



Eesti Geoloogiakeskus
Geofüüsika, meregeoloogia ja keskkonnageoloogia osakond

Paldiski mnt. 50 kinnistu ja lähiümbruse
maa-ala radooniriski hinnangu
a r u a n n e

Juhtivgeoloog:
Keskkonnaekspert
Litsents nr KMH0042, väljastatud 01.06.2006

Valter Petersell

Geoloog:

Mark Karimov

Tallinn, 2009

Sisukord

Sissejuhatus	2
Radoon (Rn-222)	2
Radooniohtlik pinnas	3
Geoloogilise ehituse põhijooned	4
Metoodika	4
Radooni sisaldus pinnaseõhus	6
Looduskiirgus	7
Järeldused	7
Kirjandus	7

Lisa:

1. Tellimuskiri
2. Rn väliuuringute lehed (1 kuni 6)

Sissejuhatus

Käesolev uuring on tellitud OÜ Adepte Ekspert poolt detailplaneeringu keskkonnamõju strateegilise hindamise raames Paldiski mnt 50 kinnistul ja lähialal.

Kinnistu maa-ala asub Tallinna loodeosas Merimetsa piirkonnas. Maa-ala on tasane ja selle kõrgus jääb merepinnast 4–6 m piiridesse.

Maa-alal paikneb Tallinna Hipodroom – selle hooned ning staadion, osa sellest ~1/5 on metsastunud.

Kinnistu maa-ala ja selle lähiala jääb Põhja-Eesti normaalse ja kõrge radooniohtlikkusega vööndi piiridesse (Raudsep, Samuel, 1999, Petersell jt., 2004) ja sellest tulenevalt selgitati radooni sisaldus selle pinnaseõhus ja maa-alale antakse radooniohtlikkuse ning looduskiirguse taseme hinnang.

Välitööd tehti 12.-13. mail käesoleval aastal. Tulenevalt kokkuleppest maa-valdajaga, selgitati Rn ning U (Ra), Th ja K (K-40) sisaldus 6 pinnase uuringupunktis. Välitööde teostamisel, info töötlemisel ja andmete interpreteerimisel tugineti Rootsisis ja teistes Põhjamaades kasutatavale (Clavensjö, Åkerblom, 1994; Naturally..., 2000) ja Eesti radooniriski kaardi koostamisel kasutatud (Petersell jt., 2004) metoodikale ja soovitudele ning Eesti Standardile (EVS 840:2003).

Radoon (Rn-222)

Inimese tervisele on ohtlik peamiselt radoon (Rn-222), mis on uraanirea (U-238) lagunemisprodukt ja mis tekib vahetult raadiumi (Ra-226) radioaktiivsel lagunemisel. U-238 moodustab 99.3 % kogu loodusliku U sisaldusest ja selle poolestusaeg on 4.5×10^9 aastat. Ra-226 poolestusaeg on 1620 a ja Rn-222 – ainult 3.82 päeva. Rn-222 on inertne radioaktiivne gaas, mis eraldub kivimis oleva uraani (raadiumi) radioaktiivsel lagunemisel kivimi (mineraalide terade) mikropooridest ning migreerub nii kivimite pooride kui ka lõhede kaudu kõrgemale väiksema rõhu suunas. Rn poolestusaeg on küll 3.82 ööpäeva, kuid kuni stabiilse plii isotoobi Pb-206

tekkeni moodustub temast järjestikku 7 radioaktiivset elementi (poloonium-218, plii-214, vismut-214, poloonium-214, plii-210, vismut-210 ja poloonium-210).

Nende tütarelementide summaarne radioaktiivse lagunemise poolestusaeg on ligi 22 aastat.

Kaasaja meditsiini seisukohalt on Rn ja selle tütarelemendid tervistkahjustavad. Need jõuavad inimorganismi peamiselt hingamisel ja on olulised kopsuvähi põhjustajad. Erinevates maades tehtud uuringud on näidanud, et Rn sisalduse tõus eluruumide siseõhus üle foonilise sisalduse suurendab iga 100 Bq/m³ kohta kopsuvähi riski 9 kuni 15 % ja enamgi. Eriti ohtlik on Rn suitsetajatele. Organismi kanduvad täiendavalt ka õhus hõljuvatele suitsuosakestele ladestuvad Rn tütarelemendid.

Rn pääseb inimorganismi esmajärjekorras majade siseõhus levivast Rn. Sellest tulenevalt on arenenud maades kehtestatud elamute siseõhus Rn sisalduse osas lubatud piirid: USA-s – 150 Bq/m³ ja enamustes Lääne-Euroopa maades, sealhulgas ka Eestis – 200 Bq/m³.

