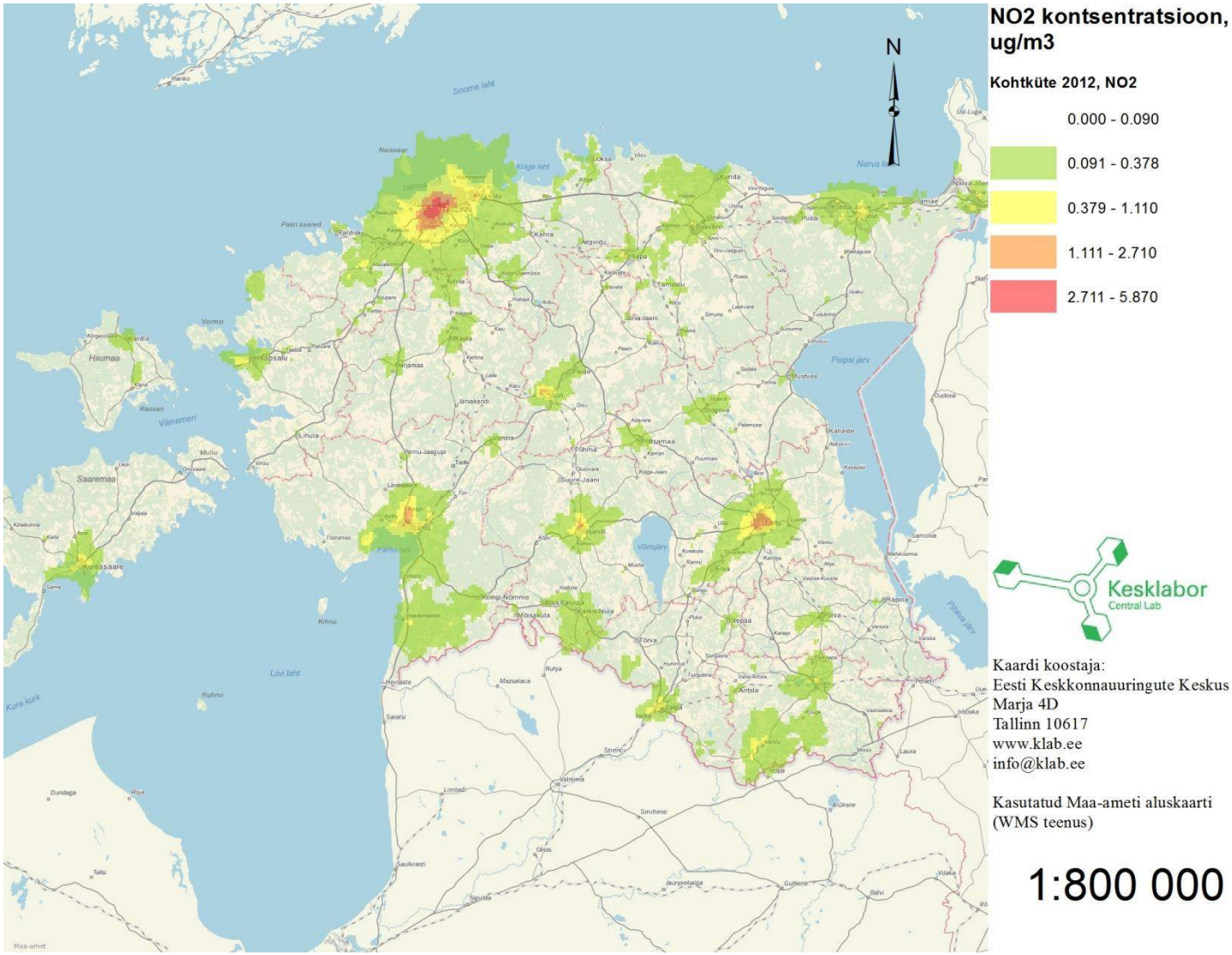
Joonis 56 Kohtküte 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



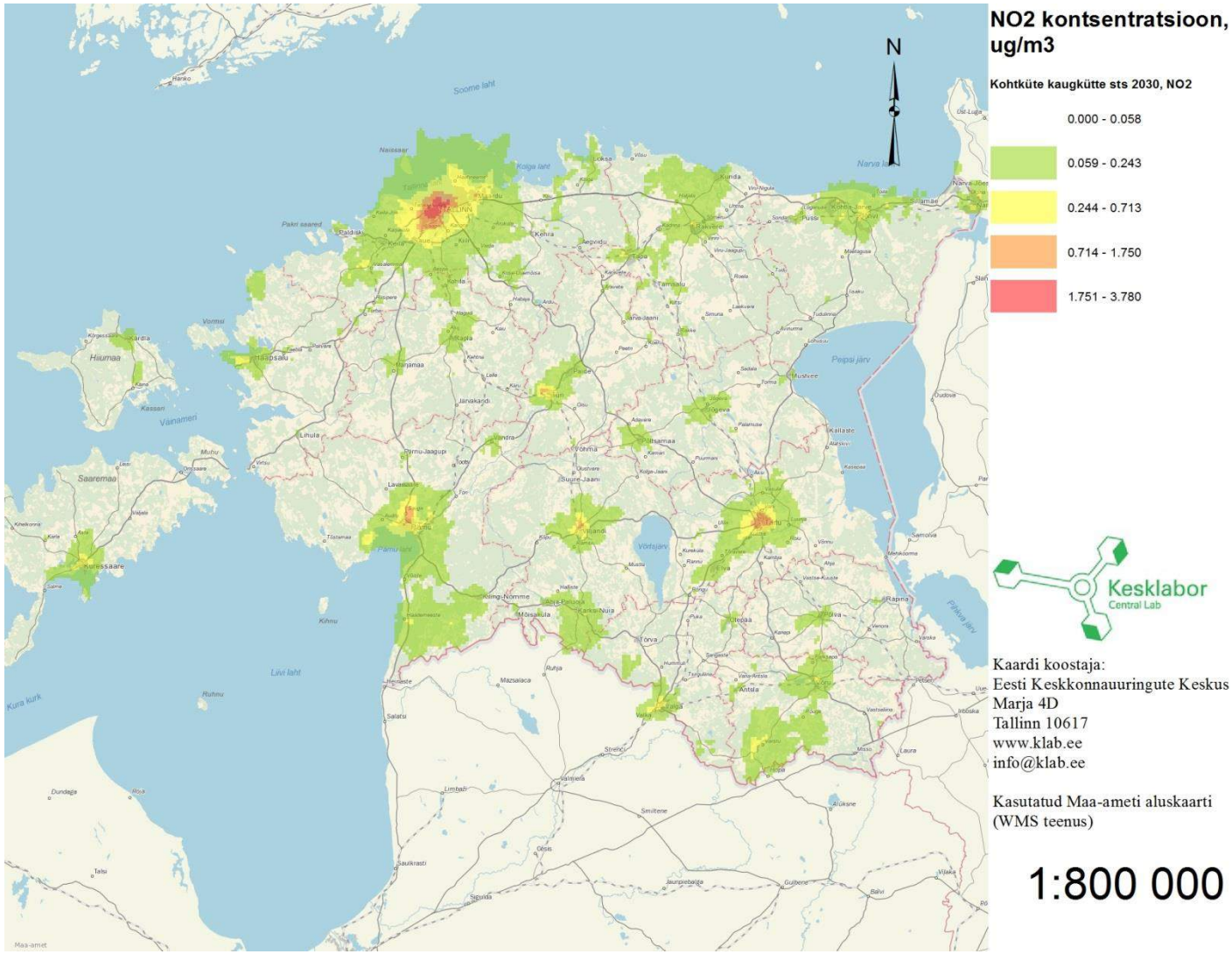
Joonis 57 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



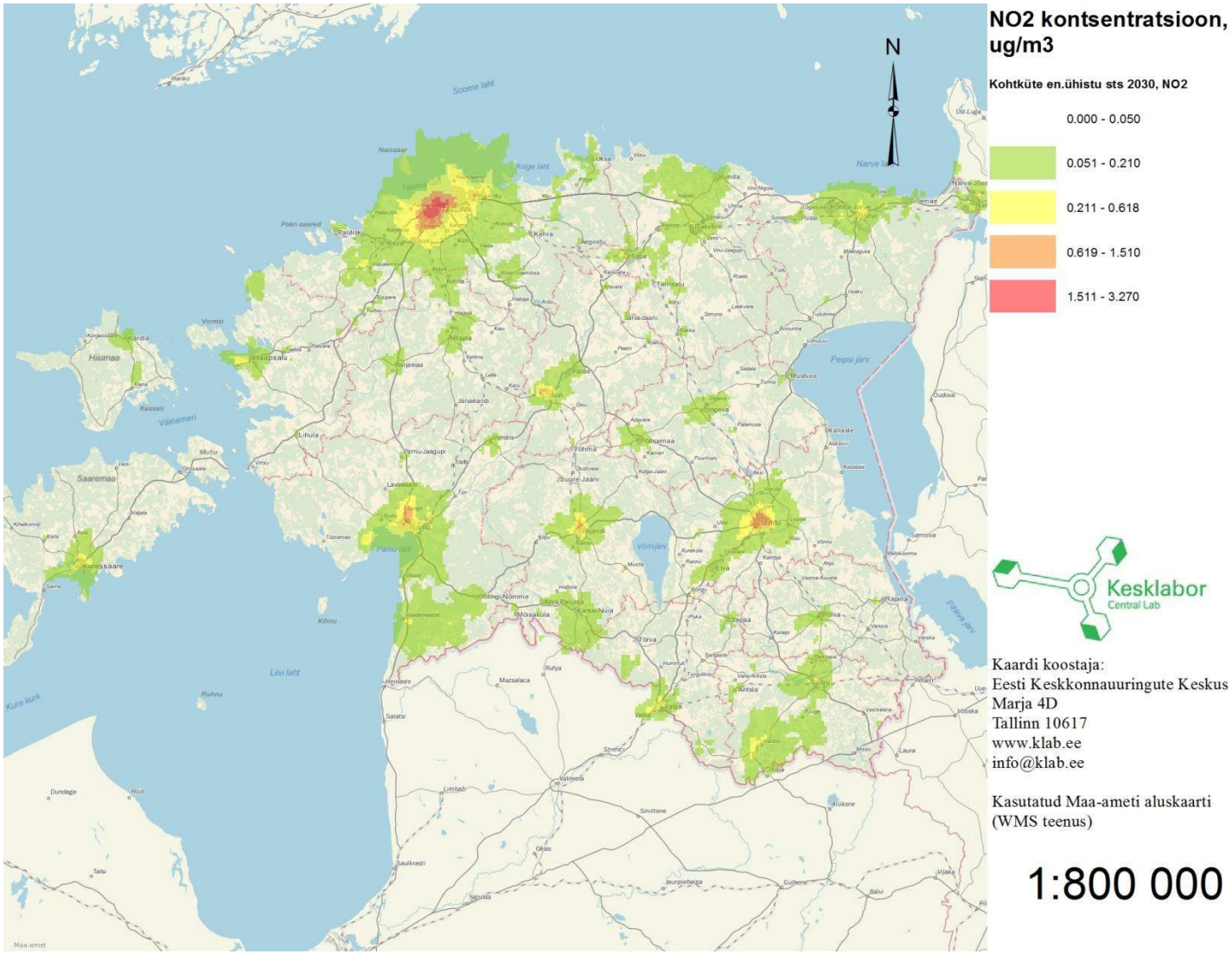
Joonis 58 Kohtküte, en.ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



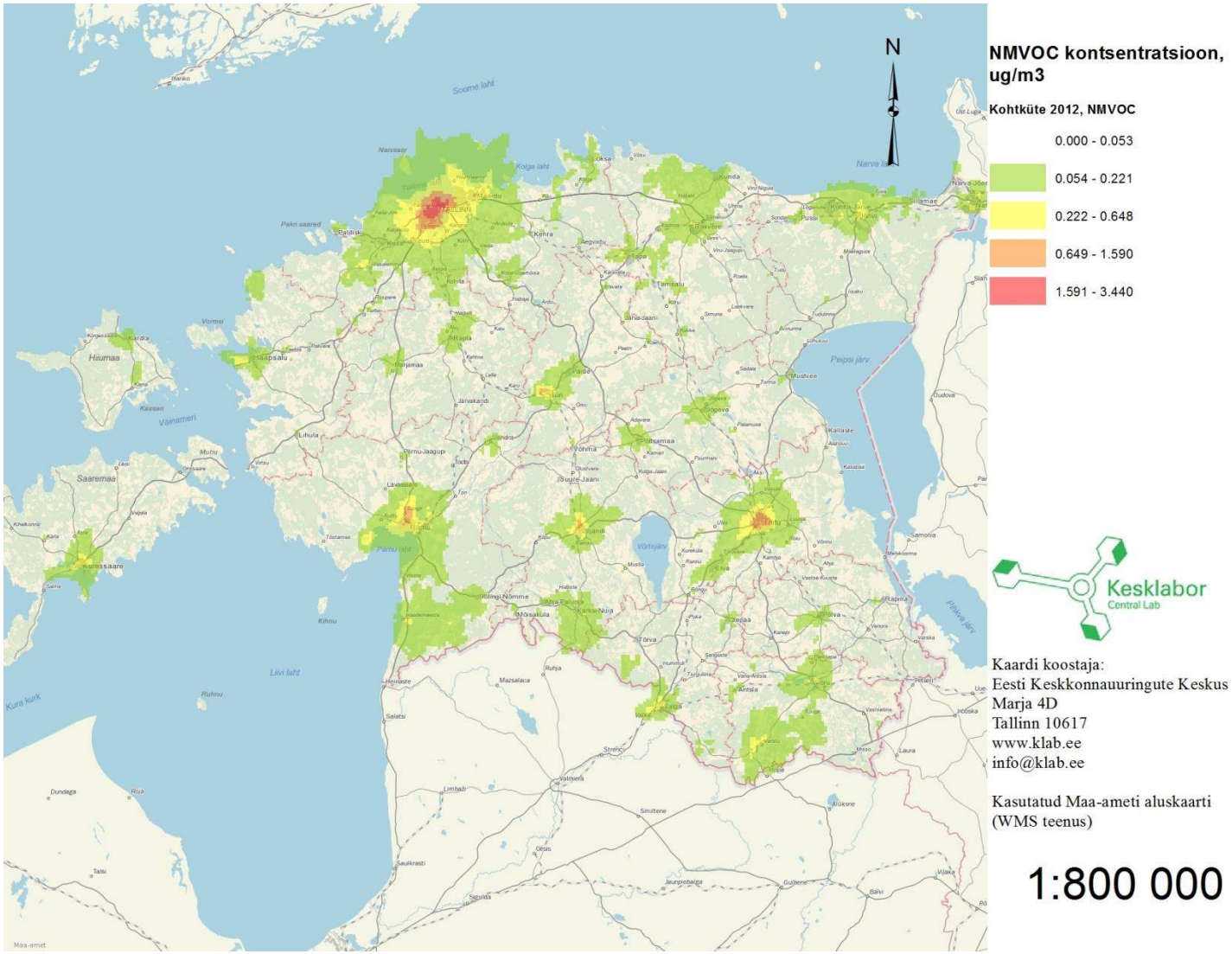
Joonis 59 Kohtküte 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



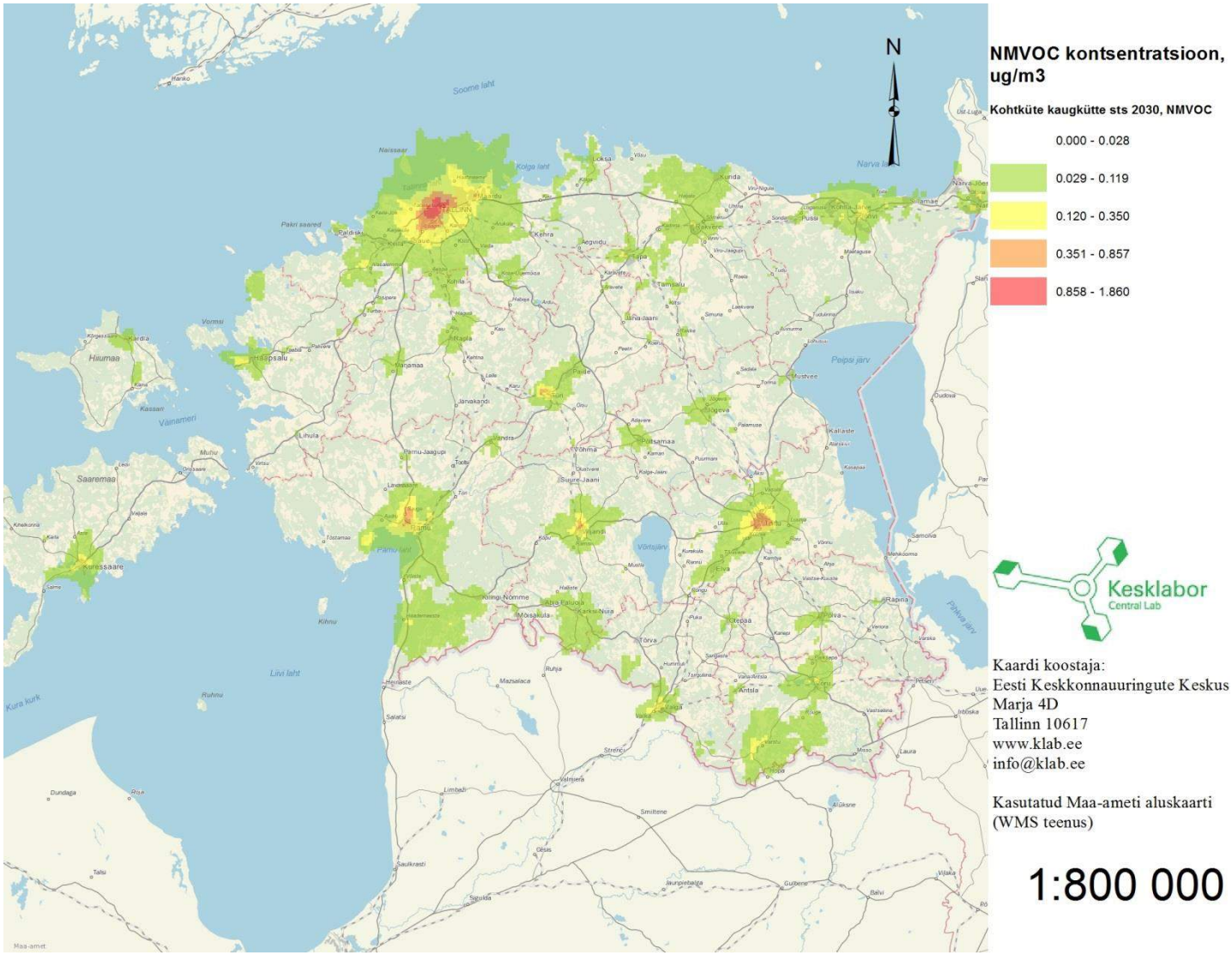
Joonis 60 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



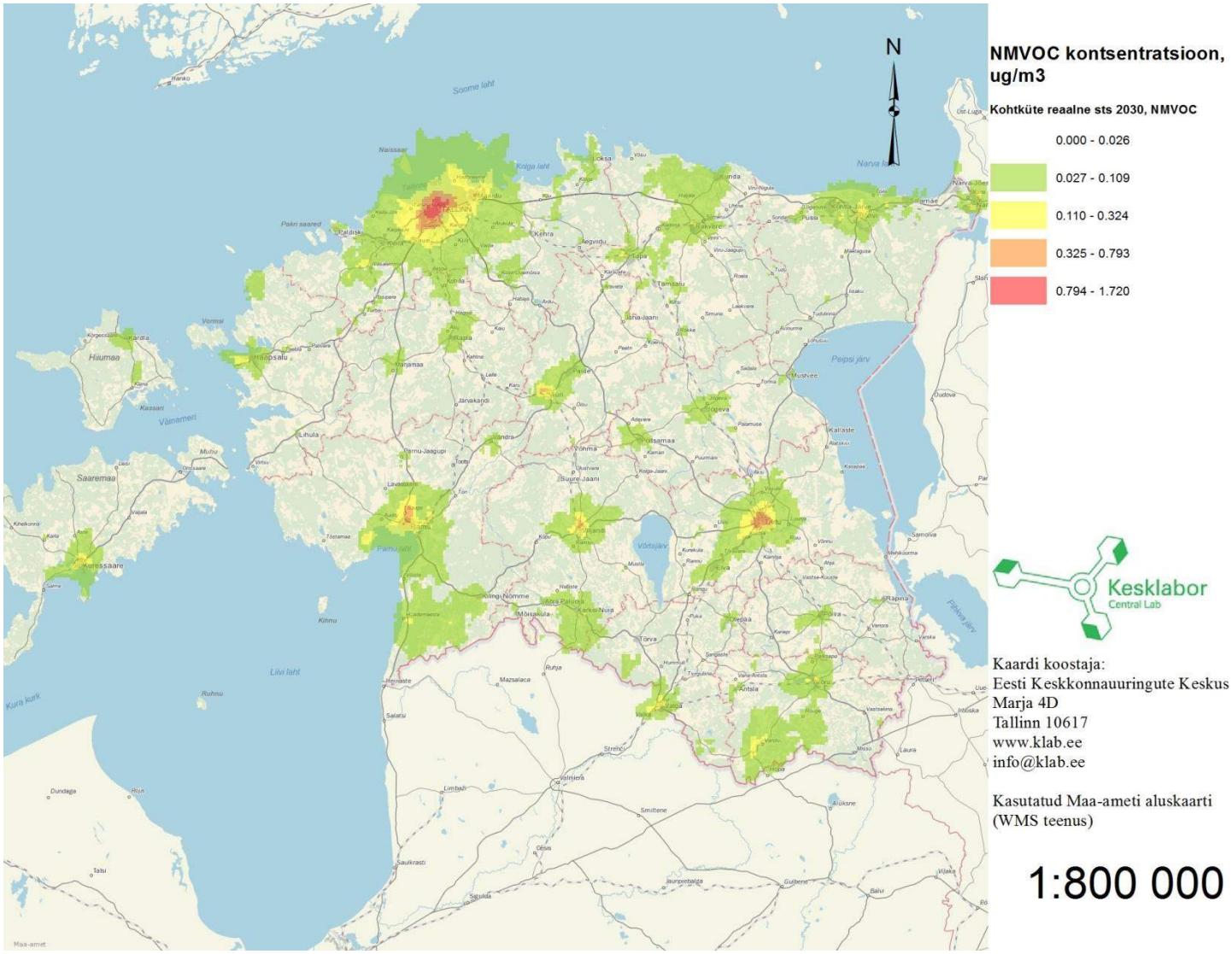
Joonis 61 Kohtküte, en.ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



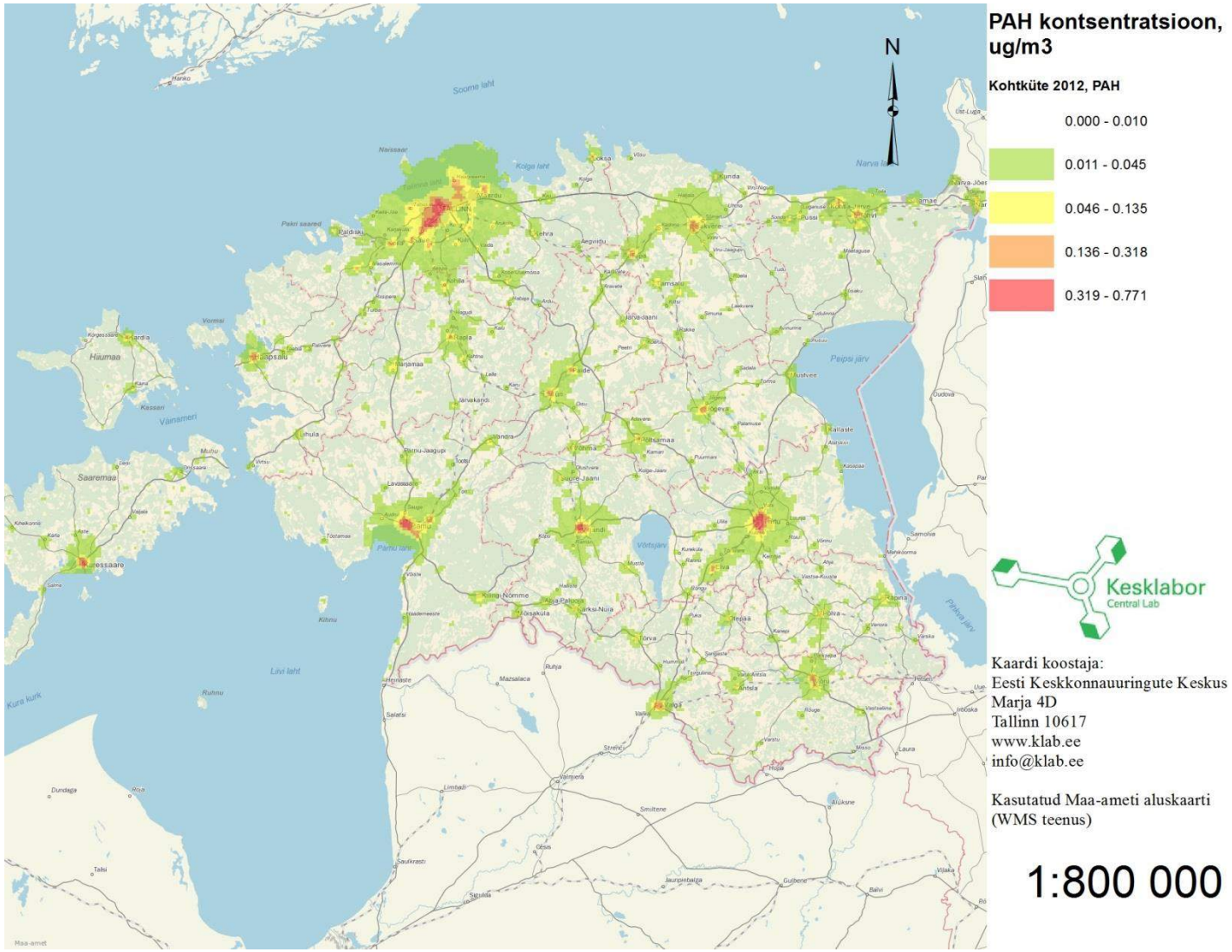
Joonis 62 Kohtküte 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



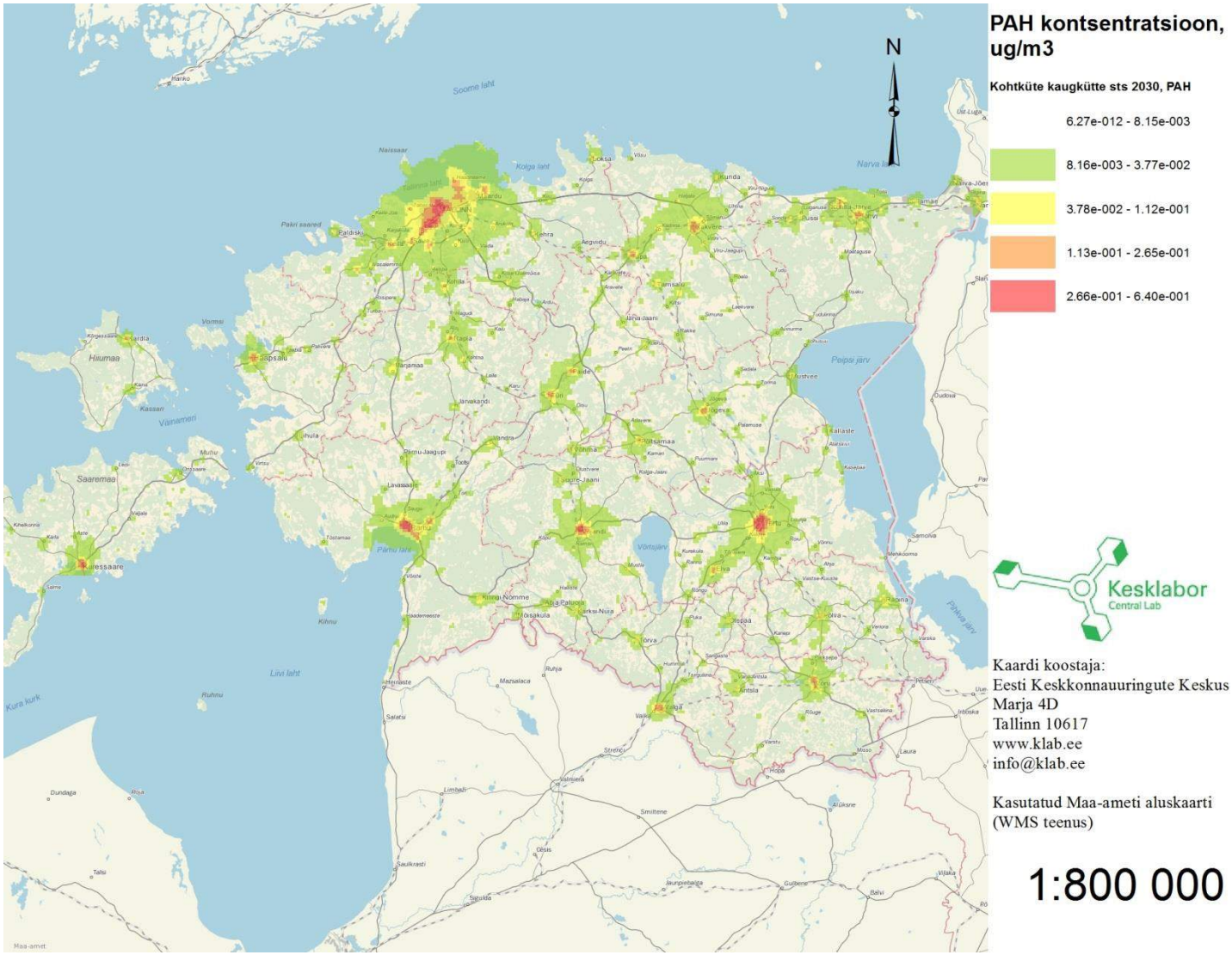
Joonis 63 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



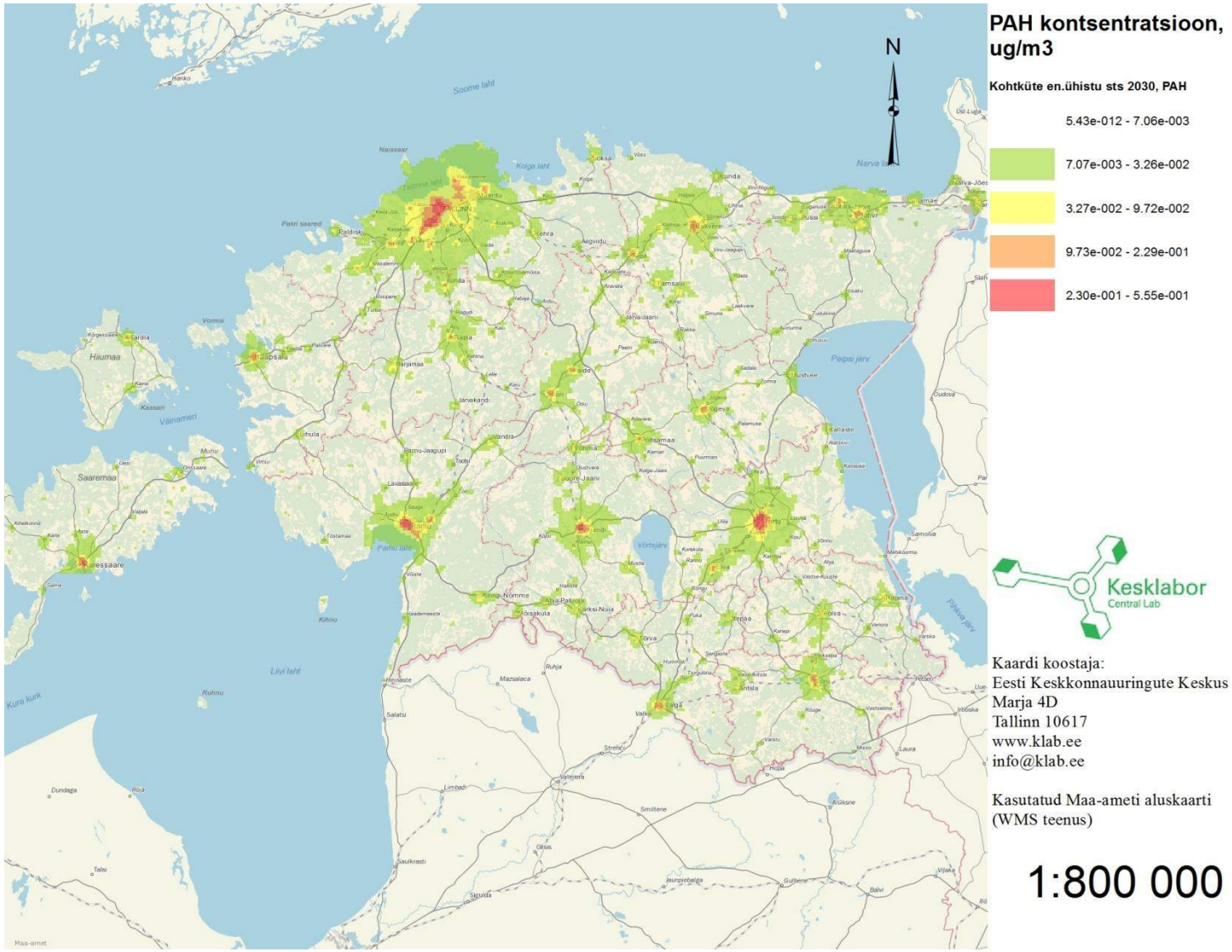
Joonis 64 Kohtküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



