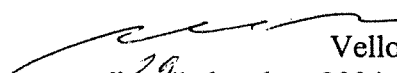




Eesti Geoloogiakeskus
Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond

Riiklik reg. Nr
GL-04-41

KINNITAN
Eesti Geoloogiakeskuse direktor


"29" oktoober 2004 Vello Klein

V. Petersell, V. Mõttus, K. Täht

**Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase radooniohtlikkuse
hinnangu a r u a n n e**

Arendusdirektor



Aivar Pajupuu

Tallinn, 2004

Annotatsioon

V. Petersell, V. Möttus, K. Täht. **“Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase radooniohtlikkuse hinnangu aruanne”**. Eesti Geoloogiakeskus, geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond, Tallinn, 2004. Tekst 13 lk., 2 tekstilisa, 6 graafilist lisa. (EGF, Viimsi Vallavalitsus).

Viimsi valla tellimusel tehti valla mandriosa territooriumi pinnase radooni ja looduskiirguse ohtlikkuse hinnang.

2004. a suveperioodil mõõdeti mainitud maa-alal gamma-spektromeetriga 66 vaatluspunktis pinnase U (Ra), Th (^{232}Th) ja K (^{40}K) sisaldus ning samade punktide pinnaseõhus emanomeeter Markus 10-ga Rn sisaldus. Nii välitööde kui ka info töötluste käigus juhenduti Põhjamaades kasutatavast metoodikast.

Kogutud andmete töötluste ja analüüsi tulemusel eristatakse valla mandriosa territooriumi pinnase radoonisisalduse kaardil ja seletuskirjas Rn normaalse, kõrge ja väga kõrge sisaldusega alad. Rn sisalduse kaart koos abikaartidega esitatakse 5 iseseisval lehel mõõtkavas 1:25 000. Need on: Rn sisaldus pinnaseõhus (Bq/m^3), U (Ra) sisaldus pinnases (g/t); Th (^{232}Th) sisaldus pinnases (g/t); K (^{40}K) sisaldus pinnases (%); faktilise materjali kaart. Täiendavalt lisatakse pinnase looduskiirguse kaart.

Kogutud andmetel varieerub Rn sisaldus pinnaseõhus 2 kuni 606 kBq/m^3 piirides. Normaalse Rn sisaldusega pinnas levib valdaval osal valla territooriumist, esmajärjekorras Viimsi kõrgendikust põhja, itta ja ka läände jäävatel aladel.

Ligi 10% valla territooriumist moodustavad alad, kus pinnaseõhus Rn sisaldus on kõrge või väga kõrge. Need on Viimsi kõrgendik ja sellega lõunast piirnev ala, samuti valla piiridesse jääv Põhja-Eesti klindivöönd.

U (Ra), Th (^{232}Th) ja K (^{40}K) sisalduse ning gammakiirguse mõõdistamise kompleksne analüüs näitab, et valla mandriosa pinnase looduskiirguse tase jääb Eesti ja Põhjamaade elamurajoonides lubatud piiridesse. Ainult diktüoneemakilda avamusalal või kildatükkide rikkal pinnasel on see kõrgem. Sellistel aladel ületab looduskiirguse tase ka mänguväljakutel lubatu.

Viimsi valla mandriala piires levivat liiva, kruusa ja teisi pinnase tüüpe, milles U (Ra) sisaldus ületab 8–8,5 g/t piiri, pole soovitatav kasutada majade ehitusmaterjalina. Need võivad põhjustada majade siseõhus kõrge Rn-sisalduse. Pinnased, kus U sisaldus ületab 4–5 g/t piiri, pole sobilikud elumajade, lasteadeade, koolide, haiglate jt olmehoonete aluseks täitepinnaseks. Need on Rn ohtlikud.

Märksõnad: Viimsi vald, uuring, pinnas, diktüoneemakilt, fosforiit, radoon, uraan, looduskiirgus.

Projekti juht



Valter Petersell

SISUKORD

SISSEJUHATUS	4
1. RADOON (^{222}Rn)	4
2. RADOONIOHTLIK PINNAS	5
3. GEOLOOGILISE E HITUSE PÕHIJONED	5
3.1. Pinnareljeef	5
3.2. Pinnakate	6
3.3. Aluspõhi	6
4. METOODIKA	7
5. RADOONI SISALDUS PINNASEÕHUS	8
6. LOODUSKIIRGUS	9
JÄRELDUSED	11
KIRJANDUS	12

TEKSTILISAD

1. Faktilise materjali tabel	14
2. Vahearuanne	17

EGK Teadusnõukogu protokoll

GRAAFILISED LISAD

Leht 1. Viimsi valla mandriosa pinnase Rn sisalduse kaart mõõtkavas 1:25 000	
Leht 2. Viimsi valla mandriosa pinnase Rn sisalduse kaart mõõtkavas 1:25 000 U (Ra) sisaldus pinnases	
Leht 3. Viimsi valla mandriosa pinnase Rn sisalduse kaart mõõtkavas 1:25 000 Th (^{232}Th) sisaldus pinnases	
Leht 4. Viimsi valla mandriosa pinnase Rn sisalduse kaart mõõtkavas 1:25 000 K (^{40}K) sisaldus pinnases	
Leht 5. Viimsi valla mandriosa pinnase Rn sisalduse kaart mõõtkavas 1:25 000 Faktilise materjali kaart	
Leht 6. Viimsi valla mandriosa pinnase looduskiirguse taseme kaart mõõtkavas 1:25 000	

SISSEJUHATUS

Viimsi vald paikneb Tallinnast kirdes asuval samanimelisel poolsaarel. Valla mandriosa territoorium piirneb läänes Tallinna ning idas ja kirdes Muuga lahega. Edelas ja lõunas külgneb valla territoorium vastavalt Tallinna linna ja Jõelähtme valla territooriumiga. Vaadeldava ala pindala on ligi 74 km².

Valla lõunaosas asub Viimsi aluspõhjaline kõrgendik, kaguosa läbib ida-läänesuunaline Põhja-Eesti klint.

Aluspõhjaline kõrgendik on kolmnurgakujuline, järskude nõlvade ja tasase laega. Selle kõrgus merepinnast varieerub 45–53 m piirides. Nii kõrgendiku kui ka klindi piirkond kuuluvad Põhja-Eesti Rn-ohtliku vööndi piiridesse (Raudsep, 1999). Tulenevalt vajadusest arvestada Rn ohtu valla arengukavade koostamisel, tellis vald mandriosa territooriumil radooni ja looduskiirguse uuringu.

Uuringud tegi OÜ Eesti Geoloogiakeskus. Välitööd viidi läbi ajavahemikus 06.07.04 kuni 10. 09. 04. a. Välitööde käigus selgitati Rn, U (Ra), Th ja K (⁴⁰K) sisaldus pinnase 66 vaatluspunktis (lisa 1). Välitööde periood oli väga vihmane. Madalatel aladel kõrge pinnasevee tase ei võimaldanud Rn otsemõõtmist teha 11 vaatluspunktis. Välitööde teostamisel, info töötlemisel ja andmete interpreteerimisel tugineti Rootsisis ja teistes Põhjamaades kasutatavale metoodikale ja soovitudele (Clavensjö, Åkerblom, 1994; Naturally..., 2000) ning Eesti Standardile EVS 840:2003 (Radoonihutu..., 2003). Tulemuste analüüs teostati ja aruanne koostati 13.09.04. kuni 20.10.04. Aruande koostamisel kasutati täiendavalt Eesti Rn riski kaardi andmebaasi.

Töö käigus koostati ja edastati tellijale Randvere tee ja klindivahelise ala kohta vahearuanne. Kuna kõik vahearuanDES esitatud seisukohad jäävad muutmatuks, siis seda infot käesolevas aruandes ei korrata. Aruanne lisatakse (lisa 2).

1. RADOON (²²²Rn)

Inimese tervisele on ohtlik peamiselt radoon (²²²Rn), mis on uraanirea (²³⁸U) lagunemisprodukt ja mis tekib vahetult raadiumi (Ra-226) radioaktiivsel lagunemisel. ²³⁸U moodustab 99,3% kogu loodusliku U sisaldusest ja selle poolestusaeg on 4,5x10⁹ aastat. ²²⁶Ra poolestusaeg on 1620 a ja ²²²Rn – ainult 3,82 päeva. ²²²Rn on inertne kõrgradioaktiivne 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 ²⁰⁶Pb 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 poolestuseg 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 radoonist. Sellest tulenevalt on arenenud maades kehtestatud elamute siseõhus Rn sisalduse osas lubatud piirid: Venemaal ja Ukrainas – 100 Bq/m³, USA-s – 150 Bq/m³ ja enamuses Lääne-Euroopa maades, sealhulgas ka Eestis – 200 Bq/m³.