Vanemates kivimites, sealhulgas diktüoneemakildas ja fosforiidis, on üldjuhul säilinud U-238, Ra-226 ja Rn-222 vahel sadade miljonite aastate jooksul kujunenud looduslik tasakaal. Kvaternaarisetetes ehk pinnakattes võivad need tasakaalud olla rikutud. Rikutuse peamine põhjus on nende elementide erinev käitumine kivimite murenemisel ja elementide migratsioonil.

Radooniohtlik pinnas

Pinnas on peamine Rn allikas.

Vastavalt Eestis kehtivatele piirnormidele (Radooniohutu..., 2003) kuulub hoonestusala pinnas (kivim):

- normaalse Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel või U (Ra) järgi arvatult jääb alla 50 kBq/m³ piiri. Kõrge (>200 Bq/m³) Rn sisaldus võib kujuneda üksikute majade siseõhus.
- kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel või U (Ra) järgi arvatult ületab 50 kBq/m³ piiri, kuid jääb vahemikku 50 kuni 250 kBq/m³. Kõrge (>200 Bq/m³) Rn sisaldus majade siseõhus võib Rn vastaseid meetmeid kasutamata kujuneda orienteeruvalt kuni 50 % majades.
- eriti kõrge Rn- sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmise või U (Ra) järgi arvatult ületab 250 kBq/m³. Kõrge (>200 Bq/m³) Rn sisaldus majade siseõhus võib Rn vastaseid meetmeid kasutamata kujuneda enamuses majades.

Pinnased, kus pinnaseõhus jääb Rn sisaldus alla 10 kBq/m³, kuuluvad madala Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse. Nende levialadel radoonioht praktiliselt puudub.

Ka Põhjamaade poolt soovitatud piirnormide (Naturally..., 2000) alusel loetakse Rn-ohtlikeks sellised looduslikud pinnased, kus Rn sisaldus maapinnast 1 m sügavusel pinnaseõhus võib ületada 50–60 kBq/m³ piiri. Nendele vastavad üldjuhul pinnased, milledes Ra ja U loodusliku tasakaalu korral ületab U sisaldus pinnases 50–55 Bq/kg ehk 4–4.5 g/t (Clavensjö, Åkerblom, 1994; Åkerblom, et al, 1998) piiri.

Märkus. Kui EL kehtestatakse ruumide siseõhus Rn sisalduse lubatud ülempiiriks 150 Bq/m³ nagu see on USA-s (selles suunas EL liigub), muutuvad juriidiliselt radooniohtlikeks pinnased, millede õhus ületab Rn sisaldus 40–45 kBq/m³.

Geoloogilise ehituse põhijooned

Paldiski mnt. 50 kinnistu maa-ala asub meretasandikul Kopli mattunud ürgoru idapoolse nõlval. Maapinna reljeef on tasane, absoluutkõrgused jäävad vahemikku 4-6 m.

Pinnakate

Pinnakatte moodustavad ürgorgu täitvad liustikuveelised setted: liiv, aleuriit ja kruus ning samuti moreen ja neid katvad Läänemere arengustaadiumide setted. Nende summaarne paksus jääb 30–60 m piiridesse. Geoloogilise kaardi ja vahetute vaatluste andmetel levib looduslikul maapinnal Litorinamere eriteraline liiv ja aleuriit, mille paksus võib ulatuda 6 m-ni (Morgen, 2003).

Aluspõhi

Nagu mainitud, asub kinnistu maa-ala ürgoru piires. Aluspõhja moodustavad suuremas osas Kambriumi ladestu Lontova kihistu savi ja aleuroliit ning nende all Vendi ladestu liivakivid ja aleuroliidid. Nende kivimite erosioonist säilinud paksus varieerub ~80 meetrist lääneosas, kuni 110 meetrini idas (Suuroja, 2003). Need on kujunenud normaalmere tingimustes, nende U (Ra) sisaldus on maakoore keskmise sisalduse lähedane ($2,5 \pm 0,5$ mg/kg) ja nendega ei kaasne tavaliselt kõrgendatud Rn ohtu. Vendi settekivimite all levivate kristalse aluskorra kivimites esineb küll kõrgendatud Rn-riski põhjustavaid kivimeid, kuid need lasuvad enam kui 140 m sügavuses ja Rn jõudmine pinnase ülemisse kihti on väikese tõenäosusega.