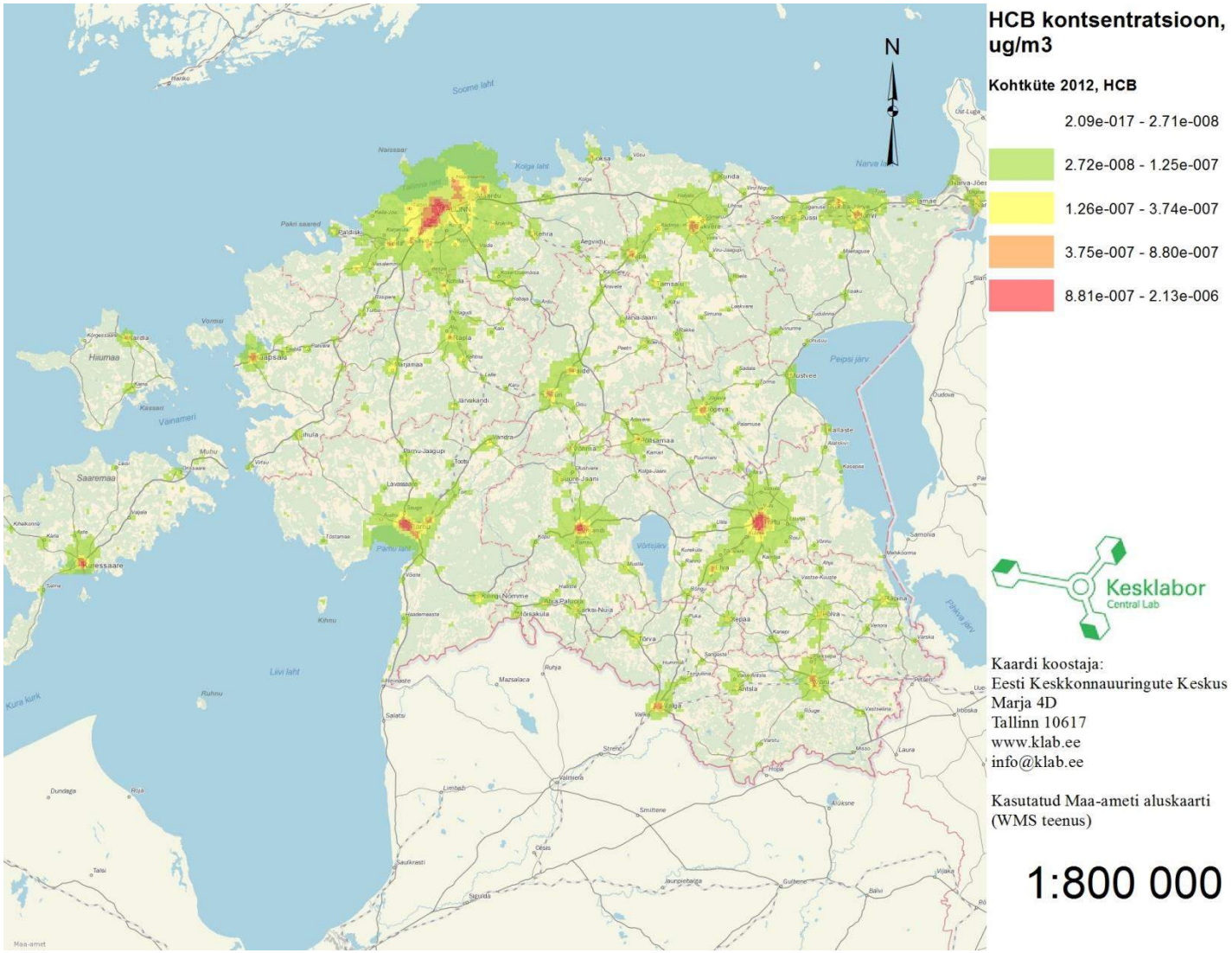
Joonis 65 Kohtküte 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



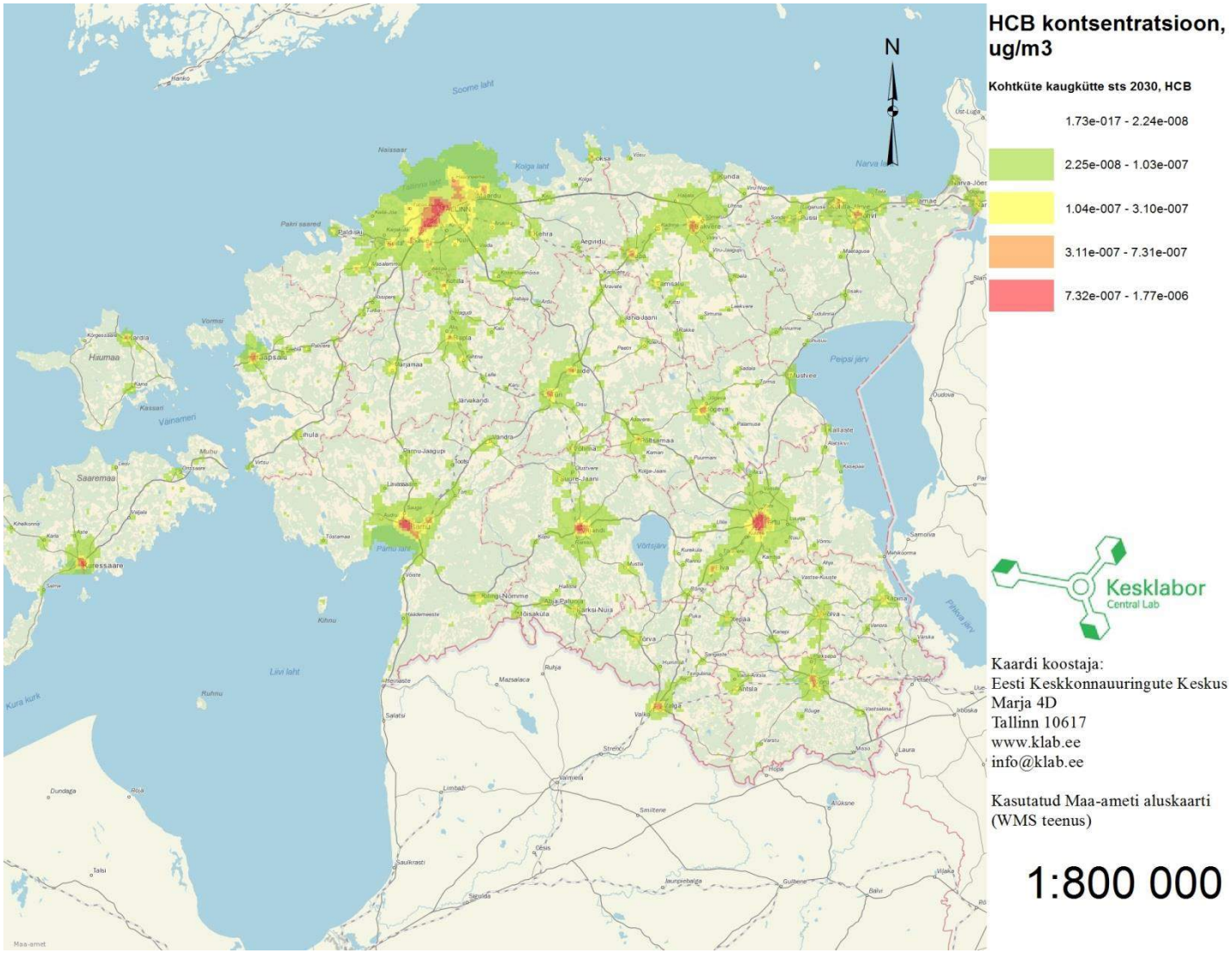
Joonis 66 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



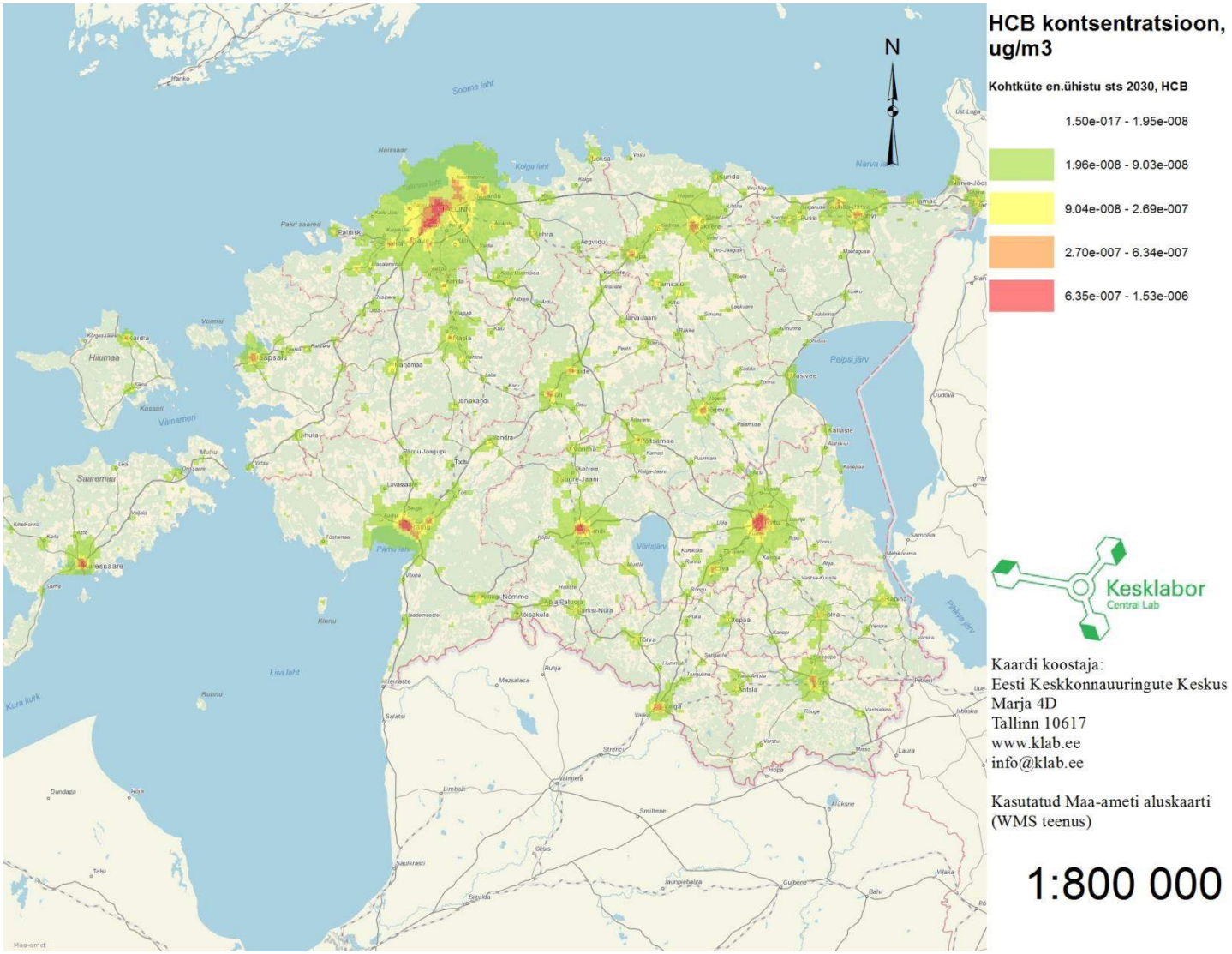
Joonis 67 Kohtküte, en. ühistu stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



Joonis 68 Kohtküte 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



Joonis 69 Kohtküte, kaugkütte stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



Joonis 70 Kohtküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)

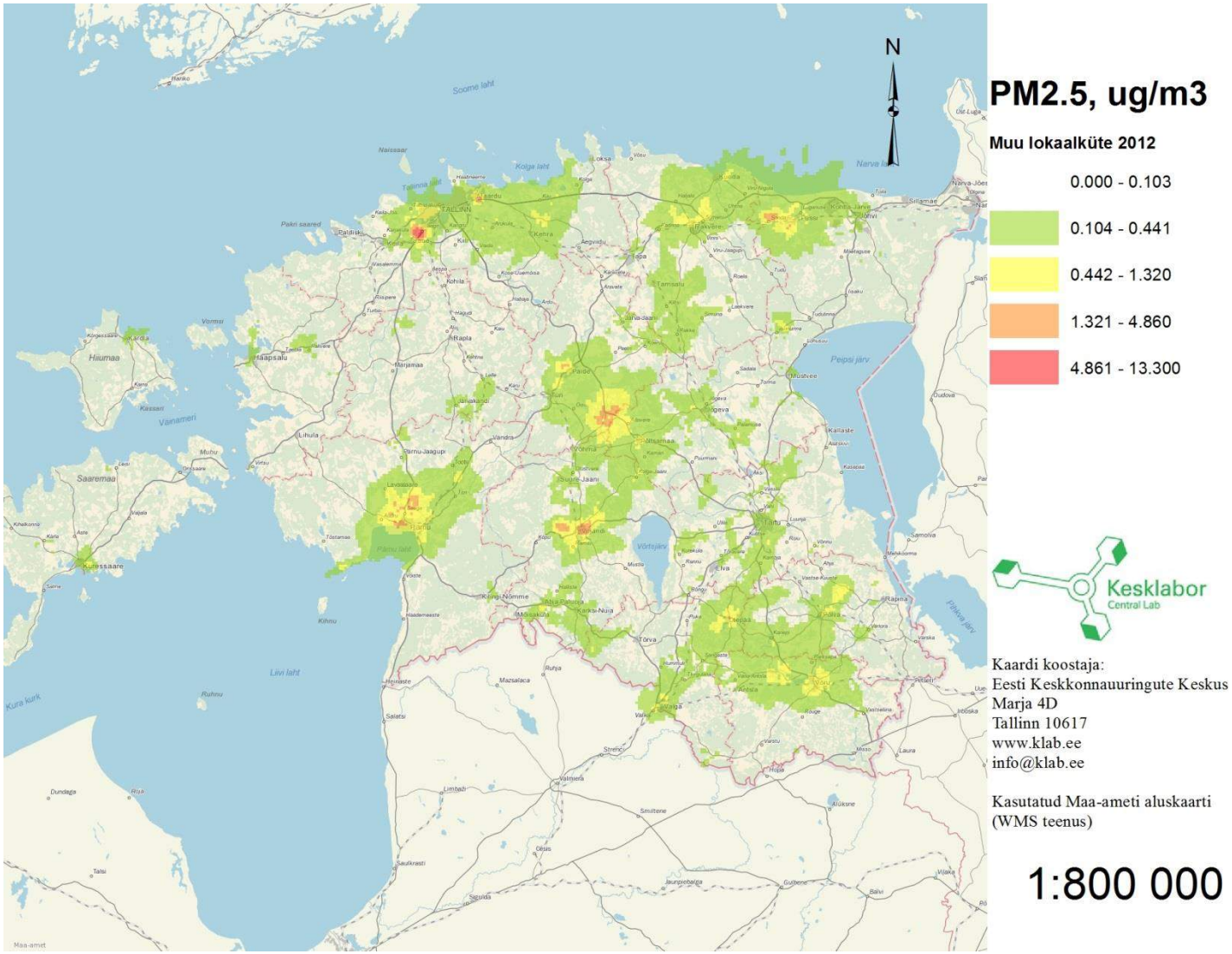
7.4 Muu lokaalküte

Muu lokaalkütte all mõistetakse soojaga varustamist kõikjal mujal kui kodumajapidamistes ning kaugküttes.

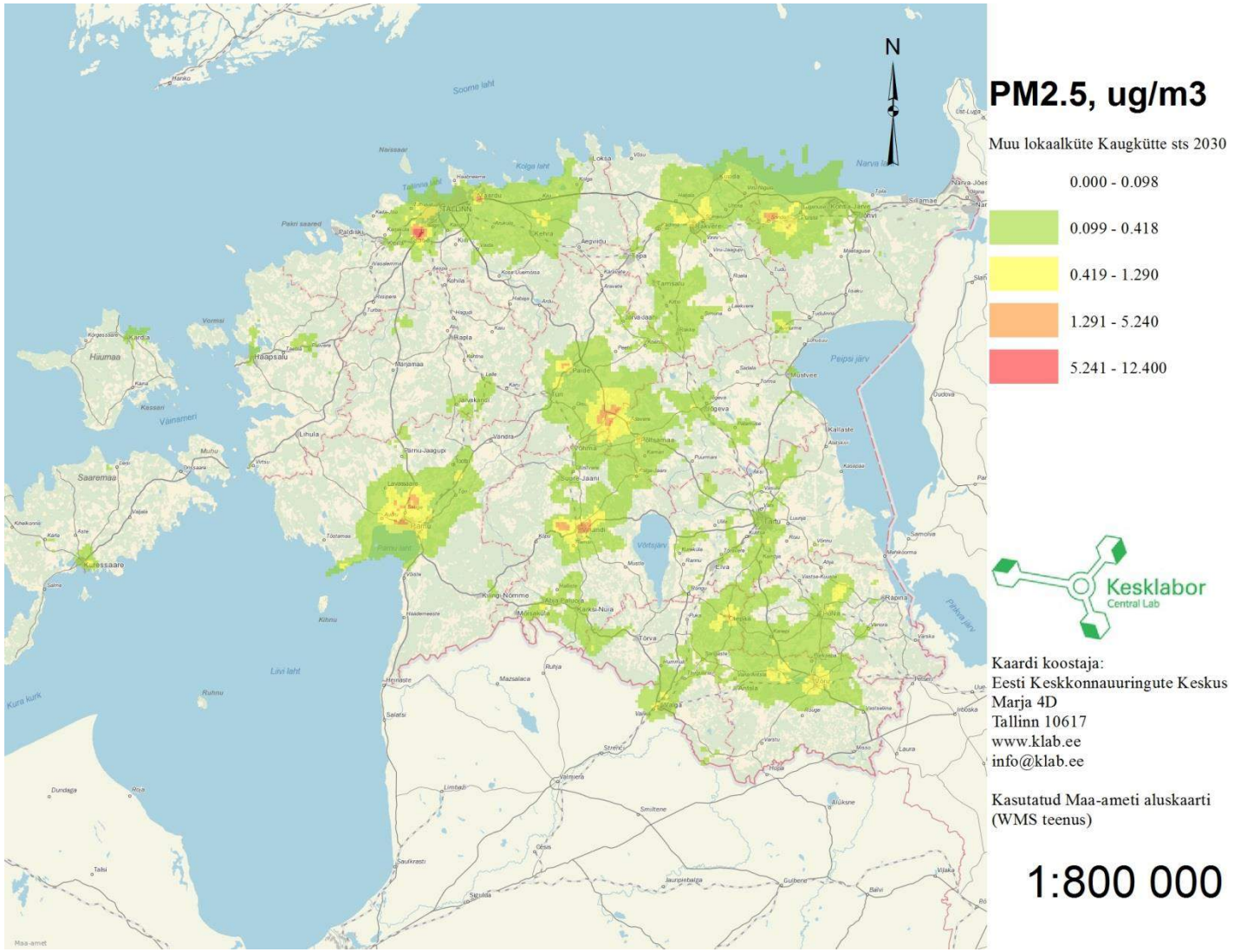
Antud valdkonna puhul on välisõhu kvaliteedi seisukohast sobivaimad järgmised stsenaariumid:

1. PM2.5 – reaalne stsenaarium
2. SO_2, NO_2 – energiaühistu stsenaarium
3. NMVOC – reaalne stsenaarium
4. HCB, PAH – reaalne stsenaarium

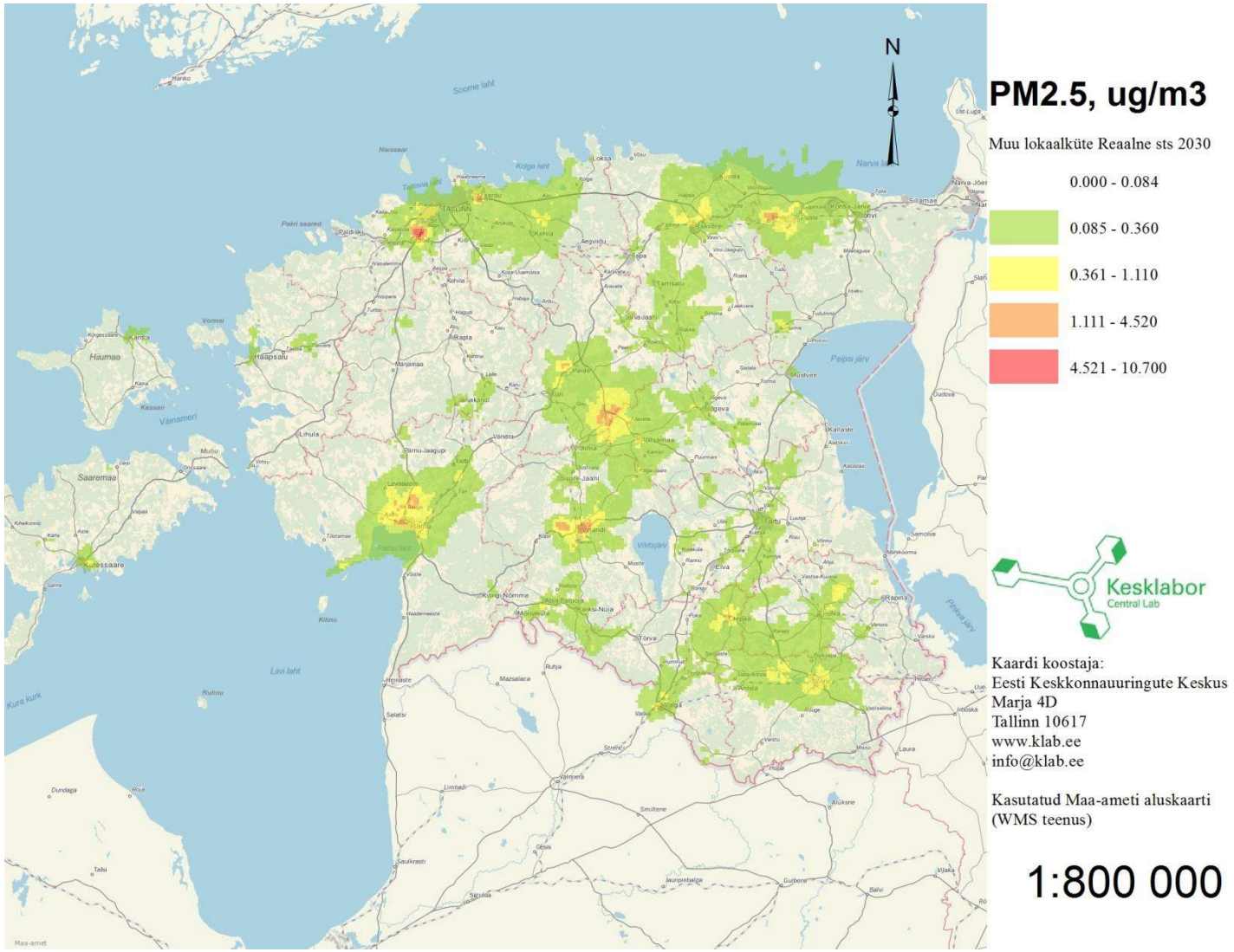
Antud valdkond võib põhjustada üsna märkimisväärse osa PM2.5 kontsentratsioonist ning sellest tulenevalt tuleks PM2.5 heitkoguseid antud sektoris vähendada. Euroopa Liidu tasandil on valminud direktiivi eelnõu keskmiste põletusseadmete kohta, mille nõuded rakenduksid antud valdkonna käitistele. Kui võtta aluseks direktiivi eelnõus toodud biomassi kasutamisel kehtivad korstnasisesed piirväärtused, siis võib eeldada, et nõuete täitmiseks tuleb kasutada täiendavaid suitsugaaside puhastuseadmeid.



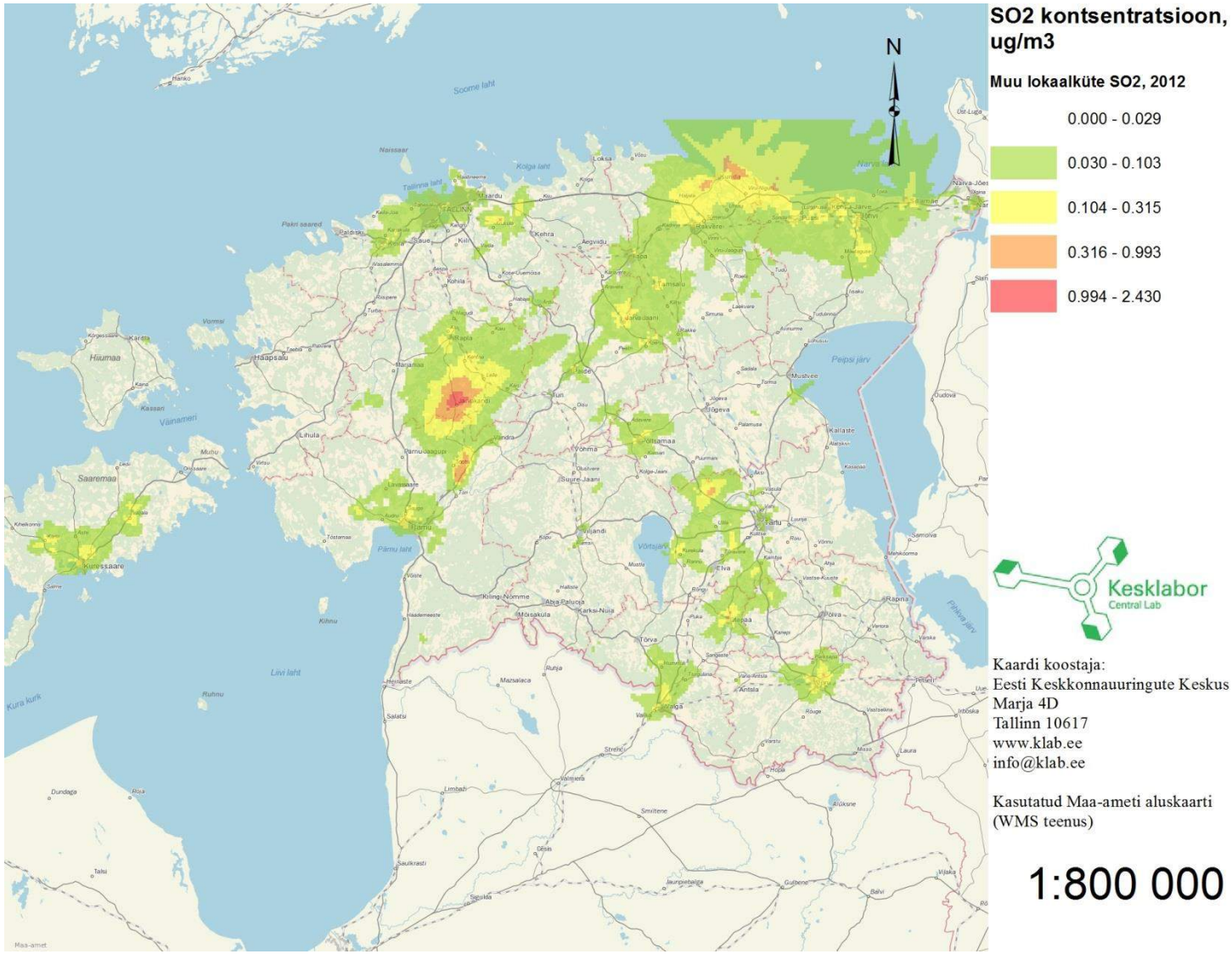
Joonis 71 Muu lokaalküte, 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



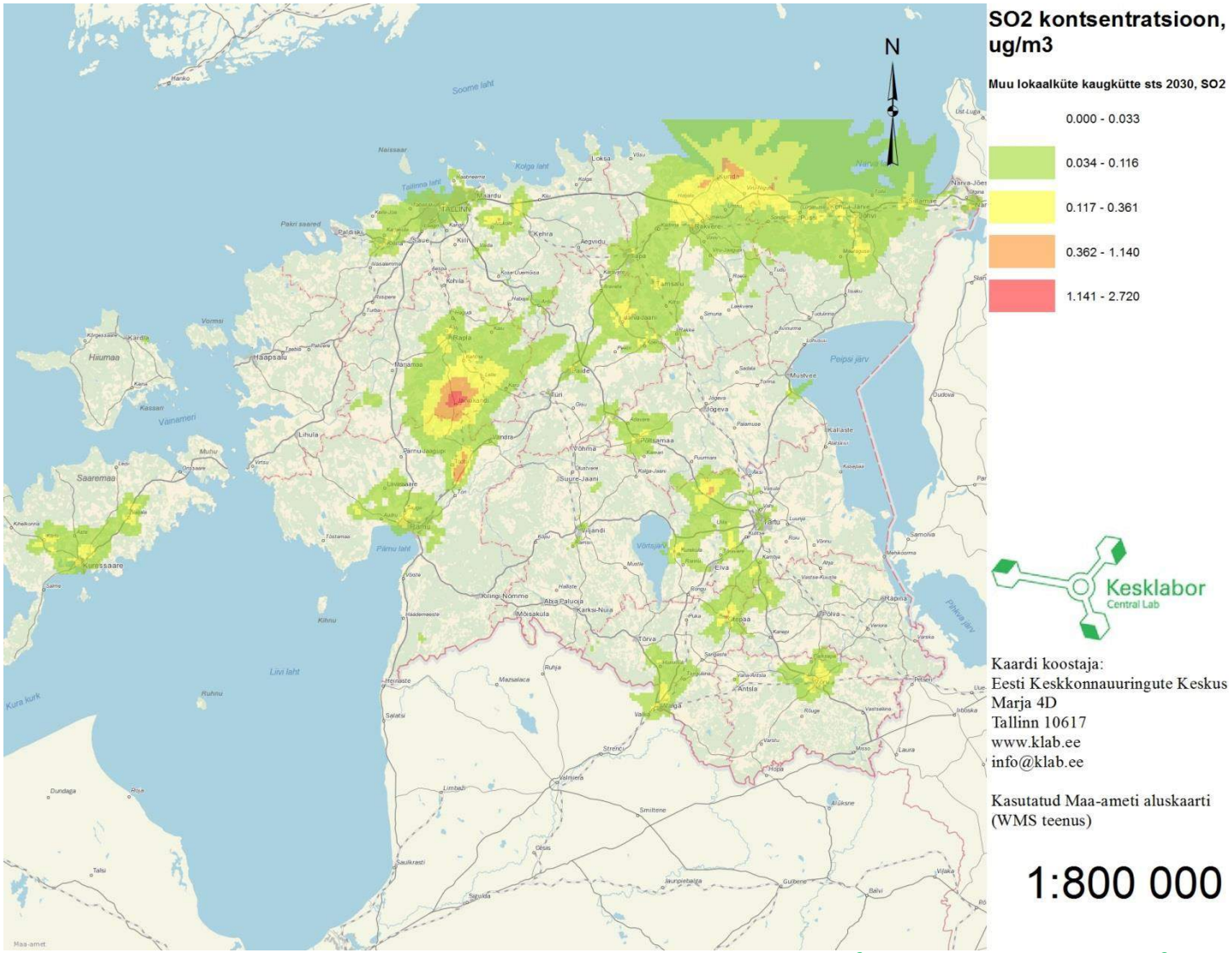
Joonis 72 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



