

# Kas tahke GAAS või põlev JÄÄ?

Vello Kattai, Uve Lokk

Juttu on GAASHÜDRAADIST, uuest maailmas perspektiivseks peetavast maavarast, millest võib saada maagaasi. Kus teda leidub ja kuidas ta tekib? Andmeid gaashüdraatide kohta võib leida viimastel aastakümnetel ilmunud teatmikes, näiteks *Mäendusentsüklopeedias* (1984) või *Ameerika Geoloogiainstituudi geoloogiasõnaraamatus* (1988), meil on nendest juttu olnud peamiselt ajakirjanduses, "Eesti entsüklopeedia" (1989) mainib neid märksõna "klatraadid" all.

Mis ühist on siis gaashüdraatidel ühelt poolt gaasi ja teiselt poolt jääga? Miks ei tuntud neid juba varem?

## "Tahke gaasi" peidupaigad

Gaashüdraatide näol on tegemist ainetega, mis avastati maapõues alles napilt kolm ja pool aastakümnet tagasi. Nad kuuluvad klatraatide (termin on kasutusel 1948. aastast) nimetust kandvasse ühenditerühma. Gaashüdraadid on kristallilised molekulaarkompleksühendid, kus väikesed mittepolaarsed gaasimolekulid (nimetagem neid "külalisteks") on tunginud vee molekulide moodustatud kristallivõre (jää) tühikutesse. Seejuures on enamik potentsiaalseid "külalisi" hüdrofoobsed (vees mittelahustuvad). Et iga kuue veemolekuli kohta tuleb üks "külaline", siis on neil kogu struktuuri tasakaalustamisel suur osa. Välimuselt on gaashüdraat tahke kristalliline aine, mis meenutab pressitud lund või rabadat jääd. Ühes mahuhühikus jääs võib sobival termodünaamilistel tingimustel koguneda kuni 200 mahu-

ühikut maagaasi (peamiselt metaani, kuid ka teisi gaase). See võimaldab säärasest "jäamaardlast" ühe pinnahüliku kohta saada gaasi – teatud tingimustel muutudes laguneb gaashüdraat gaasiks ja veeks – tohutult rohkem kui tavalisest gaasimaardlast.

Gaashüdraate leidub poorsetes kivimites ja setetes. "Tahke gaasi" tekkeks on vaja aga sobivat rõhku ja temperatuuri. Maismaal on gaashüdraatide (selles kirjutises peetakse silmas just süsivesinikke sisaldavaid gaashüdraate kui potentsiaalset maavara) tekkesügavuse ülemiseks piiriks 200 m, maailmameres otse merepõhi, mida katab vähemalt 300 m veekiht ja kus temperatuur on alla +10 °C. Alumine piir on harva sügavam kui 1000 m, sest seal laguneb gaashüdraat juba Maa sisesoojuse mõjul. Vajaliku rõhu põhjustavad lasundit katvad kivimid või veekiht. Gaashüdraate kandvate setendite paksus ulatub mõnest millimeetrist kuni 30 meetrini. Üks kolmandik neist on õhemad kui 10 cm, kaks kolmandikku õhemad kui 1 m.

Kust on pärit gaashüdraatide metaan? Isotoopkoostise järgi otsustades on see enamasti seotud sügavamate maagaasilasundite süsivesinike migratsiooniga, veidi väiksemas osas on tekkinud orgaanilise aine lagunemisel ja metaanibakterite elutegevusel merepõhja setetes. Seismiliselt rahututes piirkondades lagunevad gaashüdraadilasundid perioodiliselt, põhjustades gaasi tugevat väljavoolu meresetetest.

## "Põleva jää" avastuslugu

Esimesi andmeid gaashüdraatide kohta maapõues saadi 1960. aastate alguses. Ilmselt oli ka varem puursüdamikest leitud jäätunud kivimeid, kuid siis arvati, et tegemist on mattunud jääga. Algul oletati, et "põleva jää" lasundid on seotud igikeltsaaladega ja neid võib leida eelkõige Kanada, USA ning Venemaa põhjaaladelt ja arktiliste merede mandrilavalt. Hiljem tõestati, et hoopis rohkem esineb säärast jääd mujal maailmameres, eriti süvikutes, vahel isegi sisemeredes. Gaashüdraati kui potentsiaalset süsivesinikgaaside toorainet hakati hoolega uurima Ameerika Ühendriikides, Jaapanis, Venemaal ja Norras 1970. aastatest alates. Uuringutele andsid hoogu 1973. ja 1979. aasta naftakriis, samuti käesoleva aastakümne Lahesõda Lähis-Idas. Need sündmused aita-

sid mõista, kui oluline on leida naftale alternatiivi. Maailma naftavaru on tõenäoliselt enne XXI sajandi lõppu ammendatud. **Tagasihoidlikel hinnangutel ületab gaashüdraatides seotud süsiniku mass kahekordselt traditsiooniliste fossiilsete kütuste süsiniku massi.** Võimalikult saadava gaasi mahtu hinnatakse  $3,1 \times 10^{15}$  –  $7,6 \times 10^{18}$  m<sup>3</sup>-ni. 1992. aastal, kui Peterburis peeti rahvusvaheline sümposium "Süsivesinike toorme mitte-traditsioonilised allikad", teati nimetada juba üheksa piirkonda, kus gaashüdraate on leitud süvapuuraududest, ning ligi 30 piirkonda, kus kaudsetel andmetel peaks neid olema. "Tahket gaasi" on leitud Vaiksest ja Atlandi ookeanist, Mustast, Kaspiast, Barentsi ja Ohhoota merest, Lääne- ja Ida-Siberist jm. (joonis). 1994. aastaks töötati Ameerika Ühendriikides välja vastav pikaajaline riiklik otsingu- ja uuringuprogramm. Norra eksperdid on aga välja arvutanud, et gaashüdraatid gaasi toota ja edasi toimetada tuleks neljandiku võrra odavam kui vedelgaasi kasutada.