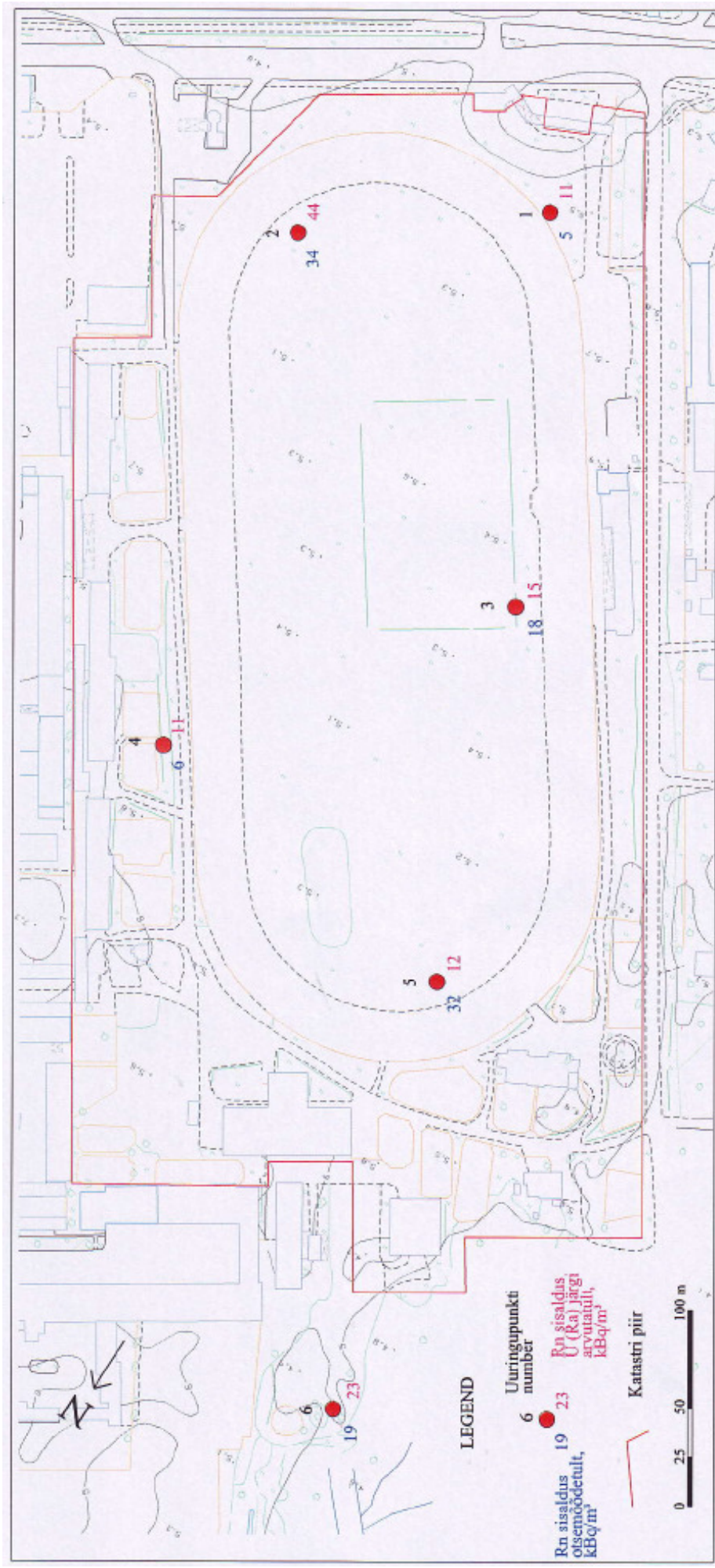
Pinnasevee tase oli uuringute ajal enamus vaatluspunktides (v.a. punkt 4) maapinnast sügavamal kui 1 m.

Metoodika

Uuringupunktide asukoha valikul püüti saavutada territooriumi ühtlast katmist, arvestades ligikaudu 1. punktiga 3. ha peale. Kokku rajati 6 uuringupunkti (joonis 1), milledes mõõdeti maapinnast 0,80 m sügavusel pinnases U (Ra) (g/t), Th (Th-232) (g/t) ja K (K-40) (%) sisaldus ning gammakiirguse intensiivsus ($\mu\text{R/h}$) (lisa 2). Radiomeetriga kontrolliti pinnase gammakiirguse taset ka uuringupunktide ümbruses. Samade uuringupunktide pinnaseõhus mõõdeti Rn sisaldus otsemõõtmisel emanomeeter Markus 10 abil, 0,66 - 0,70 m sügavusel (kBq/m³). Uuringupunktides tehtud uuringud võimaldavad anda maa-alale Rn riski taseme ja pinnasele radioaktiivsusetaseme hinnangu.