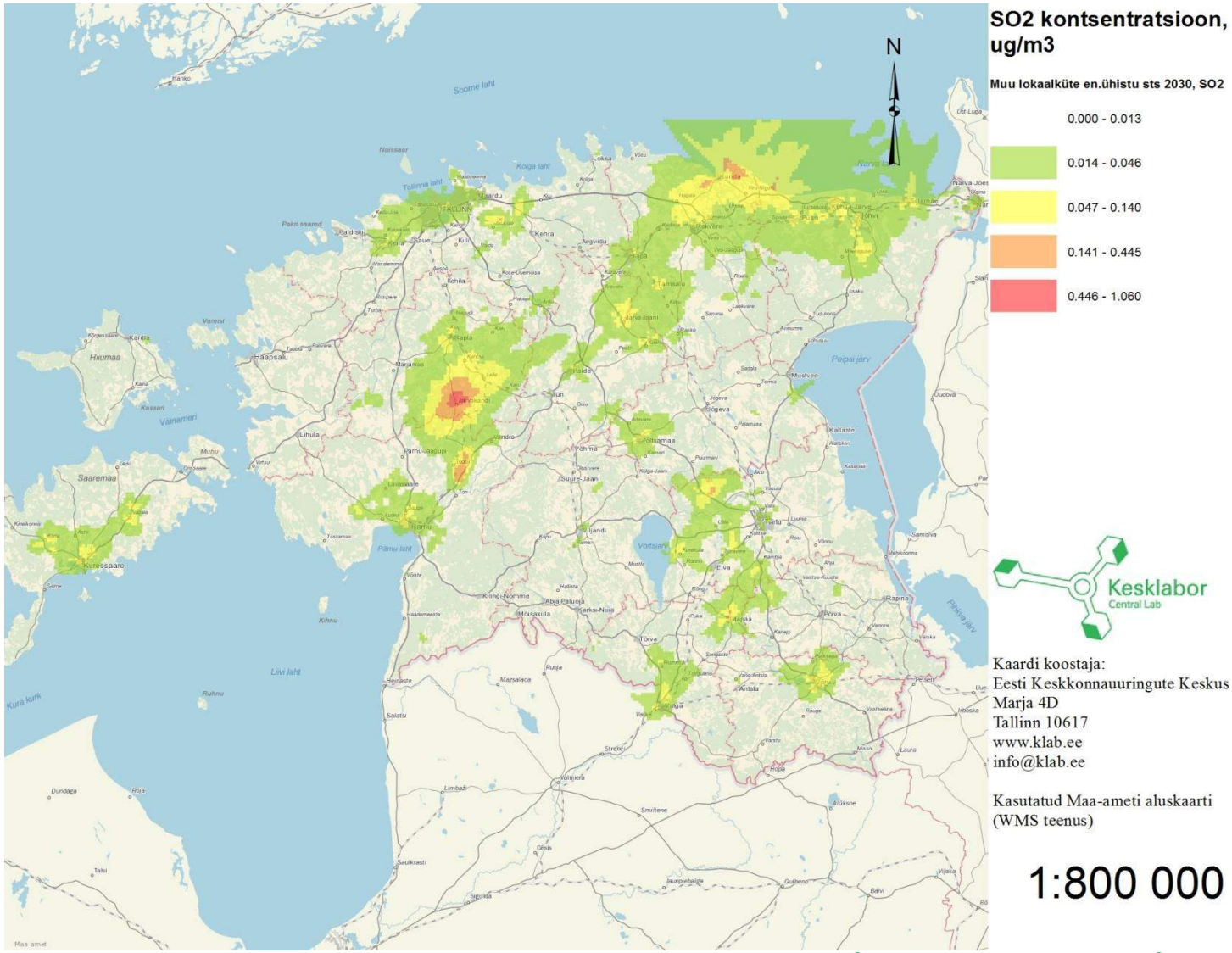
Joonis 73 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m3)



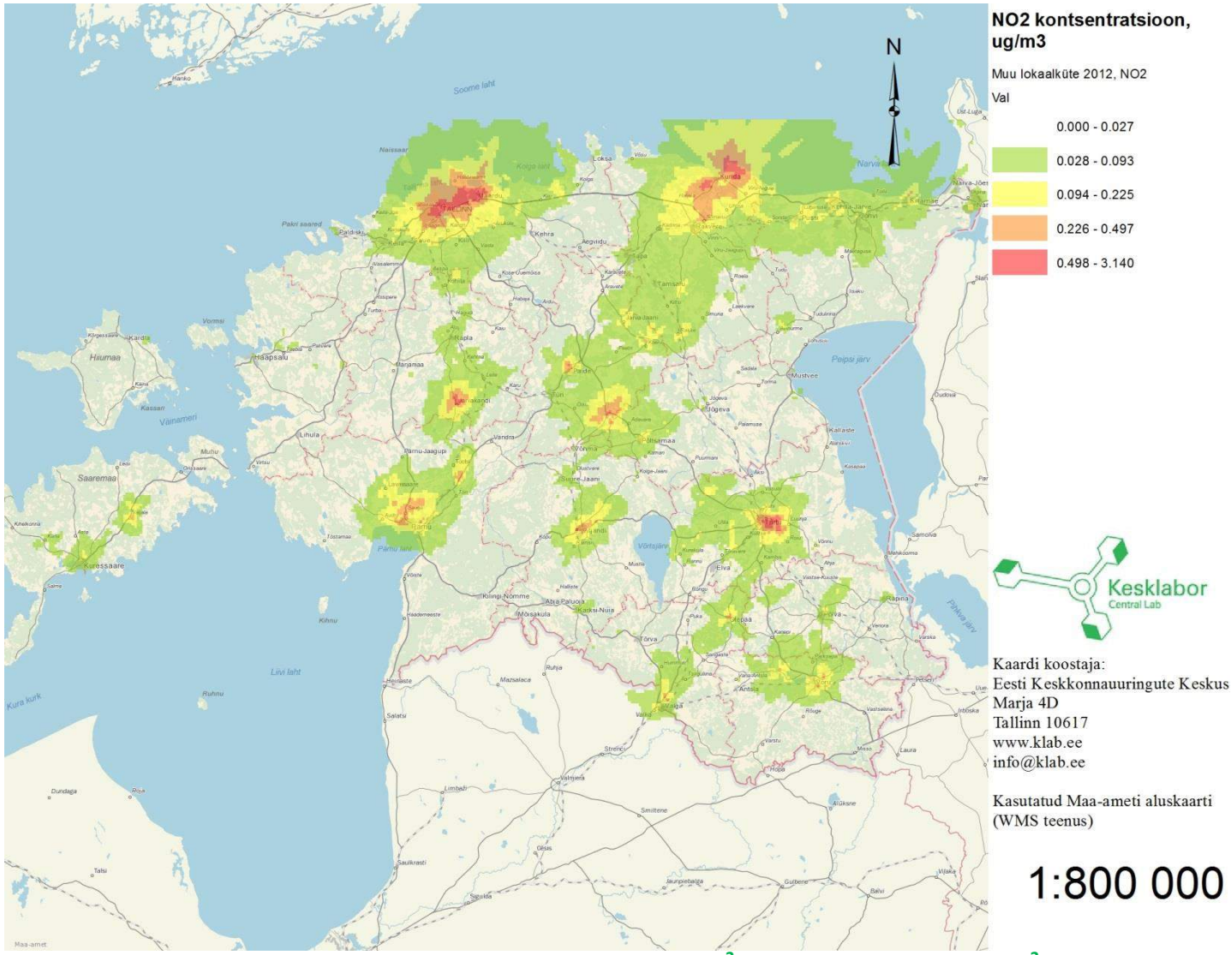
Joonis 74 Muu lokaalküte, 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



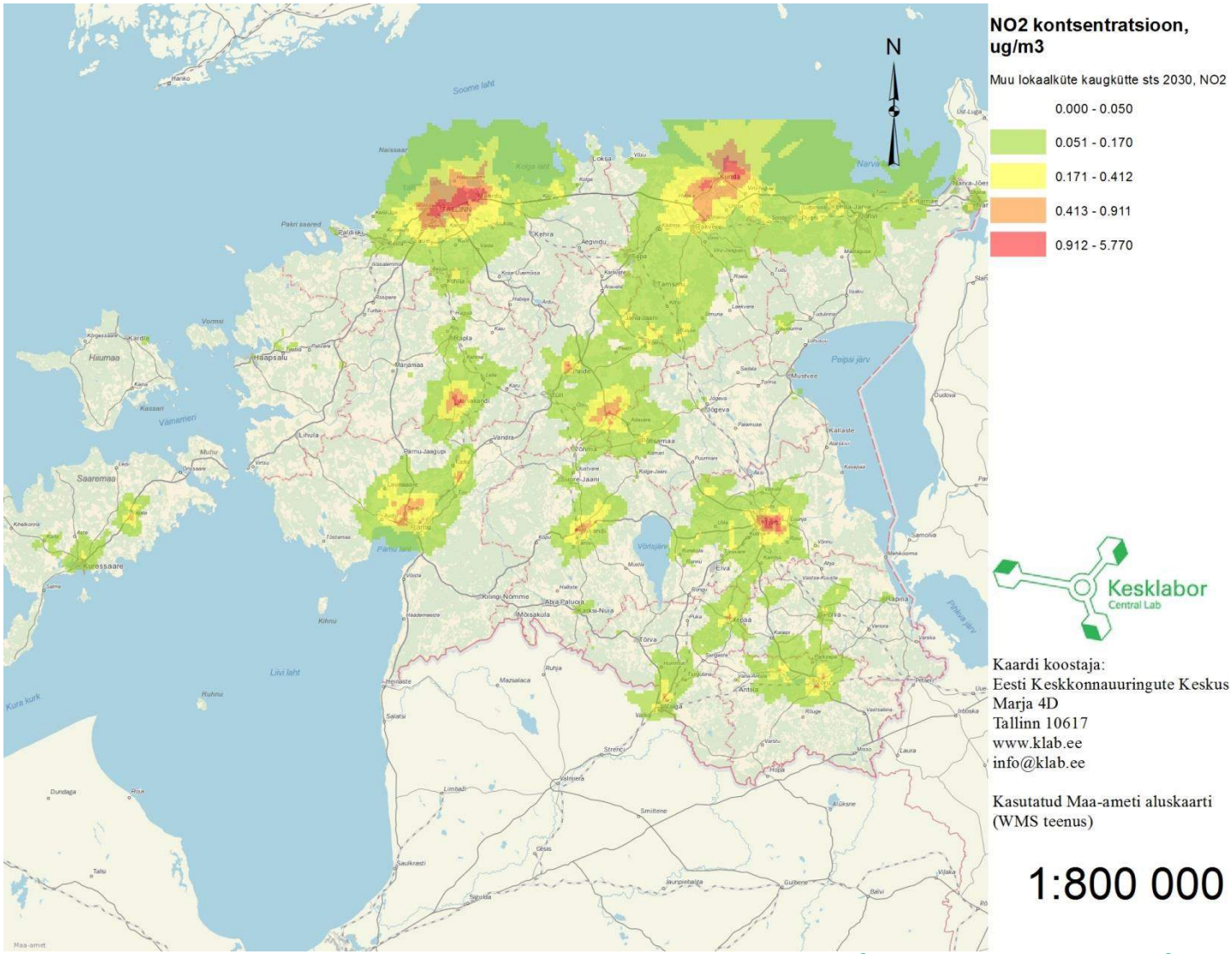
Joonis 75 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



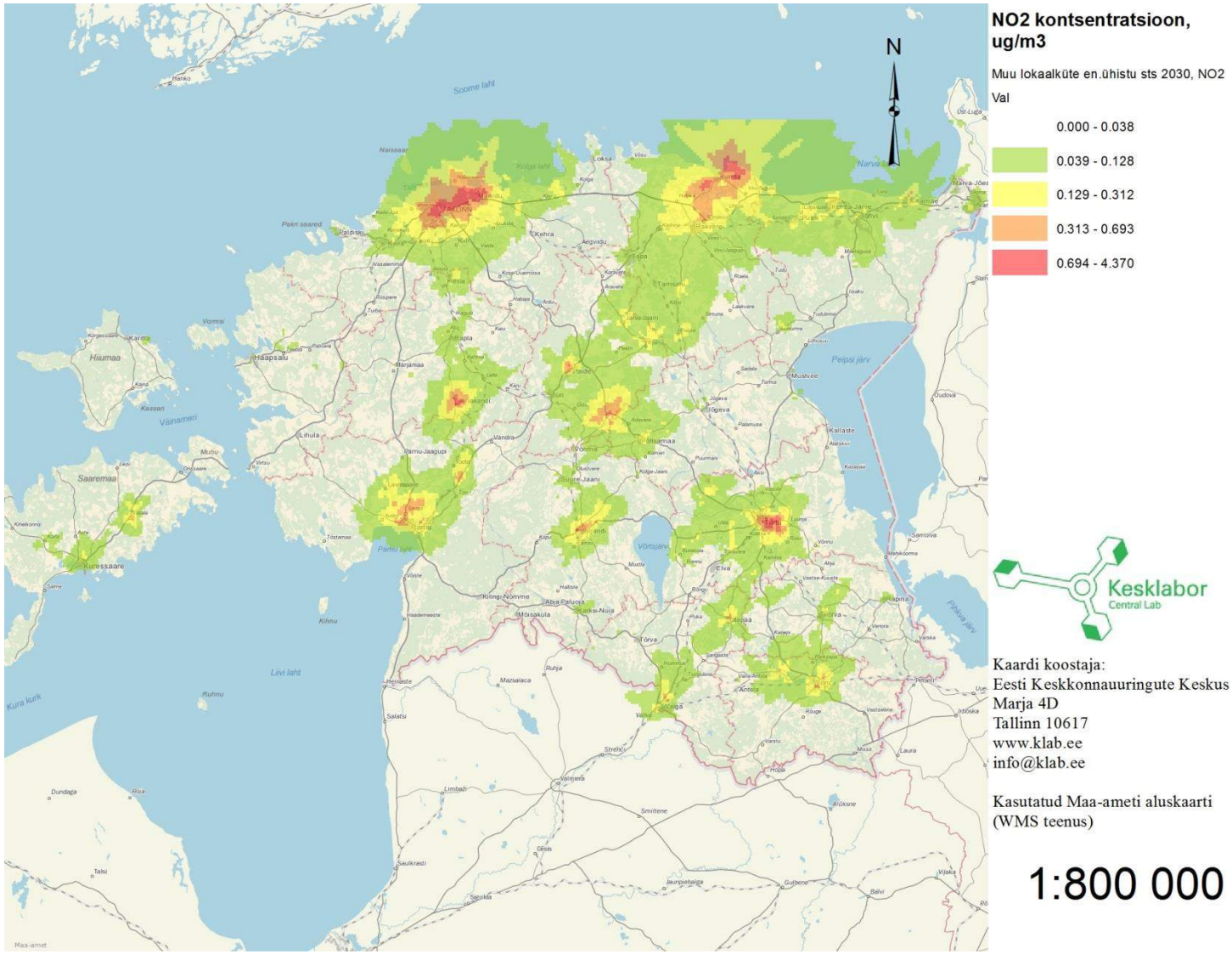
Joonis 76 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



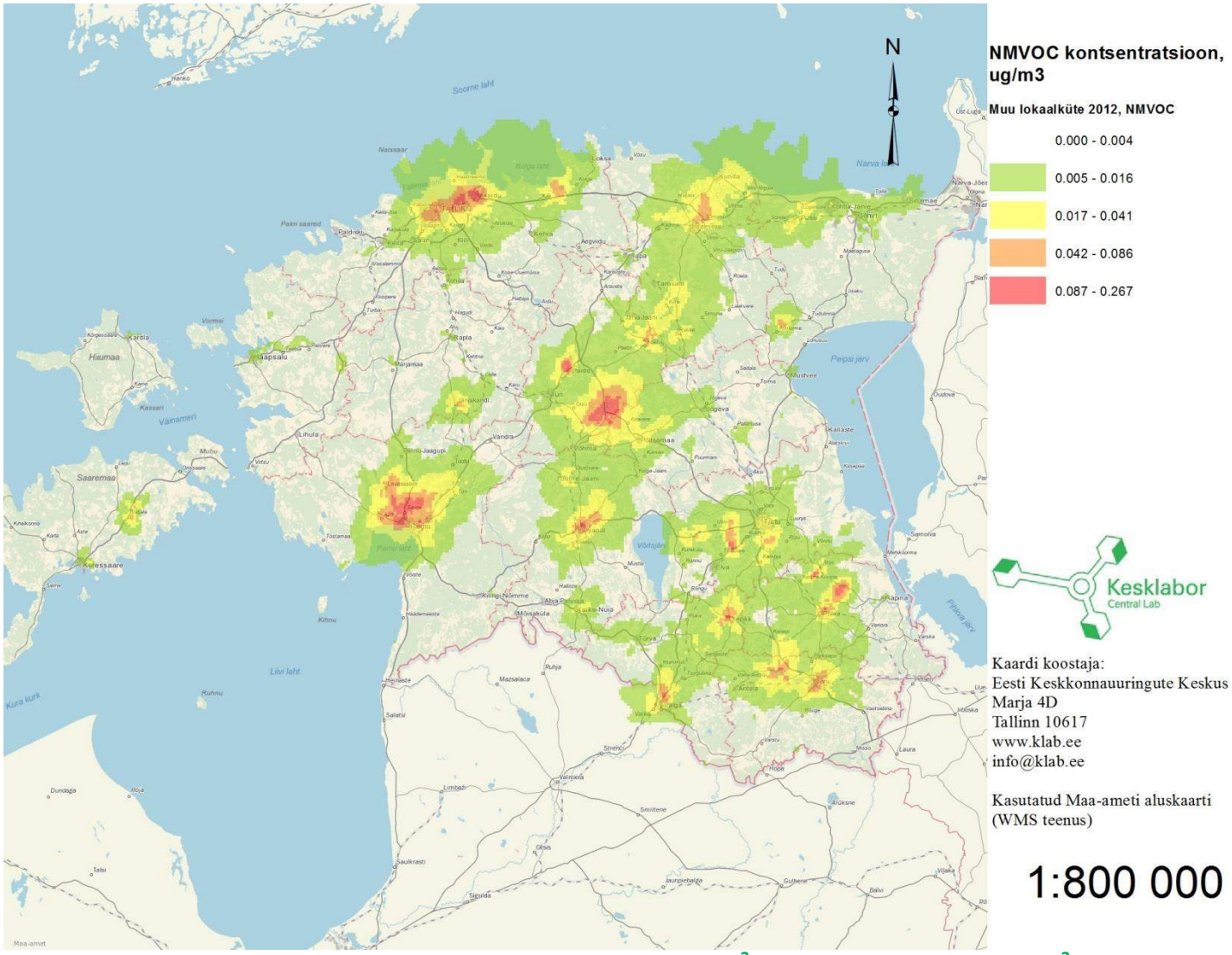
Joonis 77 Muu lokaalküte, 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



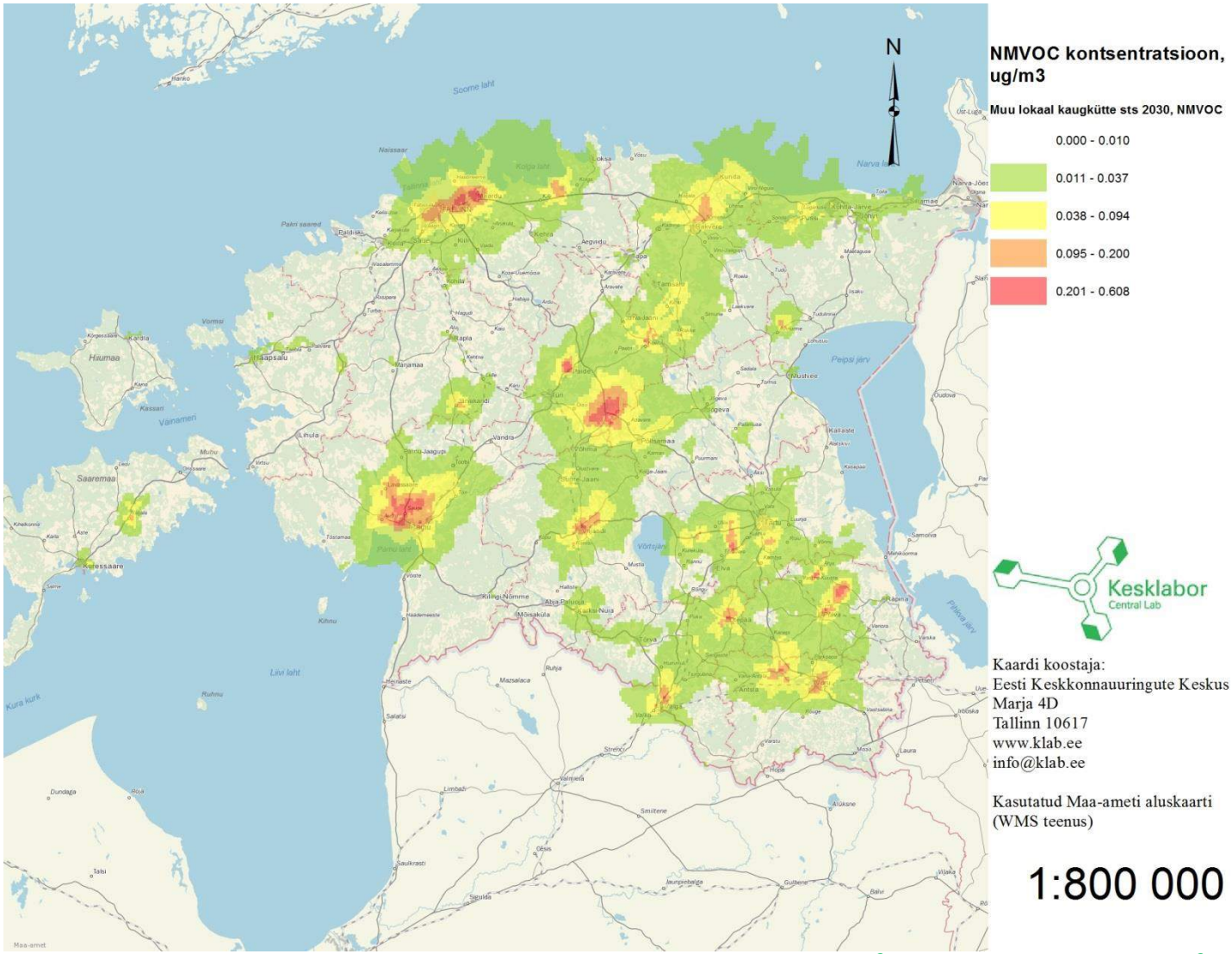
Joonis 78 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



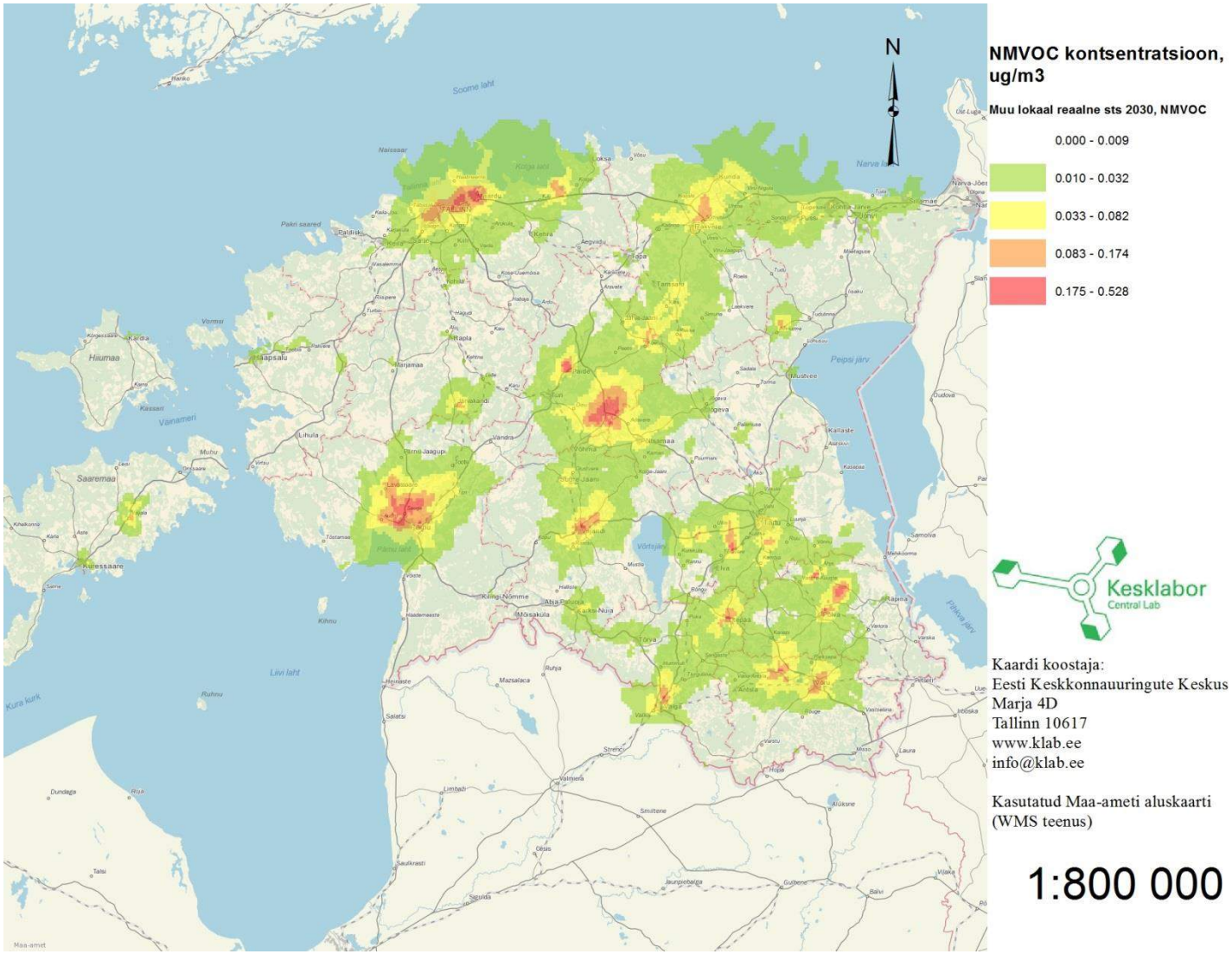
Joonis 79 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



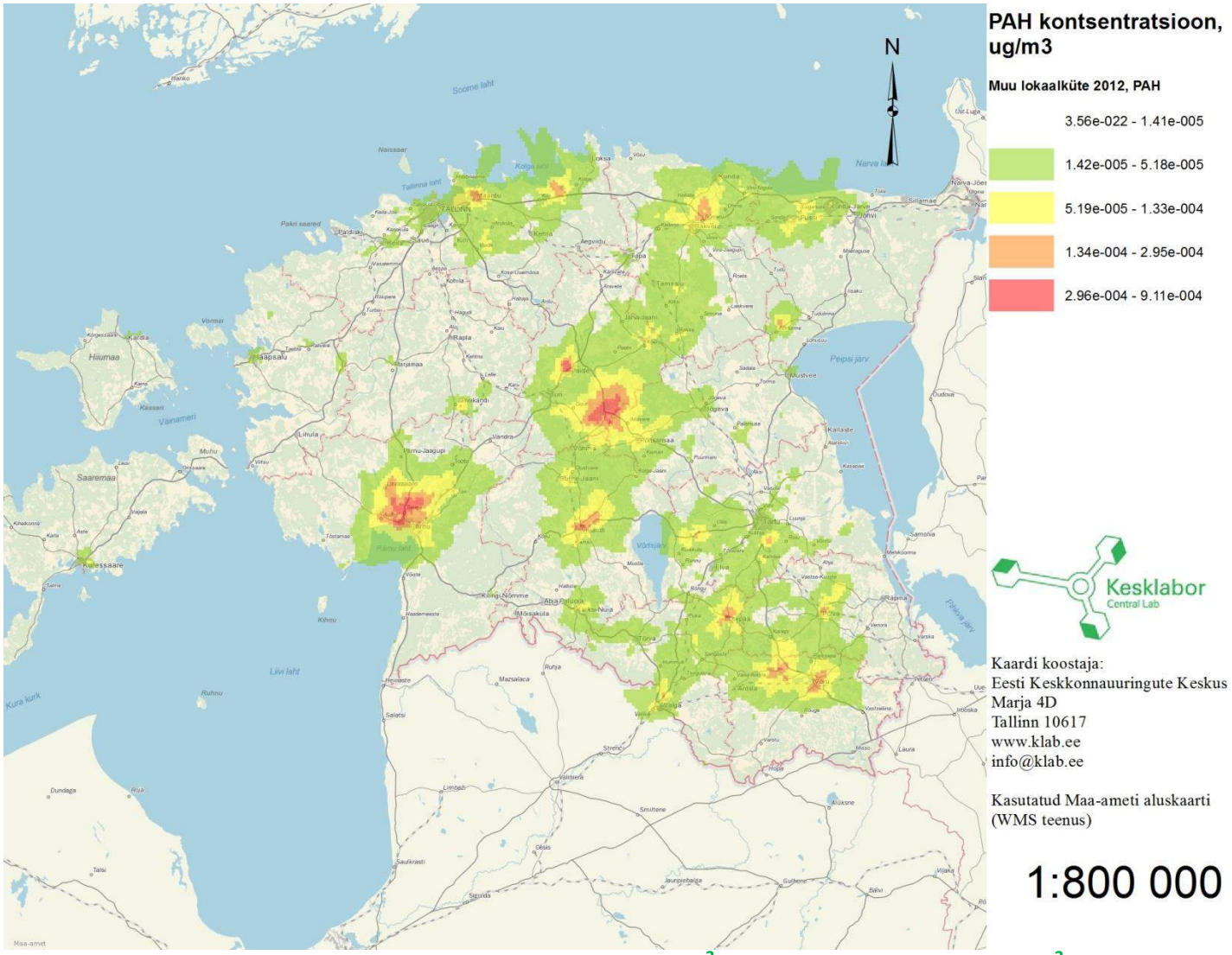
Joonis 80 Muu lokaalküte, 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



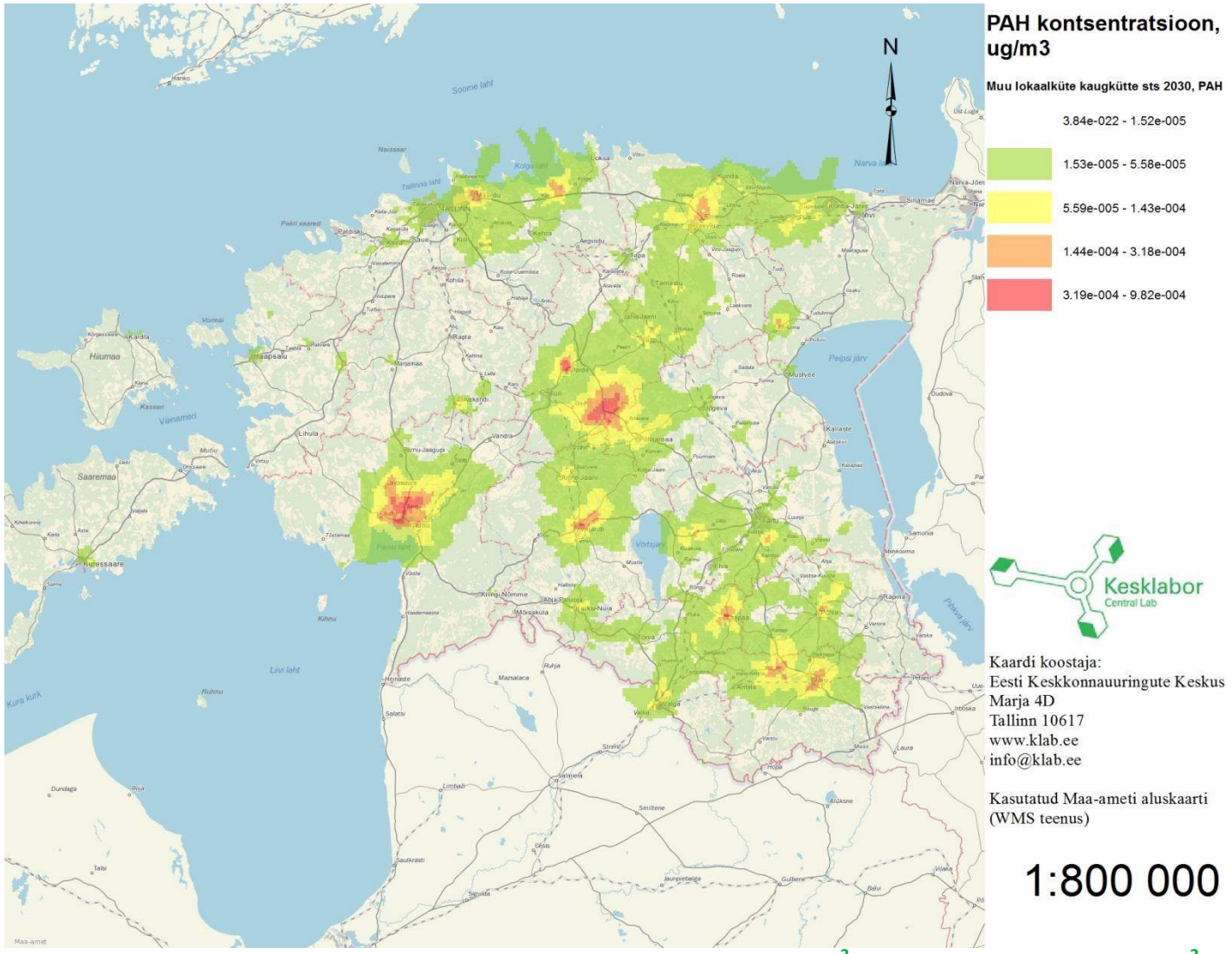
Joonis 81 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