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

2. RADOONIOHTLIK PINNAS

Vastavuses Eestis kehtivatele piirnormidele (Eesti Standard EVS 840:2003, Radooniohutu., 2003) kuulub hoonestusala pinnas (kivim):

- normaalse Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmise või U (Ra) järgi arvatult jääb alla 50 kBq/m³ piiri,
- kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmise või U (Ra) järgi arvatult ületab 50 kBq/m³ piiri, kuid jääb vahemikku 50 kuni 250 kBq/m³,
- väga kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse, kui Rn sisaldus 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmise või U (Ra) järgi arvatult ületab 250 kBq/m³.

Pinnased, kus pinnaseõhus jääb Rn sisaldus alla 10 kBq/m³, kuuluvad madala Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse.

Ka Põhjamaade poolt soovitatud piirnormide (Naturally..., 2000) alusel loetakse Rn-ohlikeks sellised looduslikud pinnased, kus Rn sisaldus maapinnast 1 m sügavusel pinnaseõhus võib ületada 50 kBq/m³ piiri. Nendele vastavad üldjuhul liivased pinnased, milles 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. Tänu väga headele aeratsiooniomadustele loetakse Rootsis kruusased pinnased kõrge radooniriskiga alade kategooriasse ka siis, kui pinnaseõhus on Rn sisaldus mõnevõrra madalam ja jääb 40–50 kBq/m³ piiridesse.

3. GEOLOOGILISE EHITUSE PÕHIJOONED

Viimsi valla mandriala geoloogilises ehituses osalevad pudedad pinnakatte (Kvaternaari) setted ja nende all levivad aluspõhja moodustavad Ordoviitsiumi ja Kambriumi ning vanemad settekivimid (Jalakas jt., 1993).

3.1. Pinnareljeef

Viimsi valla mandriala kaasaegne pinnareljeef on kujunenud mandriliustike tegevuse, sellele järgnenud neotektoonilise tõusu (1–2 mm aastas) ning mere abrasiooni-akumulatsiooni tulemusel. Suure osa valla territooriumi põhjaalast hõlmab Põhja-Eesti rannikumadaliku osaks olev metsaga kaetud Viimsi–Rohuneeme tasandik. Selle kõrgus merepinnast varieerub valdavalt 5–10 m piirides ja see moodustab mere

ääres kohati mõne m kõrguseid astanguid. Valla lõunaosas levib Põhja-Eesti lavamaa koosseisu kuuluv Viimsi kõrgendik. Selle kirde- ja lääneserv moodustavad järsu astangu, mille suhteline kõrgus ulatub 30 m-ni. Kõrgendiku idapiirkonda tuntakse Randvere liivakivikõrgendikuna ning põhjosa – Viimsi saarlavana. Viimase kõrgeima koha – Lubjamäe – abs kõrgus ulatub 51,4 m.

Valla maismaa kaguosas, põhialast eralduva ruudukujulise ala lõunaosas, on jälgitav ida-läänesuunaline Põhja-Eesti klint. See on pea kõikjal kaetud varikalde setetega ja selle suhteline kõrgus varieerub 10–15 m piirides. Klindipealne ala kuulub Põhja-Eesti lubjakiviplatoo koosseisu ja selle kõrgus jääb merepinnast 36–41 m vahemikku. Klindialuse ala kõrgus on merepinnast 21–30 m.

3.2. Pinnakate

Pinnakatte paksus on ebaühtlane ja varieerub valdavalt 0,5–7 m piirides. Ainult Pirita ürgoru ja selle nõlvade piires ületab pinnakatte paksus mainitu ja ulatub 40–50 m-ni (graaf. lisa 1). Pea kõikjal esineb “laike”, millede piires jääb pinnakatte paksus alla 1 m. Sellesse kategooriasse kuulub samuti kogu klindipealne tasandik. Pinnakatte paksus on keskmisest väiksem Viimsi kõrgendiku piires. Pinnakatte vanusest ja litoloogilisest koostisest annab ülevaate graaf. lisa 1.

Aluspõhja kivimeid katab pea kõikjal moreen. See on ka peamine ürgoru täitematerjal. Moreeni koostises kajastuvad Lõuna-Soomes (Soome lahe põhjas) ja valla territooriumil levivad aluspõhja kivimid. Mandriala põhja- ja idaosas esinevad moreenis purruna peamiselt granitoidsed kivimid. Kambriumi liivakivide ja aleuriidi purdu esineb harva. Need on purunenud (lagunenud) liivaks ja koos Kambriumi savidega moodustavad moreeni peenese. Kambriumi savi ja aleuroliidi olulisest osalusest on tingitud sageli moreeni hall või sinakashall värvus.

Alates Lubjamäe piirkonnast edasi lõuna suunas moodustavad moreeni purrus järjest suurema osa karbonaatsed kivimid. Koos viimastega esineb samuti diktüoneemakilta, fosforiiditükikesi ja ka glaukoniitliivakivi. Viimsi kõrgendiku ja selle nõlvadel leviv moreen on sageli allunud intensiivsele Joldiamere ja Antsülusjärve mõjule. Moreen on läbi pestud ja jätab kohati kruusa mulje. Eriti aladel, kus moreeni katavad eelpoolmainitud veekogude rannalähedased setted (liiv, kruus). Moreeni peenes on sageli hallikaspruun ja selles osaleb diktüoneemakilda peenest.

Alvaritel katab aluspõhja kivimeid tavaliselt läbipestud moreen ja viimast kuni 40 cm paksune aleuriit.

Viimsi kõrgendiku kirdeserval katab moreeni fluvioglatsiaalne kruus. Kruus on karbonaatiderikas. Selle peenes on sageli pruunikashall ja peeneses esineb diktüoneemakilda tükikesi.

Suurtel aladel katavad moreeni Antsülusjärve (I IVan), Litoriina- (m IVlt) ja Limneamere (m IVlm) setted (graaf. lisa 1). Need on esindatud valdavalt peene- ja keskmiseteraliste liivadega ja harvem aleuriitidega. Vanade rannavallide piires esineb kruusa. Põhja-Eesti klindialuses vööndis esineb liivas diktüoneemakilda ja fosforiidi tükikesi. Neid esineb ka klindialuste rannavallide kruusas, klindist kuni 600 m kaugusel.

Valla mandriala rannavööndis on meresetete lõimis ja koostis väga varieeruv, alates aleuriidist kuni kruusani. Esimesed on laialt levinud Muuga suvilapiirkonnas. Poolsaare tipust ligi 0,5 km kaugusel, kõrgustiku suunas, koosneb liiva ja kruusa segu kohati ainult granitoidsest materjalist.

3.3. Aluspõhi

Viimsi valla mandriosa territooriumil, samanimelise kõrgendiku piires ja territooriumi kagunurgas lubjakivide platool levivad pinnakatte all (ülalt alla):

- Ordoviitsiumi lubjakivi ja dolomiit,
- Alam-Ordoviitsiumi glaukoniitliivakivi, diktüoneemakilt ja oobolusliivakivi (fosforiit) ning
- Alam-Kambriumi peene- kuni keskmiseteraliste liivakivide ja aleuroliitide erimid.

Need kivimid paljanduvad klindil ja Viimsi kõrgendikku ääristavates astangutes või on maetud varikalde setete alla.

Lubjakivide paksus ulatub mõnest meetrist 8–12 m-ni ja suureneb ala lõunaosas. Läbilõike ülemises osas esineb ehituslubjakivina tuntud Lasnamäe lademe paksukihilist lubjakivi, mida on ka kohati kaevandatud. Lubjakivilasundi alumine osa on dolomitiseerunud.

Klindil ja Viimsi kõrgendikku ääristavates astangutes paljanduva glaukoniitliivakivi paksus on 2–2,5 m, diktüoneemakilda paksus 4,5–5,5 m ja oobolusliivakivi koos harvem esinevate ooboluskonglomeraadi (või detriidi) vahekihtidega kuni 4–5 m. Viimases esineb samuti kuni 20 cm paksuseid diktüoneemakilda vahekihte. Sügavamal levivad Alam-Kambriumi liivakivi ja aleuroliidi erimid, millede paksus on 20–25 m ja nendele järgneva Lontova savikihi (nn. sinisavi) paksus ligi 60 m. Kambriumi settekivimite ülemine osa on Viimsi kõrgendikku ääristavates astangutes maetud varikalde setete alla, Põhja-Eesti klindil Pirita ürgorgu täitvate setete alla.

Kogu ülejäänud Viimsi valla mandriosa territooriumil avanevad pinnakatte all Alam-Kambriumi liivakivid ja aleuroliidid ja nendele järgneb Lontova savikiht. Viimase avamused jäävad Viimsi-Rohuneeme tasandiku levilale ja Pirita ürgoru sügavamasse ossa.

