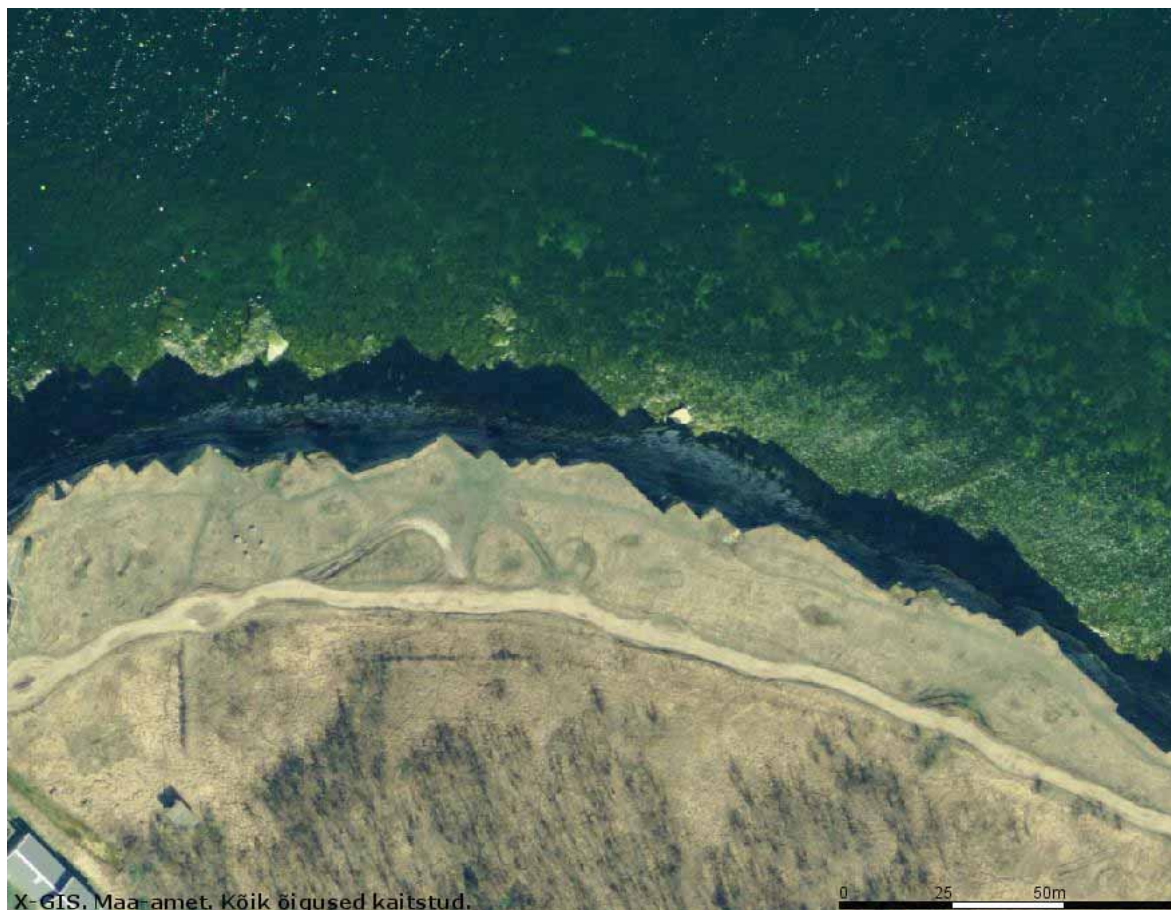




XIX APRILLIKONVERENTSI

**“Eesti mere- ja maapõue uuringutest
ning arukast kasutamisest”**

TEESID

TALLINN 2011

Pahapill, L., Rajamäe, R., Rulkov, A., 2004. Radoon majade siseõhus. Tallinn, Eesti Kiirguskeskus.

Petersell, V., Åkerblom, G., Ek, B.-M., Enel, M., Möttus, V., Täht, K., 2005. Radon risk map of Estonia, Tallinn–Stockholm, Explanatory text, 76 p.

