

Tahkuse õhuseirejaam

- Seirejaama [kirjeldus](#)
- Seirejaama vajalikkuse [põhjendus](#)
- Valik [pilte](#)
- [Publikatsioonid](#)

Tahkuse Air Monitoring Station

- [Description](#) of the station
- [Pictures](#)
- [Publications](#)

TAHKUSE ÕHUSEIREJAAM

Asukoht

Tahkuse Õhuseirejaam asub Pärnumaal, 27 km Pärnust kirdes, hõredalt asustatud maakohas, Soomaa Rahvuspargi lähedal. Geograafilised koordinaadid: 58°31'N ja 24°56'E. Kõrgus merepinnast: 23 m.

Ajalooline ülevaade

Esimesed aeroioonide mõõtmised Tahkusel viidi läbi AEL uurimistöös raames 1984. a. Kasutati erilise ehitusega, koronaionisaatorit sisaldavat aeroioonide spektromeetrit. Arvutiga juhitud aparatuur korraldas negatiivsete ja positiivsete kerge ionide mõõtmist ning salvestamist 2 min perioodiga. Iga tunni lõpus arvutati tunnikeskised spektrid koos signaalide standardhälvetega ning salvestati need magnetlindile. Mõõtmisi viidi läbi suvel 2 kuu jooksul.

Looduslike kerge ionide liikuvusspektrit mõõdeti Tartu Ülikoolis projekteeritud ja valmistatud originaalse liikuvusspektromeetri abil 1985. a. 10. juunist kuni 1986. a. 2. juunini. Õhu sissevõtuava asus 5 m kõrgusel maapinnast. Informatsioon negatiivsete ja positiivsete kerge ionide spektri kohta saadi iga 5 min järel. Tunnikeskised spektrid koos signaalide standardhälvetega salvestati magnetlindile. Sellesse mõõtmisperioodi sattus ka Tšernobõli tuumaelektrijaama avarii, mille tagajärjena oli märgata kerge ionide kontsentratsiooni mitmekordselt kõrgendatud väärtusi 1986. a. maikuus.

1988. a. juulis käivitati samas kohas täiustatud aparatuur negatiivsete ja positiivsete aeroioonide liikuvusspektrite mõõtmiseks laias liikuvuspiirkonnas, mis sisaldab ka raskeid ioone. Samaaegselt mõõdetakse peamisi meteoroloogilisi parameetreid: tuule suund ja kiirus, õhu rõhk, temperatuur ja suhteline niiskus.

1991 aastast töötab atmosfääri NO₂ mõõtur, mis on kingitud Turu Ülikooli poolt. 1994. a. lisandus püranomeeter summaarse päikesekiirguse mõõtmiseks ning 1995. a. atmosfääri osoonikihi ekvivalentse paksuse mõõtur M-83. 1996. aastast mõõdetakse sademete hulka ja viiakse läbi sademete ionkoostise analüüsi. Episoodiliselt on registreeritud aerosooli mõõtmispektrit Tartu Ülikooli elektrilise aerosoolispektromeetriga.

Kaasaegne tegevus

1998. a. töötavad Tahkuse Õhuseirejaamas järgmised seadmed:

- (1) Tartu Ülikoolis valmistatud laia piirkonnaga automaatne aeroioonide spektromeeter; liikuvuspiirkond 0.00032-3.2 cm²V⁻¹s⁻¹, jaotatud 20 paralleelkanaliks.
- (2) Turu Ülikoolis valmistatud NO₂ kontsentratsiooni mõõtur.
- (3) Atmosfääri osoonikihi ekvivalentse paksuse mõõtur M-83.
- (4) Püranomeeter M-80M.
- (5) Tuule kiiruse, tuule suuna, õhu temperatuuri, õhurõhu ja relatiivse niiskuse andurid. Seadmed sademete kogumiseks.