Radooniriski seisukohalt on oluline diktüoneemakilda ja oobolusliivakivi (fosforiidi) levik.

Diktüoneemakildale ja oobolusliivakivile on omane vastavalt väga kõrge (20–110 g/t) ja kõrge (3–20 g/t) U-sisaldus. Nende kogus ja levik nii looduslikus lasundis kui ka nende peenese sisalduse tase mandriliustike ja mere(antsülusjärve)setetes määravad maa-ala radooniohtlikkuse ja looduskiirguse taseme.

Aluspõhja kivimite kihid on nõrgalt kallutatud lõuna suunas, keskmiselt 0,3 m 100 m kohta.

4. METOODIKA

Viimsi valla mandriosa territooriumil mõõdeti pinnases maapinnast 0,7–0,8 m sügavusel U (Ra) (g/t), Th (g/t) ja K (^{40}K) (%) sisaldus ning gammakiirguse intensiivsus ($\mu\text{R/h}$) 66 vaatluspunktis (vp) (graaf. lisa 5). Samade vp pinnaseõhus mõõdeti Rn sisaldust (kBq/m^3). Kõrge pinnasevee taseme tõttu (maapinnast <0,8 m) jäid tulemused 12 vaatluspunktis saamata. Vaatluspunktide koordinaadid määrati Garmin GPS 76-ga WGS-84 süsteemis täpsusega ± 10 m ja mõõtmistulemused tuuakse lisas 1.

Uuringud teostati Eesti Kiirguskeskuse radoonimõõduri (Markus 10) ja gamma-spektromeetri GR-320 ning Eesti Geoloogiakeskuse radiomeetri (CPII-88H) abil.

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

Gamma-spektromeetriga pinnases mõõdetud U (Ra) sisalduse järgi arvutati pinnaseõhus kujunev maksimaalne Ra-ga tasakaalus oleva Rn sisaldus (Ra-st tekkiva ja pinnaseõhku eralduva ning pinnaseõhus radioaktiivselt laguneva Rn vahelise tasakaalu variant) järgneva valemi abil:

$$C_{\max} = A \cdot e \cdot \bar{\rho} \cdot (1 - p) p^{-1} \quad (\text{Clavensjö, Åkerblom, 1994}),$$

kus $C_{\max}$ – Rn maksimaalne kujunev sisaldus, kBq/m³;

A – U (Ra) sisaldus, Bq/kg;

e – Rn emanatsiooni faktor;

$\bar{\rho}$ – kompaktne mahukaal (erikaal), kg/m³ ja

p – poorsus.

Vaba pinnaga pinnaseõhus on otsemõõtmisel saadud Rn sisalduse tulemused otseses sõltuvuses pinnase aeratsiooni iseloomust. Mida parem on aeratsioon, seda madalamaks jääb pinnaseõhus Rn sisaldus, see lendub õhku. Kuna ehitised ja nende ümber külmunud pinnas moodustavad ekraani, mis muudavad aeratsiooni tingimused nullilähedaseks, kasutatakse maaüksuse Rn-riski hindamisel U (Ra) sisalduse järgi arvutatud Rn sisaldusi. Samas võimaldavad Rn otsmõõtmise tulemused hinnata Rn tekke intensiivsust pinnase sügavamates (>1,2–1,5 m) kihtides.

Looduskiirguse kaardi koostamisel on aluseks võetud Keskkonnaministri 24. augusti 1998. a määrusega nr 55 (Looduskiirgusest..., 1998) kehtestatud nõuded ja Põhjamaade soovitused (Naturally ..., 2000).

Kaardi koostamisel kasutatakse põhiühikuna majaehitusmaterjalidele lubatud looduskiirguse piirväärtust, mis arvutatakse valemi (elementide sisaldus on Bq/kg)

$$C = {}^{226}\text{Ra}/300 + {}^{232}\text{Th}/200 + {}^{40}\text{K}/3000 \quad \text{järgi, kus}$$

C – ehitusmaterjalides lubatud looduskiirguse tase, mis ei või ületada "1".

Mänguväljakute ehitusmaterjalidele kehtestatud nõuded on keskmiselt 2,5 korda leebemad kui ehitusmaterjalidele. Seega ei või mänguväljakute ehitusmaterjalides (pinnases) C väärtus ületada "2,5".

5. RADOONI SISALDUS PINNASEÕHUS

Radooni sisaldus on Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnaseõhus väga erinev, madalast kuni väga kõrge (graaf. lisa 1). See varieerub otsemõõtmise tulemusel 2 kuni 285 kBq/m³ ja U (Ra) sisalduse järgi arvutatult 2 kuni 569 kBq/m³ piirides (lisa 1). Kogu valla mandriosa territooriumil eraldub ühemõtteliselt kõrge või väga kõrge Rn-riskiga piirkondadena Viimsi kõrgendiku ja sellest lõunasse kuni valla piirini jääv ala ning valla piiridesse jääv Põhja-Eesti klindivöönd.

Viimsi kõrgendiku alal varieerub pinnaseõhus Rn sisaldus 50–285 kBq/m³ piirides, valdavalt 87–186 kBq/m³ piirides. On märkimisväärne, et alal paiknevates kõikides vaatluspunktide pinnaseõhus ületab Rn sisaldus piiranguteta ehitustegevuseks lubatu (50 kBq/m³).

Viimsi kõrgendikku läänest piirav astang on tegelikult kaheastmeline. Ligi 20–40 m laiune lauge vahetasandik on jälgitav kõikjal astangu alumises osas, alates projekteeritava kooli territooriumi lõunapiirist kuni astangu lõpuni põhjas. Seda vahetasandikku moodustav pinnas on diktüoneemakilda tükikeste rikas ja selle pinnaseõhu Rn sisaldus on 285 kBq/m³ (vp 43). Tulenevalt Rn sisaldusest pinnaseõhus kuulub vahetasandikku moodustav pinnas väga kõrge Rn riskiga pinnase kategooriasse.

Viimsi kõrgendiku lae lääneosa pinnakate on sageli õhuke. Nendel aladel toimub täiendav Rn juurdekanne lubjakivide lõhede kaudu sügavamalt, diktüoneemakildas moodustuvast Rn-ist. Kujukaks näiteks on vp 56. Selles vaatluspunktis ulatub Rn sisaldus otsemõõdetult 186 kBq/m^3 , samal ajal kui pinnases U (Ra) sisalduse järgi arvatatu moodustab ainult 38 kBq/m^3 (lisa 1).

Viimsi kõrgendiku alal on kõrge Rn sisaldus pinnases valdavalt seotud peenestatud diktüoneemakilda ja fosforiidiga. Mõlema kivimi erimid esinevad nii kõrgendiku lae kui ka selle nõlva setetes. Ka kõrgendikust lõunasse jääval alal on liustikusetted rikastatud jää poolt kantud põhja poolt pärineva sama U rikka materjaliga.

Valla piiridesse jääva Põhja-Eesti klindivööndi pinnaseõhu Rn sisaldus varieerub piirides 63 kuni 596 kBq/m^3 ja ainult ala loodenurga piiril väheneb see kuni 32 kBq/m^3 . Ala klindipealse osa pinnaseõhu Rn sisaldus on selgitatud vp 24. Selles on pinnaseõhus U (Ra) järgi arvatud Rn sisaldus 63 kBq/m^3 . Kuna aluspõhjas levivad U (Ra) rikkad kivimid (diktüoneemakilt, fosforiit) on kaetud suhteliselt õhukese ($<10 \text{ m}$) karbonaatsete kivimite kihiga, millised klindi ääres on tavaliselt ka lõhelised, on reaalne, et kuivadel perioodidel toimub täiendav Rn juurdekanne sügavamalt lubjakivi lõhede kaudu.

Klindialusel tasandikul on pinnaseõhus maksimaalne Rn sisaldus (608 kBq/m^3) mõõdetud klindist ligi 30 m kaugusel. Pinnas on diktüoneemakilda peenese rikas. Selline pinnas kuulub eriti kõrge Rn sisaldusega pinnase kategooriasse ja tõenäoliselt moodustab selline pinnas klindi all paralleelselt klindiga vööndi, mille laius on ligi 150–200 m. Klindist põhja suunas kaugenedes Rn sisaldus väheneb, kuid jääb praktiliselt kõikjal kõrgemaks piiranguteta ehitustegevuseks lubatust (50 kBq/m^3) (graaf. lisa 1).