Uuringupunktide koordinaadid määrati Garmin GPS 76-ga süsteemis WGS-84. täpsusega ± 10 m. Kõik mõõtmistulemused tuuakse lisa 2 (lehed 1–6).

Uuringud teostati Eesti Geoloogiakeskuse gamma-spektromeetri (Portable gamma ray spectrometer, Dedector model GPX-21A), radiomeetri (CPII-88H) ja radoonimõõtuuri (emanomeeter Markus 10) abil.



Joonis 1. Paldiski mnt. 50 kinnistu ja lähiala radooni uuringu skeem.

U (Ra) sisalduse järgi arvutati Ra-st tekkiva ja pinnaseõhku kontsentreeruva (eralduva) Rn sisaldus (tabel 1; Petersell, jt., 2004).

Mõõtmise sügavuse, pinnase tüübi ja radooni difusiooni vahelise sõltuvuse graafikut kasutades (Clavensjö, Åkerblom, 1994, lk. 24) arvutati kõik radooni otsemõõtmise sisalduse määrangud 1 m sügavusele.

Vaba pinnaga pinnaseõhus on otsemõõtmisel saadud Rn tulemused otseses sõltuvuses pinnase aeratsiooni iseloomust. Mida parem on pinnase aeratsioon, seda madalamaks jääb pinnaseõhus Rn sisaldus, see lendub õhku. Kuna ehitised moodustavad maapinnale ekraani, mis muudavad aeratsiooni tingimused kuni nullilähedaseks, kasutatakse maaüksuse Rn-riski hindamisel U (Ra) sisalduse järgi arvutatud Rn sisaldusi. Kui tulemused on vastupidised, kasutatakse suuremaid sisaldusi. Sellised juhud näitavad, et täiendav Rn juurdekanne toimub pinnase sügavamatest kihtidest.

Radooni sisaldus pinnaseõhus

Paldiski mnt. 50 kinnistu ja lähiala pinnaseõhus varieerub Rn sisaldus otsemõõtmisel 5–34 kBq/m³ piirides. Selleine Rn sisalduste kõikumine on nähtavasti tingitud nii pinnakate koostise, kui ka selle aeratsiooni erinevustega. Näiteks kõige kõrgem Rn sisaldus (34 kBq/m³) oli mõõdetud moreeni esinemisalal. Uuringupunktis nr 4 madalama (6 kBq/m³) Rn sisalduse tingis tõenäoliselt hea aeratsiooni omadustega liivane pinnas.

U(Ra) järgi arvutatud Rn sisaldus jääb pinnaseõhus 11–44 kBq/m³ piiridesse. Mõlema meetodi mõõtmistulemused näitavad, et tegemist on väga heterogeense Rn jaotusega pinnaseõhus. Uuringupunktis 5 on Rn sisaldus otsemõõtmisel enam kui 2 korda kõrgem, kui pinnases U(Ra) sisaldus lubab eeldada. Ka 3 uuringupunktis on Rn sisaldus pinnaseõhus otsemõõtmisel kõrgem, kui Pinnases U (Ra) sisalduse järgi arvutatu.

Tabel 1. Elementide sisaldus pinnases ja pinnase looduskiirguse tase

Vp nr	Vp registri nr	K	U	Th	Rn _{1m}	Rn _{Ra}	C	G ₁	G ₂
1	09Rn-1931	2,1	0,7	4,4	5	11	33	12	-
2	09Rn-1932	2,6	3,1	10,9	34	44	61	11	38
3	09Rn-1933	1,2	1,0	6,6	18	15	30	13	14
4	09Rn-1934	1,5	0,7	3,7	6	11	26	10	11
5	09Rn-1935	1,3	0,8	4,4	32	12	26	11	13
6	09Rn-1936	0,7	1,5	2,4	9	23	18	11	11
Eesti keskmine		2,1	2,1	7,4	27	31	55	9	13

K – (K-⁴⁰K) %; U – U(Ra) g/t; Th – ²³²Th g/t; Rn_{1m} – Rn sisaldus pinnaseõhus otsemõõdetult (kBq/m³); Rn_{Ra} – Rn sisaldus pinnaseõhus U (Ra) järgi arvutatult (kBq/m³); C – looduskiirguse tase ehitismaterjalides lubatust, %; G₁ – gammakiirgus maapinnal (µR/h); G₂ – gammakiirgus kaevandi põhjas (µR/h).