Enamus seadmetest töötab pidevalt, nende mõõtmisandmeid salvestatakse 5 min keskväärtustena. Tahkuse Õhuseirejaama aparatuur võimaldab seega jälgida detailselt ja pika aja jooksul aeroioonide (laetud nanomeeterosakeste) liikuvusspektrit ja selle muutumist. Aeroioonide liikuvusspektritest saab teatava täpsusega tuletada aerosooliosakeste mõõtmispektrit diameetripiirkonnas 1-90 nm ning summaarset ionisatsiooni intensiivsust. Samaaegselt registreeritakse NO₂ kontsentratsiooni ning peamisi meteoroloogilisi parameetreid. Selline seadmete kompleks on maailmamastaabis unikaalne. Vaja oleks esmajärjekorras lisada SO₂ mõõtur, sest SO₂ on eeldatavasti üheks faktoriks nanomeeterosakeste

tekkel gaasidest.

Labori seadmete hooldamise ja mõõtmiste otsese läbiviimisega tegeleb magister Hilja Iher, kes töötab OÜ Tartu Keskkonnauuringud koosseisus; tema osaleb ka kooliõpilaste rahvusvahelise keskkonnaprogrammi GLOBE juhendamises alates 1997. a. Tahkuse Õhuseirejaama täielik andmebaas asub Tartu Ülikooli keskkonnafüüsika instituudis. Mõõtmistulemuste kokkuvõtted on saadetud EV Keskkonnaministeeriumi info- ja tehnokeskusesse. Atmosfääri osoonikihi paksuse andmed on saadetud Ülemaailmsesse Osooniandmete Keskusesse.

Valitud publikatsioonid

1. Hörrak, U., F. Miller, A. Mirme, J. Salm, and H. Tammet, Air ion observatory at Tahkuse: instrumentation, *Acta et comm. Univ. Tartuensis*, 880, 33-40, 1990.
2. Hörrak, U., H. Iher, A. Luts, J. Salm, and H. Tammet, Mobility spectrum of air ions at Tahkuse Observatory, *J. Geophys. Res.*, 99, 10679-10700, 1994.
3. Salm, J., Õhk täis elektrit - kasulikud aeroioonid, *Eesti Loodus*, 3, 88-89, 1995.
4. Hörrak, U., H. Iher, J. Salm, Keskkonnaseire Tahkusel, *Keskkonnaseire 1996*, Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, 30-33, Tallinn 1997.

Tahkuse õhuseirejaama vajalikkuse põhjendus

Koostanud U. Hörrak ja H. Tammet, TÜ keskkonnanäüüsika instituut

1. Senine tegevus

Tahkuse õhuseirejaam asutati Tartu Ülikooli keskkonnanäüüsika instituudi uurimislaboratooriumi baasil. OÜ Tartu Keskkonnauuringud liitus Tahkuse vaatlusprogrammiga hiljem. Sellega pandi alus akadeemiliste ja ametkondlike keskkonnauuringute koostöole, mis on kandnud keskkonnaseire teaduse jaoks häid vilju (vt. viited 1-5). Tahkuse väljund ametkondliku keskkonnaseire jaoks on seni absoluutmõõdus tagasihoidlik (6-10), tulemuste/kulutuste suhtega mõõtes aga mitte kõige halvem.

Tahkuse õhuseirejaam on teostanud pikaajalisi kompleksseid atmosfääri füüsikalisi ja keemilisi mõõtmisi, et saada statistiliselt kaalukat informatsiooni saasteparameetrite ja nende trendide kohta vähesaastatud maismaa-piirkonnas. Aeroioonide liikuvusspektrite ja osakeste suuruse järgi fraktsioneeritud aerosooli kontsentratsiooni mõõtmiste väljund on olnud eeskätt teadusele orienteeritud. Aeroioonide ja aerosooli variatiivsust (aastased ja ööpäevased käigud, saaste trend ja puhangud) ning aerosooli-NO₂ korrelatsiooni kirjeldavatel andmetel on ka keskkonnakaitseline väärtus. Keskkonnakaitselist informatsiooni sisaldavad NO₂ kontsentratsiooni ja atmosfääri osoonikihi paksuse paralleelsed mõõtmised (vt. 7-8). Tahkuse õhuseirejaam osaleb ka allprogrammis "Sademete keemia Põhja-Eestis" (9-10). Tahkuse õhuseirejaama senine finantseerimine OÜ Tartu Keskkonnauuringud poolt on taganud andmehõive, pole aga võimaldanud muretseda uut seireaparatuuri ega arendada andmeanalüüsi meetodeid salvestatud informatsiooni täielikumaks kasutamiseks keskkonnaseire huvides. Tartu Ülikooli poolne finantseerimine põhineb konkreetsete kitsaste ülesannetega uurimisgrantidel ja sellest on piisanud parajasti grantiprojektides nõutud akadeemilise uurimistöö tagamiseks.