Normaalse Rn sisaldusega pinnase levila moodustab valdava osa valla mandriala territooriumist. Need on alad, kuhu pole mandriliustike ja mere abrasiooni-akumulatsiooni tegevusel kantud U (Ra) rikka diktüoneemakilda või fosforiidi peenest. Nendel aladel varieerub Rn sisaldus pinnaseõhus valdavalt 10–30 (kBq/m^3) piirides ja üksikutes peeneteralistes mereliiva rajatud vaatluspunktides jääb isegi veel madalamaks (2 kBq/m^3). Samas esineb ka vaatluspunkte, kus Rn sisaldus pinnaseõhus ületab 50 kBq/m^3 (vp 1, vp 52). Nendes levib peamiselt liiva ja kruusa segu, mis mineraloogiliselt koostiselt läheneb granitoididele. On tõenäoline, et tegemist on Soome päritoluga rabakiviformatsiooni kuuluva granitoidse materjaliga, mis sageli on U (Ra) rikas (kuni 12 g/t; The Geochemical..., 1993). Sellele vihjab ka pinnases kõrge Th/U (Ra) suhe ja K sisaldus (lisa 1). Pole kahtlust, et detailsete tööde käigus selliste alade hulk sageneb, esmajärjekorras Viimsi poolsaare kirdepoolse rannavööndi põhjapoolses osas.

6. LOODUSKIIRGUS

Pinnase looduskiirguse taseme määravad pinnases U(Ra), ^{232}Th ja ^{40}K sisaldus (Looduskiirgusest ..., 1998). Nende elementide sisaldused pinnases tuuakse lisa 1 ja nende levikut pinnases iseloomustavad graafilised lisad 2, 3 ja 4.

Looduskiirgust põhjustavatest elementidest on kahtlemata esikohal U (Ra). Eesti pinnase keskmine U sisaldus on 2,1 g/t (Petersell jt., 2000), maakoore keskmine – 2,5 g/t (Wedepohl, 1996). Viimsi valla mandriosa territooriumil varieerub U (Ra) sisaldus 0,2 g/t kuni 23 g/t ja ulatub üksikjuhul 46 g/t (graaf. lisa 1). Ligi 44% vp ületab U (Ra) sisaldus Eesti pinnase keskmise 2 kuni 11 korda ja üksikjuhul kuni 22

korda. Kõrge U (Ra) sisaldusega pinnase levilad ühilduvad kõrge ja väga kõrge Rn riskiga pinnaste levilatega. See on ka arusaadav, kuna U (Ra) ja Rn vahel on valdavalt väga kõrge positiivne korrelatsioon.

U (Ra) kõrgest sisaldusest on tingitud järgnevad olulised keskkonnaprobleemid:

- pinnased, milles U (Ra) sisaldus ületab 4–5 g/t piiri, on Rn-ohtlikud. Neid pole otstarbekas kasutada suurtes kogustes elumajade, olmehoonete jt analoogsete hoonete aluseks täidiseks. See tingib vajaduse kasutada ehituste rajamisel Rn vastaste meetmete rakendamist. Viimsi vallas juba esinevad sellised nähted (lasteaia alune täitepinnas, elumajaalune täitepinnas (vp 61);
- liiv ja kruus või muu pinnas, milles U (Ra) sisaldus ületab 8 g/t piiri (>100 Bq/kg), pole kasutatavad ehitusmaterjalide koostises, kus see valdab (betoon, krohv jne). Võib põhjustada hoonete siseõhus kõrge Rn sisalduse (Naturally ..., 2000).
- pinnased, milles U (Ra) sisaldus ületab 20 g/t piiri, pole soovitatavad alalise eluaseme rajamiseks (Pinnases..., 2004);
- pinnased, millistes U (Ra) sisaldus ületab 50 g/t piiri, pole kõlblikud eluaseme rajamiseks (Pinnases..., 2004).

Th sisaldus varieerub Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnases 1,8 g/t kuni 23,1 g/t piirides (lisa 1, graaf. lisa 3). Need sisaldused jäävad Eesti pinnasele omaste sisalduste vahemikku ja maksimaalsed sisaldused ületavad maakoore ja Soome pinnase keskmise ainult kuni 2 korda (Wedepohl, 1996; The Geochemical..., 1992).

Th rea elementide radioaktiivsel lagunemisel eralduva radooni (torooni) poolestusaeg on lühike, ainult 55,6 sekundit ja pinnases oleva Th lagunemisel eralduv toroon ei avalda olulist mõju inimeste tervisele, kuna laguneb enne eluruumi jõudmist (UNSCEAR, 1993).

Tooriumiga kaasneb pinnase looduskiirgus. Kui Th sisaldus ületab pinnases 16–17 g/t piiri, ületab Th poolt põhjustatud looduskiirgus 1/3 ehitusmaterjalides lubatust looduskiirgusest.

⁴⁰K tasakaalus oleva K sisaldus varieerub Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnases 0,7% kuni 8,7% piirides (lisa 1, graaf. lisa 4). Need sisaldused jäävad Eesti pinnases levivas moreenis oleva K sisalduse piiridesse (Petersell jt., 2000) ja on lähedased Soome pinnases olevale K sisaldusele. K maksimaalsed sisaldused on seotud diktüoneemakilda rikka pinnasega (vp-d 25, 43 jt) või pinnases Soome päritoluga granitoidse materjali kõrge sisaldusega (vp-d 2, 52 jt; The Geochemical..., 1992).

K-ga kaasneb gammakiirguse näol oluline looduskiirgus. Kui ehitusmaterjalis ületab K (⁴⁰K) sisaldus 3,5% piiri, ületab K poolt põhjustatud looduskiirgus 1/3 ehitusmaterjalides lubatust looduskiirgusest.

Nagu oli mainitud, määravad pinnase looduskiirguse taseme pinnases U(Ra), ²³²Th ja ⁴⁰K sisaldus (Looduskiirgusest ..., 1998). Nende elementide summaarne looduskiirguse tase on arvutatud meetodika peatükis toodud valemi abil ja väljendatakse mõõtühikuta suuruse abil. Ehitusmaterjalides on lubatud looduskiirguse tase, mis ei ületa "1", mänguväljakutel "2,5".

Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase summaarset looduskiirguse taset iseloomustab lisa 1 ja graaf lisa 6. Valdavas enamuses vaatluspunktidest jääb looduskiirguse tase fooni piiridesse (≤ 1), ligi 21% vaatluspunktides on tase mõnevõrra (<21%) kõrgem. See kõrgem looduskiirguse tase on enamuses põhjustatud

pinnases kõrge K ja Th ning kõrgendatud U sisaldusest (lisa 1). Vaatluspunktides 25 ja 43 on looduskiirguse tase kõrge, ületab toodud piirväärtuse 2–3 korda. Need on vaatluspunktid, kus pinnas on väga diktüoneemakilda rikas ja mis paiknevad pinnaseõhus väga kõrge Rn sisaldusega vööndites.

Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase gammakiirguse tase maapinnast 70–90 cm sügavusel varieerub (koos kosmilise fooniga) valdavalt 10–55 $\mu\text{R/h}$ piirides ja ainult vp 25 ulatub see 95 $\mu\text{R/h}$ (lisa 2). See ületab Eestile omase loodusliku fooni valdavalt kuni 5 korda, ning ainult vaatluspunktis 25 kuni 8 korda. See on kooskõlas pinnases U (Ra), Th, K (^{40}K) jt. radioaktiivsete elementide sisaldusega ja jääb valdavalt madalamaks kui Eesti ning Põhjamaade pinnases ja ka elumajades lubatu (vastavalt 100 $\mu\text{R/h}$ ja 50 $\mu\text{R/h}$; Looduskiirgusest..., 1998; Naturally..., 2000).

JÄRELDUSED

Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnaseõhus mõõdetud radooni ja pinnases määratud U (Ra), Th (^{232}Th) ja K (^{40}K) sisaldustele tuginedes jõeldub:

- vastavuses Eestis kehtivatele piimormidele (Radooniohutu..., 2003), kuulub valla pinnas normaalse, kõrge ja eriti kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse;
- normaalse Rn-sisaldusega pinnas levib valdaval osal valla territooriumist, esmajärjekorras Viimsi kõrgendikust põhja, itta ja ka läände jäävatel aladel;
- ligi 10% valla territooriumist moodustavad alad, kus pinnaseõhu Rn sisaldus on kõrge või väga kõrge. Need on Viimsi kõrgendik ja sellega lõunast piirnev ala, samuti valla piiridesse jääv Põhja-Eesti klindivöönd.

Väga kõrge Rn-sisaldusega pinnas moodustab 2 vööndit: 1) kitsa (50–70 m laiuse) ja ligi 1,5 km pikkuse vööndi Viimsi kõrgendiku lääneserva piirava astangu alumises osas esineva vahetasandiku ja ülemise astangu nõlva alumise osana kuni diktüoneemakilda avamuse ülemise piirini ja 2) Põhja Eesti klindi alusel tasandikul ligi 200 m laiuse vööndi.