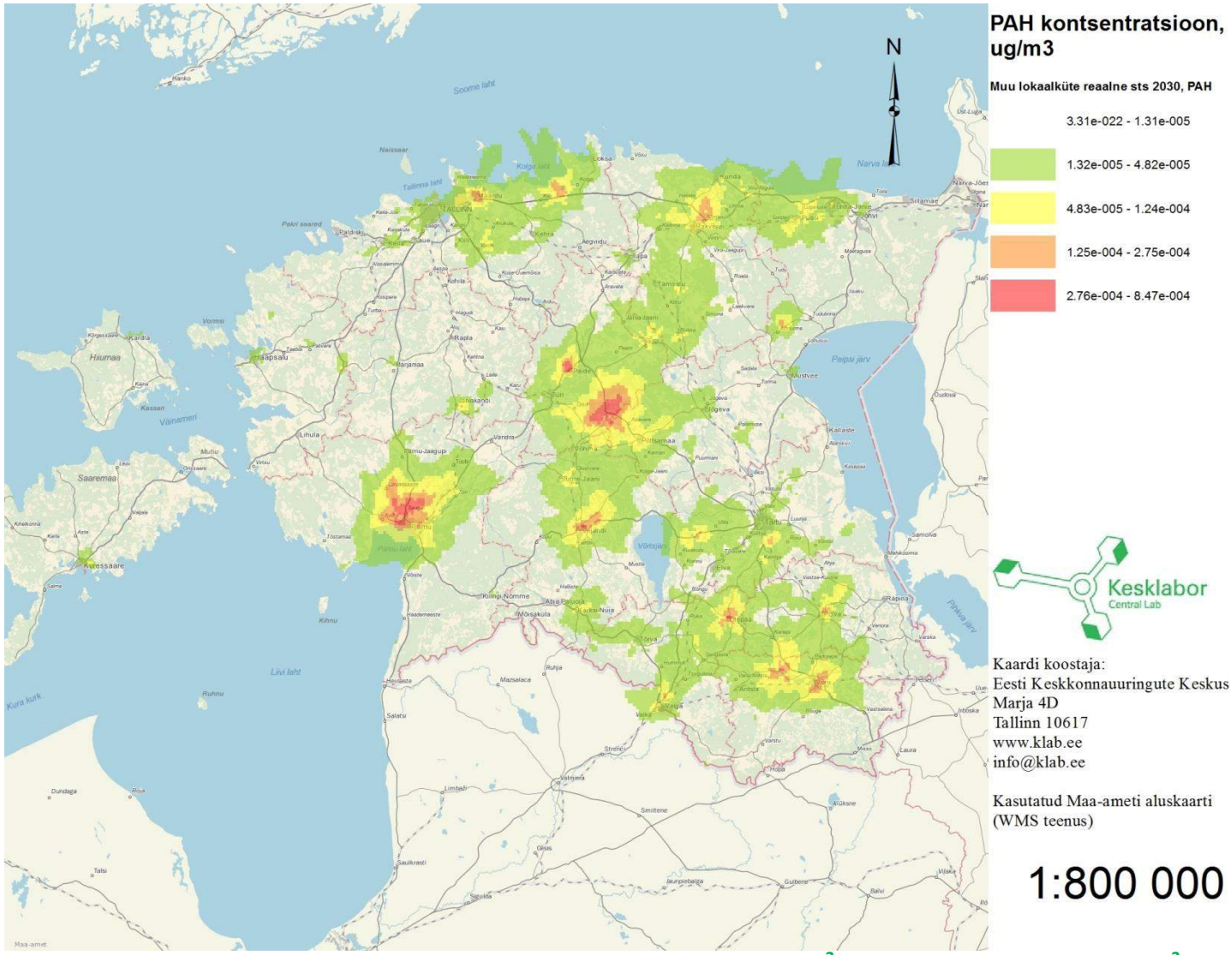
Joonis 82 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



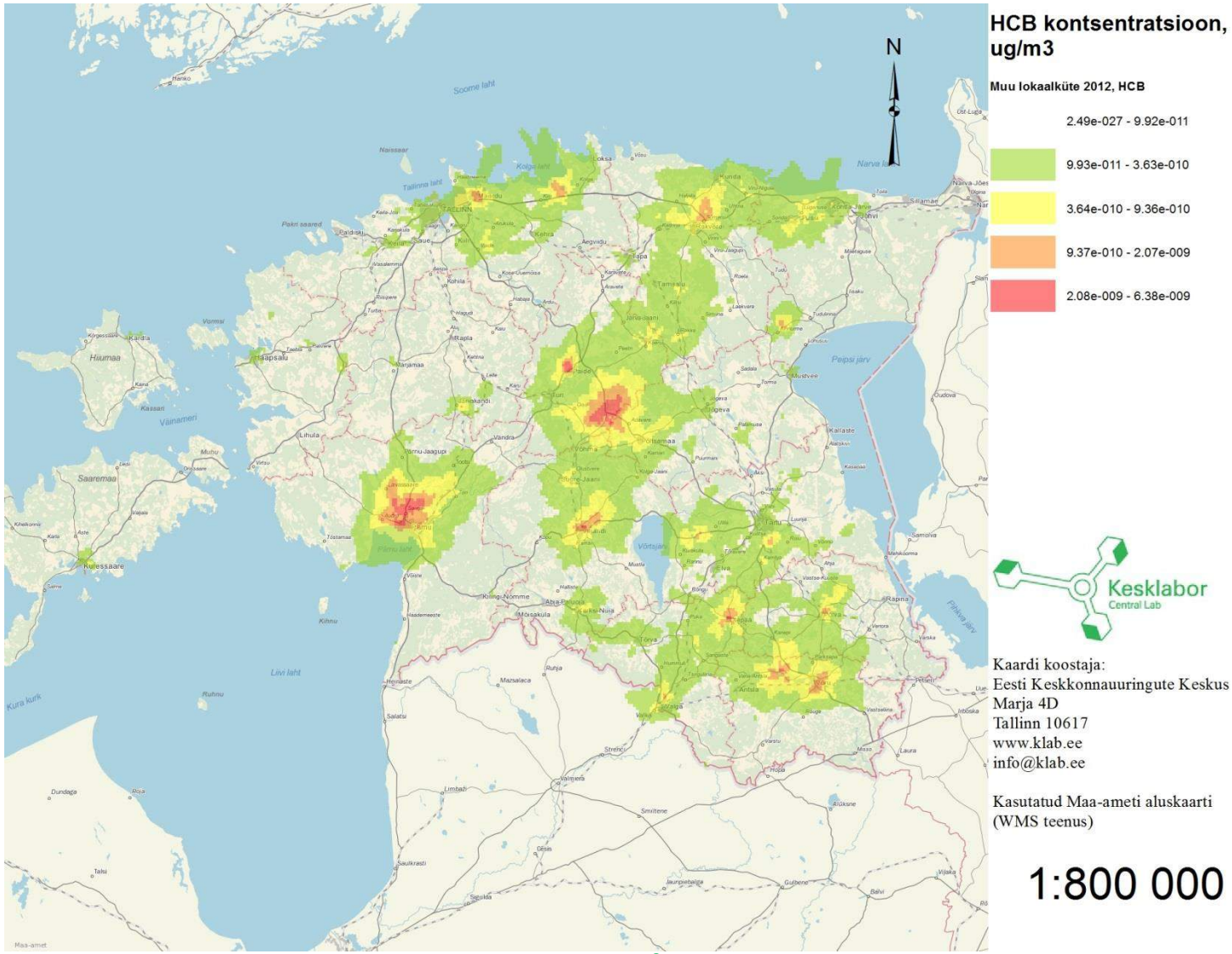
Joonis 83 Muu lokaalküte, 2012, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



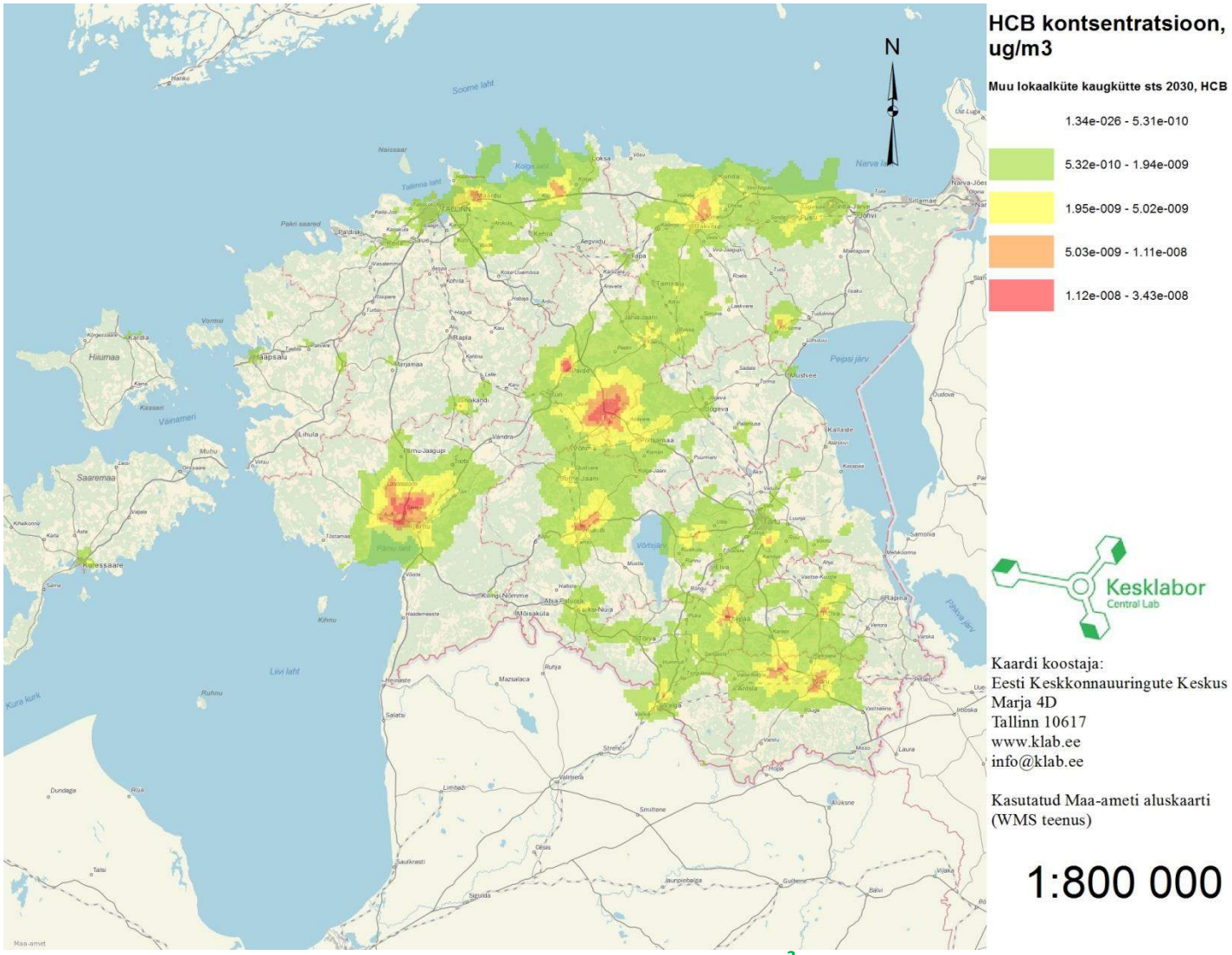
Joonis 84 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



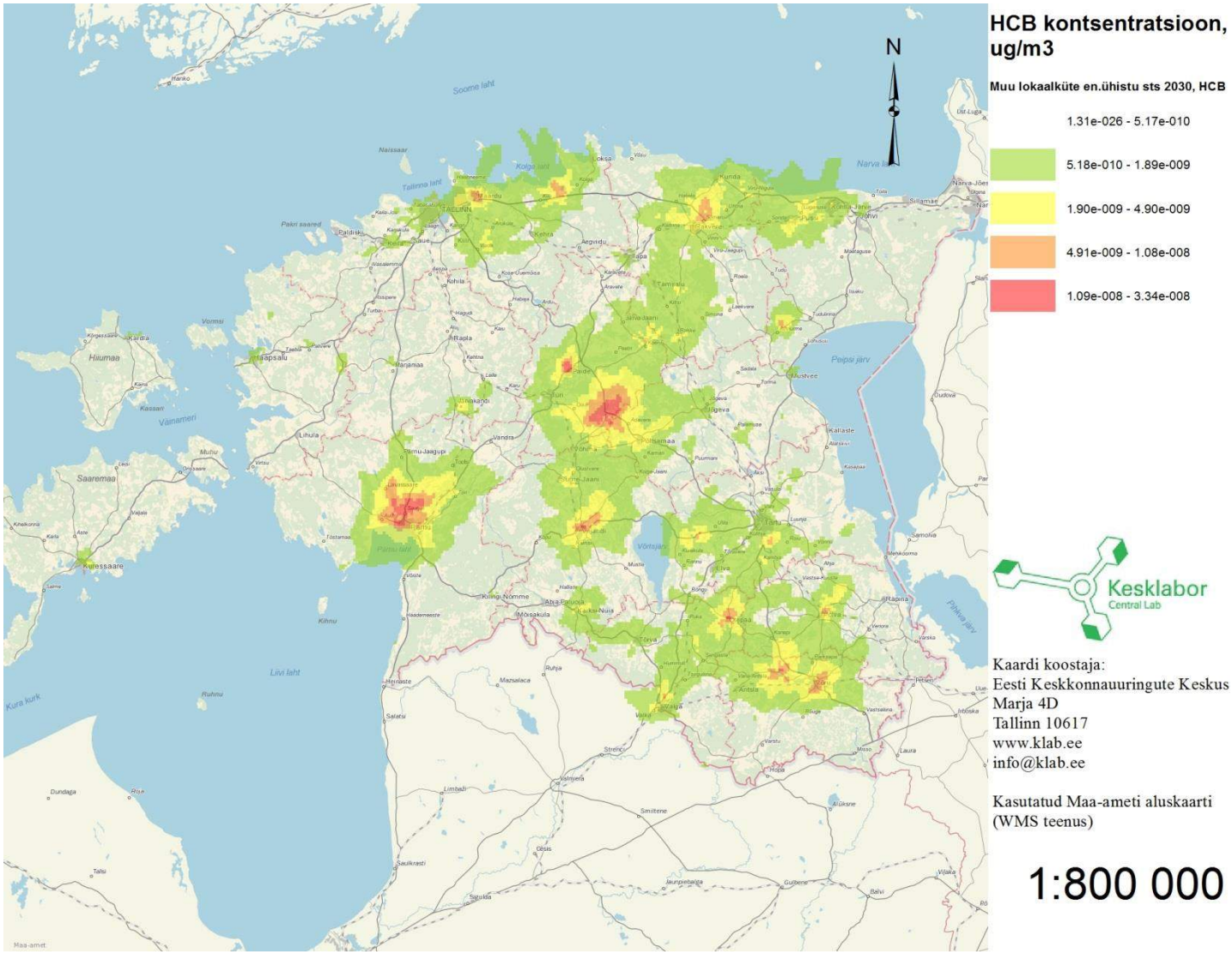
Joonis 85 Muu lokaalküte, reaalne stsenaarium 2030, PAH µg/m^3 (B(a)P 1 a sihtväärtus 1 ng/m^3)



Joonis 86 Muu lokaalküte, 2012, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



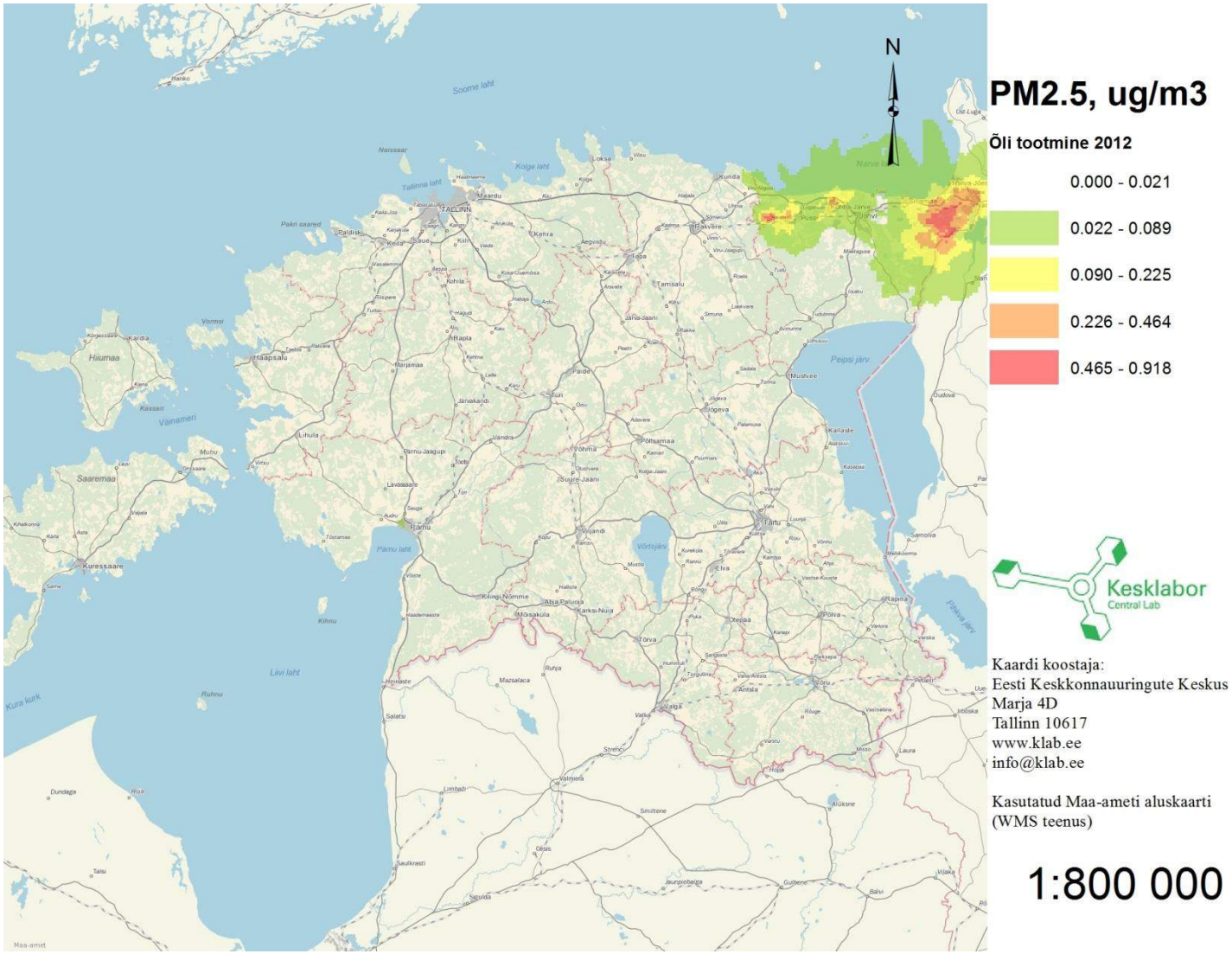
Joonis 87 Muu lokaalküte, kaugkütte stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)



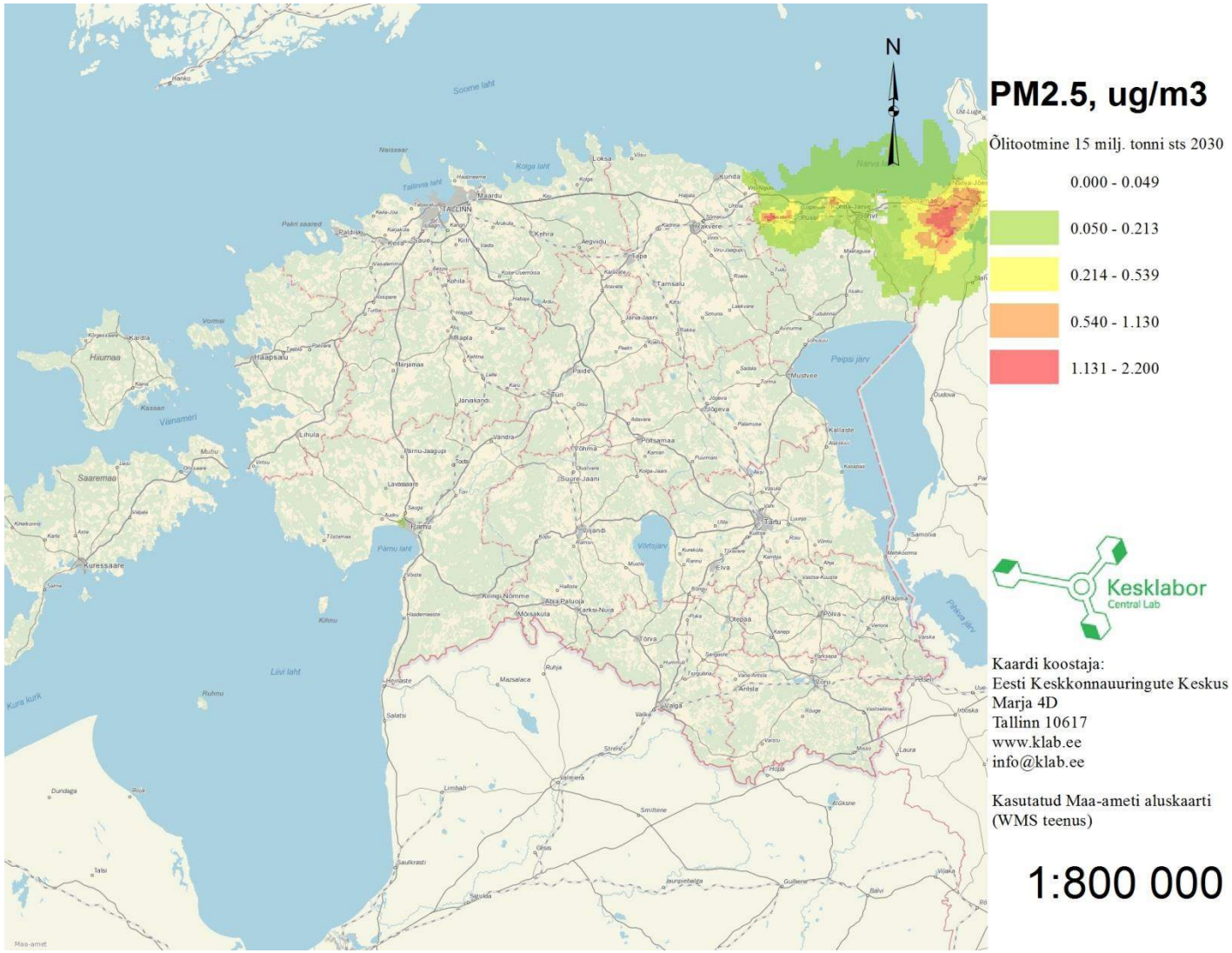
Joonis 88 Muu lokaalküte, en. ühistu stsenaarium 2030, HCB µg/m^3 (välisõhu kvaliteedi piirväärtus puudub)

7.5 Põlevkiviõli tootmine

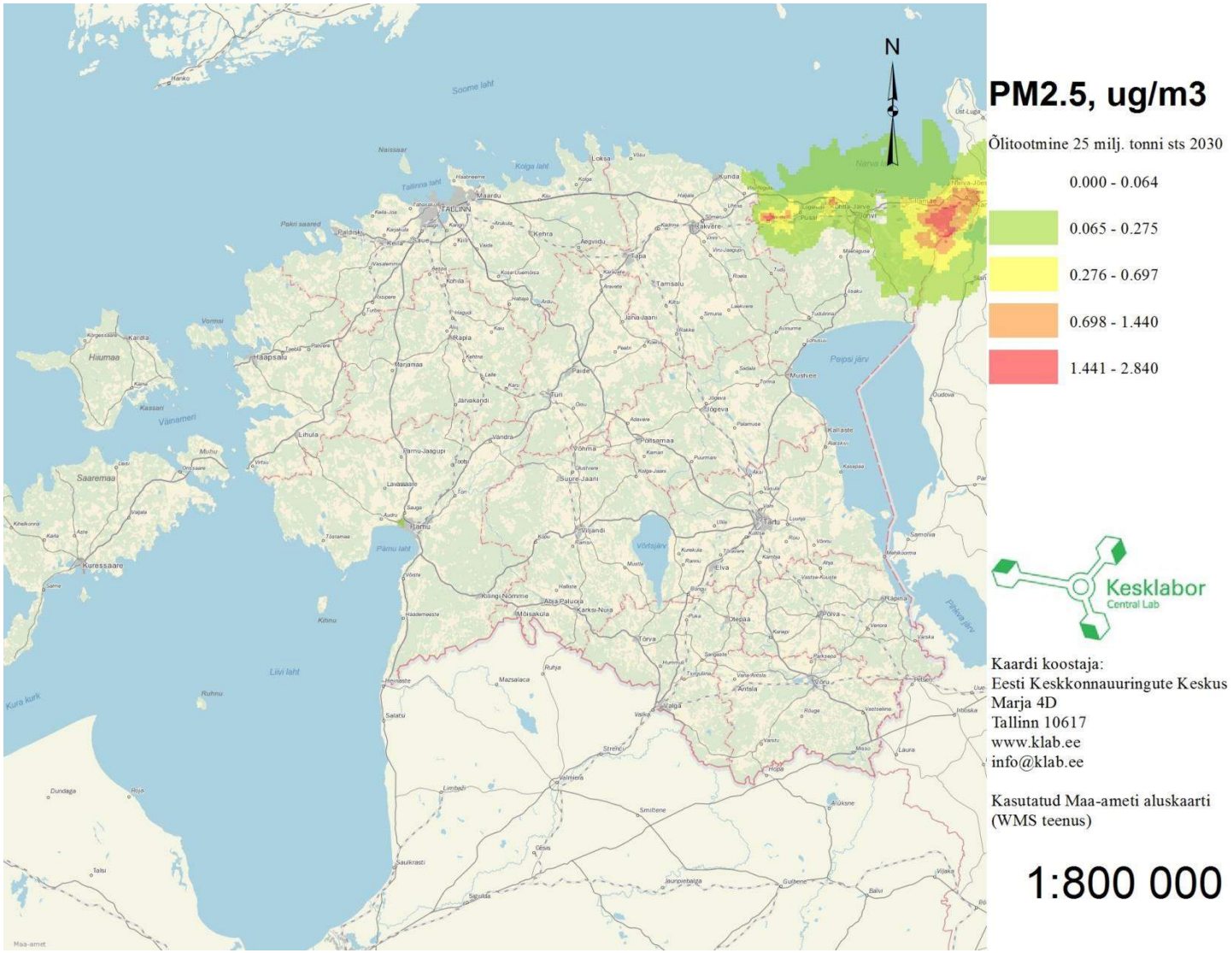
Põlevkiviõli tootmise stsenaariumite rakendumisel tõusevad kõigi analüüsitud saasteainete kontsentratsioonid, jäädes samas siiski madalamaks kehtivatest välisõhu kvaliteedi piirväärtustest. Õhukvaliteedi seisukohast on sobivaim 15 miljoni tonni stsenaariumi rakendamine.



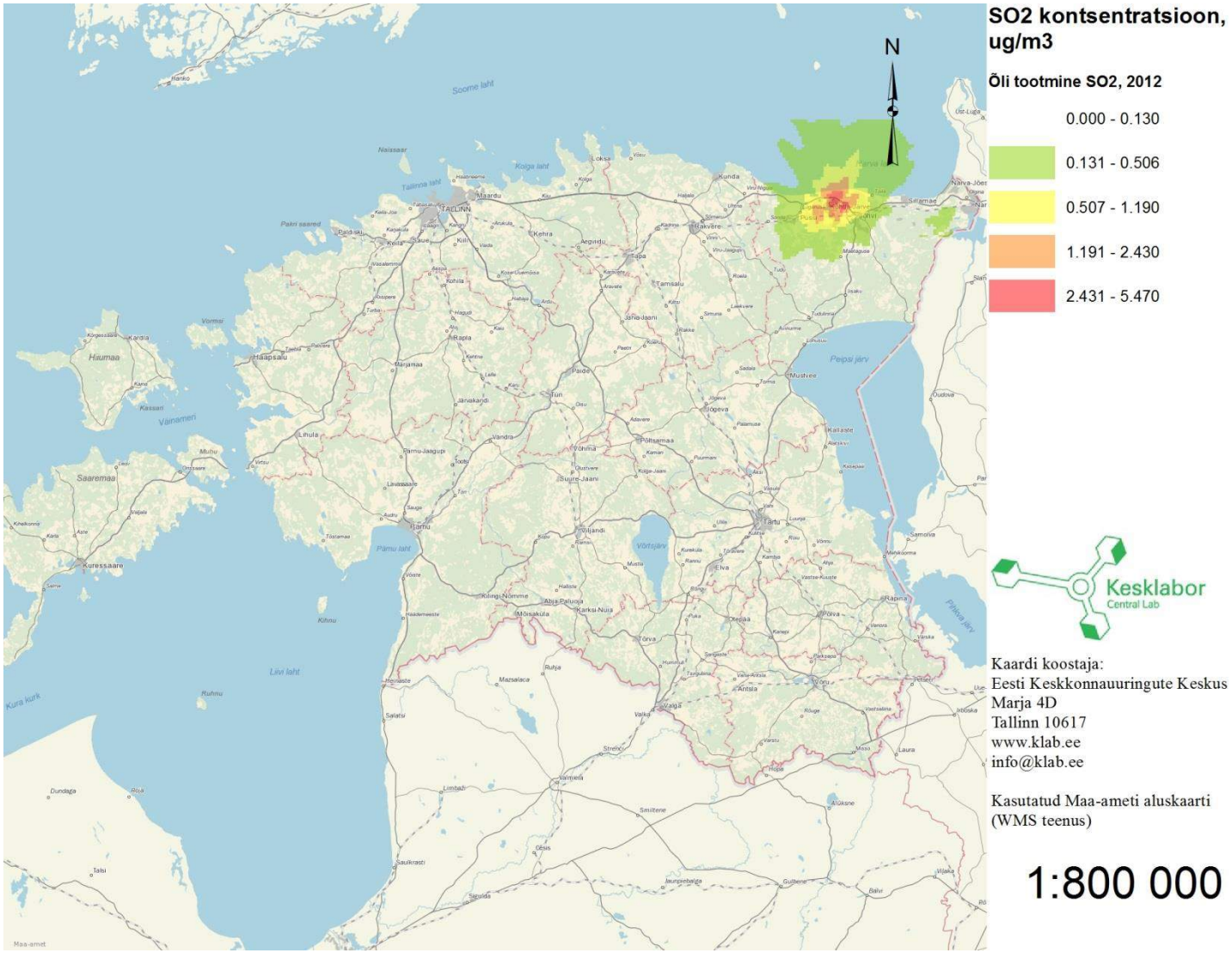
Joonis 89 Õli tootmine 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



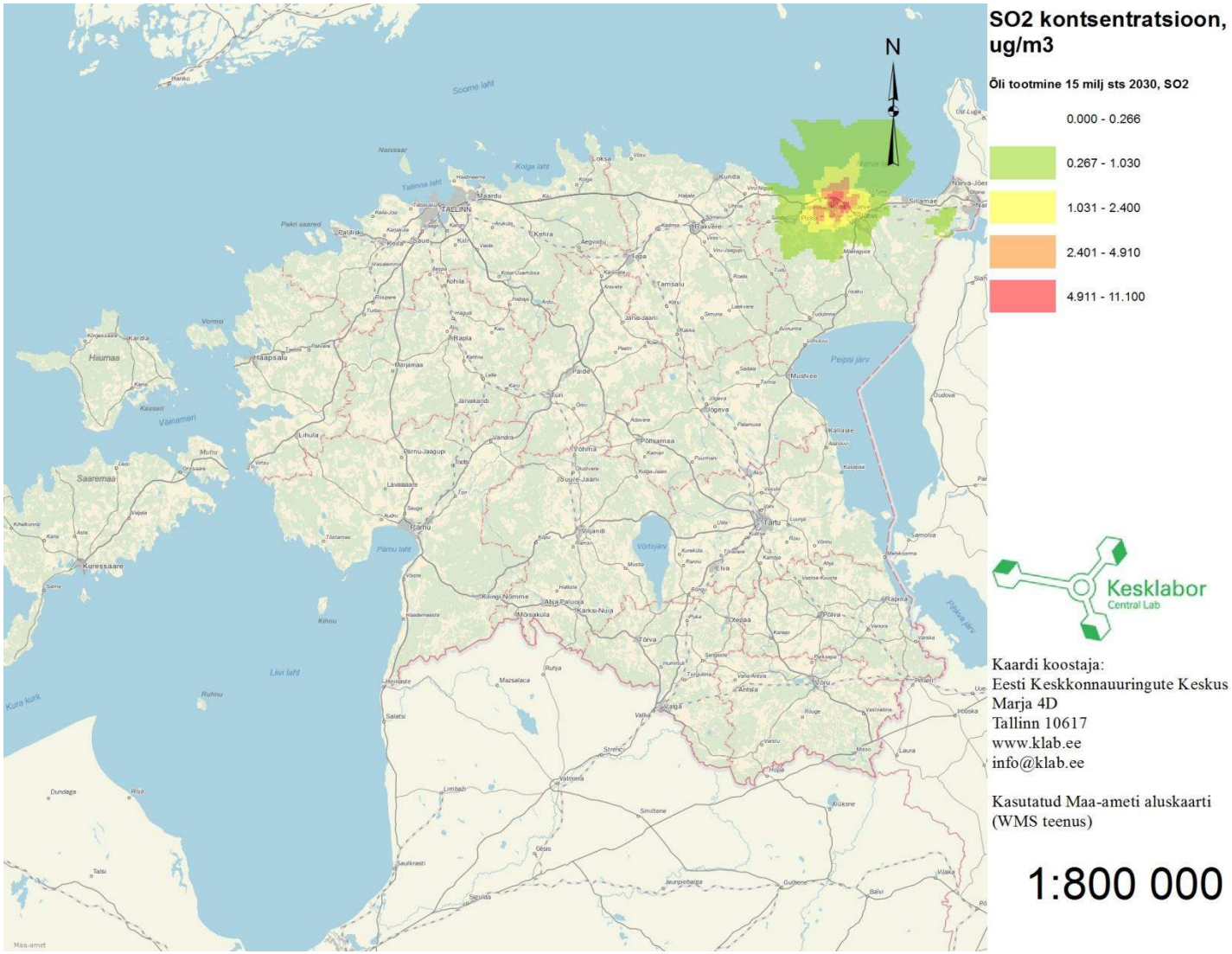
Joonis 90 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