2. Eeskujuks olevad seirejaamad

Arenenud riikides on mõned fooniseirejaamad reeglina ka akadeemilise uurimistöö baasiks. Koostööl on alati mitu eesmärki, nende hulgas: stimuleerida keskkonnaseire alast uurimis- ja arendustööd, katsetada ametkondlikult standardiseerimata innovaatilisi seiremeetodeid, tagada seirespetsialistide väljaõppeks vajalik praktika, tagada keskkonnaseire rahvusvahelisi koostööprojekte jne.

Majanduslikult heal tasemel olevate riikide pilootjaamad on hästi finantseeritud. Üks selliseid baase on Mace Head'i Atmosfääri Uurimisjaam Iirimaa (vt. <http://macehead.physics.nuigalway.ie/parforce/>). Jaam asutati 1958. a. kui Iirimaa Rahvusülikooli Galway füüsikaosakonna õppe-uurimisbaas. Tänu soodsale asukohale Atlandi ookeani rannikul on sellest nüüdseks kujunenud laialdase rahvusvahelise tunnustusega uurimisbaas, kus toimub ka väga paljude saastefaktorite, eriti just aerosoolse saaste, rutiinne monitooring. Seireandmed on osa Iiri Vabariigi rahvusvaheliste kohustuste täitmiseks vajalikust materjalist, need on aluseks ka Põhja Atlandi atmosfääri loodusliku foonkoostise määramisel. Mace Head kuulub Ülemaailmse Meteoroloogiaorganisatsiooni globaalse atmosfääriseire võrgu (Global Atmosphere Watch's Global Network) jaamade hulka, seda on kasutanud ja kasutavad praegu baasjaamana paljud rahvusvahelised atmosfääriuurimise projektid (AGAGE, AEROCE, BMCAPE, ACSOE, PARFORCE jt.). Jaam annab tööd kohalikele elanikele, renditasud rahvusvahelistelt projektidelt on oluline lisa eelarvesse.

Ametkondlikku keskkonnaseiret ja akadeemilist uurimistööd liitvaid pilootjaamu on paljudes riikides (vt. <http://www.nilu.no/projects/ccc/>). Meile lähim on Soomes Helsingi Ülikooli metsauurimise baasina rajatud Hyytiälä uurimisjaam (<http://mist.helsinki.fi/biofor/>), mille kohta kehtib enamuse Mace Headi kohta öeldust.

3. Arenguvõimalused

Eesti õhuseiret ja õhu kvaliteeti puudutavad normid on kavas viia kooskõlla Euroopa Liidu normidega, s.h. õhu kvaliteedi raamdirektiiviga 96/62/EC ja direktiiviga 99/30/EC (11-12). Viimane kehtestab piirväärtused ka õhu aerosoolsele saastele (PM_{2.5} ja PM₁₀). Aerosoolsaaste foonijaama ülesannet võiks täita Tahkuse õhuseirejaam, mille asukoht Soomaa Rahvusparki läheduses on soodne. Tahkusel seni salvestatud raskete ioonide spektrid lubavad ka retrospektiivselt hinnata õhu aerosoolse saaste peenemõõdulist osa, mis on fooni tingimustes PM_{2.5}-ga tihedalt korreleeritud. Juhul, kui seniseid mõõtmisi laiendada PM_{2.5} paralleelse mõõtmisega, siis saaks hinnata regressioonifunktsiooni ja seda kasutades leida ka PM_{2.5} jaoks põhjendatud retrospektiivse hinnangu. Esimese sammuna selles suunas on OÜ Tartu Keskkonnauuringud koos Tartu Ülikooli keskkonnanäüüsika instituudiga teinud taotluse PM_{2.5} foonikontsentratsiooni mõõtmiseks Tahkusel alates aastast 2001 osana õhuseire allprogrammist 2.11. "Õhu kvaliteedi kompleksuuringud Tahkusel".