On murettekitav, et nendel kõrge ja eriti kõrge Rn-riskiga alade piires käib väga vilgas elumajade rajamine, või on need varem asustatud.

Diktüoneemakilda avamusala piires hakkab toimuma täiendav Rn juurdekanne sügavamal lasuvast diktüoneemakildast ja fosforiidist juhul, kui seda purustatakse ehitustegevuse käigus. See kehtib esmajärjekorras Viimsi kõrgendiku kirdenõlva kohta, kus diktüoneemakilt on kaetud mõne meetri paksuse pinnasekihiga ja uuringute ajal kõrge pinnasevee tase ekraneeris täiendava Rn juurdekanne murenenud ja purustatud diktüoneemakildast.

U (Ra), Th ja K (^{40}K) sisalduse ning gammakiirguse mõõdistamise kompleksne analüüs näitab, et maaüksuse looduskiirguse tase jääb Eestis ja Põhjamaades elamurajoonides lubatud piiridesse. Ainult vp 25 ja 43, mis levivad diktüoneemakilda avamusalal või kildatükkidest rikkal pinnasel, on see kõrgem. Sellistel aladel ületab sageli looduskiirguse tase ka mänguväljakutel lubatu.

Viimsi valla mandriala piires levivat liiva, kruusa ja teisi pinnase tüüpe, milles U (Ra) sisaldus ületab 7,5–8,5 g/t piiri, pole soovitatav kasutada majade ehitusmaterjalina. Need võivad põhjustada majade siseõhus kõrge Rn-sisalduse. Pinnased, kus U sisaldus ületab 4–5 g/t piires, pole sobilikud elumajade, lasteade, koolide, haiglate jt olmehoonete aluseks täitepinnaseks. Need põhjustavad majadealuses pinnaseõhus kõrge Rn-sisalduse ja ehitamine eeldab Rn-vastaste meetmete rakendamist.

Projekteerimis- ja ehitustööde käigus on soovitatav hoiduda elamu- ja olmeehitiste rajamisest ilma eelneva kaitsekihi rajamiseta diktüoneemakilda avamusele ja aladele, kus pinnases U sisaldus ületab 20–25 g/t piiri. Tuleb teadvustada, et diktüoneemakilt pole ainult Rn-ohulik, vaid samuti kõrgendatud raskemetallide ja U ning looduskiirguse allikas, mis tükeldatud kujul õhu juurdepääsu tingimustes kaldub ise süttima. Isesüttimise nähud pole välistatud ka puistangute piires, juhul kui nendes esineb diktüoneemakilda kogumeid ja nendele tekib takistusteta õhu juurdepääs.

Hoonete projektid on soovitatav kooskõlastada ehitustel Rn kaasnevate probleemide minimeerimisega tegeleva kompetentse firmaga *Jõgioja Ehitusfüüsika KB OÜ*, tel. 601 4547.

KIRJANDUS

Åkerblom, G., Pettersson, B., Rosen, B., 1988. "Markradon. Handbok för undersökning av markradonförhallanden". In the Series: "Radon I bostäder". The Swedish Council for Building Research. Report R85, Stockholm.

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

Loog, A., Petersell, V., 1994. The distribution of microelements in Tremadoc graptolitic argillite of Estonia. Tartu Ülikooli Toimetised, 972, Töid geoloogia alalt XIV, lk. 57–75.

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

Meriküll, V., Jalakas, I., Morgen, E., Mardiste, A., Savitskaja, L., 1993. Tallinna ümbruse geoloogiline järelkaardistamine mõõtkavas 1:50 000, 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., Möttus, V., Enel, M., Täht, K., Vösu, M., 2000. Eesti mulla lähtekivimite geokeemiline atlas (käsikiri). Tallinn, EGF.

Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete piirnormid. Keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a määrus.

Radoon. Looduslik risk sinu tervisele!, 2003. Teabematerjal. Eesti Kiirguskeskus.

Radooniohutu hoone projekteerimine, 2003. Eesti Standard EVS 840:2003. Eesti Standardikeskus, 16 lk.

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

The Geochemical Atlas of Finland. Part 2; Till, 1992, 218 p.

UNSCEAR, 1993. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. Report to the General Assembly, with scientific annexes. United Nations
54. ISBN 92-1-1-142200-0.

Wedepohl, K.H., 1995. The composition of the continental crust. *Geochemica et Cosmochimica Acta*. Vol. 59, No 7, pp. 1217–1232.

Keskkonnaekspert:

Valter Petersell



Litsents nr KMH0042, väljastatud 01.06.2001

Tallinn, 21.10.04

Faktilise materjali andmestik

Vp.	Punkti number	Lito-	Geogr.	Geogr.	Gammak.	Rn _M	K (⁴⁰ K)	U (Ra)	Th (²³² Th)	Rn _{Ra}	C
nr.	andmebaasis	tüüp	laius °	pikkus °	µR/h	kBq/m ³	%	mg/kg	mg/kg	kBq/m ³	
1	04Rn-0985	lgl	59.565617	24.796167	27	9	4.7	3.5	21.0	52	1.05
2	04Rn-0986	mp	59.562850	24.799533	29	13	6.1	3.1	20.2	35	1.16
3	04Rn-0987	fgl	59.559950	24.805167	22	26	4.2	2.4	14.8	36	0.83
4	04Rn-0988	fgl	59.548817	24.805083	22	20	4.1	2.4	12.5	36	0.77
5	04Rn-0989	lga	59.555367	24.800467	28		6.0	3.2	16.9	42	1.09
6	04Rn-0990	lgl	59.543200	24.819983	21	28	4.6	2.1	11.1	26	0.78
7	04Rn-0991	lgl	59.531300	24.831783	16	17	4.6	1.2	7.4	15	0.67
8	04Rn-0992	lgl	59.520200	24.835117	11	2	2.8	0.8	4.3	10	0.41
9	04Rn-0993	lgl	59.518467	24.845550	12	2	2.3	1.0	6.6	12	0.41
10	04Rn-0994	dlv	59.516433	24.846233	16	8	2.8	2.5	7.2	31	0.54
11	04Rn-0995	fgl	59.511367	24.851950	24	67	2.0	9.9	9.1	115	0.79
12	04Rn-0996	lgl	59.504900	24.864567	23	44	1.6	11.6	11.2	141	0.86
13	04Rn-0997	fgl	59.498333	24.871717	26	44	1.9	12.7	10.1	148	0.92
14	04Rn-0998	t	59.497933	24.840967	22		1.3	8.6	9.3	107	0.67
15	04Rn-0999	fgl	59.497383	24.850833	27	98	2.6	10.6	9.8	123	0.90
16	04Rn-1000	lgl	59.501017	24.874550	10	6	2.0	1.1	3.3	13	0.32
17	04Rn-1001	lgl	59.504150	24.867917	18	35	3.1	4.0	10.1	49	0.69
18	04Rn-1002	fgl	59.507483	24.852383	22	78	2.1	8.5	9.3	99	0.75
19	04Rn-1003	lgl	59.508000	24.861767	12	50	1.7	1.8	5.3	22	0.36
20	04Rn-1004	lgl	59.513400	24.849983	20	80	3.2	15.2	8.6	185	1.13
21	04Rn-1005	fgl	59.505667	24.845100	24	143	2.0	9.7	11.7	113	0.84
22	04Rn-1006	dlv	59.504883	24.836383	22		1.8	9.3	8.7	114	0.74
23	04Rn-1007	dlv	59.502067	24.833800	20	60	1.7	6.3	10.2	77	0.64
24	04Rn-1008	lgl	59.462625	24.917633	16	23	2.2	5.2	11.1	63	0.66
25	04Rn-1009	lga	59.463617	24.917283	95		8.7	46.4	23.1	608	3.26
26	04Rn-1010	lgl	59.464483	24.913783	27	39	0.7	12.0	9.9	146	0.76
27	04Rn-1011	lgl	59.473117	24.913883	14	26	1.6	2.6	6.6	32	0.40
28	04Rn-1012	lgl	59.468383	24.924783	29	35	0.6	12.1	13.1	147	0.82
29	04Rn-1013	lgl	59.478217	24.917183	10		2.5	0.2	3.6	2	0.34
30	04Rn-1014	lgl	59.482933	24.958900	12		2.5	0.9	4.7	11	0.39
31	04Rn-1015	lga	59.483400	24.951617	12		2.4	1.8	1.8	24	0.36
32	04Rn-1016	lga	59.494817	24.907500	18	28	4.9	1.3	10.3	17	0.77