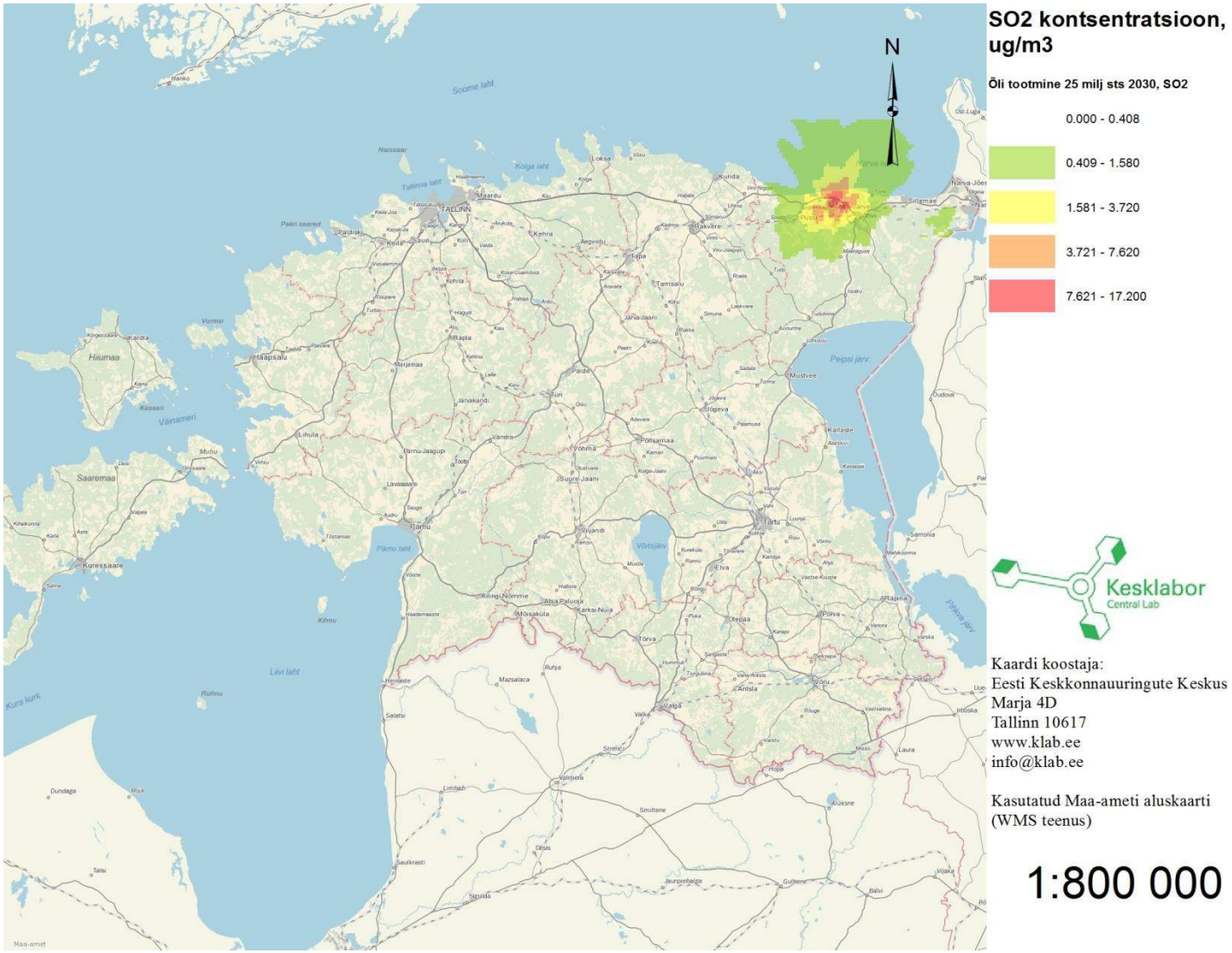
Joonis 91 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



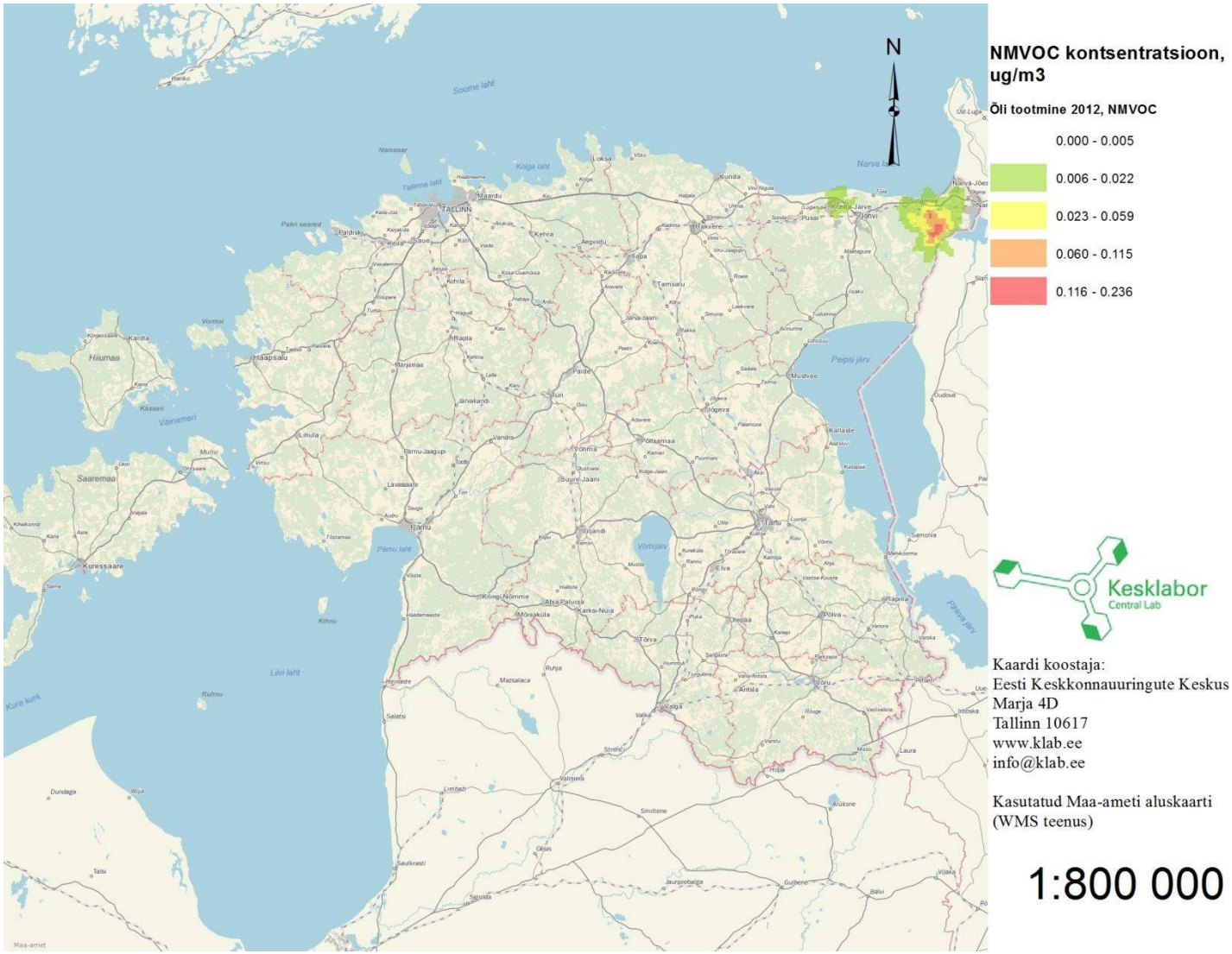
Joonis 92 Õli tootmine 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



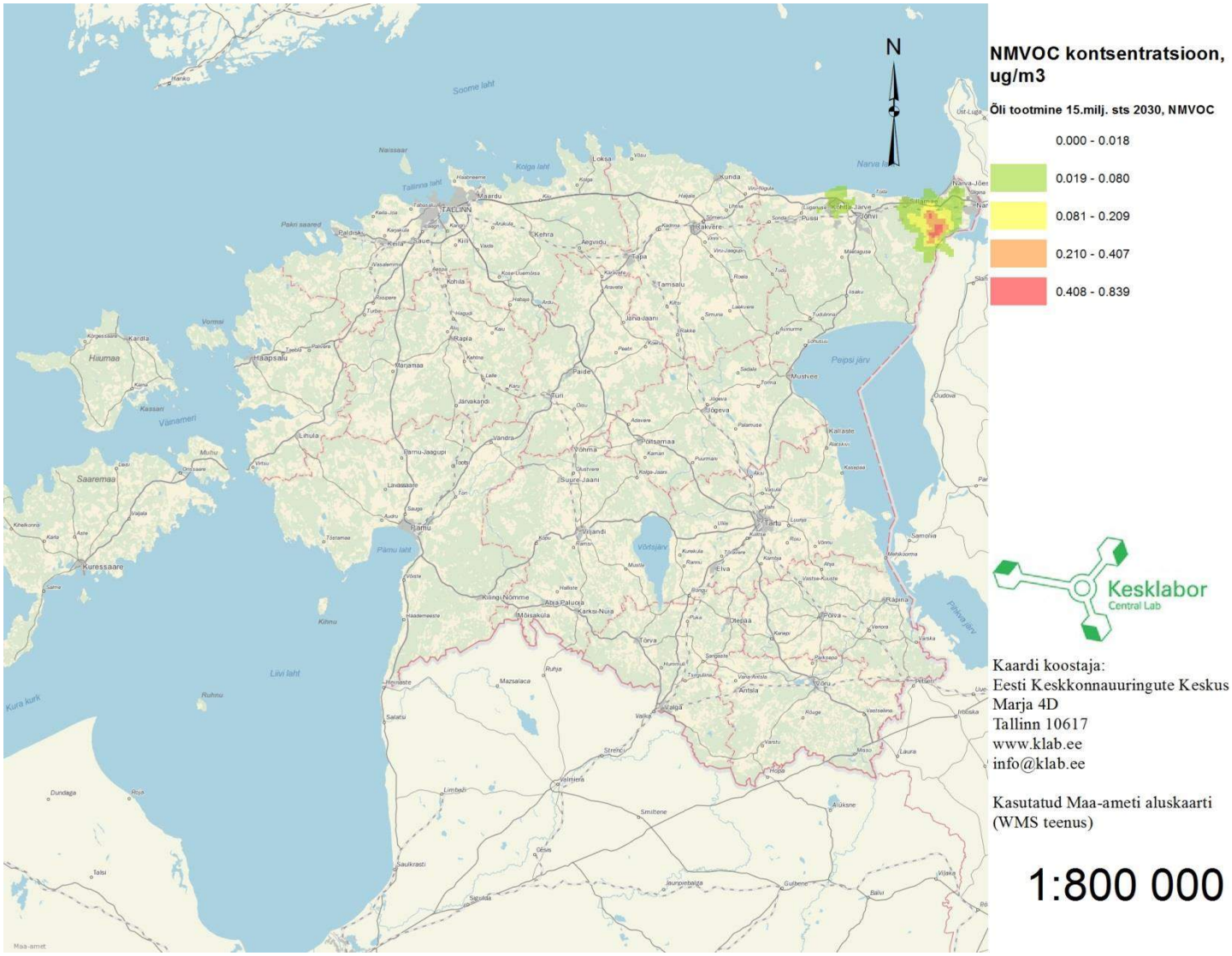
Joonis 93 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



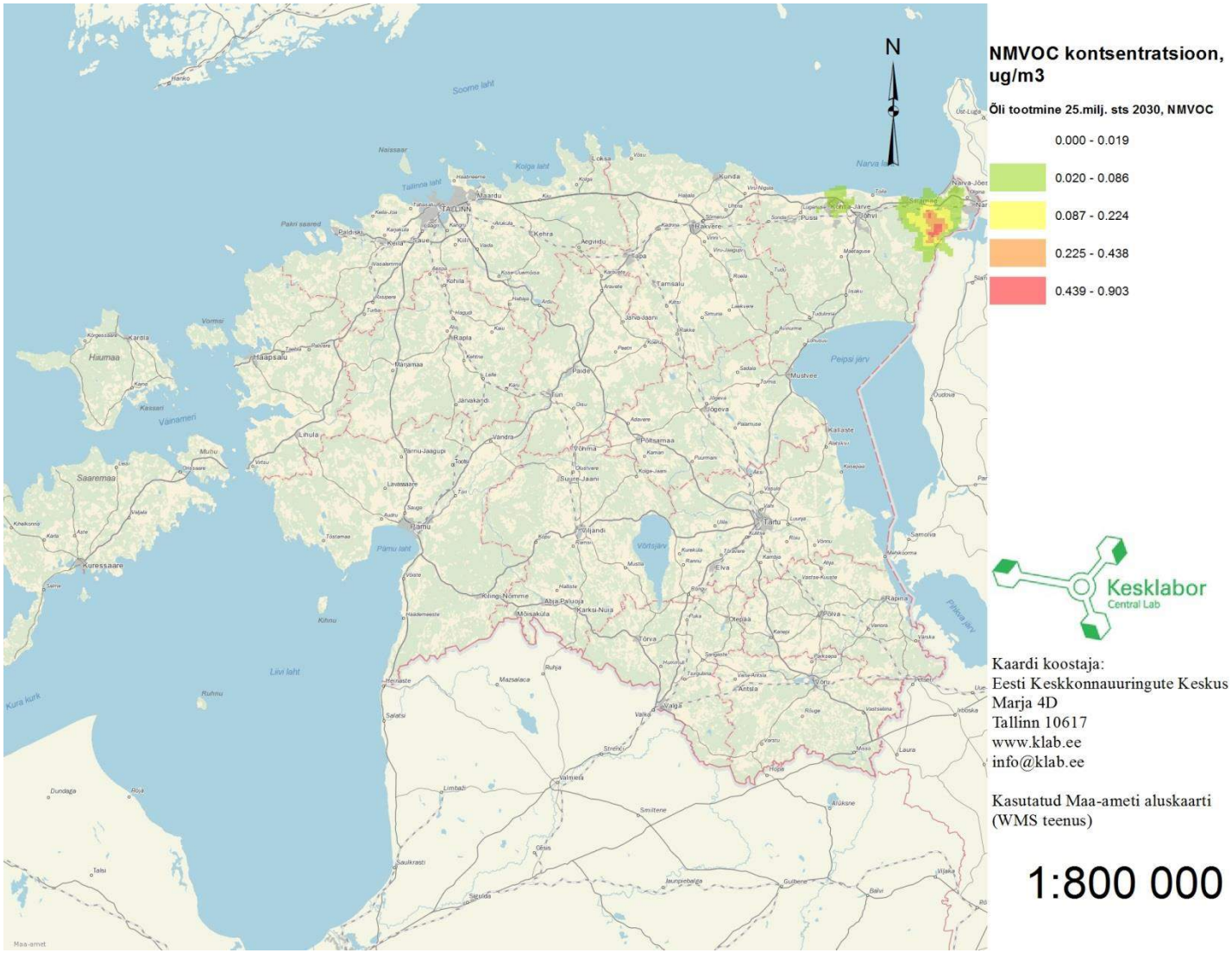
Joonis 94 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



Joonis 95 Õli tootmine 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



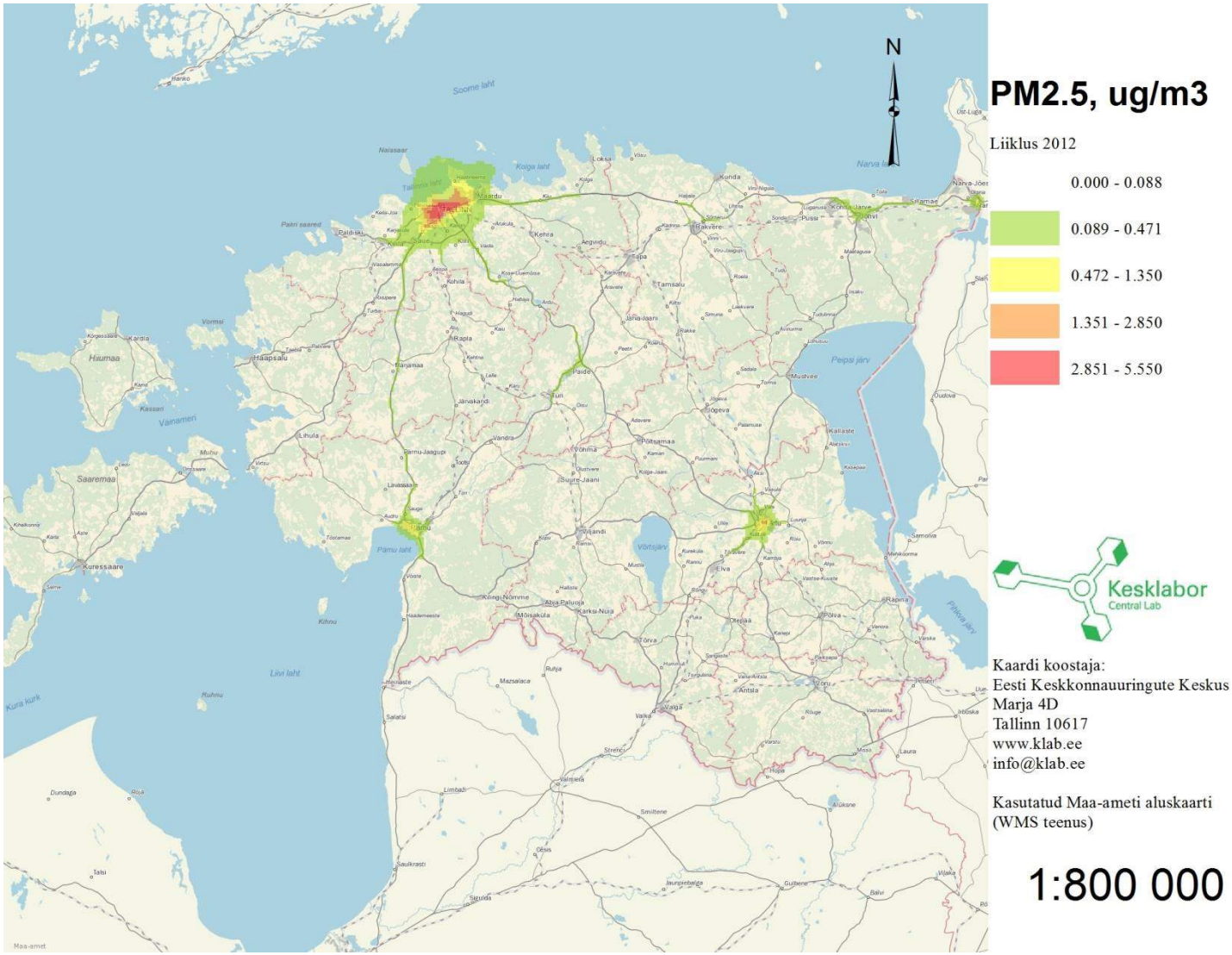
Joonis 96 Õli tootmine, 15 milj.t stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



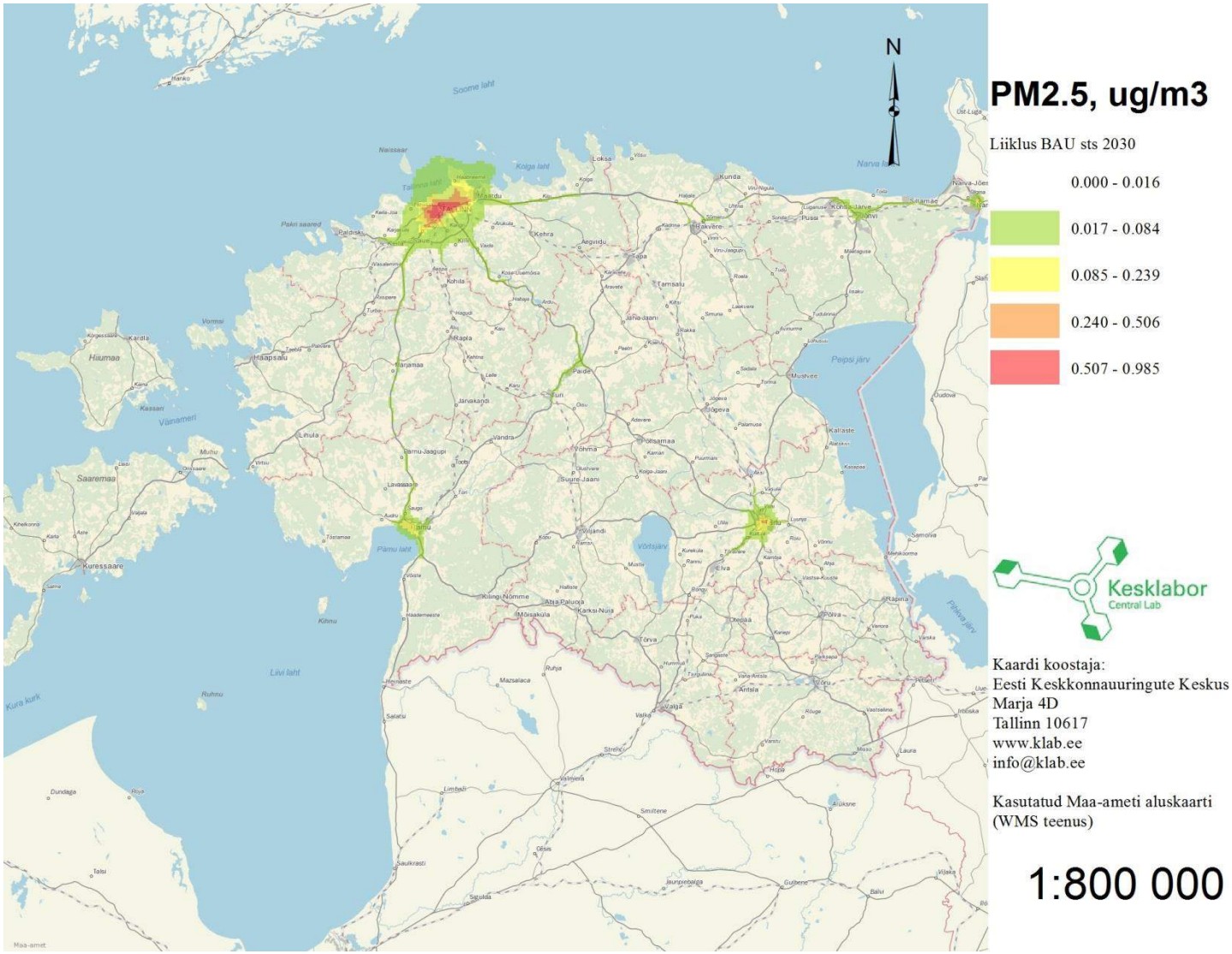
Joonis 97 Õli tootmine, 25 milj.t stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)

7.6 Transport

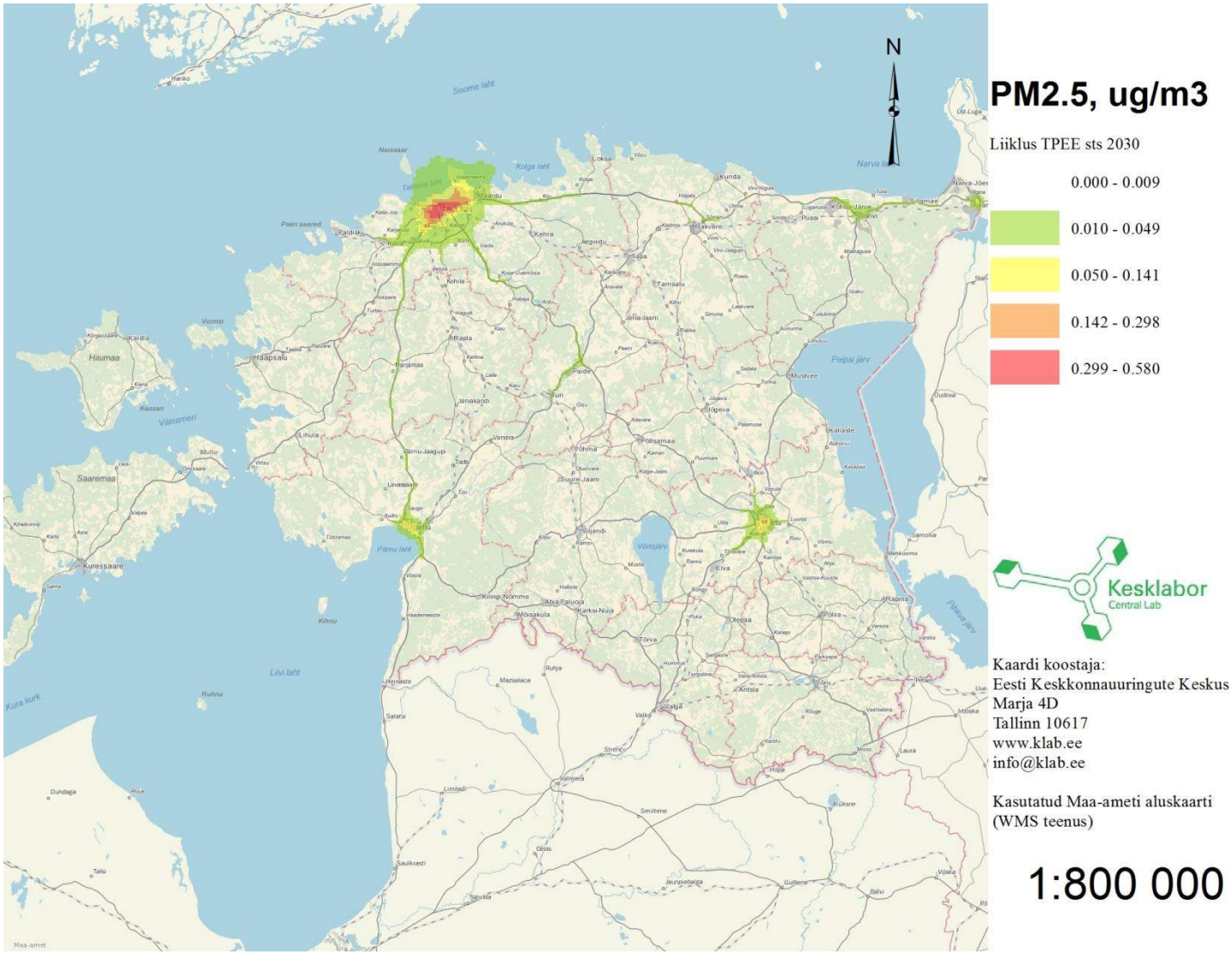
Sektori mistahes stsenaariumi rakendamisel saasteainete heitkogused ja kontsentratsioonid vähenevad. Välisõhu kvaliteedi seisukohast on sobivaim TP_EE stsenaariumi rakendumine.



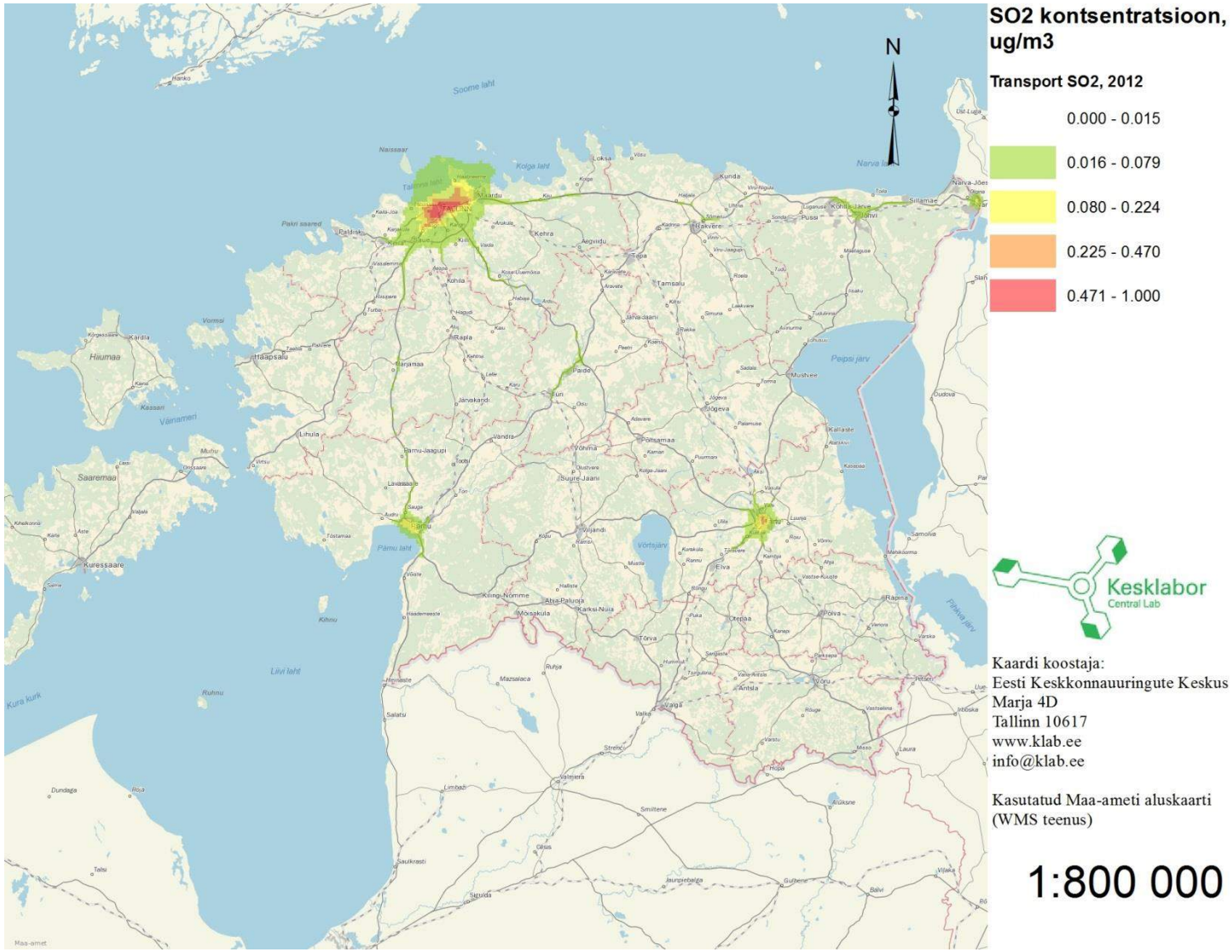
Joonis 98 Liiklus 2012, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