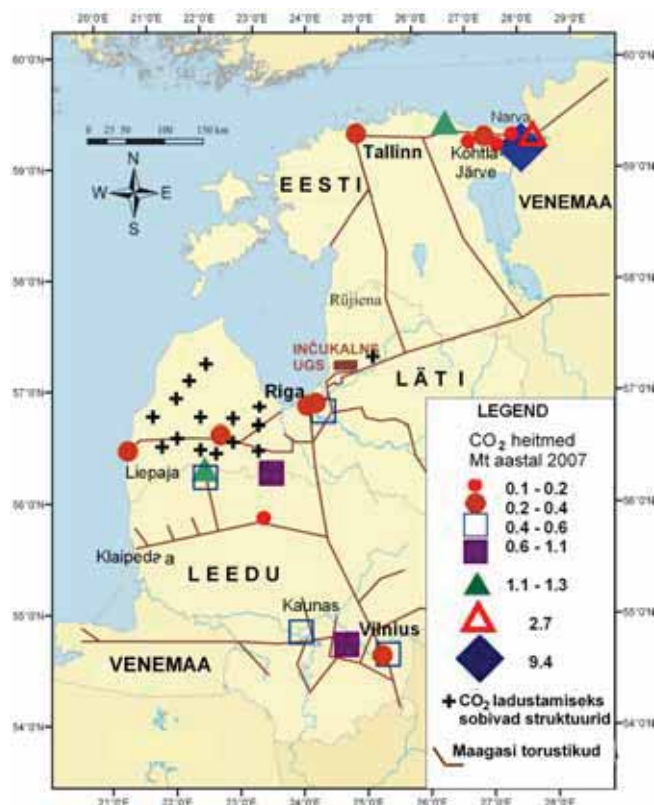
KAS ON VÕIMALIK VÄHENDADA EESTI PÕLEVKIVIDE PÕLETAMISEL TEKKIVAD CO₂ EMISSIOONE: REGIONAALSED PERSPEKTIIVID JA VÕIMALIKUD STSENAARIUMID

Alla Shogenova¹, Kazbulat Shogenov¹, Filip Neele², Jüri Ivask¹ and Rein Vaher¹

¹TTÜ Geoloogia Instituut; ²TNO Built Environment and Geosciences, Utrecht, The Netherlands

Tööstuslik CO₂ emissioon Eestis

Eesti on suurim CO₂ emiteerija Baltikumis (Eesti, Läti ja Leedu). Üheksa suurt (emissioonid suuremad kui 0,1 miljonit tonni (Mt)) CO₂ tööstuslikku allikat (Joonis 1), mis olid 2005. aastal registreeritud EL Heitmekaubanduse Süsteemis, tootsid 11,5 Mt CO₂ (Sliaupa jt, 2008; Shogenova jt, 2009a). 2009. aastal oli Eestis juba 13 suurt allikat CO₂ kogutoodanguga 22,7 Mt. On juba teada, et energia tootmine aastal 2010 suureneb võrrelduna 2009. aastaga, mis tähendab veelgi suuremat CO₂ „toodangut“ Eestis.



Joonis 1. Euroopa Liidu heitmekaubanduse süsteemis registreeritud Eesti, Läti ja Leedu 2007. aastal emiteeritud tööstuslikult suured CO₂ heitmed.

Eesti ja Balti Elektri jaam on suurimad CO₂ emiteerijad Eestis ja Baltikumis. 2005. aastal tootsid nad vastavalt 7,7 ja 2,25 Mt CO₂, kuid need kogused suurenesid kuni 9,4 ja 2,7 Mt CO₂ aastal 2007 ning kuni 15,3 ja 3,2 Mt CO₂ aastal 2009.