Faktilise materjali andmestik

Vp. nr.	Punkti number	Lito-	Geogr. laius °	Geogr. pikkus °	Gammak. µR/h	Rn _M kBq/m ³	K (⁴⁰ K) %	U (Ra) mg/kg	Th (²³² Th) mg/kg	Rn _{Ra} kBq/m ³	C
33	04Rn-1017	lga	59.488050	24.929317	13		3.3	0.9	5.0	12	0.48
34	04Rn-1018	lgl	59.492950	24.894467	22	27	4.2	2.8	15.6	42	0.86
37	04Rn-1019	t	59.510722	24.836090	28		5.4	5.6	16.9	73	1.13
38	04Rn-1020	t	59.511409	24.836494	25	38	3.4	5.9	10.8	78	0.81
39	04Rn-1021	t	59.511210	24.835094	30	39	3.4	5.1	11.6	67	0.79
40	04Rn-1022	t	59.507538	24.834902	23	31	3.3	4.4	11.0	55	0.74
41	04Rn-1023	lga	59.507250	24.831377	16		5.9	3.8	12.8	50	1.02
42	04Rn-1024	lga	59.508020	24.831126	28		4.0	2.2	10.3	29	0.71
43	04Rn-1025	dlv	59.508450	24.836717	28	120	6.5	23.2	17.8	285	1.98
44	04Rn-1026	lgl	59.514483	24.835327	22	13	2.7	1.6	6.7	19	0.48
45	04Rn-1027	mp	59.518200	24.827067	55	22	4.4	2.1	12.3	24	0.79
46	04Rn-1028	mp	59.504900	24.813283	14	13	6.8	1.9	16.4	21	1.11
47	04Rn-1032	lgl	59.503083	24.850150	21	199	2.6	14.5	12.3	176	1.11
48	04Rn-1033	lgl	59.483833	24.898683	27	22	2.6	2.8	7.3	34	0.53
49	04Rn-1034	lgl	59.511150	24.905500	36	11	3.5	1.0	15.5	12	0.71
50	04Rn-1035	fgl	59.518450	24.906717	16	27	4.4	2.6	18.3	30	0.93
51	04Rn-1036	lgl	59.522917	24.881350	21	0	3.4	1.8	8.4	22	0.59
52	04Rn-1037	fgl	59.541217	24.883767	24	32	5.4	5.2	22.1	60	1.21
53	04Rn-1038	lgl	59.529250	24.884950	16	17	6.1	1.7	15.8	21	1.02
54	04Rn-1039	lgl	59.527733	24.850867	28	25	1.5	1.6	4.0	19	0.30
55	04Rn-1040	lgl	59.516883	24.838550	24	81	3.2	14.4	11.9	175	1.16
56	04Rn-1041	lgl	59.513133	24.841467	10	186	1.5	3.1	6.8	38	0.42
57	04Rn-1043	mp	59.500083	24.833767	35	53	3.4	5.0	9.0	56	0.74
58	04Rn-1044	lgl	59.498917	24.822483	13	40	4.6	8.8	21.9	107	1.27
59	04Rn-1045	lgs	59.523733	24.813767	21		4.2	1.9	12.4	26	0.76
60	04Rn-1046	lgl	59.529233	24.802200	34	31	4.1	3.4	13.8	41	0.84
61	04Rn-1047	t	59.523900	24.813100	19	17	2.4	8.7	10.3	108	0.81
62	04Rn-1048	lga	59.539917	24.802117	21	18	4.9	1.5	13.7	20	0.84
63	04Rn-1049	lgs	59.549367	24.838383	24	0	5.8	1.8	17.3	25	1.02
64	04Rn-1051	t	59.508243	24.835007	18	37	2.4	3.9	9.3	56	0.59
65	04Rn-1051	lga	59.508426	24.835709	25	142	1.3	15.6	10.2	191	0.98
66	04Rn-1023	lga	59.506803	24.832292	17		6.8	4.7	15.7	62	1.21

Faktilise materjali andmestik

Vp.	Punkti number	Lito-	Geogr.	Geogr.	Gammak.	Rn _M	K (⁴⁰ K)	U (Ra)	Th (²³² Th)	Rn _{Ra}	C
nr.	andmebaasis	tüüp	laius °	pikkus °	µR/h	kBq/m ³	%	mg/kg	mg/kg	kBq/m ³	
67	Rn02-024	lgs	59.547983	24.866200	36	13	5.5	2.7	15.9	37	1.00
68	Rn02-923	dlv	59.493233	24.879000	27	108	3.4	7.1	17.7	87	1.00
69	Rn03-545	mp	59.500444	24.820389	24	29	4.2	4.8	18.6	54	1.00
70	Rn03-546	b	59.530167	24.832000	28		2.2	0.5	3.8	6	0.32
71	Rn03-547	b	59.504611	24.829361	27		4.4	1.5	8.6	18	0.69
72	04Rn-1030	lga	59.507783	24.833917	10	24	6.1	2.8	16.5	42	1.08
73	04Rn-1031	fgl	59.510917	24.837517	18	56	1.5	8.9	9.3	117	0.71
74	04Rn-964	fgl	59.469300	24.920630	32	145	2.7	10.9	19.1	134	1.11

Vp nr – vaatluspunkti number;

Litotüüp: fgl – kruur, lgl – liustikuveeline liiv, lga – liustikuveeline aleuriit,

lgs – liustikuveeline savi, m – moreen, dlv – nõlvaseted, b – mereline liiv ja

aleuriit, harva kruus, t – täitepinnas (tehnogeensed setted);

Rn_M – Rn sisaldus pinnaseõhus otsemõõdetult;

K (⁴⁰K) – ⁴⁰K järgi arvutatud K sisaldus;

U (Ra) – ²²⁶Ra järgi arvutatud U sisaldus;

Th (²³²Th) – ²³²Th järgi arvutatud Th sisaldus;

C – looduskiirguse tase (vt Metoodika)

Vaatluspunti numbrite vastavus

Vp nr vahearuandes Vp nr käesolevas aruandes

1	37
2	38
3	39
4	66
5	41
6	42
7	40
8	43
9	72
10	65
11	64
12	73

OÜ Eesti Geoloogiakeskus
Geokeemia ja keskkonnageoloogia osakond

Randvere tee ja klindivahelise maa-ala pinnase radooni (Rn) sisaldusest
(Viimsi valla tellimus. Vahearuanne, leping p 2.6))

Juhtivgeoloog
Keskkonnaekspert:
Litsents nr KMH0042, väljastatud 01.06.2001



Valter Petersell

Tallinn, 2004

Sisukord

Sissejuhatavad märkmed	2
Radooniohtlik pinnas	3
Metoodika	3
Radooni sisaldus pinnaseõhus	5
Looduskiirus	5
Esialgsed järeldused	5
Kirjandus	6

Sissejuhatavad märkmed

Randvere tee ja sellest ligi 200–300 m kaugusel idas leviva järsu astangu (klindi) vaheline ala paikneb Viimsi valla territooriumil ja moodustab kohati soostuva tasandiku. Selle tasandiku põhjaosas asub hiljuti valminud lasteaed ja ala lõunaossa on projekteeritud kaasaegne koolimaja.

Tasandikul moodustavad pinnakatte Läänemere arengustaadiumide (Antsülus + Litorina) aleuriit ja väga peen liiv ning kohati nende all moreen (Meriküll jt, 1993). Nii aleuriit kui ka liiv on varieeruva savisisaldusega. Läänemere setted piirnevad idas klindi nõlvasetetega. Viimased on esindatud aleuriidi ja peene liiva ning liivakivi- ja lubjakivitükkide seguga. Nõlvasetetes esineb samuti diktüoneemakilda ja oobolusliivakivi tükikesi. Läänemere setted on klindi all klindilähedase tasandiku osas segunenud abrasiooni ja erosiooni tulemusel nõlvasetetega. Pinnakatte paksus on varieeruv, valdavalt 1–3 m piirides.

Lasteaia territooriumil on looduslik pinnas kaetud enam kui 1 m paksuse täitepinnase kihiga. Kuni 3 m paksuse täitepinnase kihiga on looduslik pinnas kaetud samuti maa-ala idaosas, 20–30 m laiuses vööndis piki idapiiri, ala lõunapiirist kuni lasteaiani. Täitepinnas on väga heterogeenne. Valdab aleuriidi- ja savirikas liivane materjal, milles esineb nii liivakivi ja lubjakivi tükke, kui ka granitoidseid munakaid, piiräärses vööndis samuti rändrahne ja purustatud ehitiste osi ning peenestatud aluspõhjast pärinevat alevroliiti.

Olemasolevatel geoloogilistel andmetel (Meriküll jt, 1993) lasub pinnakate Alam-Kambriumi Pirita lademe kivimitel. Need on valdavalt esindatud kihiti vahelduvate hallide või kollakashallide alevroliitide ja liivakividega ning nendevaheliste üleminekutega.