Kõige täiuslikuma hinnangu keskkonna aerosoolsele saastele annab aerosooli osakeste suurusjaotus, millest on võimalik

tuletada osakeste pind-, ruum- ja masskontsentratsiooni jaotused. Euroopa seireprogrammide arenduskavades on nimetatud vajadust tulevikus kirjeldada aerosoolset saastet osakeste suurusjaotuste kaudu (13). Aerosooli suurusjaotuste mõõtmise osas on Tahkuse jaamal rahvusvahelist tähelepanu äratanud kogemus, mis loob perspektiivi vaadelda Tahkuse jaama aerosooliseire meetodite arendamise pilootjaamana ka Euroopa mastaabis.

Oluliseks osaks Tahkuse õhuseirejaama arendamisel peaks kujunema standardsete seiremeetodite kvaliteedi tagamine vastavalt seiresüsteemi nõuetele. See osutub aga võimalikuks ainult vastavate finantsvahendite olemasolu korral ja Eesti Keskkonnauuringute Keskuse juurde rajatava analüsaatorite kalibreerimiskeskuse abil. Finantseerimisest oleneb ka seni kasutusel oleva NO₂ anduri vahetamine standardse aparraadi vastu ja aerosooliuuringute jaoks eriti olulise SO₂ anduri lisamine Tahkuse aparatuuriparki.

TÜ keskkonnafüüsika instituut suudaks enda vahendeid kasutades lähitulevikus välja arendada moderniseeritud andmehõivesüsteemi (NO₂, SO₂, PM), ning tagada mõõtmistulemuste esmane analüüs ja visualiseerimine interneti veebilehel samaviisi kui see on tehtud instituudi ilmajaama leheküljel <http://meteo.physic.ut.ee/>.

Viited

1. Hörrak, U., H. Iher, A. Luts, J. Salm, and H. Tammet, Mobility spectrum of air ions at Tahkuse Observatory, J. Geophys. Res. Atmospheres, 99, 10697-10700, 1994.
2. Hörrak, U., Mirme, A., J. Salm, E. Tamm, and H. Tammet, Air ion measurements as a source of information about atmospheric aerosols, Atmospheric Research, 46, 233-242, 1998a.
3. Hörrak, U., J. Salm, and H. Tammet, Bursts of intermediate ions in atmospheric air, J. Geophys. Res. Atmospheres, 103, 13909-13915, 1998b.
4. Hörrak U., Salm J. and Tammet H. (2000) Statistical characterization of air ion mobility spectra at Tahkuse Observatory: Classification of air ions. - J. Geophys. Res. Atmospheres, 105, 9291-9302.
5. Vana, M., Hörrak, U. and Tamm, E. (2000) Comparative study of the ultrafine aerosol particle and intermediate air ion concentration bursts in the atmosphere. J. Aerosol Sci., 31, S176-S177.
6. Rein Sepp, Jaan Salm (1995) Õhuseire Tahkusel. Keskkonnaseire 1994, Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn, lk.25-28.
7. Urmas Hörrak, Jaan Salm, Hilja Iher (1996) Õhuseire Tahkusel. Keskkonnaseire 1995, Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus, Tallinn, lk.25-28.
8. Hörrak, U., Iher, H., Salm, J. (1998) Keskkonnaseire Tahkusel. Environmental Monitoring at Tahkuse, in: Eesti Keskkonnaseire 1996 Estonian Environmental Monitoring, Eesti Vabariigi Keskkonnaministeeriumi Info- ja Tehnokeskus. Tallinn pp. 30-33.
9. Hilja Iher, OÜ Tartu Keskkonnauuringud. Sademete keemia uuringud Lõuna -Eestis 1999.a., http://www.seiremonitor.ee/ap/02_7_kokku.php3
10. OÜ Tartu Keskkonnauuringud. Vahearuanne sademete keemia uuringutest Lõuna -Eestis, http://www.seiremonitor.ee/ap/02_7_vahearua_ipa.php3
11. Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. Official Journal L 163 , 29/06/1999 p. 0041 – 0060, http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/dat/1999/en_399L0030.html
12. Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. Official Journal L 296 , 21/11/1996 p. 0055 – 0063, http://europa.eu.int/eur-lex/en/lif/dat/1996/en_396L0062.html
13. EMEP-WMO Workshop on fine particles – emissions, modelling and measurements. EMEP/CCC-Report 9/2000, <http://www.nilu.no/projects/ccc/reports2000/index.html>