Emissioonide suurust põhjendatakse põlevkivi tööstusliku lasumi, mis on vahekihtidena Eesti Ordoviitsiumi karbonaatsetes kivimites, koostisega. CO₂ emissioonid põlevkivi põletamisel on suuremad kui teiste fossiilkütuste puhul. CO₂ sisaldus suitsugaasides Eesti põlevkivi põletamisel võib ulatuda kuni 15–25%. Eesti ja Balti Elektriyaamade CO₂ emissioonid on suuremad kui kõikidel Läti ja Leedu suurtel tööstusallikatel kokku (Sliaupa jt, 2008; Shogenova jt, 2009a).

Elektriyaamade omanik, riigifirma Eesti Energia ekspordib elektrit ka Baltikumi ja Soome. Elektritoodang kasvas märgatavalt 2009. aastal seoses Ignalina Aatomielektriyaama sulgemisega ning märgatava elektrienergia ekspordi suurenemisega Läti ja Leetu. Neil põhjusil on Eesti CO₂ emissioon *per capita* üks suuremaid Euroopas ja kogu maailmas.

Eesti Energia uurib CO₂ ladustamisvõimalusi naaberriikides. Uued elektritootmisüksused Eesti Elektriyaamas peavad plaanide kohaselt valmima 2016. aastaks. Vastavalt EL seadusandlusele peavad uued elektritootmisüksused olema „*capture ready* e. püüdmisvalmis“. See sunnib Eesti Energias leidma tehnoloogilisi ja geoloogilisi lahendusi CCS (*Carbon Capture and Storage* e. süsiniku kinnipüüdmine ja ladustamine) probleemile. Samuti peab Eesti Keskonnaministeerium vastavalt EL CCS direktiivile (Directive 2009/31/EC) looma lähiajal seadusandliku baasi CO₂ ladustamiseks.

CCS uuringud Eestis

Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudi (TTÜ GI) teadlaste uuringud näitasid, et geoloogilised ja hüdrogeoloogilised tingimused ei võimalda Eestis ladustada süsihappegaasi klassikalise CCS meetodiga. Hoidlakivimite sügavus on liiga väike ja põhjavesi on mage, mistõttu seda kasutatakse joogiveena (Sliaupa jt, 2008; Shogenova jt, 2009a,b). Seevastu naabermaal Lätis on sobival sügavusel vähemalt 16 struktuuripüünist, kus saaks süsihappegaasi hoida sajandeid. Sarnases geoloogilises struktuuris asub ka Inčukalnsi maa-alune gaasihoidla, mida kasutatakse juba 40 aastat. Läti geoloogide arvutuste kohaselt on püünishoidlate kogumahutavus vähemalt 400 miljonit tonni CO₂, mis rahuldab praeguse heitmetaseme juures Läti ladustamisvajaduse 150 aastaks (Shogenova jt, 2009a,b).

Eesti Energia on võtnud suuna koos Eesti ja teiste riikide teadlastega uurida võimalust siduda süsihappegaasi põlevkivi põletamisel tekkiva tuhaga. Meie elektriyaamad toodavad igal aastal vähemalt 5 miljonit tonni tuhka. See tuhk võib reageerida CO₂-ga, kusjuures moodustuvad mineraalid kaltsiit ja magnesiit. Neid mineraale saab ladustada põlevkivi kaeveõõntes. Seejuures lahendatakse mitmeid ökoloogilisi probleeme: CO₂ eemaldamine, tuhajääkide vähendamine, maastiku säilitamine, ohtlike maa-aluste tühimike täitmine. Kuid see tehnoloogia võimaldab eemaldada vaid 10–12% Eesti suurte elektriyaamade CO₂ emissioonist (Kuusik jt, 2005; Uibu jt, 2010). Kahjuks ei kata see isegi heitmete viimase kahe aasta juurdekasvu. Mida teha ülejäänud süsihappegaasiga? Siin saavad meid aidata naabrid Lätis. Eestis toodetud CO₂ heitmed võib transportida ladustamiseks Lätisse. Arvestades kogemusi maagaasi ja Inčukalnsi gaasihoidla kasutamisel, on süsihappegaasi Lätis ladustamise idee suurepärase. Eesti–Läti CO₂ piiriülese püüdmise-transportimise-ladustamise stsenaariumi majanduslik modelleerimine näitab võimalust ladustada kahes Läti struktuuris (Luku-Duku ja Lõuna-Kandava) Eesti ja Balti elektriyaamas 2005. aasta mahus toodetud CO₂ heitmed 8 aasta vältel, samal ajal kui õhkupaiskamise eest oleks trahv hinnanguliselt 37,4 € tonni CO₂ kohta (Joonis 2; Shogenova jt, 2011a).