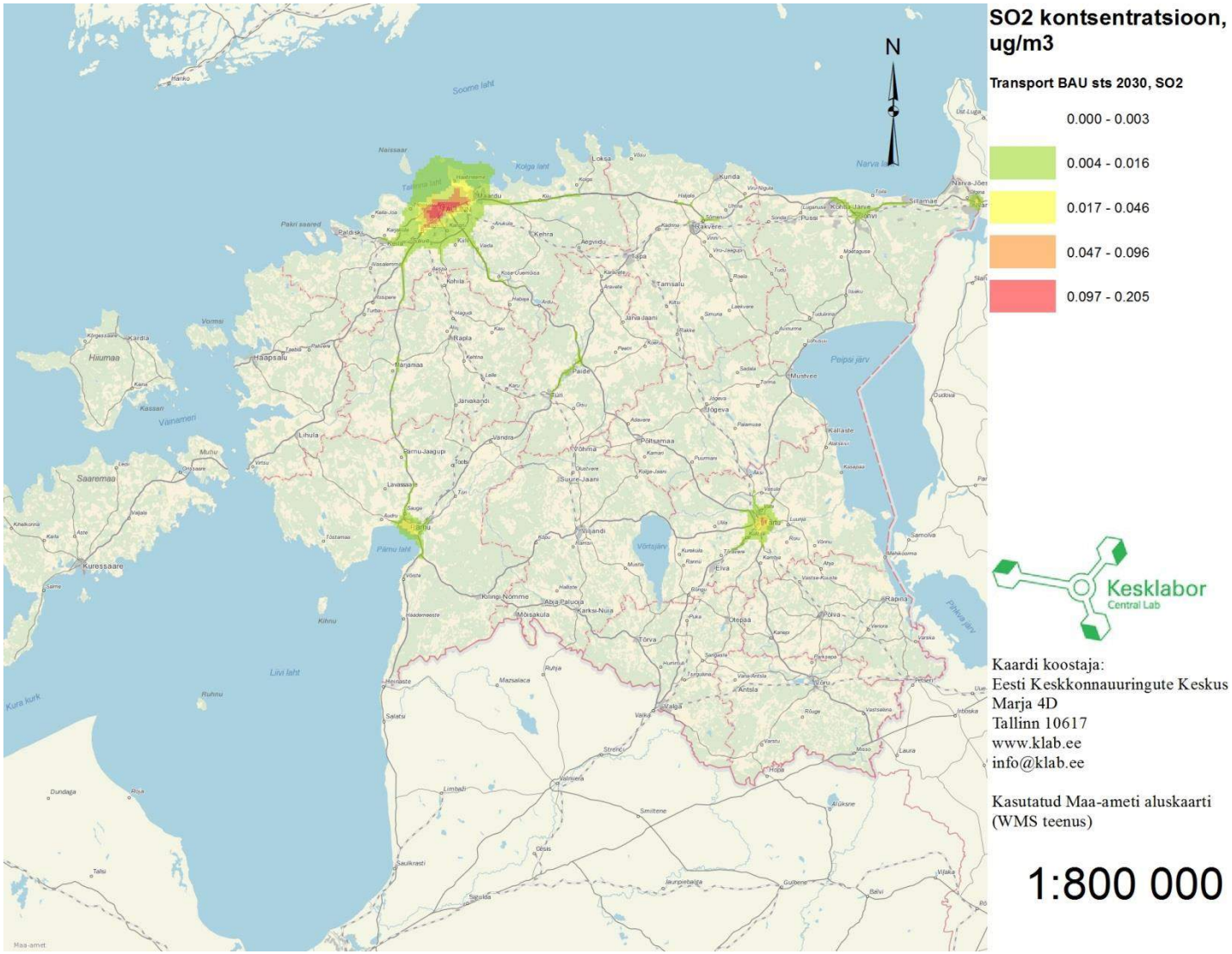
Joonis 99 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



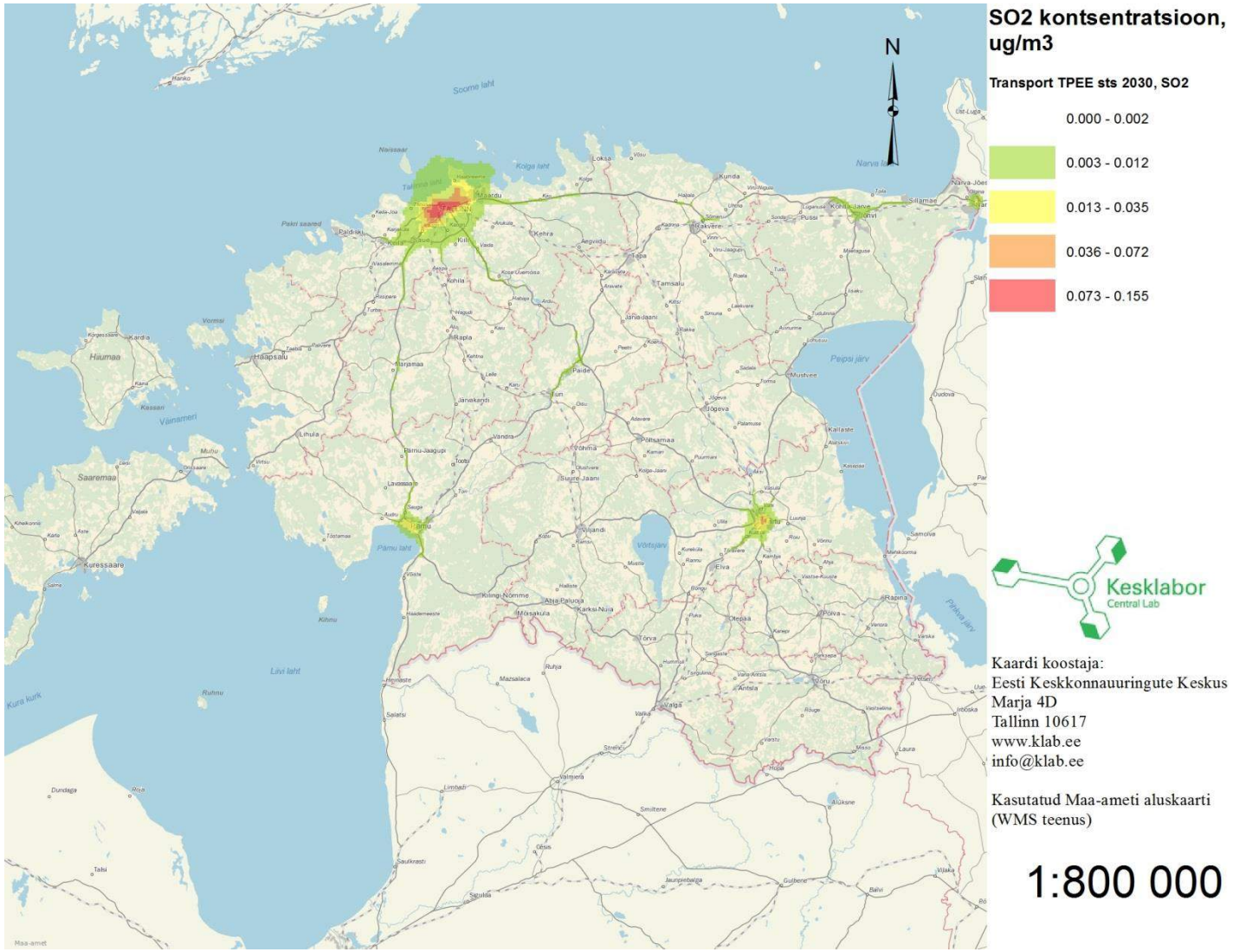
Joonis 100 Liiklus, TPEE stsenaarium 2030, PM2.5 µg/m^3 (1 aasta sihtväärtus 25 µg/m^3)



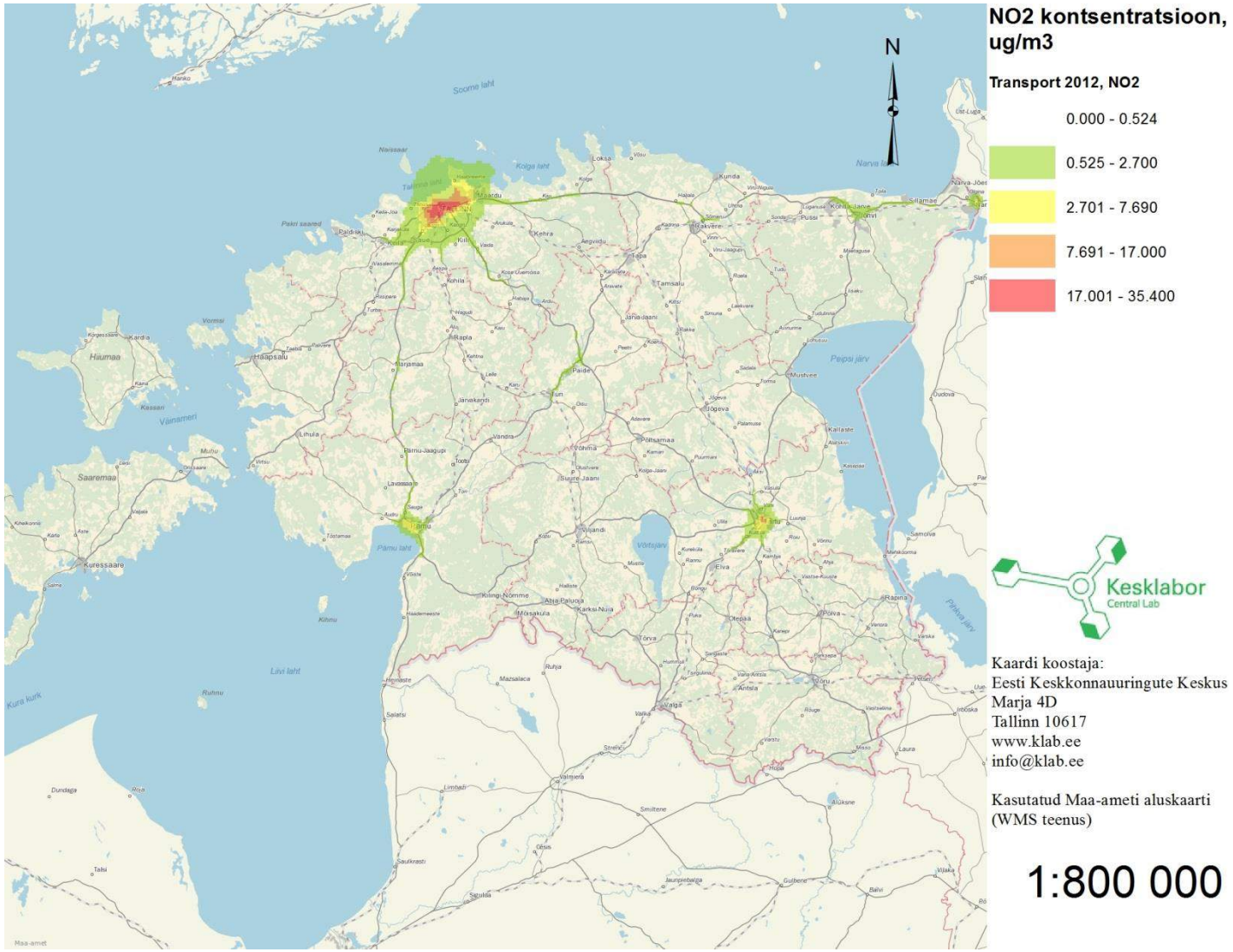
Joonis 101 Liiklus 2012, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



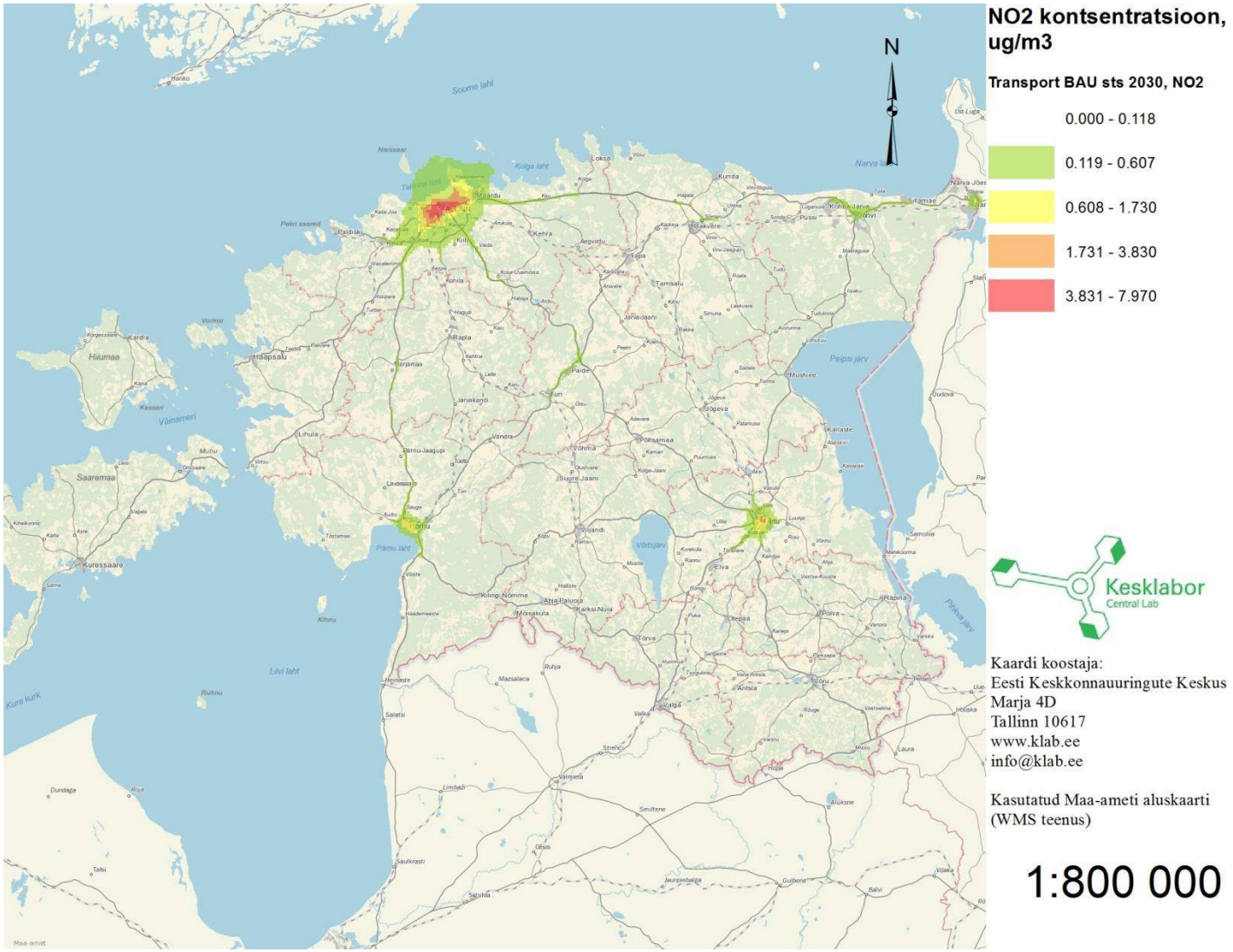
Joonis 102 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



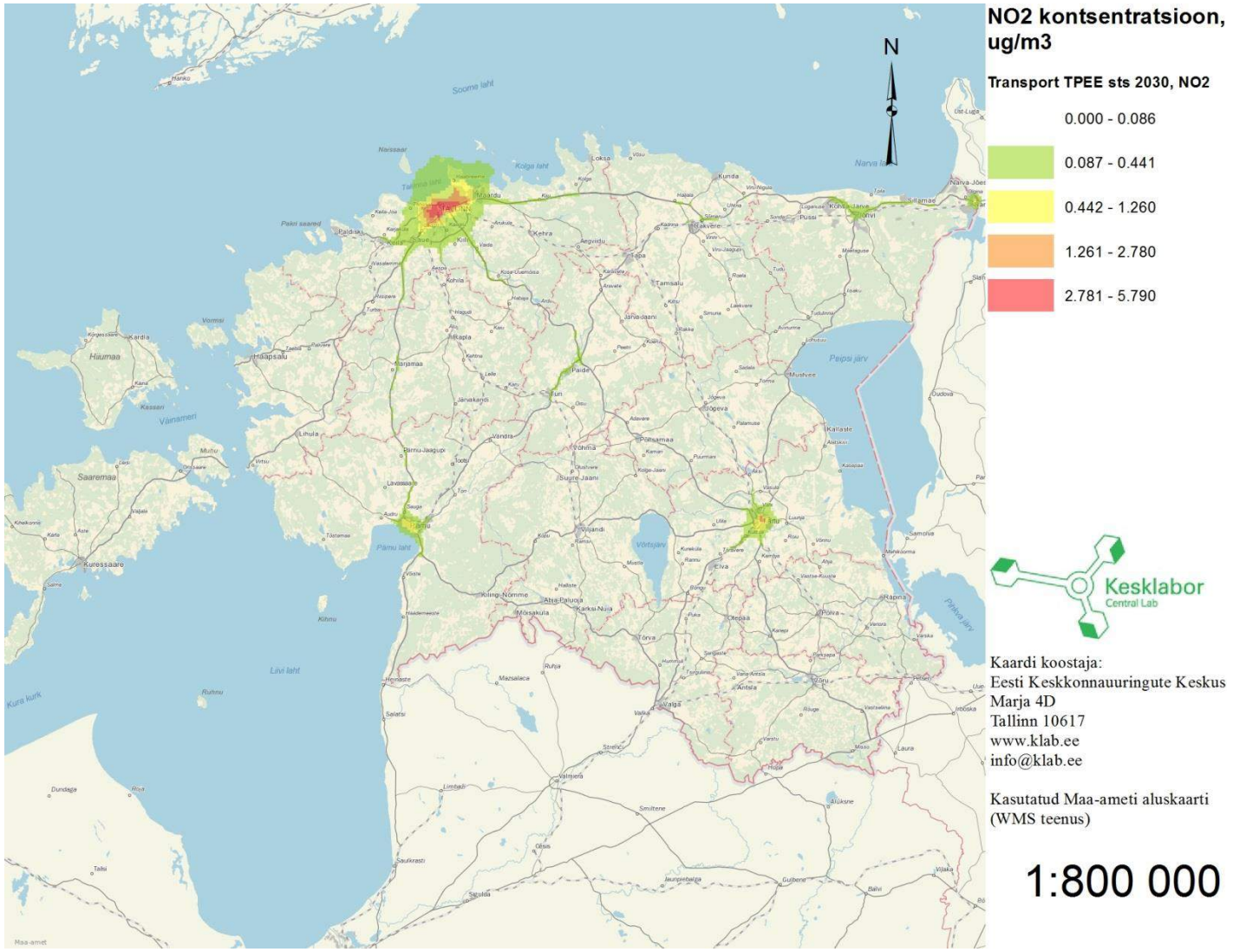
Joonis 103 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, SO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 350 µg/m^3)



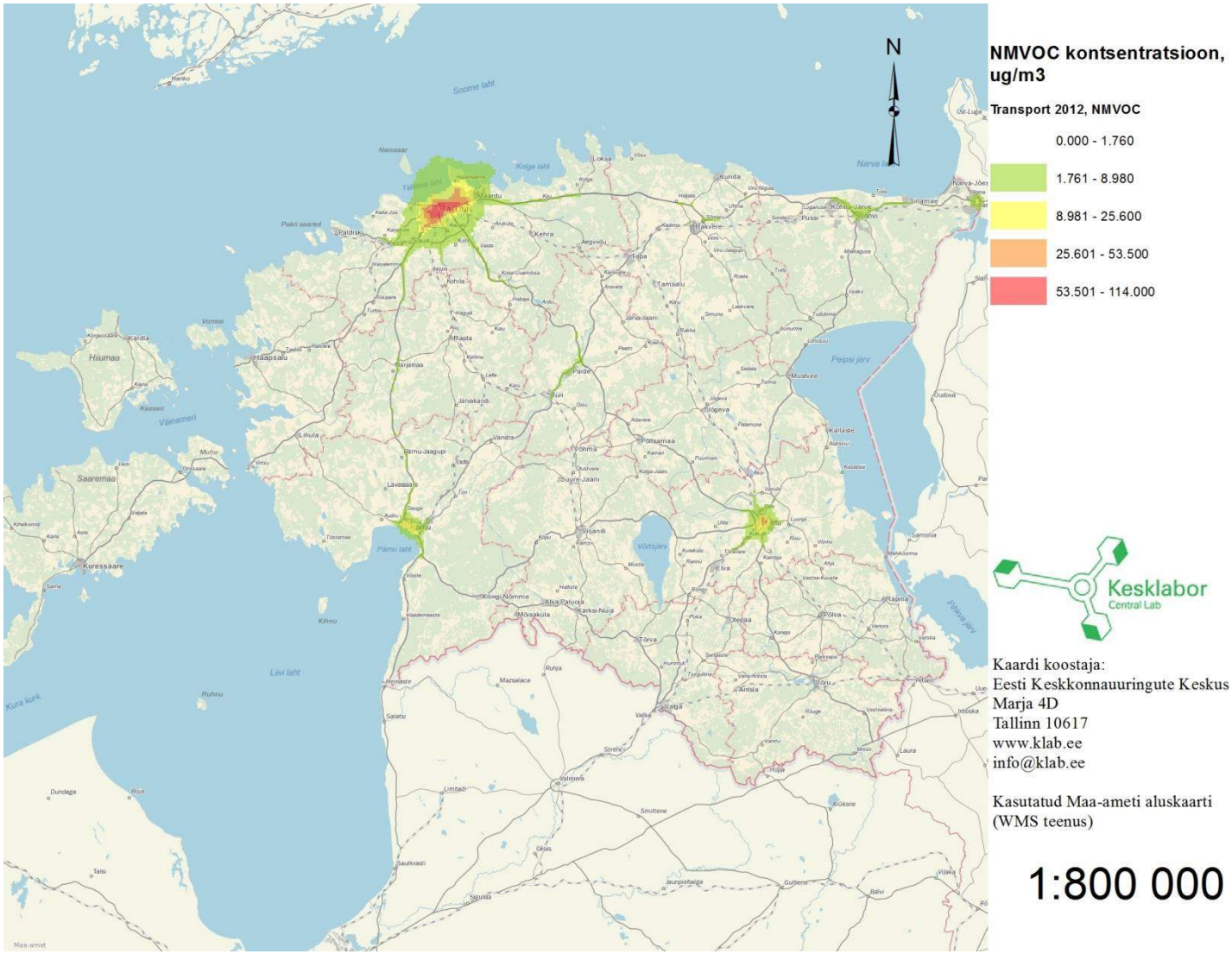
Joonis 104 Liiklus 2012, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



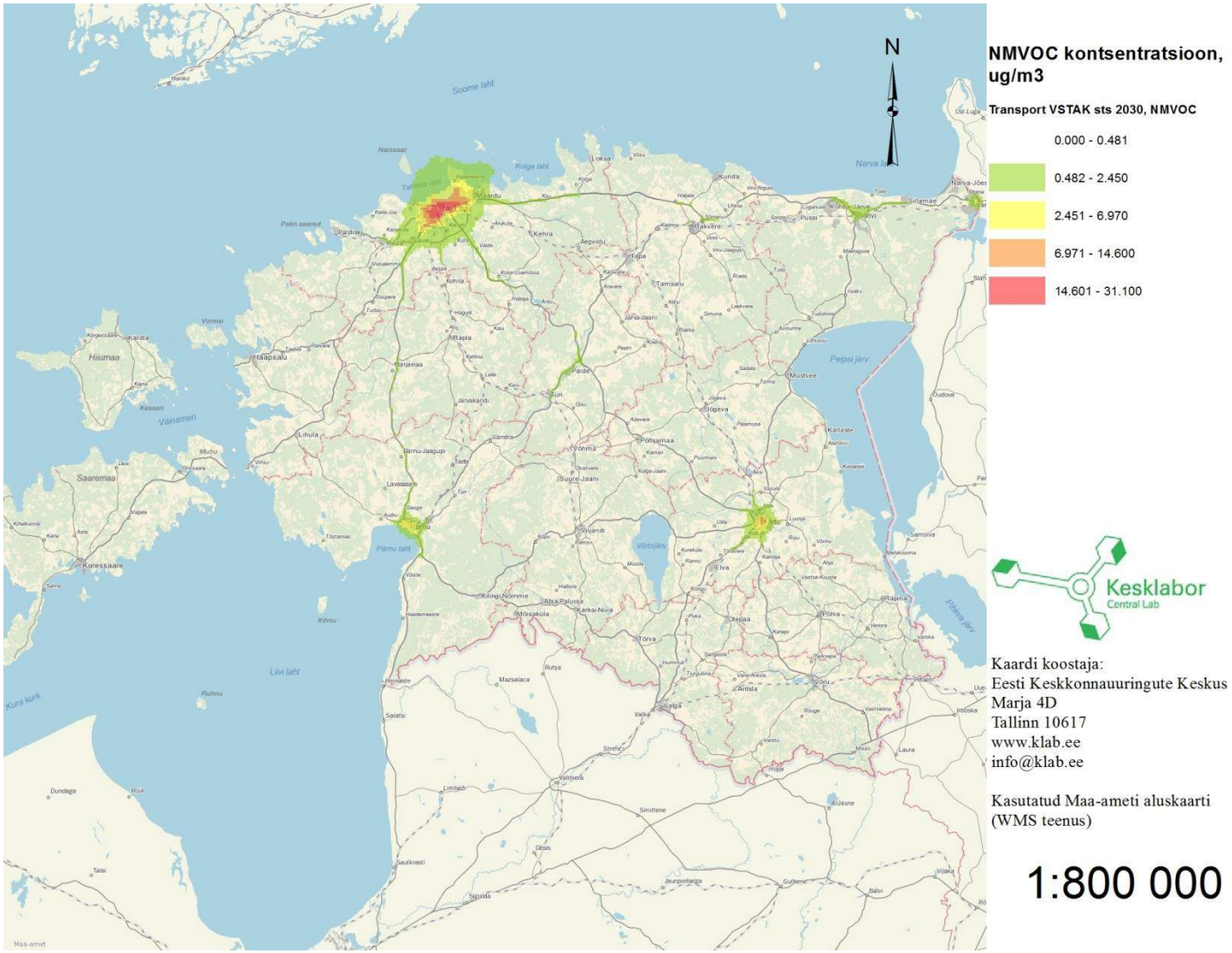
Joonis 105 Liiklus, BAU stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



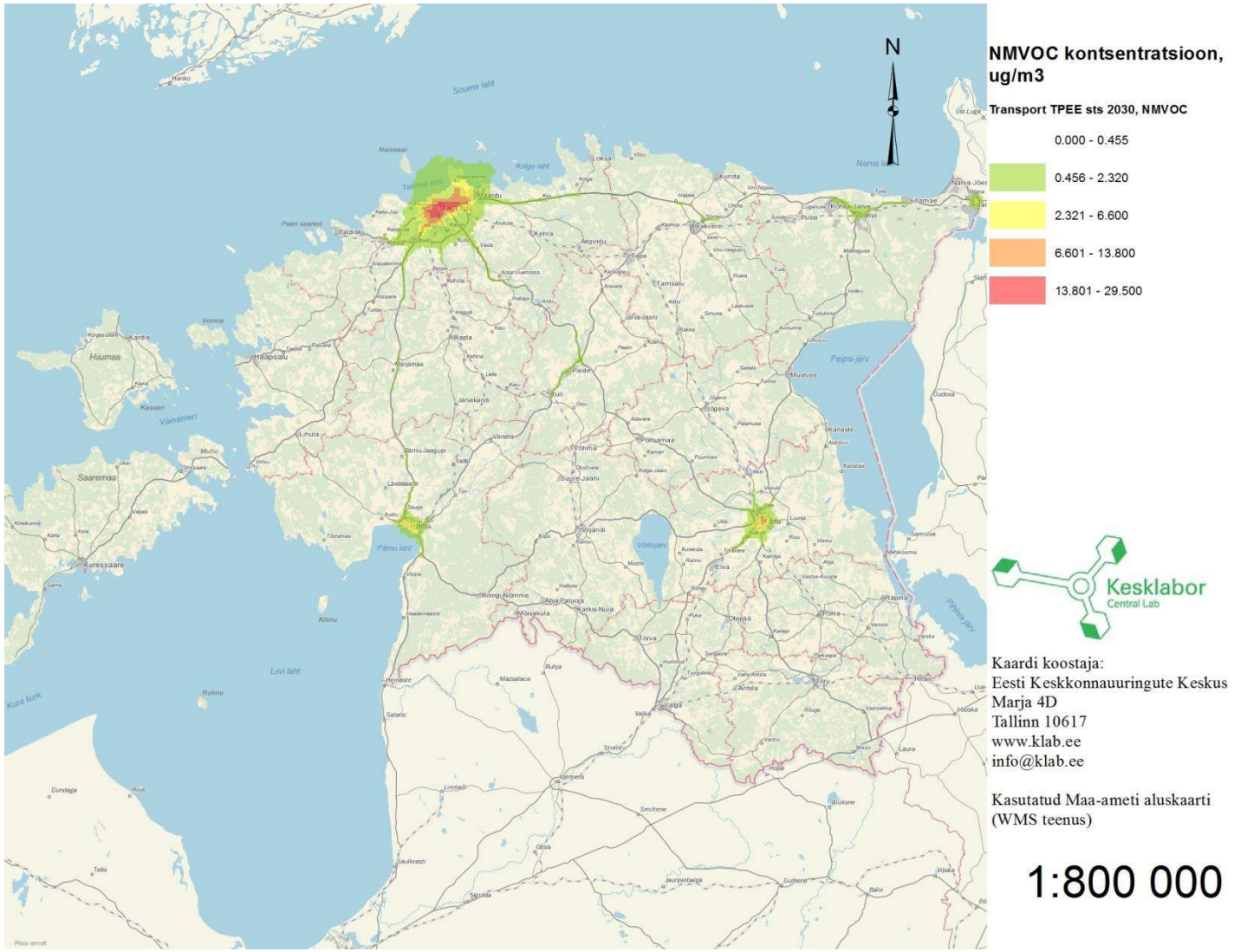
Joonis 106 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, NO_2 µg/m^3 (1 h piirväärtus 200 µg/m^3)



Joonis 107 Liiklus 2012, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)



Joonis 108 Liiklus, VSTAK stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)

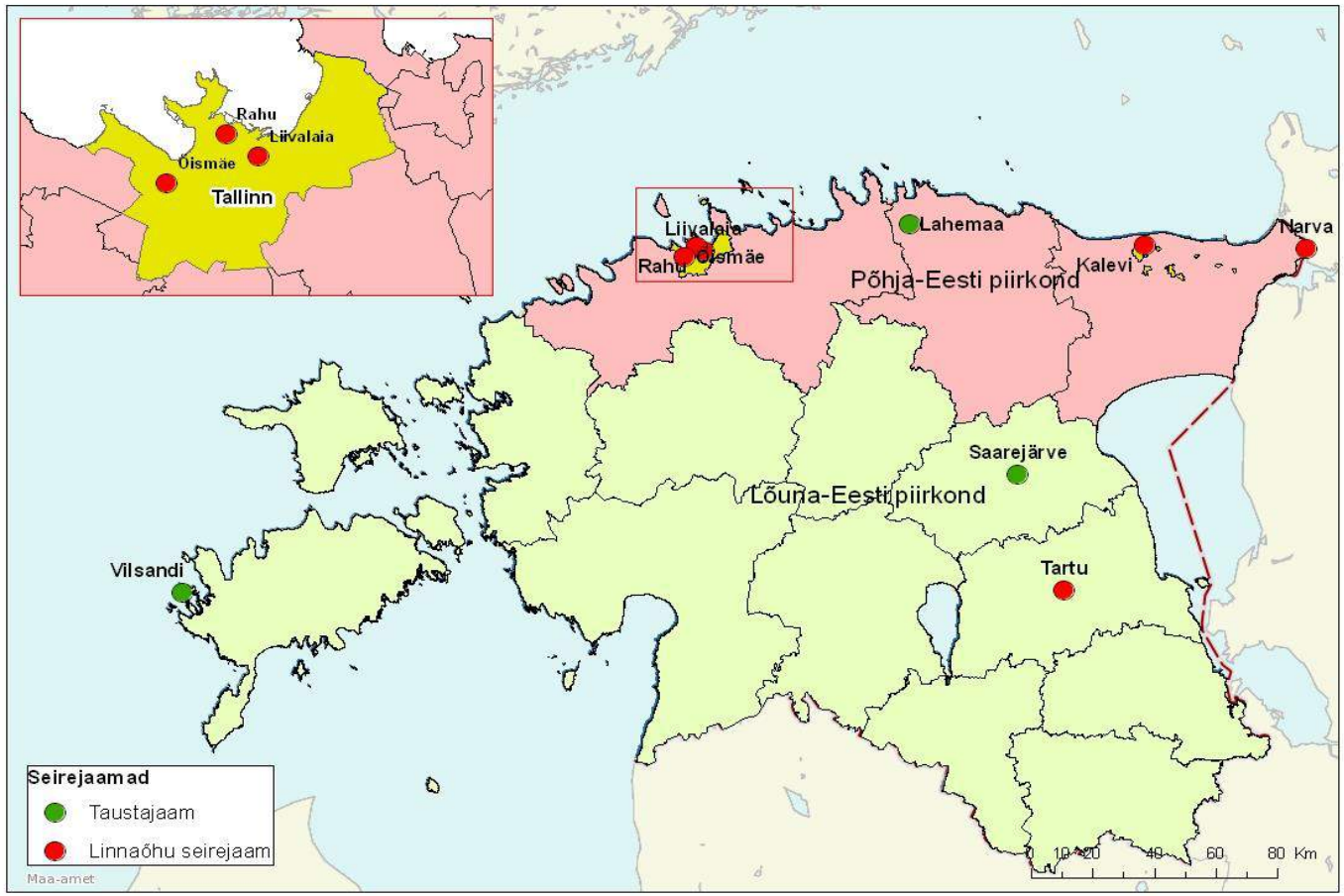


Joonis 109 Liiklus, TP_EE stsenaarium 2030, NMVOC µg/m^3 (1 h piirväärtus 5000 µg/m^3)

8 Ülevaade Eesti õhukvaliteedist

Alljärgnev ülevaade on koostatud aruande „VÄLISÕHU SEIRE LINNADES. Riiklik keskkonnaseire alamprogramm“ (Saare et al., 2014) põhjal ning sellest on välja toodud olulisemad lõigud, mis toovad esile Eesti välisõhu seire struktuuri, seiratavad parameetrid ning välisõhu kvaliteedi olukorra.