Klindil paljanduvad varikalde setete all Kambriumi liivakivid ja alevroliidid ning kõrgemal – Ordoviitsiumi oobolusliivakivi, diktüoneemakilt, glaukoniitliivakivi ja lubjakivid.

Väliuuringute aeg langes väga sademeterikkale perioodile. Selle tulemusel oli pinnasevee tase looduslikust maapinnast klindialusel tasandikul 0 kuni 50–70 cm sügavusel. Klindi vahetus läheduses esines sageli ka vaba vett. See komplitseeris oluliselt uuringuid.

Radooniohtlik pinnas

Vastavuses Eestis kehtivatele piimormidele (Radooniohutu., 2003) kuulub hoonestusala pinnas:

- normaalse Rn sisaldusega pinnaste kategooriasse kui Rn sisaldus U (Ra) järgi arvatult või 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel jääb alla 50 kBq/m^3 piiri;
- kõrge Rn sisaldusega pinnaste kategooriasse kui Rn sisaldus U (Ra) järgi arvatult või 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel ületab 50 kBq/m^3 piiri, kuid jääb vahemikku 50 kuni 250 kBq/m^3 ;
- eriti kõrge Rn sisaldusega pinnaste kategooriasse kui Rn sisaldus U (Ra) järgi arvatult või 1 m sügavusel pinnaseõhus otsemõõtmisel ületab 250 kBq/m^3 ;

Pinnased, kus pinnaseõhus jääb Rn sisaldus alla 10 kBq/m^3 , kuuluvad madala Rn sisaldusega pinnaste kategooriasse.

Põhjamaade poolt soovitatud piimormide (Naturally..., 2000) alusel loetakse Rn-ohlikeks sellised looduslikud pinnased, kus Rn sisaldus maapinnast 1 m sügavusel pinnaseõhus võib ületada $50\text{--}60 \text{ kBq/m}^3$ piiri. Nendele vastavad üldjuhul liivased pinnased, milles Ra ja U loodusliku tasakaalu korral ületab U sisaldus pinnases $50\text{--}55 \text{ Bq/kg}$ ehk $4\text{--}4.5 \text{ g/t}$ (Clavensjö, Åkerblom, 1994; Åkerblom, et al, 1998) piiri. Lisaks mainitule, loetakse Rootsis Rn ohlikeks liiva-kruusased pinnased, kui nende pinnaseõhus Rn sisaldus ületab 40 kBq/m^3 piiri.

Majade siseõhus ei peaks Eestis ja enamuses Euroopa maades Rn sisaldus ületama 200 Bq/m^3 , Venemaal ja Ukrainas 100 Bq/m^3 ja USA-s (sõltuvalt osariigist) $80\text{--}200 \text{ Bq/m}^3$.

Metoodika

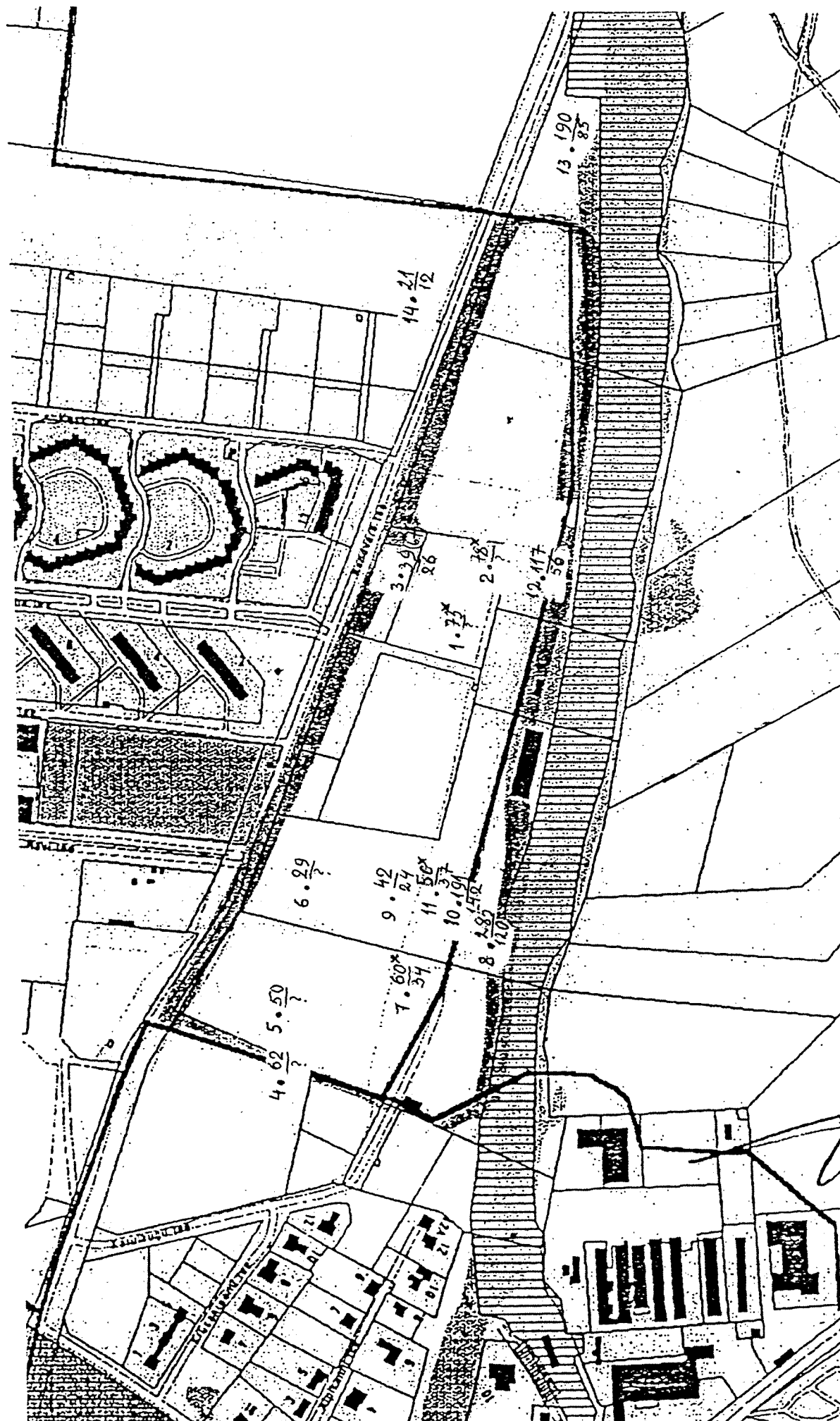
Maa-alal mõõdeti 8-s vaatluspunktis maapinnast 0,5 kuni 0,8 m sügavusel pinnases U (Ra) (g/t), Th (^{232}Th) (g/t) ja K (^{40}K) (%) sisaldus ja gammakiirguse intensiivsus ($\mu\text{R/h}$). Samal sügavusel, kus pinnasevee tase või pinnase niiskus seda võimaldas, mõõdeti pinnaseõhus ka Rn sisaldus (kBq/m^3) (joonis 1). Vaatluspunktide asukohad kanti plaanile ja nende koordinaadid määrati Garmin GPS 76-ga süsteemis WGS-84 täpsusega $\pm 10 \text{ m}$.

Uuringud teostati Eesti Kiirguskeskuse radoonimõõturiga (Markus 10), Rootsi Kiirguskaitse Instituudi spektromeetri (Portable gamma ray spectrometer, Detector model GPS-21) ja Eesti Geoloogiakeskuse radiomeetri (CPII-88H) abil.

Pinnases arvutati U (Ra) sisalduse järgi eralduva ja pinnaseõhku kontsentreeruva Rn sisaldus (Clavensjö, Åkerblom, 1994).

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

Vaba pinnaga pinnaseõhus on otsemõõtmisel saadud Rn sisaldused otseses sõltuvuses pinnase aeratsiooni iseloomust. Mida parem on aeratsioon, seda madalamaks jääb pinnaseõhus Rn sisaldus, see lendub õhku. Kuna ehitised moodustavad pinnale ekraani, mis muudavad aeratsiooni tingimused kuni nullilähedaseks, kasutatakse maa-ala Rn-riski hindamisel U (Ra) sisalduse järgi arvatud Rn sisaldusi. Samas võimaldavad Rn otsemõõtmise tulemused hinnata Rn tekke intensiivsust pinnase sügavamates kihtides ($>1,2\text{--}1,5 \text{ m}$).