Joonis 2. Eesti–Läti stsenaarium. Eesti ja Balti Elektriijaamad ning ladustamiskohad on märgitud pirnukujuliste sümbolitega. Ette pandavad CO₂ torustikud (piki olemasolevat maagaasitorustikku) on näidatud laia joonega.

Euroopa Liidu tasemel on koostatud CCS'i reguleeriva direktiivi eelnõu, mis sätestab tingimused süsihappegaasi ohutuks säilitamiseks vastavalt riikide võimalustele ja vajadustele (Directive ..., 2009). Riiklik energiakompanii Eesti Energia kavatses rajada uue põlevkiviküttega ja CC-valmidusega jõujaama. 2009. aastal tehti Tallinna Tehnikaülikooli Geoloogia Instituudis Eesti Energia tellimisel uuring „Eesti ja selle lähikümbruse CO₂ ladustamise võimaluste analüüs ja ladustamise nõuded” (Shogenova jt, 2011b). Uuringus on kasutatud GESTCO (EU FP5) ja EU Geocapacity (EU FP6) projektide tulemusi ning M. Erlströmi aruannet Vattefallile CO₂ ladustamise võimalustest Rootis ja Taanis (Erlström, 2008; Boe jt, 2002; Christensen ja Halloway, 2004). Uuring hõlmab Baltikumi (Läti, Leedu), Poolat, Põhjapiirkonda (Soome, Rootsi, Taani, Norra) ja Loode-Venemaad (ka Kaliningradi ala). Uuringus on toodud nende alade CO₂ ladustamispotentsiaali konservatiivsed hinnangud soolastes põhjaveekihtides ning nafta-gaasi- ja kivisõeväljades EL Geocapacity aruande alusel (Vangkilde-Pedersen jt, 2009a, b).

Euroopa Stsenaariumid

Euroopa, sealhulgas Eesti CO₂ ladustamise stsenaariumid kuni aastani 2050 juba sisaldavad nii maismaal ladustamist Lätis kui ka merepõhjas ladustamist Läänemeres (Rootsis) ja Põhjameres (Norras). Hiljuti valmis Loode- ja Kesk Euroopa suuremastaabilise CO₂ kinnipüüdmise, transpordi ja ladustamise vajaduse kõrgetasemeline analüüs, mis hõlmas ka Balti riike (Neele et al., 2011). Autorid kombineerisid majanduskasvu mudeleid praeguste emissioonitasemetega ning kasvuhoonegaaside heitmete vähendamise rahvuslike kavadega, et ennustada kinnipüütavaid CO₂ mahtusid Loode- ja Kesk-Euroopas ajavahemikus 2020–2050, kusjuures igas riigis assigneeriti emissioonid peamistele tööstuspiirkondadele. Ladustamismahtuvus samas regioonis sama ajavahemiku jaoks saadi maapinnaaluste CO₂ ladustamispaikade andmebaasist, mis koostati hiljuti EL FP6 Geocapacity projekti (Vangkilde-Pedersen et al., 2009 a,b) raames. Neele et al. koostasid tõenäoliste transpordikoridoride ja -mahtude kaardid, sidudes CO₂ allikad