Kehtivate normide järgi ($<50 \text{ kBq/m}^3$) kuulub maa-ala normaalse radooniohuga alaga kategooriasse. See on formaalne lähenemine. Rn_{1m} ja Rn_{Ra} suhe näitab, et sügavamal ürgorgu täitvates setetes pole välistatud kõrgema U (Ra) sisaldusega erimite esinemine. Need võivad põhjustada ka kõrge Rn-riski taseme majade siseõhus. Kuna hõre uuringute võrk ei võimalda kõrge Rn-riskiga alade kontuurimist, on soovitatav ette näha täiendavad uuringud vahetult projekteeritavate lastasutuste, elumajade ja teiste olmehoonete aluses pinnases.

Looduskiirgus

Pinnase looduskiirguse taseme määravad pinnases U (Ra), Th-232 ja K-40 sisaldus (Looduskiirgusest ..., 1998). Paldiski mnt. 50 kinnistu pinnases ületab U (Ra) sisaldus ühes uuringupunktis Eesti keskmist ja ka maakoore keskmist 2,5 mg/kg. Samas punktis on ka K ja Th sisaldused mõnevõrra Eesti keskmisest kõrgemad.

Tulenevalt sellisest U (Ra), Th-232 ja K (K-40) sisaldusest uuringupunktides, on Paldiski mnt. 50 kinnistu maa-alal summaarne looduskiirguse tase peale, punkti nr. 2, madalam Eesti keskmisest (tabel 1), kõikides uuringupunktides madalam, kui majaaluses pinnases lubatud.

Maa-ala gammakiirguse tase maapinnal on üldjuhul kooskõlas pinnases U (Ra), Th, K (K-40) jt. radioaktiivsete elementide sisaldusega ning jääb oluliselt madalamaks nii Eesti, kui ka Põhjamaade elurajoonides soovitatud piiridest (26-28 $\mu\text{R/h}$ ja 32–36 $\mu\text{R/h}$) (Looduskiirgusest, ..., 1998; Naturally, 2000).

Järeldused

Paldiski mnt. 50 kinnistu ning lähiala pinnases mõõdetud U (Ra), Th-232 ja K (K-40) sisaldustele ning pinnaseõhus mõõdetud Rn ja U (Ra) sisalduse järgi kalkuleeritud Rn sisaldusele tuginedes järeldub:

- vastavuses Eestis kehtivatele piirnormidele (Radooniohutu..., 2003), kuulub maa-ala pinnas **normaalse Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kuid kuna uuringupunktide tihedus on väike ja esineb Rn täiendav juurdekanne sügavamalt, pole kõrge Rn-risk välistatud.** On soovitatav ette näha täiendavad uuringud vahetult projekteeritavate lastasutuste, elumajade ja teiste olmehoonete aluses pinnases.
- U (Ra), Th ja K (K-40) sisalduse järgi (tabel 1) arvutatud pinnase looduskiirguse tase (Looduskiirgusest ..., 1998) jääb Eesti pinnase looduskiirguse foonilise taseme piiridesse ja ei ületa ehitusmaterjalides ja majaaluses pinnases lubatud piiri. Ka pinnase gammakiirguse tase on fooniline ja madalam maksimaalsest soovitatud piirist (26–28 $\mu\text{R/h}$ ja 32–36 $\mu\text{R/h}$; Looduskiirgusest, ..., 1998; Naturally, 2000).

Kirjandus

Clavensjö, B., Åkerblom, G, 1994. The Radon book. Measures against radon, Stockholm, 129 p.

Looduskiirgusest, kiirgustegevusest, kiirgusallikatest ja avariidest elanikkonnale põhjustatud kiirgusdooside seire ja hindamise korra kindlustamine. Keskkonnaministri 24. augusti 1998. a määrus nr 55.

Morgen, E., 2003. Eesti geoloogiline baaskaart, leht 6335 (Tallinn). Pinnakate. Mõõtkava 1:50 000. Tallinn, EGF.

Naturally Occurring Radioactivity in the Nordic Countries – Recommendations. The Radiation Protection Authorities in Denmark, Finland, Iceland, Norway and Sweden, 2000, ISBN 91-89230-00, 73 p.

Petersell, V., Åkerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K., 2004. Eesti radooniriski kaart, Tallinn-Stockholm.

Radooniohutu hoone projekteerimine, 2003. Eesti Standard. EVS 840:2003.

Raudsep, R., Samuel, G., 1999. Radooniohu piiritlemine. Eesti projekteerimisnormid. EPN 12.2., ET Eesti Ehitusteave.

Suuroja, K., 2003. Eesti geoloogiline baaskaart, leht 6335 (Tallinn). Aluspõhi. Mõõtkava 1:50 000. Tallinn, EGF.

Keskkonnaekspert:
Litsents nr KMH0042, väljastatud 01.06.2001

Valter Petersell

Geoloog:

Mark Karimov

Tallinn, 01.06.2009