Eesti on jaotatud kaheks piirkonnaks - Põhja-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkond. Põhja-Eestis paikneb kõikidest riiklikest linnaõhu seirejaamadest viis ning Lõuna-Eestis üks jaam. Kokku teostati Eestis 2013. aastal välisõhu kvaliteedi pidevseiret kuues automaatses linnaõhu mõõtejaamas ja märgkeemiliste meetoditega Ida-Virumaal kolmes mõõtepunktis (kaks Kohtla-Järvel ja üks Narvas). Kolm linnaõhu pidevseirejaama asuvad Tallinnas (Kesklinn, Põhja-Tallinn, Õismäe) ja üks Kohtla-Järvel, 2008. aasta teisel poolel lisandusid juba aastaid töötavate linnaõhu seirejaamade nimistusse ka automaatsed seirejaamad Tartus ja Narvas (Joonis 110). Lisaks linnaõhuseirele teostati pidevseiret ka taustaaladel. Taustajaamad asuvad Vilsandil, Lahemaal ning Saarejärvel, neist esimesed kaks kuuluvad ka *EMEP* võrgustikku. Seirejaamade asukohtade valikul lähtutakse seadusest tulenevatest kohustustest ja rahvusvahelistest lepetest strateegilises plaanis - millistes piirkondades ja linnades seiret teostada. Kohalikus plaanis lähtutakse õhusaaste seirejaamade asukohtade valikul mitmesugustest jaamadele ja nende esindusaladele kehtestatud nõuetest, hinnates välisõhu saastetaset erinevate saastekarakteristikutega piirkondades - tiheda liiklusega tänaval, elamurajoonis, tööstuspiirkonnas ja maapiirkondades taustaaladel.



Joonis 110 Eesti õhuseirejaamade asukohad

2013. aastal mõõdeti Eesti linnade välisõhus kõiki Euroopa Parlamendi ja Nõukogu direktiivis 2008/50/EÜ nimetatud saasteainete kontsentratsioone (Tabel 11). Suurem osa mõõdetavaid saasteaineid on seotud linnade peamise õhusaaste allikaga – liiklusega. Lisaks kuuluvad mõõdetavate komponentide hulka ka piirkondliku tähtsusega saasteained nagu Ida-Virumaal fenool, formaldehüüd, vesiniksulfiid ja ammoniaak.

Tabel 11 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained linnaõhu seirejaamades 2013

Saasteaine	Tallinn			Kohtla-Järve		Narva		Tartu
	Kesklinn	Kopli	Õismäe	Kalevi	Järvekülа	Tuleviku	Kreenholmi	Karlova
SO_2	pidev	pidev	pidev	pidev	-	-	pidev	pidev
NO_2	pidev	pidev	pidev	pidev	-	-	pidev	pidev
O_3	pidev	pidev	pidev	pidev	-	-	pidev	pidev
CO	pidev	pidev	pidev	pidev	-	-	pidev	pidev
PM_{10}	pidev	pidev	pidev pisteline	pidev pisteline	-	-	pidev pisteline	pidev pisteline
$PM_{2,5}$	-	-	pidev	pidev	-	-	pidev	pidev
Pb	-	-	pisteline	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
Cd	-	-	pisteline	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
As	-	-	pisteline	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
Ni	-	-	pisteline	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
PAH, B(a)P	-	-	pisteline	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
H_2S	-	-	-	pidev	pisteline	pisteline	pisteline	-
NH_3	-	-	-	pidev	pisteline	-	pisteline	-
CH_2O	-	-	-	-	pisteline	pisteline	pisteline	-
C_6H_5OH	-	-	-	pisteline	pisteline	-	pisteline	-
Benseen	pisteline	pisteline	pidev	pisteline	-	-	pisteline	pisteline
Meteoroloogi	-	-	-	pidev	-	-	pidev	pidev

a								

Tabel 12 Riikliku õhuseire raames mõõdetud saasteained taustajaamades 2013

Saasteaine	Lahemaa	Vilsandi	Saarejärve
SO_2	pidev	pidev	pidev
NO_2	pidev	pidev	pidev
O_3	pidev	pidev	pidev
CO	pidev	-	-
PM_{10}	pisteline	-	-
$PM_{2.5}$	pidev	pidev	pidev
As, Cd, Ni, Pb	pisteline	-	-
PAH ja B(a)P	pisteline	-	-
Aldehüüdid, ketoonid	pisteline	-	-
Meteoroloogia	pidev	pidev	pidev
Gaasiline Hg	pidev	-	-
EC/OC	pidev	-	-

11. juunil 2008 hakkas kehtima uus direktiiv välisõhu kvaliteedi ja Euroopa õhu puhtamaks muutmise kohta *2008/50/EÜ*, milles olevad nõuded ja eesmärgid on 2005. aastast kehtima hakanud Euroopa Liidu õhukvaliteedi raamdirektiivi ja selle tütardirektiivide[8] kaudu osaliselt üle kantud ka Eesti

[8] Council Directive 1996/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. Official Journal of the European Communities No L 296/55.

[8] Council Directive 1999/30/EC of 22 Aprill 1999 relating to limit values for sulphur dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal of the European Communities No L 163/41.

[8] Directive 2000/69/EC of the European Parliament and of the Council of 16 November 2000 relating to limit values for benzene and carbon monoxide in ambient air.

seadusandlusesse. Vastavad saastatuse taseme piirväärtused on toodud keskkonnaministri 8. juuli 2011. aasta määruses nr 43 "*Välisõhu saastatuse taseme piir- ja sihtväärtused, saasteaine sisalduse muud piirnormid ning nende saavutamise tähtajad*", millest suuremad saasteainete kontsentratsioonid mõjuvad ebasoodsalt inimese tervisele ja ökosüsteemidele. Allolevas tabelis (Tabel 13) on toodud saasteainete välisõhu saastetaseme piirväärtused. Arseenile, kaadmiumile, niklile ja benso(a)püreenile on kehtestatud sihtväärtused, mis on arvutatud PM_{10} fraktsioonis kalendriaasta keskmisena, st, et liikmesriikide kohus on tagada, et alates 31. detsembrist 2012 ei ületaks saastetasemed vastavalt direktiivis *2008/50/EÜ* nimetatud saasteainetele kehtestatud sihtväärtusi. Osooni ja eriti peente osakeste ($PM_{2,5}$) kontsentratsiooni vastavust sihtväärtusele hinnatakse alates 01.01.2010, st 2010. aasta on esimene aasta, mille andmeid kasutatakse vastavuse arvutamisel järgmise kolme või viie aasta jooksul, olenevalt vajadusest. Alates 01.01.2015 hakkab $PM_{2.5}$-le kehtima kalendriaasta keskmine (SPVa) piirväärtus, milleks on 25 µg/m^3.

Tabel 13 Välisõhu saastetaseme piir – ja sihtväärtused

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m^3)	Lubatud ületamiste arv aastas
SO_2	1 tund	350	24 tundi
	24 tundi	125	3 päeva
	1 aasta[9] (1.10-31.03)	20	-
NO_2	1 tund	200	18 tundi
	1 aasta	40	-
NO_x	1 aasta[3]	30	-
O_3	8 tundi	120	25 päeva

[8] Directive 2002/3/EC of the European Parliament and of the Council of 12 February 2002 relating to ozone in ambient air.

[8] Directive 2004/107/EC of the of the European Parliament and of the Council of 15 December 2004 relating to arsenic, cadmium, mercury, nickel and polycyclic aromatic hydrocarbons in ambient air

[9] Ökosüsteemide kaitse

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m^3)	Lubatud ületamiste arv aastas
CO	8 tundi	10 mg/m^3	-
Benseen	1 tund	200	-
	24 tundi	200	-
	1 aasta	5	-
Pb	1 aasta	0,5	-
$PM_{2,5}$	1 aasta [4]	25	-
PM_{10}	24 tundi	50	35 päeva
	1 aasta	40	-
NH_3	1 tund	200	-
	24 tundi	40	18 päeva
H_2S	1 tund	8	-
	24 tundi	8	18 päeva
As	1 aasta [10]	6 ng/m^3	-
Cd	1 aasta [4]	5 ng/m^3	-
Ni	1 aasta [4]	20 ng/m^3	-
B(a)P	1 aasta [4]	1 ng/m^3	-
C_6H_5OH	1 tund	50	-
	24 tundi	3	18 päeva
CH_2O	1 tund	100	-
	24 tundi	50	18 päeva
Akroleiin	1 tund	30	-
	24 tundi	30	-

[10] Sihtväärtus

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Piir- või sihtväärtus (µg/m^3)	Lubatud ületamiste arv aastas
Atsetoon	1 tund	350	-
	24 tundi	350	-
Aldehüüdid	1 tund	100	-
	24 tundi	50	-

Saasteaine sisalduse häiretase on saasteaine kogus välisõhu ruumalaühikus, mille ületamisel ka lühiajaline mõju seab ohtu inimese tervise ning mille juures tuleb kohe rakendada meetmeid inimese tervise kaitseks. Vääveldioksiidi (SO_2) häiretase on 500 µg/m^3, lämmastikdioksiidi (NO_2) häiretase on 400 µg/m^3, mõõdetuna kolme järjestikuse tunni jooksul indikaatorkohtades, mis iseloomustavad õhu kvaliteeti vähemalt 100. ruutkilomeetril, terves piirkonnas või linnastus (oleneb kumb neist on väiksem). Osooni puhul teavitatakse, juhul kui ühe tunni keskmistatud osooni kontesntratsioon ületab 180 µg/m^3 ning antakse häire, kui osooni kontsentratsioon ületab 240 µg/m^3. Lävieväärtusest kõrgemaid väärtusi tuleb mõõta või ennustada kolme järjestikuse tunni jooksul (Tabel 14).

Tabel 14 Prioriteetsetele saasteainetele kehtestatud häiretasemed

Saasteaine	Keskmistamisaeg	Häiretase (µg/m^3)
SO_2	3 tundi	500
NO_2	3 tundi	400
O_3	1 tund (teavitamine)	180
	1 tund (häire)	240

Lisaks piirväärtustele ja häiretasemetele võrreldakse saastetasemeid ka alumiste ja ülemiste hindamispiiridega, mille alusel otsustatakse, millisel tasemel seire on vajalik antud linnastus või piirkonnas.

Perioodilise hindamise vajadus on sätestatud järgmiselt:

- Õhukvaliteedi hindamiseks kasutatakse pidevaid mõõtmisi:

- Linnastutes
- piirkondades, kus saastetasemed ületavad ülemist hindamispiiri, kusjuuresmõõtmisi võib täiendada modelleerimisega piisava informatsiooni saamiseks

- Õhukvaliteedi hindamiseks võib kasutada mõõtmiste ja modelleerimiste kombinatsiooni neis piirkondades, kus saastetasemed on madalamad ülemisest hindamispiirist
- Õhukvaliteedi hindamiseks võib kasutada modelleerimist või objektiivset hindamist neis piirkondades, kus saastetasemed on madalamad alumisest hindamispiirist

Vääveldioksiidi alumine ja ülemine hindamispiir on vastavalt 40% ja 60% 24 tunni piirväärtusest ehk 50 µg/m^3 ja 75 µg/m^3, mida aastas ei või ületada rohkem kui kolmel korral. Lämmastikdioksiidi alumine ja ülemine hindamispiir on vastavalt 50% ja 70% 1 tunni piirväärtusest ehk 100 µg/m^3 ja 140 µg/m^3, mida aastas ei või ületada rohkem kui 18. korral ning 65% ja 80% aastasest piirväärtusest ehk 26 µg/m^3 ja 32 µg/m^3. PM_{10} alumine ja ülemine hindamispiir on vastavalt 50% ja 70% 24 tunni piirväärtusest ehk 20 µg/m^3 ja 35 µg/m^3, mida aastas ei või ületada rohkem kui 35. korral. PM_{10} aastakeskmise kontsentratsiooni jaoks kehtib alumine ja ülemine hindamispiir 20 µg/m^3 ja 28 µg/m^3, mis on vastavalt 50% ja 70% PM_{10} aasta piirväärtusest. CO alumine ja ülemine hindamispiir on vastavalt 50% ja 70% 8 tunni keskmisest piirväärtusest ehk 5 mg/m^3 ja 7 mg/m^3. Raskmetallide ja benseeni jaoks on hindamispiirid kehtestatud aastakeskmiste kontsentratsiooni põhjal (Tabel 15).

Tabel 15 Alumised ja ülemised hindamispiirid

Saasteaine	Alumine hindamispiir	Ülemine hindamispiir
Pb, aasta µg/m^3	0,25	0,35
As aasta ng/m^3	2,4	3,6
Cd aasta g/m^3	2,0	3,0
Ni aasta g/m^3	10	14
Benseen, aasta µg/m^3	2,0	3,5
SO_2, 24h, µg/m^3	50	75
NO_2 1h, µg/m^3	100	140
NO_2 aasta, µg/m^3	26	32
PM_{10} 24h, µg/m^3	25	35

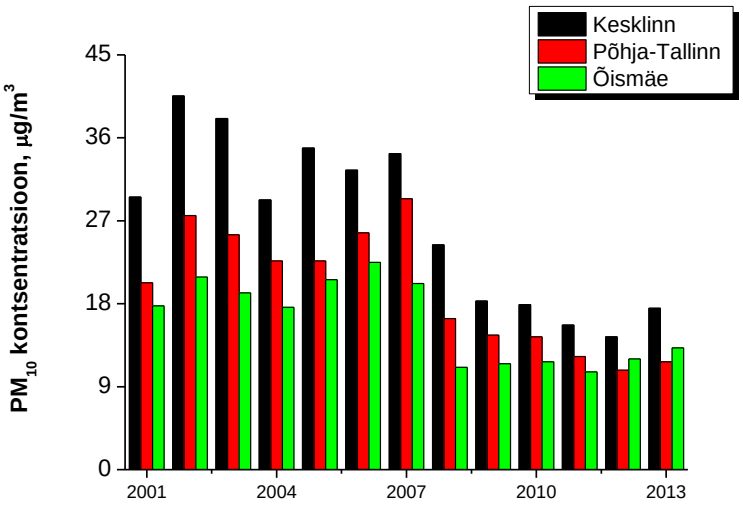
PM_{10} aasta, µg/m^3	20	28
CO, mg/m^3	5	7

Inimtervise seisukohast on kõige ohtlikum peenete osakeste sisaldus sissehingatavas õhus. Kui teiste ühendite puhul räägitakse minimaalsest kontsentratsioonidest, mis riski ei kujuta, siis erinevad uuringud ja Euroopa Komisjoni seisukoht näitavad, et peente osakeste puhul ei ole olemas vähimat ilma mingisuguse riskita saastetaset. Osakeste tasemeid kasvatab lisaks transpordile ka puuküttе osakaalu suurenemine muude kütteviiside (elekter, kütteõli jms) kallinedes. Kokku põhjustavad ülipeened osakesed välisõhus Eestis hinnanguliselt keskmiselt 600 varajast surma aastas, mis lähtuvalt erinevatest tegurites jääb usalduspiiride (95% CI=155–1061 juhtu) vahele. See teeb kokku 8 312 (2 234–14 608) kaotatud eluaastat aastas ning keskmine oodatava eluea kaotus elaniku kohta on ligi 5 kuud. Suurim oli oodatava eluea langus suuremates linnades nagu Tallinn, Tartu, Narva, Pärnu ja Kohtla-Järve ning mõnevõrra kõrgel Ida-Virumma piirkonnas üldiselt. Peale liikluse oli linnades väga oluliseks tervisemõju tekitajaks kohtkõte, Ida-Virumaal tööstus ning maapiirkondades teistest piirkondadest kohale kantud saaste. Peened osakesed välisõhus põhjustavad Eestis täiendavalt veel 312 (188–460) hin¬ga¬mis-teede ja 555 (358–706) südame-veresoonkonna hospitaliseerimise lisajuhtu aastas. Sotsiaalmajanduslikud väliskulud on 378 miljonit eurot aastas varajase suremuse ja 2 miljonit eurot hospitaliseerimiste tõttu. (Orru et. al., 2011).

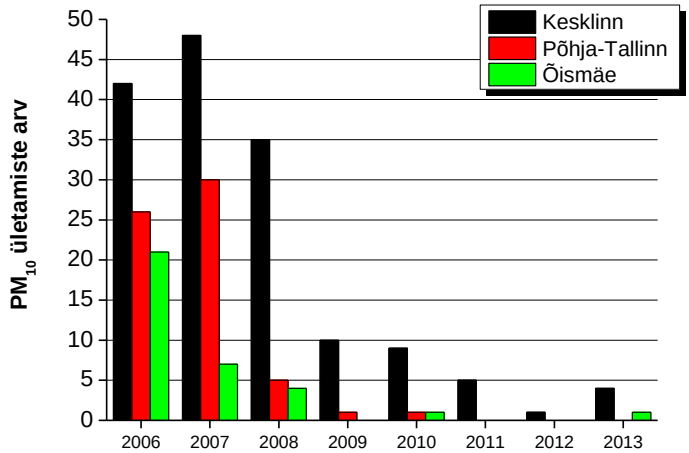
Kui vaadelda PM10 aastakeskmisi tasemeid Tallinnas alates aastast 2001, siis on täheldatav selge stabiilne vähenemistrend. Kuna PM10 koosneb erinevatest allikatest emiteeritud saasteainetest, siis on pigem vähenenud lokaalsete saasteallikate osakaal (eelkõige transport) ning viimastel aastatel pole esinenud olulise mõjuga piiriüleseid metsatulekahjude episoode. Olulise osa PM10-st linnakeskkonnas moodustab samas lokaalne kohtküte (eramute kütmine), mis moodustab summaarsest PM10-st ligikaudu 20% (Saare et al., 2013). Näiteks Tallinna välisõhu kvaliteeti mõjutavad peenosakeste suhtes enim järgmised allikad (olulisuse järjekorras):

1. Liiklus, sh osakeste resuspensioon teekattelt;
2. Olmekütmine
3. Kaugkanne (Saare et al., 2013).

Seega võiks välisõhu kvaliteedi parendamisel keskenduda antud saasteallikate mõju vähendamisele. Liikluse mõju vähendamisele suunatavad meetmed on suhteliselt kallid. Olmekütmise osas on toetatud teistes Põhjamaades näiteks vanade ja ebaefektiivsete küttekollete väljavahetamist ja renoveerimist riiklikul tasemel. Antud tegevuse toetamine omaks lisaks õhukvaliteedi ja sotsiaalmajanduslikule aspektile olulist positiivset mõju ka eramute tuleohutusele.



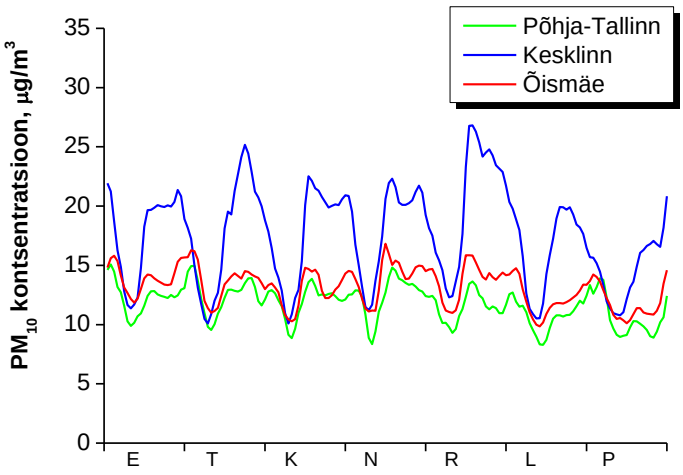
Joonis 111 PM10 aastakeskmine kontsentratsioon Tallinnas



Joonis 112 PM_{10} ületamiste arv aastate lõikes

Peente osakeste kontsentratsioon 2013. aastal on eelmise aastaga võrreldes kõigis linnaõhu seirejaamades kuigipalju tõusnud (Joonis 111), aastakeskmised sisaldused on vastavalt kesklinnas 17,5 µg/m^3, Põhja-Tallinnas 11,7 µg/m^3 ja Õismäel 13,2 µg/m^3-ni. Ööpäevakeskmise piirväärtuse ületamisi registreeriti 2013. aastal kokku 5, kesklinnas vastavalt 4 ja Õismäel 1 korral. (Joonis 112).

Peente osakeste sisaldusele kehtib välisõhus ööpäevakeskmine piirväärtus 50 µg/m^3, mida võib aasta jooksul ületada 35 korral. Sarnaselt teiste saasteainetega võib ka peente osakeste puhul jälgida teatud sõltuvust kellaajast ja liikluse intensiivsusest (Joonis 113). Samas on peentel osakestel ka muid emissiooniallikaid, sealhulgas ka looduslikud saasteallikad. Peente osakeste võimalikeks allikateks on näiteks eramute kütmine, teede liivatamisest ja soolamisest pärinevad osakesed, naastrehvide kasutamisest tingitud teekatte kulumine ja tolm, mis kevadel peale lume sulamist tuulega üles keerutatakse. Hetkel ei määrata riikliku seire raames loodusliku ja antropogeense saaste osakaalu tolmus ja ei uurita tolmusaaste päritolu. Küll on seda mõningal määral tehtud erinevate projektide käigus.



Joonis 113 PM_{10} nädalane käik Tallinnas

Hoolimata sellest, et peened osakesed pärinevad sageli mitmesugustest looduslikest allikatest, mida inimene otseselt oma tegevusega mõjutada ei saa, peetakse neid üheks peamiseks terviseriskide allikaks, kahjustades hingamisteid, ärritades silmi jne. Mida peenemad on osakesed seda suurem on ka tõenäosus nende jõudmiseks inimese organismi, mistõttu tuleb PM_{10} ja $PM_{2,5}$ sisaldusele välisõhus

eriliselt tähelepanu pöörata ja üritada maksimaalselt vähendada inimtegevuse tõttu välisõhku paisatava tolmu koguseid.

Vääveldioksiidi kontsentratsioonid ei ületanud 2013. aastal üheski mõõtepunktis kehtestatud piirväärtusi. Oluline saastetasemete langus oli täheldatav Õismäel, Põhja-Tallinnas, Narvas ja Tartus, Tallinna kesklinnas püsisid kontsentratsioonid eelmise aastaga samal tasemel ning Kohtla-Järve maksimaalsed õhusaastetasemed olid eelmise aastaga võrreldes märgatavalt kõrgemad. Üldiselt on Ida-Virumaal mõõdetud vääveldioksiidi kontsentratsioonid teiste piirkondadega võrreldes kõrgemad, mille põhjuseks on sealses piirkonnas paiknevate suurte tööstusettevõtete tegevus. Kui Tallinnas oli maksimaalne vääveldioksiidi tunnikeskmine kontsentratsioon kesklinna seirejaamas 48,8 µg/m^3, siis Kohtla-Järvel oli see 202,4 µg/m^3. Summaarse saastevoo graafikud näitasid selgelt Ida-Virumaalt pärit saasteainete suurt mõju kohalikule õhusaastatusele. Ehkki möödunud aastal piirväärtust ei ületatud, on saastatuse tasemed Kirde-Eestis suhteliselt kõrged, mistõttu on oluline, et tootmismahtude suurenemisel uueneks/täiustuks ka olemasolev tehnoloogia ning puhastusseadmed, et SO_2 emissioonid väheneksid nii tootmisettevõtetes kui elektrijaamades. Tallinnas ja Tartus pärineb SO_2 peamiselt transpordist, mõningal määral ka olmekütmisest. Praeguseks on vedelkütustele kehtestatud suhteliselt ranged väävlisisalduse normid, mille mõju kajastub ka seiretulemustes, aastakeskmised kontsentratsioonid on aastatega tunduvalt vähenenud, jäädes hetkel 1-2 µg/m^3 piiresse, v.a Kohtla-Järve, kus aastakeskmine vääveldioksiidi sisaldus oli 6,5 µg/m^3. 24 tunni keskmiste vääveldioksiidi kontsentratsioonide osas mõõdeti Kohtla-Järvel 7 alumist hindamispiiri (50 µg/m^3) ületavat kontsentratsiooni, aastas võib alumist hindamispiiri ületada kolmel korral, ülemist hindamispiiri (75 µg/m^3) ületati ühel korral.

Lämmastikdioksiidi peamiseks tekkeallikaks on transport. Transpordivahendite heitgaasidele esitatavad nõuded on karmistunud, uued autod on varustatud mitmeastmeliste katalüsaatoritega, mis peaks soodustama ka lämmastikdioksiidi tasemete vähenemist. Kuigi uute sõidukite emissiooninäitajad on paranenud ei pruugi see aga tähendada summaarse emissiooni vähenemist, kuna sõidukite koguarv näitab jätkuvalt kasvutendentsi. Seega sõltub üldise saastetaseme kasv või kahanemine nende kahe teguri vahekorrast. Võrreldes 2012. aastaga on Tallinnas ja Tartus saastetasemed tõusnud, samas Narvas ja Kohtla-Järvel NO_2 tasemed langenud või püsinud eelmise aastaga samal tasemel. Tunnikeskmiseid piirväärtusi ei ületatud üheski mõõtepunktis. Alumise hindamispiiri 100 µg/m^3 ületamisi mõõdeti nii Tallinnas kui ka Tartus, Narvas ja Kohtla-Järvel püsisid tunnikeskmised kontsentratsioonid alumisest hindamispiirist madalamal.

Osooni kontsentratsioon on reeglina väiksem suurema liiklusega piirkonnas, sest õhus on rohkem osooniga reageerivaid ühendeid (NO_x, lenduvad orgaanilised ühendid). Lisaks sõltub osooni kontsentratsioon eeldusainete piisava taseme olemasolul peamiselt päikesekiirguse intensiivsusest, mistõttu on osooni hulk õhus suurem päevasel ajal ja madalam öösel, suurem kevad-suvisel perioodil ning madalam sügisel ja talvel. Lämmastikdioksiidi kontsentratsioonide suurenemine 2013. aastal eeldaks vastavalt madalamaid osooni sisaldusi vastavates seirepunktides, tegelikkuses oli märgatav osooni saastetasemte tõus kõigis linnaõhu seirejaamades. Aasta jooksul mõõdeti 4 8 h keskmisest sihtväärtusest kõrgemat kontsentratsiooni, Tartus ja Narvas 1 ning Kohtla-Järvel 2. Aastakeskmine osooni sisaldus linnades jääb vahemikku 47 - 57 µg/m^3.

Süsinikoksiidi üheks olulisemaks emissiooniallikaks on transport. Transpordi kõrval on süsinikoksiidi tähtsaks allikaks eramute kütmine - eelkõige tahkekütusega nagu puit või süsi. Süsinikoksiidi tasemed on linnades madalad ning lähitulevikus ei ole ette näha süsinikoksiidi saastetasemete olulist suurenemist ja saastetaseme piirväärtuse ületamisi. Kuna 2004 aastal jõustus süsinikoksiidi 8 tunni keskmine piirväärtus 10 mg/m^3 ja kaotasid kehtivuse senised 1 ja 24 tunni piirväärtused (vastavalt 5 ja 3 mg/m^3), siis uus piirväärtus vähendab ületamiste võimalikkust veelgi. Süsinikoksiidi sisalduse vastavusega piirväärtusele ühegi seirejaama andmetel probleeme polnud. Keskmine süsinikoksiidi sisaldus välisõhus on võrreldes eelmise aastaga püsinud samal tasemel ning jääb vahemikku 0,20-0,30 mg/m^3, kõrgeim maksimaalne kaheksa tunni keskmine kontsentratsioon mõõdeti Põhja-Tallinnas 3,05 mg/m^3 ja Tartus 3,04 mg/m^3. Kõikides seirejaamades jäid CO sisaldused alumisest hindamispiirist madalamaks.

Inimtervise seisukohast on kõige ohtlikum peenete osakeste sisaldus sissehingatavas õhus. Kui teiste ühendite puhul räägitakse minimaalsest kontsentratsioonidest, mis riski ei kujuta, siis erinevad uuringud ja Euroopa Komisjoni seisukoht näitavad, et peente osakeste puhul ei ole olemas vähimat ilma mingisuguse riskita saastetaset. Tolmu tasemeid kasvatab lisaks transpordile ka puuküttе osakaalu suurenemine muude kütteviiside (elekter, kütteõli jms) kallinedes. Peente osakeste sisaldusele kehtib välisõhus ööpäevakeskmine piirväärtus 50 µg/m^3, mida võib aasta jooksul ületada 35. korral. Peente osakeste ööpäevakeskmist piirväärtust ületati 2013. aastal Tallinna kesklinnas 4, Õismäel 1, Tartus 3 ja Kohtla-Järve seirejaamas 7 korda. Enamus linnades ületati ka peentele osakestele kehtestatud alumist (25 µg/m^3) ja ülemist hindamispiiri (35 µg/m^3). Aastakeskmine peente osakeste sisaldus jäi olenevalt seirejaamast 11 - 17 µg/m^3 piiresse. Kuna osakeste emissiooniallikad võivad olla nii looduslikud kui inimtekkelised, siis oleks vaja ka osakeste päritolu hindamine ja

keemilise koostise ning fraktsioonilise jaotuse määramine. Riiklikku seire põhjal saab ainult oletada osakeste päritolu, oletades, et linnaõhus mängivad enim rolli inimtekkelise iseloomuga allikad nind taustaaladel looduslikud allikad. Samas on näiteks eriti peente osakeste ($PM_{2,5}$) maksimaalseid ja keskmiseid kontsentratsioone vaadates täheldatav küllaltki väike tasemete vaheline erinevus linna – ja taustaalade õhus, mis viitab ka kaugkande suurele osakaalule või ka looduslike allikate osatähtsusele linnas ning antropogeensete allikate mõjule foonialadel. Hetkel ei määrata riikliku seire raames loodusliku ja antropogeense saaste osakaalu, mis on oluline just maapiirkondades osakeste kontsentratsioonide mõõtmisel, sest vastavalt EL direktiivile on piirväärtust ületavatele kontsentratsioonidele tehtud mõningaid mööndusi, juhul kui on tõestatav saaste looduslik päritolu. Tolmu terviseohtlikkust hinnates on oluline teada, milliseid keemilisi ühendeid see sisaldab. Tolmu keemilist koostist raskmetallide ja polütsükliliste aromaatsete süsivesinike osas hinnatakse Tallinnas Õismäel, Tartus, Narvas ja Kohtla-Järvel ning taustajaamadest Lahemaal.

Õismäel 2006. aasta keskpaigast ning Tartus, Narvas ja Kohtla-Järvel 2011. märtsi lõpust/aprilli algusest alustatud raskmetallide (Pb, As, Cd, Ni) ja benso(a)püreeni kontsentratsioonide määramine peentolmu fraktsioonist, annab piisava ülevaate nimetatud ühendite saastetasemetest antud linnades. Mõõtmised on näidanud, et kui 2008. aastal täheldati Õismäel raskmetallide sisalduse suurenemist tolmu fraktsioonis, siis 2009. - 2011. aastal on kontsentratsioonid jälle langenud, v.a arvatud nikli sisaldused, mis 2011. aastal näitasid kerget kõrgenemist. Kui 2012. aasta seiretulemused näitasid raskmetallide sisalduse suurenemist kõigis seirejaamades, siis 2013. aasta mõõtmiste põhjal on arseeni ja kaadmiumi saastetase vähenenud, see-eest nikli ja plii aastakeskmsed kontsentratsioonid on märgatavalt tõusnud Tallinnas Õismäel ja Narva seirejaamas. Kuna raskmetallide sisaldused on pidaves kõikumises, on põhjendatud ka korrapärane raskmetallide sisalduse analüüsimine tolmust, et järjepidevalt andmeridu täiendada ning seeläbi saada infot tolmu keemilise koostise muutumisest aja jooksul. Polütsükliliste aromaatsete süsivesinike ja benso(a)püreeni aastakeskmised sisaldused enamikes jaamades vähenenud, v.a Narva, kus saastetasemed on võrreldes eelmise aastaga tõusnud. Aastakeskmised arseeni, plii, nikli ja kaadmiumi kontsentratsioonid vastavaid piir- või sihtväärtusi linnaõhu seirejaamades 2013. aastal ei ületanud, see-eest benso(a)püreeni aastakeskmine sisaldus Tartus oli kõrgem kui kehtiv aastakeskmine sihtväärtus.