Tahkuse õhuseirejaam

Tahkuse Observatory



Tahkuse observatoorium 1985: Õhu sisseimemisava (ülal) ja väljapuhumisava (selle all) pööningu otsaseinas. Esialgne konstruktsioon.

Tahkuse Observatory 1985: Air inlet (above) and outlet (beneath of the inlet) in the gable of attic. Preliminary design.



Tahkuse observatoorium 1985: Esimesed mõõtmised 6-kanalilise kergete ionide spektromeetriga
Tahkuse Observatory 1985: First measurements with 6-channel small ion mobility spectrometer.



Tahkuse observatoorium: Õhu sisseimemisava (ülal) ja väljapuhumisava (selle all) pööningu otsaseinas. Lõplik konstruktsioon. Ringleva õhu kulu on 16.3 liitrit sekundis.

Tahkuse Observatory: Air inlet (above) and outlet (beneath of the inlet) in the gable of attic. Final design. The flow rate of the circulating air is 16.3 litres per second.



Tahkuse observatoorium: Termostateeritud aparatuurikonteiner pööningul. Urmas Hõrrak teenindab aparatuuri läbi konteineri luugi.

Tahkuse Observatory: Instrument container in the attic. Temperature in the container is stabilized. Urmas Hõrrak is serving the instruments through the hatch.



Tahkuse observatoorium: Vaade õhuvahetusüsteemile ja poolavatud aparatuurikonteinerile pööningul.

Tahkuse Observatory: View to the air exchange system and half-opened instrument container in the attic.



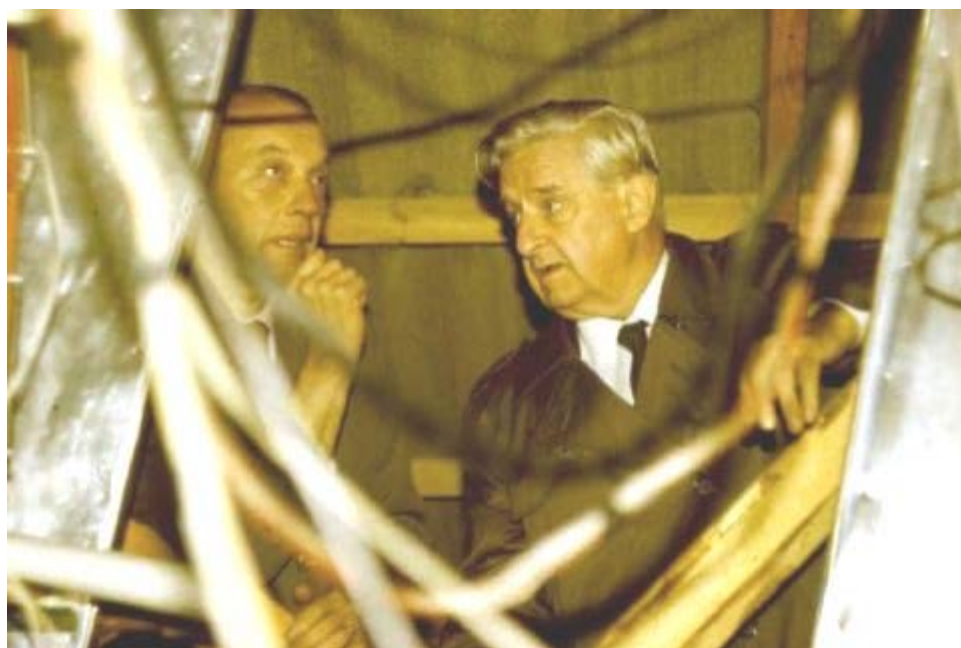
Tahkuse observatoorium: Liikuvusspektromeetrid avatud aparatuurikonteineris.