Joonis 1. Radooni (Rn) sisaldus pinnaseõhus (kBq/m³)

Vaatluspunkti nr, murru lugeja – Rn sisaldus U (Ra) järgi arvatult, murru nimetaja – Rn sisaldus otsemõõdetult; * *läsitõrpinhas*

Radooni sisaldus pinnaseõhus

Lasteaia ümbruse täitepinnase õhus varieerub Rn sisaldus 3 vaatluspunkti (vp) andmetel 67–78 kBq/m³ piirides (joonis 1). Loodusliku pinnaseõhu Rn sisaldus õnnestus määrata ainult astangust kõige kaugemas punktis (vp 3) ja see oli 39 kBq/m³.

Projekteeritava koolimaja piirkonnas jäi Rn sisaldus pinnaseõhus 5 vaatluspunkti andmetel vahemikku 29 kuni 62 kBq/m³, kusjuures on jälgitav, et Rn sisaldus suureneb klindi suunas (kahjuks polnud võimalik mõõta U (Ra) sisaldust vahetult klindi all, ala on soostunud ja oli kaetud veega). Ka koolimaja maa-ala idaosas leviva täitepinnase Rn sisaldus on kõrge. 4 mõõtmise tulemusel varieerub see 35 kuni 60 kBq/m³ piirides.

Vahetult koolimaja territooriumi idapiiril (betoontee ääres, klindi jalamivööndis) ulatub looduslikus pinnases Rn sisaldus 191 kBq/m³ ja teest veel ligi 20 m idasuunas juba kallaku alal – 285 kBq/m³. Kõrge on Rn sisaldus kogu klindi jalamivööndi pinnases (joonis 1).

Tuginedes geokeemilistele andmetele, on pinnase all levivate aluspõhja kivimite (Pirita lademe alevroliitide ja liivakivide) U (Ra), Th ja K sisaldus maakoore keskmise lähedane. Sellest tulenevalt ei ole aluspõhja kivimid Rn ohtlikud. Nendest ei toimu kõrgendatud Rn eraldumist ja nendega ei kaasne kõrgendatud looduskiirgus. Seda tõendavad ka pinnaseõhus otsemõõdetud madalamad Rn sisaldused kui U (Ra) sisalduse järgi arvutatud (joonis 1).

Looduskiirgus

Pinnase looduskiirguse taseme määravad pinnases U (Ra), Th (²³²Th) ja K (⁴⁰K) sisaldus (Looduskiirgusest ..., 1998). Maa-alal mõõdetud U (Ra), Th (²³²Th) ja K (⁴⁰K) sisaldused on Eesti pinnase keskmisega võrreldes kuni 2–3 korda kõrgemad. Erandi moodustavad klindi nõlva jalamil paiknevad vaatluspunktid, kus U (Ra) sisaldus varieerub 14,4–23,2 mg/kg, mis ületab Eesti keskmise kuni 13 korda ja vp 8 samuti alaliseks elamiseks soovitatud piiri (20 mg/kg, Pinnases..., 2004). Sellest tulenevalt on ka pinnase looduskiirguse tase kõrgendatud, kuid ei ületa elurajoonides lubatud.

Pinnase gammakiirguse tase on Eestile omasest foonilisest (9–12 µR/h) kuni 2,5 korda kõrgem (15–36 µR/h), kuid ei ületa soovitatud ja lubatud piiri (50–100 µR/h). Ainult klindi jalami vp 8 on see kõrge (55 µR/h) ja ületab soovitatut.

Esialgsed järeldused

Randvere tee ja klindivahelise maa-ala pinnases määratud U (Ra), Th (²³²Th) ja K (⁴⁰K) sisaldustele ning pinnaseõhus mõõdetud Rn sisaldusele tuginedes järeldub:

- vastavuses Eestis kehtivatele piirnormidele (Radoonihutu..., 2003), kuulub Lasteaia territooriumil ja maa-ala idapiiril leviv täitepinnas kõrge Rn sisaldusega pinnaste kategooriasse, looduslik pinnas – normaalse ja kõrge ning klindi jalamivööndi pinnas osaliselt (vp 8) eriti kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse;
- U (Ra), Th (²³²Th) ja K (⁴⁰K) sisalduse ning gammakiirguse mõõtmistulemuste kompleksne analüüs näitab, et maa-ala looduskiirguse ja gammakiirguse tasemed on kõrgendatud, kuid jäävad alaliseks elamiseks lubatud normi piiridesse. Erandi moodustab klindi nõlva jalamil vp 8. Vp pinnaseõhus on väga kõrge Rn sisaldus ja pinnase U sisaldus ning pole soovitatav alaliseks elamiseks. Selliste kõrgete ja ka

kõrgemate Rn ning U (Ra) sisalduste esinemine on reaalne kogu jalamivööndi kõrgemas osas;

- klindi jalamivööndis leviv pinnas on Rn-ohtlik ja seda ei või kasutada majadealuseks täitepinnaseks ilma Rn-vastaste meetmete rakendamiseta. Esinevat kruusa (liiva), milles U (Ra) sisaldus ületab 8 mg/kg piiri, pole soovitatav kasutada majade ehitusmaterjalina, kuna võib põhjustada kõrgendatud Rn sisalduse ruumide siseõhus (Naturally..., 2000).

Soovitused:

- kontrollida Rn sisaldust lasteaia (esmajärjekorras klindipoolsete) ruumide siseõhus;

-

koolimaja või teiste olmehoonete projekteerimisel konsulteerida Rn-ohutute majade projekteerimise konsultatsioonifirmaga Jõgioja Ehitusfüüsika KB OÜ, tel. 6014547

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.

Meriküll, V., Jalakas, I., Morgen, E., Mardiste, A., Savitskaja, L., 1993.

Tallinna ümbruse geoloogiline järelkaardistamine mõõtkavas 1:50 000, 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.

Pinnases ja põhjavees ohtlike ainete piirnormid. Keskkonnaministri 2. aprilli 2004. a määrus nr 12.

Radooniohutu hoone projekteerimine, 2003. Eesti Standard, EVS 840:2003. Eesti Standardikeskus, 16 lk.

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

Keskkonnaekspert:

Valter Petrsell



Litsents nr KMH0042, väljastatud 01.06.2001

Tallinn, 08.08.04

**EESTI GEOLOOGIAKESKUSE TEADUSNÕUKOGU ISTUNGI
PROTOKOLL nr 32**

Tallinn

28.10.2004.a

Osalesid

Nõukogu liikmed: Vello Klein (esimees), Jaan Kivisilla (aseesimees), Aivar Pajupuu, Mare Kalkun, Mare Kukk, Maire Sakson (sekretär)

Valter Petersell, Krista Täht, Voldemar Mõttus

Päevakord: lepingulise töö "Viimsi valla mandriosa territooriumi pinnase radooniohtlikkuse hinnangu aruanne" läbivaatamine

Projektijuht: Valter Petersell

Tellija: Viimsi Vallavalitsus

Arutelu: kuulati ära Valter Peterselli ettekanne tehtud tööst. Töö eesmärgiks oli teha valla mandriosa territooriumi pinnase radooni ja looduskiirguse ohtlikkuse hinnang. Mõõtmised tehti 66 vaatluspunkti pinnases. Viimsi valla Rn sisalduse kaart koos 5 abikaardiga on esitatud mõõtkavas 1:25 000.

Saadud tulemuste analüüs näitab, et vastavuses Eestis kehtivatele piinormidele kuulub Viimsi valla territooriumil uuritud ala pinnas normaalse, kõrge ja eriti kõrge Rn-sisaldusega pinnaste kategooriasse. Normaalse Rn sisaldusega pinnas levib valdaval osal valla territooriumil, Viimsi kõrgendikust põhja, itta ja ka läände jäävatel aladel. Ligi 10% valla territooriumist moodustuvad alad, kus pinnaseõhus Rn sisaldus on kõrge või väga kõrge – Viimsi kõrgendik ja sellega lõunast piirnev ala ning valla piiridesse jääv Põhja-Eesti klindivöönd.

U (Ra), Th ja K (^{40}K) sisalduse ja gammakiirguse mõõdistamise kompleksne analüüs näitab, et looduskiirguse tase jääb uuritud alal Eesti ja Põhjamaade elamurajoonides lubatud piiridesse. Ainult diktüoneemakilda avamusalal või kildatükkide rikkal pinnasel on see kõrgem.

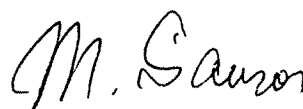
Tellijal on tööga tutvunud ja esitatud tulemustega rahul.

Arvamust avaldasid ja küsimusi esitasid Jaan Kivisilla, Mare Kukk, Mare Kalkun, Aivar Pajupuu ja Vello Klein.

Otsustati: peale paranduste sisseviimist aruanne kinnitada, edastada tellijale ja Eesti Geoloogiakeskuse geoloogiafondi.



Vello Klein
esimees



Maire Sakson
sekretär