Õhukvaliteet on probleemseim Ida-Virumaal, eelkõige Kohtla-Järve linnas teatud spetsiifiliste saasteainete osas, suurimateks mõjutajateks sealne põlevkivitööstus ning keemiatööstus. Kui 2007.

aastast oli märgatav vesiniksulfiidi kontsentratsioonide märkimisväärne vähenemine, siis 2010. ja 2011. aastal on ületamiste arv uuesti suurenenud. ehkki maksimaalsed tunnikeskmised sisaldused jäävad endiselt 20 – 30 µg/m^3 piiresse. 2013. aasta näitas seevastu mõningast välisõhu seisundi paranemist, aasta jooksul registreeriti 16 tunnikeskmist piirväärtust ületavat kontsentratsiooni, kõrgem neist 16,2 µg/m^3. Ööpäeva lõikes vastavad mõõdetud 24 h keskmised kontsentratsioonid Kohtla - Järvel piirväärtusele, seda nii pidevmõõtmiste kui märgkeemiliste mõõtmiste põhjal. Narvas teostatud märgkeemia analüüside põhjal ületas vesiniksulfiidi ööpäevakeskmine saastetase piirväärtust 3. korral. Lisaks vesiniksulfiidile on probleeme jätkuvalt ka fenooli sisaldustega, Kohtla-Järvel mõõdeti Järveküla teel ja Kalevi tänaval kokku 23 24 h piirväärtuse ületamist, maksimaalne kontsentratsioon oli linnaõhus olenevalt mõõtekohtast 6,96 ja 4,86 µg/m^3. Narvas oli fenooli 24 h piirväärtuse ületamisi 20, kusjuures maksimum oli 11,4 µg/m^3. Ööpäevkeskmise piirväärtuse ületamiste arv 2013. aastal vähenes märgatavalt nii Kohtla-Järvel kui ka Narvas. Ammoniaagi osas näitasid Kohtla-Järve pidevmõõtmised automaatanalüsaatoriga maksimaalse tunnikeskmise kontsentratsiooni olulist tõusu 44 µg/m^3 –lt 137 µg/m^3 –ni, sealhulgas registreeriti 1 ööpäevakeskmist piirväärtust ületav ammoniaagi sisaldus. Märgkeemilised mõõtmised andsid maksimaalseks ööpäevakeskmiseks ammoniaagi tulemuseks 102,5 µg/m^3 ning kokku mõõdeti 14 piirväärtust ületavat kontsentratsiooni. Narvas mõõdeti märgkeemia meetodil aasta jooksul 51 24 h piirväärtust ületavat NH_3 sisaldust, maksimaalne neist 142,3 µg/m^3.

8.1 Piiriülene õhusaaste

Kaugkanne omab olulist mõju välisõhu kvaliteedile, kuna kaugkandega saabuv saastevoog võib sageli lokaalse saastega kombineerudes põhjustada kohalike piirväärtuste ületamisi. Andmed saasteainete heitkoguste kohta ehk millisest riigist ja kui palju saastet Eestisse jõuab ning kui palju Eestist omakorda teistesse riikidesse jõuab, on saadaval EMEP MSC-W kodulehel. Piiriülese õhusaaste ja ENMAK stsenaariumite kontekstis on oluline jälgida PM2.5 piiriülest kannet, kuna antud saasteaine näol on tegemist muu hulgas teisi ohtlikke ühendeid (PAH, HCB, PCDD/F) kandva saasteainega.

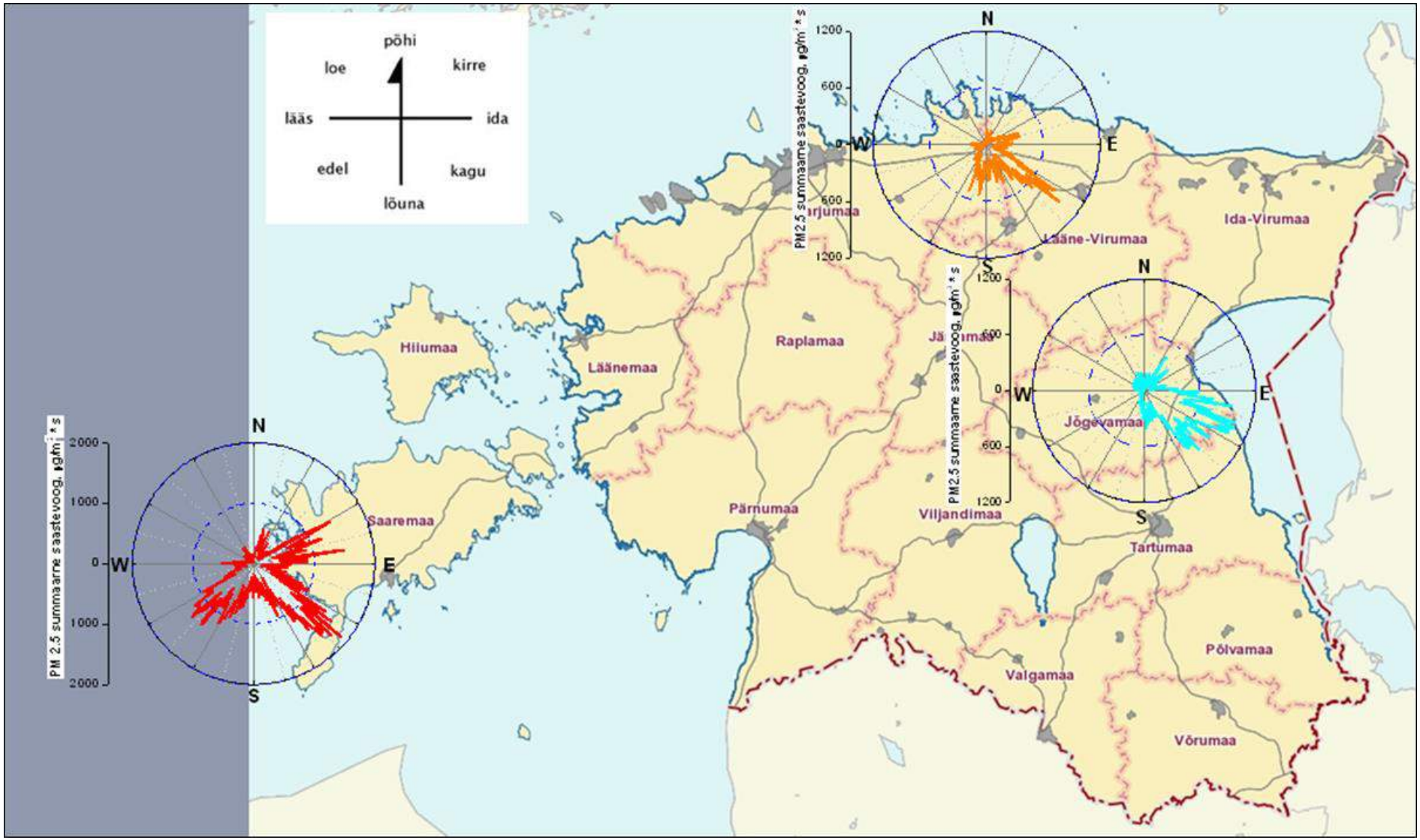
Eesti summaarsest PM2.5 heitkogusest olid 2004-2010. a. 62-91% kaugkandest põhjustatud, olulisemad riigid kust Eestisse PM2.5 kandub on Venemaa, Ukraina, Poola ja teised Lääne-Euroopa riigid. Loomulikult mõjutab ka Eestis siseriiklikult emiteeritavad PM2.5 heitkogused teisi riike, eelkõige lähinaabreid nagu Soomet ja Venemaad. Kuna kõigi stsenaariumite PM2.5 antropogeensed

heitkogused vähenevad, siis peaks olukord ka PM2.5 piiriülese kande osas pigem paranema ning mõju võrreldes tänasega oluliselt vähenema.

Alates 2009. aastast on Eesti kohta koostatud $PM_{2.5}$ voograafikuid, mis näitavad, millisest suunast summaarselt kõige rohkem saastet pärineb. 2009. ja 2010. aasta voograafikud on esitatud vastavalt Joonis 114 **ja** Joonis 115.

Joonis 114 on näha, et 2009. aastal on Vilsandile tulnud kõige enam saastet Lääne-Euroopast, Saarejärvele Ida-Euroopast ning Lahemaale nii lõuna- kui ka põhjakaarest. 2010 .aastal on $PM_{2.5}$ osas olnud Vilsandil ülekaalus nii Lääne-Euroopast kui ka kirdesuunast pärit saaste. Lahemaal ja Saarejärvel on enim $PM_{2.5}$ koguseid pärit kagusuunast (Joonis 115).

Joonis 114 $PM_{2.5}$ summaarne saastevoog taustajaamades aastal 2009



Joonis 115 PM2.5 summaarne saastevoog taustajaamades aastal 2010

9 Edasised välisõhu seire alased tegevused

Välisõhu seire valdkonnas tuleb kindlasti säilitada olemasolevat seirevõrgustikku ning täiustada seda vastavalt vajadusele. Kui seni olemasolev seirevõrk vastab Euroopa Liidu miinimutingimustele, siis edaspidi tuleks arendada seirevõrku lisaks Euroopa Liidu direktiivide nõuetele ka siseriiklikest probleemidest lähtuvalt. See tähendab eelkõige ettevõtete ja kohalike omavalitsuste aktiivsemat kaasamist välisõhu seire korraldamisse. Seni toimub enamus seirest riigi rahastamisel, kuid peaks otsima võimalusi ka KOVide kaasamiseks, kuna kohalikul tasemel on KOVi roll oluliselt tähtsam ning operatiivsem. Lisaks tuleb senisest aktiivsemalt kaasata ettevõtteid, kes on piirkonna olulisemad saastajad, seiretegevusse ning senise pistelise seire asemel tuleks soodustada pidevseire teostamist, kuna see annab oluliselt parema ülevaate õhukvaliteedist. Eesti välisõhu kvaliteedi seirevõrgu praegune olukord vastab üldjoontes õhukvaliteedi direktiivi 2008/50/EÜ ja 2004/107/EÜ miinimumnõuetele, samas ei täideta ka hetkel mõningaid direktiivide nõudeid. Seega tuleks esmajärjekorras tagada antud nõuete täitmine ning seejärel asuda seirevõrgu edasise arendamise kallale. Alljärgnevalt on toodud mõningad vajakajäämised olemasolevas seirevõrgus ja määratavates parameetrites

1. Direktiivi 2004/107/EÜ III lisa sätestab proovivõtukohtade arvu määramise kriteeriumid välisõhus sisalduva arseeni, kaadmiumi, nikli ja benso(a)püreeni kontsentratsioonide statsionaarsete mõõtmiste teostamiseks. Praktikas tähendab see seda, et kui tasemed ületavad alumist hindamispiiri, siis vastavas piirkonnas vajalik seire. Eesti puhul tähendaks see mõõtmisi Kohtla-Järvel, Põhja-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkonnas vähemalt ühes mõõtepunktis. Näiteks 2006 a. pistelised mõõtmised näitasid, et Ni tasemed ületavad Lõuna-Eesti piirkonnas ülemist hindamispiiri. 2007 a. pistelised mõõtmised näitasid, et Ni tasemed ületavad Lõuna-Eesti ja Põhja-Eesti piirkonnas ülemist hindamispiiri. Lisaks ületas BaP tase Põhja-Eesti piirkonnas ülemist hindamispiiri. Samuti täheldati 2012. a. 26 linna välisõhu mõõtmiste käigus kõrgeid Ni tasemeid. Seega tuleks korraldada Lõuna-Eestis pikemaajalisem raskmetallide pisteline seire ning saadud tulemuste puhul otsustada raskmetallide edasine seiremaht.
2. Direktiivi 2008/50/EÜ artikkel 6 punktid 1- 6 ja V lisa sätestavad, et vastavalt tegelikele saastatuse tasemetele tuleks teha mõõtmisi Põhja-Eesti ja Lõuna-Eesti piirkondades. Samuti Tallinnas ja Kohtla-Järvel. Kõigis piirkondades ja linnastutes, kus lõikes 1 viidatud saasteainete tase ületab nende saasteainete ülemist hindamispiiri, tuleb välisõhu kvaliteedi

hindamiseks kasutada statsionaarseid mõõtmisi, et saada piisavalt teavet välisõhu kvaliteedi ruumilise jagunemise kohta, võib neid statsionaarseid mõõtmisi täiendada modelleerimismeetodite ja/või indikaatormõõtmistega. Sõltuvalt tegelikust kontsentratsioonist tuleb mõõta Tallinnas kuni 3 mõõtepunkti (täidetud), Kohtla-Järvel kuni 2 mõõtepunkti (täidetud kuna 1 punktis mõõdetakse PM10 ja PM2.5) ja Lõuna-Eesti linnastus kuni 3 mõõtepunkti (Tartu seirejaamas mõõdetakse PM10 ja PM2.5, puudu üks seirejaam). Lõuna-Eestist on puudu 1 seirejaam, mis arvestades elanikkonna paiknemist ja õhusaaste olukorda, võiks paikneda Pärnu linnas.

3. Direktiivi 2008/50/EÜ artikkel 6 punkt 5 ja IV lisa kohaselt tuleb lisaks lõigetes 2, 3 ja 4 nimetatud hindamistele tuleb teostada mõõtmised suurtest õhureostusallikatest eemal asuvates maakeskkonna taustapiirkondades, mis annaksid teavet vähemalt tahkete osakeste (PM2.5) aastase keskmise kogu massikontsentratsiooni ja keemilise koostise kontsentratsioonide kohta, ning need tuleb läbi viia järgmistest kriteeriumidest lähtuvalt:
    a. iga 100 000 km 2 kohta tuleb rajada üks proovivõtukoht:
    b. iga liikmesriik rajab vähemalt ühe mõõtejaama, ent liikmesriigid võivad selleks, et saavutada vajalik mõõtejaamade arv ning nendevaheline vahemaa, naaberliikmesriigiga kokkuleppel rajada ühe või mitu ühist mõõtejaama, mis hõlmavad naaberpiirkondi;
    c. vajaduse korral koordineeritakse järelevalvet õhusaasteainete kauglevi seire ja hindamise Euroopa koostööprogrammi (EMEP) seirestrateegia ja mõõtmisprogrammi abil.

    Praktikas tähendab see seda, et peab olema vähemalt 1 proovivõtukoht foonialal PM2.5 massikontsentratsiooni ja keemilise koostise määramiseks. PM2.5 fraktsioonis on vaja määrata: EC, OC, Na^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, NH^{4+}, SO_4^{2-}, Cl^{-}, NO_3^{-}. Hetkel on tagatud PM2.5 fraktsioonist vaid EC/OC (element ja orgaaniline süsinik) määramine, muu ioonilise koostise määramine pole hetkel riikliku seire raames tagatud.

Oluline on, et vähemalt õhukvaliteedi direktiivide miinimumnõudes oleksid korrektselt täidetud, olulisem neist on ühe täiendava seirejaama paigaldamine Lõuna-Eesti piirkonda, soovitavalt Pärnu linna (Pärnu linn kuulub õhukvaliteedi jaotuse kohaselt Lõuna-Eesti piirkonda).

Vaadates Euroopa Liidu õhukvaliteedi alaseid arenguid on ilmselge, et üheks olulisemaks teemaks on osakeste (Particulate matter) seire ning heitkoguste vähendamine. Kui seni seiratakse kohustuslikus

korras PM10 ja PM2.5 massikontsentratsioone, siis on vaid aja küsimus kui seiresse lisandub PM peenemad fraktisoonid ning massikontsentratsioonile lisaks või asemel ka osakeste numberkontsentratsiooni mõõtmine. Lisaks on ette näha lähiaastatel uusi nõudeid peenete ja eriti peenete osakeste keemilisel analüüsimisel. Peeneid ja eriti peeneid osakesi peetakse inimeste tervisele kõige suurema mõjuga välisõhu saaste probleemiks. Sellest tulenevalt on vajalik seirejaamades kasutatavate analüüsimetoodikate täiendamine eelkõige kõrge ajalise resolutsiooniga osakeste keemilise koostise analüsaatorite osas. Välisõhu seire osas tähendab see eelkõige seda, et olulisemaks muutub osakeste keemilise koostise määramine peenfraktisoonist ning kõigi eelduste kohaselt saab see toimuma reaalajas, kuna juba tänasel päeval on üle Euroopa kävitunud Actris (Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure Network) võrgustik, kus muu hulgas mõõdetakse reaalajas osakeste (PM1.0) keemilist koostist (orgaanika, SO4, NH4, NO3, Chl) aerosool-mass-spektromeetritega (ACSM, Aerosol Chemical Speciation Monitor) vähemalt 30 minutilise resolutsiooniga. Eestist osaleb Actris ACSM võrgustiku töös Eesti Keskkonnauuringute Keskus ning hetkel teostatakse ACSM mõõtmisi Tartu Kalevi tn seirejaamas.

Lisaks on järjest olulisemaks muutumas osakestest orgaanilise ja elementsüsiniku (EC/OC) ning tahma (BC, black carbon) reaalajas määramine. Eestis on hetkel 2 EC/OC seadet (1 Lahemaal, 1 mobiilses seirejaamas), 1 etalomeeter ning lähiajal soetab Eesti Keskkonnauuringute Keskus veel 2 EC/OC seadet ja 1 etalomeetri. Antud parameetrite operatiivne ja reaalajas seire on oluline, kuna see võimaldab hõlpsasti määrata põlemisprotsessidest pärinevate osakeste osakaalu osakeste üldises massis. Teadusuuringute põhjal on selgunud, et inimtervisele omavad kahjulikumat mõju just põlemisprotsessidest pärinevad osakesed, kuna seal sisaldub rohkesti kahjulikke orgaanilisi ühendeid. Ideaaljuhul võiks igas seirejaamas toimuda lisaks EC/OC ja BC mõõtmine. Black carbon (BC), tahm e. must süsinik tekib hapnikuvaeses keskkonnas põlemisprotsesside tagajärjel. BC näol on tegemist üliväikeste osakestega, mille keskmine suurus jääb ca 30 nm juurde. BC on oluline nii kliimamuutuste kui lokaalse õhukvaliteedi seisukohast. BC on suure valguse neeldumisvõimega, sellest tulenevalt võib BC mõjutada oluliselt maailma kliimat. Lisaks vähendab BC maakera albeedot, mis omakorda mõjutab otseselt jää- ja lumikatte sulamist. Õhukvaliteedi seisukohalt on BC oluline, kuna see pärineb mittetäielikust põlemisprotsessist ning sellest tulenevalt sisalduvad BC mitmesugused kantserogeensed ja mutageensed orgaanilised ühendid (PAH, HCB, PCDD/F). Lähtudes BC olulisest rollist nii kliimamuutuste kui õhukvaliteedi osas, tuleb lähiajal kindlasti täiustada seirevõimekust antud komponendi reaalajas määramise osas. Igas tiheasustusega piirkonnas (Tallinn, Tartu, Kohtla-Järve, Narva, Pärnu) ja foonialadel (Vilsandi, Lahemaa, Saarejärve) tuleks määrata BC sisaldust automaatanalüsaatoritega ning tulemused peaksid olema reaalajas kättesaadavad.

Kuna peenosakestega seotud seire muutub üha aktuaalsemaks ning seires kasutatavate peenosakeste mõõte- ja analüüsiseadmete arv Eestis kasvab, siis muutub üha aktuaalsemaks ka osakeste kalibreerimisvõimekuse tõstmine. Tänasel päeval on see riikliku seire raames puudulikult kaetud ning peenosakeste rahvusvahelisi võrdlusmõõtmisi teostatakse riikliku seire raames vaid Eesti Keskkonnauuringute Keskuse eestvedamisel. WHO ja EL poolt prioriteetseteks klassifitseeritud peente osakeste (sealhulgas nanoosakeste) mõõtmiste täpsus ei vasta tänasel päeval nõutavale tasemele ja pole tagatud analüüsitulemuste jälgitavus primaarstandarditeni. Ilma vastava taristuta pole võimalik teostada nõutavaid mõõte- ja analüüsiseadmete kalibreerimisi. Praktikas tähendab see vajadust osakeste kalibreerimiskeskuse järele.

Lisaks tuleb olemasoleva välisõhu seire raames tagada, et kõik mõõtetulemused oleksid avalikud ja neile oleks tagatud operatiivne ligipääs. Riikliku seire ja enamuse ettevõtete omaseire andmed on ka hetkel avalikud ja kättesaadavad Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi kaudu (http://airviro.klab.ee/seire/airviro/). Siiski on Eestis mõningad ettevõtted, kes oma välisõhu seireandmeid ei avalikusta (keskkonnaloaga on nõutud omaseire) antud portaali kaudu vaid teevad seda iga kvartali lõpus aruannete näol. Taoline andmeedastuviis ei vasta õhukvaliteedi seire seisukohast tänapäevasele tasemele ega taga pidevseire tegelikku eesmärki, kuna seireandmeid on vaja saada operatiivselt ning langetada selle alusel otsuseid.

Järgmine probleemkoht on suurte põletusseadmete (olulised saastajad ka ENMAK mõistes) omaseire andmete avalikustamine Keskkonnaministeeriumile. Nimelt on suurtel põletusseadmetele (üle 100 MW) kohustus teostada korstnasisest pidevseiret ning tagada vastavus korstnasisestele piirväärtustele, mis on kehtestatud tööstusheite direktiiviga. Reaalsuses tähendab see seda, et käitis küll teostab seiret, kuid andmed esitatakse viibega Keskkonnaametile. Antud juhul on analoogselt välisõhu kvaliteedi seirega oluline andmete operatiivne edastus ning vastavuse kontroll kehtestatud piirväärtustele. Lisaks on võimalik antud andmeid kasutada Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi (EÕJS) automaatmodelleerimisel ning seeläbi hinnata suurte põletusseadmete tegelikku panust välisõhu kvaliteedile. EÕJS-is on sisuline ja tehniline valmisolek andmete vastuvõtuks ja edasiseks töötlemiseks olemas.

Lisaks välisõhu seirele on Eestil kohustus vähendada teatavate saasteainete heitkoguseid. 2012. aastal lepiti piiriülese õhusaaste kauglevi konventsiooni hapestumise, eutrofeerumise ja troposfääriosooni vähendamise protokolli läbirääkimistel õhusaasteainete heitkoguste vähendamise

eesmärgid aastaks 2020 võrreldes baasaastaga 2005. Eesti indikatiivsed heitkogused ja vähendamisprotsendid on järgmised:

- SO2 – vähenemine 32%, st indikatiivne piirkogus aastal 2020 on 51,9 tuhat tonni
- NOx – vähenemine 18%, st indikatiivne piirkogus aastal 2020 on 29,4 tuhat tonni
- PM2,5 – vähenemine 15%, st indikatiivne piirkogus aastal 2020 on 16,9 tuhat tonni
- LOÜ – vähenemine 10%, st indikatiivne piirkogus aastal 2020 on 37,1 tuhat tonni
- NH3 – vähenemine 1%, st indikatiivne piirkogus aastal 2020 on 9,7 tuhat tonni

2014. aastal jätkuvad EL õhupaketi läbirääkimised, mille raames võetakse need eesmärgid üle EL õigusaktidesse ning soovitakse kokku leppida edasised üsna ambitsioonikad heite vähendamise kohustused liikmesriikidele ka aastaks 2030.

Keskkonnaministeeriumi tellimusel teostas Eesti Keskkonnauuringute Keskus 2012 välisõhu kvaliteedi mõõtmisi 26 Eesti linnas (Maasikmets et. al, 2013) ning antud uuringu käigus pakuti välja ka valdkondlikud leevendusmeetmed (Tabel 16) õhukvaliteedi parendamiseks. Antud meetmed sobivad ka ENMAKi eesmärkide elluviimiseks. Igale valdkonnale tuleb leida konkreetne vastutaja ning lähutvalt sellest koostada konkreetsed tegevuskavad meetmete rakendamiseks ning efektiivsuse kontrolliks.

Tabel 16 Linnakeskkonna peamised saasteallikad, koos heitkoguste kontrollimeetmetega

Saasteallikas	Heitkoguste reguleerimisel kasutatav meede
Transpordisaaste	1. Sõidukite tehnoseisundi regulaarse ja pistelise kontrolli tõhustamine 2. Kütustele kehtestatud keskkonnanõuete täitmise kontrollimine 3. Naastrehvide kastusaja piiramine 4. Sõidukite liikumise piiramine kõrgenenud saasteepisoodide korral 5. Piirkiiruse reguleerimine 6. Ühtlase liiklusvoo tagamine 7. Teede hea seisukorra tagamine 8. Keskkonnasõbralike sõidukite eelistamine

	linnaliikluses parkimiskorralduse kaudu 9. Müratõkete ehitus 10. Raskeliikluse ümbersuunamine linnakeskusest
Olmeküte	1. Soovituslikud nõuded olmekütte ahjude ehitamisel 2. Kvaliteetse kütuse kasutamine 3. Küttesüsteemide regulaarne puhastus 4. Kaug- ja olmekütte piirkondade kehtestamine planeeringutel 5. Korraldatud jäätmevedu, komposteerimise propageerimine 6. Aiaprahi põletamiskeeld
Tööstus	1. Saasteainete heitkoguste reguleerimine keskkonnalubadega, sh heitkoguste maksustamine 2. Parima võimaliku tehnika rakendamine, sh keskkonnalubadega reguleerimata valdkondades
Muud hajusallikad (ehitustegevus, tühermaad)	1. Ehitustegevuses tolmavate pindade niisutamine, katmine 2. Tühermaade haljastamine 3. Ehitusobjektidel tolmukatete kasutamine 4. Ehitusobjektidelt ja karjääridest tänavatele liikuvate sõidukite rehvide pesu 5. Kallurveokitel puistekaupade käitlemisel koormakatete kasutamine 6. Tänavate regulaarne puhastus ja korrashoid
Episoodilised saasteallikad (põlengud, lõhkamistööd)	1. Lõhkamistööde reguleermine keskkonnalubade kaudu 2. Maastikupõlengute ennetamine teavitustöö ja maastike hooldamise kaudu

10 Kokkuvõte

Saasteainete heitkogused arvutati eraldi kolmes alamvaldkonnas: elektritootmine, soojavarustus, põlevkiviõli tootmine. Valdkondades arvutati heitkogused erinevatele stsenaariumitele. Elektritootmisel oli 5 stsenaariumit (Liberal, Liberal+, RE Focus, Oil Shale BAU ja RE++), soojavarustusel 3 stsenaariumit (Kaugkütte stsenaarium, Reaalne stsenaarium ja Energiaühistu stsenaarium) ning põlevkiviõli tootmisel samuti 3 stsenaariumit (15 miljoni tonni stsenaarium, 20 miljoni tonni stsenaarium ja 25 miljoni tonni stsenaarium).

Elektritootmisel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2 ja $PM_{2.5}$ heitkogused. Soojavarustusel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, LOÜ ja HCB heitkogused. Põlevkiviõli tootmisel arvutati välja kasvuhoonegaaside (CO_2, CH_4 ja N_2O), NO_x, SO_2, $PM_{2.5}$, LOÜ, H_2S ja PAH heitkogused.

Vastavalt otsusele 406/2009/EÜ võivad Eesti KHG heitkogused suureneda non-ETS sektorites maksimaalselt 11% ajaperioodil 2013-2020 võrreldes 2005. aastaga. Eestile on paika pandud ka iga-aastased AEA (*Annual Emission Allocation*) kogused, mida non-ETS sektorites ületada ei tohi. Need kogused on toodud välja all olevas tabelis.

Tabel 17 Eestile lubatud AEA kogused perioodil 2013-2020, tuhat tonni CO_2 ekvivalenti

Aasta	AEA kogus
2013	6111,145
2014	6133,643
2015	6156,142
2016	6178,641
2017	6201,140
2018	6223,638
2019	6246,137
2020	6268,636

Energiamajanduse arengukava raames ei vaadelda põllumajandussektorit ega jäätmesektorit, mis on täielikult non-ETS sektorid. Non-ETS sektorite hulka kuuluvad elektritootmise, soojatootmise ja transpordi heitkogused. Kuna erinevates valdkondades on erinevad stsenaariumid, siis ühte koond non-ETS prognoosinumbrit välja tuua ei saa.

2020. aasta non-ETS heitkogustes stsenaariumite kombineerimisel tuleb kõige väiksem tulemus 3 172 947 tonni CO2 ekvivalenti (mitmel kombinatsioonil: Liberal+Energiaühistu+TP_EE; Liberal++Energiaühistu+TP_EE; REFocus+Energiaühistu+TP_EE; Liberal+Reaalne+TP_EE; Liberal++Reaalne+TP_EE; REFocus+Reaalne+TP_EE) ja kõige suurem tulemus 3 931 907 tonni CO2

ekvivalenti (elektritootmisel Oil Shale BAU, soojatootmisel Kaugkütte ja transpordis BAU stsenaariumid).

Kuna vastavalt otsusele 406/2009/EÜ võivad Eesti non-ETS heitkogused tõusta 11% võrreldes 2005. aastaga ning enamik ENMAKi poolt hõlmatud sektorite stsenaariumite heitkoguste prognoosid näitavad pigem non-ETS heitkoguste langust, siis seetõttu võib väita, et Eestil ei tohiks non-ETS heitkoguste eesmärgiga probleeme tekkida.

Saasteainete hajumisarvutustel kasutati Eesti õhukvaliteedi juhtimissüsteemis sisalduvaid heitkoguste andmebaase (keskkonnaluba omavate käitiste heitkogused OSISe kaudu, kodumajapidamised e. kohtküte, transport), seireandmeid ning Euleri advektsiooni-difusiooni võrgustikmudelit. Saasteainete hajumisarvutused teostati 2012. a. ja 2030. a. miinimum- (min) ja maksimumstsenaariumi (max) kohta. Hajumisarvutuste tulemuste kaartide väärtusvahemike leidmiseks kasutati "Jenks'i Natural Breaks" ehk loomulike vahemike algoritmi. See algoritm leiab vahemikud nii, et vahemike vaheline varieeruvus oleks maksimaalne ja väärtusvahemiku sisene varieeruvus minimaalne. Seega ei pruugi hajumiskaardil olev punane värvus tähendada automaatselt piirväärtuse ületamist. **Hajumisarvutuste tulemusi tuleb alati vaadelda koos Tabel 12 toodud saasteainete piir- ja sihtväärtustega.**

Kohtküte ja muu lokaalküte valdkonnad emiteerivad märkimisväärse koguse PM2.5, PAH ja HCB Eesti aastastest heitkogusest ning sellest tulenevalt tuleks antud heitkoguseid sektorites vähendada. Seda enam, et **Eesti juba käesoleval hetkel ületab PAHi ja HCB Genfi piirülese õhusaaste kauglevi konventsiooni raames sätestatud piirkoguseid.**

Oluline on, et vähemalt õhukvaliteedi direktiivide miinimumnõudes oleksid korrektselt (vt peatükk 9) täidetud, olulisem neist on **ühe täiendava seirejaama paigaldamine Lõuna-Eesti piirkonda**, soovitavalt Pärnu linna (Pärnu linn kuulub õhukvaliteedi jaotuse kohaselt Lõuna-Eesti piirkonda).

Välisõhu seirejaamades on vajalik kasutatavate analüüsimetoodikate täiendamine eelkõige kõrge ajalise resolutsiooniga osakeste keemilise koostise reaalaja analüsaatorite osas. Välisõhu seire osas tähendab see eelkõige seda, et olulisemaks muutub osakeste keemilise koostise määramine ülipeenest fraktisoonist (<PM1.0). Oluline on määrata reaalajas EC/OC ja BC sisaldusi välisõhus, kuna see võimaldab hinnata põlemisprotsessidest (ohtlikumad osakesed) pärinevate osakeste osakaalu.

Lähtudes BC olulisest rollist nii kliimamuutuste kui õhukvaliteedi osas, tuleb lähiajal kindlasti täiustada seirevõimekust antud komponendi reaalajas määramise osas. Igas tiheasustusega

piirkonnas (Tallinn, Tartu, Kohtla-Järve, Narva, Pärnu) ja foonialadel (Vilsandi, Lahemaa, Saarejärve) **tuleks määrata BC sisaldust automaatanalüsaatoritega ning tulemused peaksid olema reaalajas kättesaadavad.**

Tuleb olemasoleva välisõhu seire raames tagada, et kõik mõõtetulemused (sh käitiste korstnasisesed pidevmõõtmiste tulemused reaalajas) oleksid avalikud ja neile oleks tagatud operatiivne ligipääs. Riikliku seire ja enamuse ettevõtete omaseire andmed on ka hetkel avalikud ja kättesaadavad Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteemi kaudu (http://airviro.klab.ee/seire/airviro/). Siiski on Eestis mõningad ettevõtted, kes oma välisõhu seireandmeid ei avalikusta (keskkonnaloaga on nõutud omaseire) antud portaali kaudu vaid teevad seda iga kvartali lõpus aruannete näol.

Eestil on kohustus vähendada SO_2, NOx, NMVOC, NH_3, PM2.5 ja CH_4 heitkoguseid võrreldes 2005 aastaga. Mistahes stsenaariumi rakendamisel tuleb antud heitkoguste vähendamisnõudega arvestada.

26 Eesti linna välisõhu (Maasikmets et. al, 2013) **uuringu** käigus pakuti välja **valdkondlikud leevendusmeetmed** (Tabel 16) õhukvaliteedi parendamiseks. **Antud meetmed sobivad ka ENMAKi eesmärkide elluviimiseks.** Igale valdkonnale tuleb leida konkreetne vastutaja ning lähutvalt sellest koostada konkreetsed tegevuskavad meetmete rakendamiseks ning efektiivsuse kontrolliks.

11 Kasutatud kirjandus

Maasikmets, M., Saare, K., Arumäe, T., Lehes, L., Viidik, A., Ebber, A. 2013. Linnade välisõhu kvaliteedi kompleksse hindamise analüüs

Orru, H., Teinemaa, E., Kesanurm, K., Kaasik, M.,Tamm, T., Lai, T. 2011. Välisõhu kvaliteedi mõju inimeste tervisele – peentest osakestest tuleneva mõju hindamine kogu Eesti lõikes

Saare, K., Maasikmets, M., Teinemaa, M. 2014. Välisõhu seire linnades 2013.

Saare, K., Maasikmets, M. 2013. Osakeste keemilise koostise ja saasteallikate osakaalu hindamine Tallinnas