Tahkuse Observatory: The mobility spectrometers in the opened instrument container.



Tahkuse observatoorium 1989: Urmas Hõrrak tutvustab aparatuuri Sven Israelssonile (Uppsala Ülikool)

Tahkuse Observatory 1989: Urmas Hõrrak is introducing the instrumentation to Sven Israelsson (Uppsala University)



Tahkuse observatoorium 1990: Jaan Salm tutvustab aparatuuri Hans Dolezalekile (USA Mereväe Uurimisasutus)

Tahkuse Observatory 1990: Jaan Salm is introducing the instrumentation to Hans Dolezalek (Naval Research Office, USA)



Tahkuse observatoorium 1990: Jaan Salm ja Hans Dolezalek arutavad mõõtmistulemusi.

Tahkuse Observatory 1990: Jaan Salm and Hans Dolezalek are discussing the measurements.



Tahkuse observatoorium 1989: Sven Israelsson, Kristina Israelsson, Eve Tammet musta koeraga, Koidula Iher (Hilja Iheri ema) lapselapsega, Leili Iher (Hilja Iheri õde), Urmas Hõrrak, Hilja Iher, Jaan Salm, Rein Sepp (Hilja Iheri abikaasa) valge kassiga.

Tahkuse Observatory 1989: Sven Israelsson, Kristina Israelsson, Eve Tammet with black dog, Koidula Iher (mother of Hilja Iher) with granddaughter, Leili Iher (sister of Hilja Iher), Urmas Hõrrak, Hilja Iher, Jaan Salm, Rein Sepp (husband of Hilja Iher) with white cat.

Tahkuse Observatory - Published Papers (1998)