- CO₂ emissions: the Estonian–Latvian cross-border case study. Elsevier, The Netherlands. *Energy Procedia*, in press.
- Shogenova, A., Shogenov, K., Vaheer, R., Ivask, J., Sliaupa, S., Vangkilde-Pedersen, T., Uibu, M. and Kuusik, R., 2011b. CO₂ geological storage capacity analysis in Estonia and neighbouring regions. *Energy Procedia*, in press.
- Sliaupa, S., Shogenova, A., Shogenov, K., Sliaupiene, R., Zabele, A., Vaheer, R., 2008. Industrial carbon dioxide emissions and potential geological sinks in the Baltic States. *Oil Shale*, Vol 25, No. 4, p. 465–484.
- Uibu, M., Velts, O., and Kuusik, R., 2010. Developments in CO₂ mineral carbonation of oil shale ash. *Journal of Hazardous Materials* 174, 209–214.
- Vangkilde-Pedersen, T., Lyng Anthonsen, K., Smith, N., Kirk, K., Neele, F., van der Meer, B., Le Gallo, Y., Bossie-Codreanu, D., Wojcicki, A., Le Nindre, Y.-M., Hendriks, C., Dalhoff, F., Christensen, N.P., 2009a. Assessing European capacity for geological storage of carbon dioxide – the EU GeoCapacity project. Elsevier, The Netherlands. *Energy Procedia* 1(1), 2663–2670.
- Vangkilde-Pedersen, T. et al., 2009b. FP6 EU GeoCapacity Project, Assessing European Capacity for Geological Storage of Carbon Dioxide, Storage Capacity, WP2, D16 report, 166 pp, <http://www.geology.cz/geocapacity/publications>.

EESTI SOOSETETE LEVIKU SEOSSED TEKTOONILISTE RIKETEGA

Mihkel Štokalenko¹, Mall Orru^{1,2}

¹Eesti Geoloogiakeskus, ²TTÜ mäeinstituut

On teada, et tektooniliste süvariketega on seaduspäraselt seotud nafta ja maagaasi leiukohad. Sel asjaolul on küllaltki praktiline tähtsus, sest rikkejoont on maapinnalt kergem tuvastada kui nafta- või gaasilasundit. Mainitud seose üldtunnustatud seletuseks on murrangutsooni kõrge gaasi- ja vedelikujuhtivus, mille tõttu rikete kaudu tõusevad maapõuest hüdrotermilised ja gaasilised vood. Nafta ja maagaasi organilise tekke puhul arvatakse, et mainitud hüdrotermid kujutavad endast soojusallikat hajutatud orgaanilise aine ümbertöötlemiseks. Mitteorgaanilise tekke pooldajad peavad murranguid kanaliteks, mille kaudu süsivesinikud kerkivad maa sügavusest. Isegi kui me püüaksime nüüd sellest teaduslikust vaidlusest osa võtta, kestab see siiski veel aastaid, sest mõlemal arvamusel on küllaltki palju nii poolt- kui ka vastuväiteid ja kinnitusi.

Mainitud arutlustele saame me aga huvitavat lisainfot pakkuda osutades asjaolule, et ka kaasaegse tekkega organiline aine soosetete näol on osaliselt tektooniliste rikutega seotud. Soostumine on üks küllalt tähtis geoloogiline protsess. Mall Orru doktoritööst (2010) loeme, et 10-meetrise paksusega turbalademe alumise kihi vanuseks on 10 tuhat aastat. Seega on turba keskmine juurdekasv 1 mm/a, mis on geoloogilise protsessi jaoks väga suur kiirus. Huvitav on fakt, et kui me metsas puude keskmise jämeduse, kõrguse, tiheduse ja vanuse arvutame ümber orgaanilise aine kihi juurdekasvuks, saame täpselt samasuguse numbri - 1 mm/a. Tähendab, see on meie laiuskraadi kliima üldine võimelisus orgaanilise aine toodanguks.

Soosetete seos tektooniliste rikutega on aga naftast ja gaasist erinevalt lihtsa ja selge loogikaga: rikked kujutavad endast parema veejuhtivusega vööndeid, kuhu jõed oma vooluga jõerge kujundavad. Kui org on aga küllalt kaua arenenud, vool aeglustub ning jõekaldad hakkavad soostuma.

Rikkejoonte ja soosetete levialade paiknemise korreleerumist võime kergesti kaardilt märgata (Joonis 1). Et selle seose hinnang subjektiivse mulje tasemele ei