1. Iher, H., Salm, J., Tammet, H. "Measurements of the mobility spectra of small air ions" *VII Int. Conf. Atmospheric Electricity*, pp. 3739, Boston: AMS (1984).
2. Tammet, H.F., Iher, H.R., Miller, F.G. "Spektr podvizhnostei odnosekundnykh legkikh aéroionov v prirodnom vozdukh" (in Russian: Mobility spectra of one-second-aged small air ions in natural air) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 707, pp. 2636 (1985).
3. Bernotas, T.P., Kolk, E.E., Mirme, A.A., Reinart, A.E., Tammet, H.F. "Sistema sbora i obrabotki dannykh v spektrometrii aérozolei i aéroionov" (in Russian: Data acquisition and processing system in the spectral measurements of aerosols and air ions) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 707, pp. 4653 (1985).
4. Tammet, H.F., Miller, F.G., Tamm, E.I., Bernotas, T.P., Mirme, A.A., Salm, J.J. "Apparatura i metodika spektrometrii podvizhnostei legkikh aéroionov" (in Russian: Instrumentation and methods for mobility spectrometry of small air ions) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 755, pp. 1828 (1987).
5. Tammet, H.F., Iher, H.R., Salm, J.J. "Spektr atmosferykh ionov v diapazone podvizhnosti 0,323,2 sm²/(V·s)" (in Russian: The spectrum of atmospheric ions in range of 0.323.2 sm²/(V·s)) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 755, pp. 2946 (1987).
6. Tammet, H.F., Salm, J.J., Iher, H.R., Tamm, E.I., Mirme, A.A., Kikas, Ü.E. "Spektr podvizhnosti aéroionov v prizemnom vozdukh" (in Russian: Air ion mobility spectrum in the ground layer) *Tr. III Vses. simpoz. po atmosfernomu élektrichestvu*, pp. 4650, Leningrad (1988).
7. Hörrak, U.E., Tammet, H.F., Iher, H.R., Salm, J.J. "Zavisimost' spektra aéroionov ot vetra (po izmereniyam v Tahkuse v 1985 godu)" (in Russian: The dependence of air ion spectra on wind according to the measurements in Tahkuse 1985) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 809, pp. 7986 (1988).
8. Salm, J.J., Tammet, H.F., Iher, H.R., Hörrak U.E. "Zavisimost' spektra podvizhnosti legkikh aéroionov v prizemnom sloe atmosfery ot temperatury i davleniya vozdukh" (in Russian: The dependence of air ion spectra in the ground layer of the atmosphere on temperature and pressure) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 809, pp. 8794 (1988).
9. Hörrak, U.E., Tammet, H.F., Salm, J.J., Iher, H.R. "Sutochnyi i godovoi khody atmosfernoionizatsionnykh velichin v Tahkuse" (in Russian: Diurnal and annual variations of atmospheric electrical quantities in Tahkuse) *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 824, pp. 7883 (1988).
10. Tammet, H., Salm, J., Iher, H. "Observation of condensation on small air ions in the atmosphere" *Atmospheric Aerosols and Nucleation. Lecture Notes in Physics*, No. 309, pp. 239240, Vienna, SpringerVerlag (1988).
11. Tammet, H., Salm, J., Luts, A., Iher, H. "Mobility spectra of air ions" *Proc. 8th Int. Conf. on Atmospheric Electricity*, pp. 147151, Uppsala (1988).
12. Salm, J.J., Tammet, H.F., Iher, H.R., Hörrak, U.E. "Atmosferno-élektricheskie izmereniya v Tahkuse, Éstoniya" (in Russian: Atmospheric electrical measurements in Tahkuse, Estonia) *Voprosy atmosfernogo élektrichestva*, pp. 168175, Leningrad, Gidrometeoizdat (1990).
13. Hörrak, U., Miller, F., Mirme, A., Salm, J., Tammet, H. "Air ion observatory at Tahkuse: Instrumentation" *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 880, pp. 3343 (1990).
14. Tammet, H. "Air Ion Observatory at Tahkuse: Software" *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 880, pp. 4451 (1990).
15. Hörrak, U., Iher, H., Luts, A., Salm, J., Tammet, H. "Mobility spectrum of air ions at Observatory Tahkuse" *Proc. 9th Int. Conf. on Atmospheric Electricity*, vol. 1, pp. 72-74, St. Petersburg (1992).
16. Tammet, H., Iher, H., Salm, J. "Spectrum of atmospheric ions in the mobility range of 0.32-3.2 cm²/(V·s)" *Acta Commentat. Univ. Tartu.*, No. 947, pp. 35-49 (1992).
17. Hörrak, H. Iher, A. Luts, J. Salm, and H. Tammet "Mobility spectrum of air ions at Tahkuse Observatory" *J. Geophys. Res. Atmospheres*, vol. 99, pp. 10679-10700 (1994).
18. Hörrak, U, Salm, J., and H. Tammet "Characterization of atmospheric aerosols according to atmospheric-electric measurements" *J. Aerosol Sci.*, vol. 26, pp. S429-S430 (1995).
19. Hörrak, U, Salm, J., and H. Tammet "Outbursts of nanometer particles in atmospheric air" *J. Aerosol Sci.*, vol. 26, pp. S207-S208 (1995).
20. Hörrak, U., J. Salm, and H. Tammet "Statistical characterization of air ion spectra at Tahkuse Observatory 1993-1994" In: *Proc. 10th Int. Conf. Atmos. Electr.*, pp. 72-75, Osaka (1996).
21. Hörrak, U., J. Salm, and H. Tammet "Outbursts of intermediate ions in atmospheric air" In: *Proc. 10th Int. Conf.*

- Atmos. Electr.*, pp. 76-79, Osaka (1996).
22. Hörrak, U., J. Salm, E. Tamm, and H. Tammet "Derivation of the size spectrum of aerosol particles from a mobility spectrum" In: *Nucleation and atmospheric Aerosols 1996*, edited by M. Kulmala and P.E. Wagner, pp. 562-565, Pergamon (1996).
 23. Hörrak, U., J. Salm, and H. Tammet "Method of calculation of the size spectrum of aerosol particles according to their mobility spectrum" *J. Aerosol Sci.*, vol. 27, pp. S223-S224 (1996).
 24. Hörrak, U., J. Salm, and H. Tammet "Bursts of intermediate ions in atmospheric air" *J. Geophys. Res. Atmospheres*, vol. 103, pp. 13909-13915 (1998).
 25. Hörrak, U., A. Mirme, J. Salm, E. Tamm, and H. Tammet "Air ion measurements as a source of information about atmospheric aerosols" *Atmos. Res.*, vol. 46, pp. 233-242 (1998).

TAHKUSE AIR MONITORING STATION

Location

Tahkuse Observatory is located in a sparsely populated rural region, 27 km northeast of the city of Pärnu, Estonia (58°31'N 24°56'E), not far from the Soomaa National Park.

Historical survey

The first measurements of air ions were carried out in this place in the framework of AEL research projects in 1984. A special air ion spectrometer with corona ionizer was used that time. A PC controlled apparatus performed the measurements of negative and positive air ions every 2 min. Hourly average values with standard deviations were saved on magnetic tape. The measurements lasted 2 months in summer.

The mobility spectrum of small natural air ions was regularly measured by an original spectrometer from June 10, 1985 to June 2, 1986. The air intake was at a height of 5 m above ground. Information about negative and positive ion spectra was obtained every 5 min. The hourly average spectra with standard deviation were saved on magnetic tape. The accident in Chernobyl nuclear power plant fell into the same period and, in consequence of that, enhanced concentrations of air ions were recorded in May 1986.

An extended instrumentation for measurements of the air ion spectra in a wide mobility range was set up at the same place in July 1988. Besides the spectra, main meteorological parameters are recorded: wind speed, wind direction, air temperature, pressure and relative humidity.

Since 1991, an analyzer of atmospheric NO₂, donated by the University of Turku, has been operating continuously. A pyranometer for the measurement of solar radiation was added in 1994, and a device M-83 for the measurement of total column ozone in 1995. Analysis of the ion composition of precipitations has been carried out since 1996. Aerosol measurements by means of the electrical aerosol spectrometer of the University of Tartu were performed episodically.

Contemporary activities

The following apparatus is operating at Tahkuse Observatory in 1998:

1. Automated air ion spectrometer with a mobility range of 0.00032-3.2 cm²V⁻¹s⁻¹, designed at the University of Tartu
2. NO₂ concentration meter designed at the University of Turku
3. Ozone meter M-83 for measurements of total column ozone
4. Pyranometer M-80M
5. Sensors for recording of wind speed, wind direction, air temperature, pressure, and relative humidity
6. Devices for collection of precipitations.

Most of the apparatus is operating continuously; the data are saved as average values every 5 min.

Thus the apparatus at Tahkuse Observatory enables to monitor the mobility spectrum of air ions (charged nanometer particles) and its variations in detail and during a long period. On the ground of the mobility spectrum, it is possible to roughly derive the size spectrum of aerosol particles in a diameter range of 1-90 nm, and the ionization rate (the exposure rate). The NO₂ concentration and the main meteorological parameters are measured simultaneously. There exists a need to add an SO₂ meter to the complex, since SO₂ is believed to be an essential factor of gas-to-particle conversion.

Hilja Iher MSc is the direct maintenance servicer of the apparatus; her work is financed by the Ministry of Environment of Estonia. She acts also as supervisor of international GLOBE program at the local school.

Selected published papers

1. Hõrrak, U., H. Iher, A. Luts, J. Salm, and H. Tammet, Mobility spectrum of air ions at Tahkuse Observatory, *J. Geophys. Res.*, 99, 10679–10700, 1994.
2. Hõrrak, U., J. Salm, and H. Tammet, Bursts of intermediate ions in atmospheric air, *J. Geophys. Res. Atmospheres*, 103, 13909-13915, 1998.
3. Hõrrak, U., A. Mirme, J. Salm, E. Tamm, and H. Tammet, Air ion measurements as a source of information about atmospheric aerosols, *Atmos. Res.*, 46, 233-242, 1998.