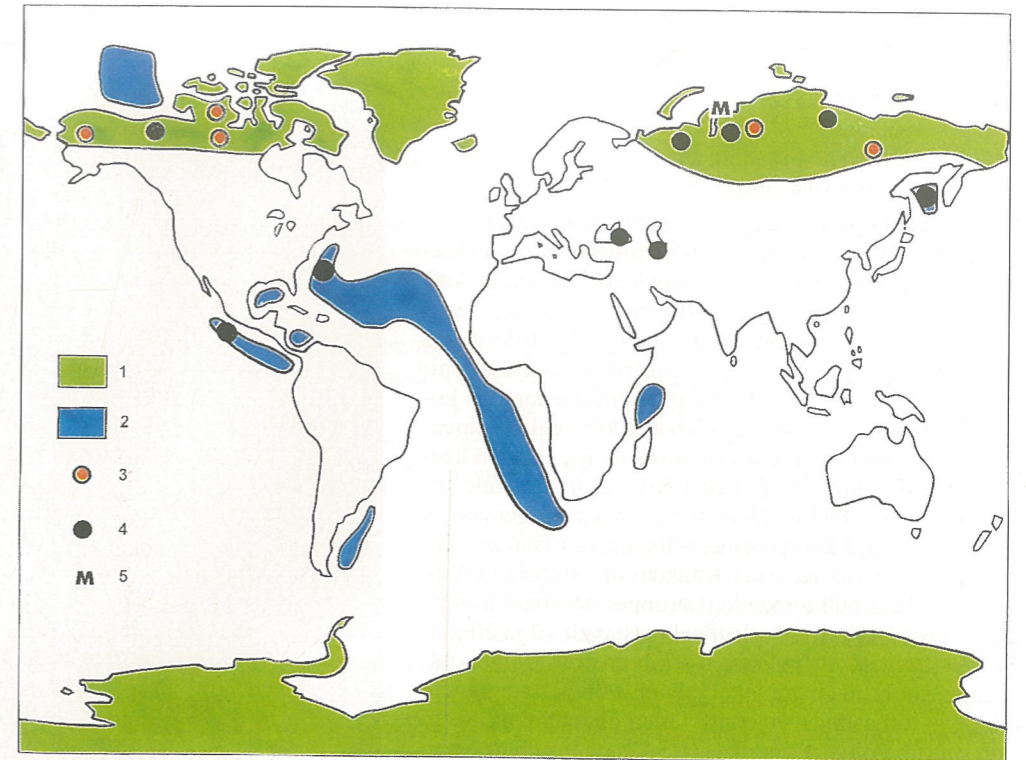
Lääne-Siberis, Obi ning Jenissei jõe alamjooksu vahel, 250 km Norilskist edelas asub Messojahha gaasiväli, kus 1970-st kuni 1978. aastani "toodeti" maagaasi. Kuid maagaasi rõhk ei käitunud sugugi nii nagu ühe tavalise gaasimaardla puhul. Arvatavasti saadi siin osalt gaasi maapõues laguneva tahke gaashüdraadi arvel. Ilmselt maagaasi "tootmise" tõttu rõhk gaashüdraadile langes ja seetõttu hakkas "jää" lagunema. Kui see oletus peab paika, siis oli seal tegemist maailmas esimese juhtumiga, kus gaashüdraat leidis tööstuslikku kasutust.

## Metaan ja Maa kliimamuutused

Metaan arvatakse olevat kümme korda efektiivsem kasvuhooefekti põhjustaja kui süsinikdioksiid. Kahjuks pole teada, millised geoloogilised või muud protsessid ja kuidas täpselt mõjutavad gaashüdraatide stabiilsust setendites ning metaani vabanemist atmosfääri. Metaan näib olevat väga oluline Maa kliima reguleerija. Soojadel perioodidel maakera ajaloos on süsihappegaasi ja metaani sisaldus suurem kui jääaegadel. Mis kallutab metaani merepõhjast vabanema? Kõigepealt rõhu muutumine. Nii sünnib näiteks planeedi jäämütside kasvades ja ühtlasi ookeani veetaseme alanedes, sest siis väheneb rõhk merepõh-

## Gaashüdraadi levik:

- 1 – võimalik levikuala maismaal,
- 2 – võimalik levikuala akvatooriumil,
- 3 – geofüüsikalistel meetoditel tõestatud lasundid,
- 4 – puuraududega tõestatud lasundid,
- 5 – Messojahha maardla.



jale. Kindlasti on oma osa maakoore tektoonilistel liikumistel. Vabanev metaan aga satub atmosfääri. R. Rasmussen ja M. Khalil oletasid 1981. aastal tollase metaanisalduse tõusu taseme põhjal atmosfääris, et kui see kasv jätkub samasuguse kiirusega, kahekordistub metaani hulk atmosfääris 50 aastaga. Nii kiire metaanisalduse tõus atmosfääris tooks kaasa eriti tugeva kasvuhooefekti ja maakera temperatuuri tõusu. See põhjustaks ka arktiliste gaashüdraadilasundite sulamise ja veel suurema metaanisalduse kasvu atmosfääris. Lõpliku globaalse soojenemise eest poleks nagu enam pääsu. Tegelikult on olukord palju keerulisem ja soojenemine ning jahenemine on ometi Maal pidevalt vaheldunud. (Metaani osast maakera

kliima muutumisel vt. ka Kalju Eerme artiklit "Kas metaan on atmosfääri hall kardinal?" EL 1996, nr. 2. – Toim.)

## Kas ka Eestis?

Lõpuks meid eriti huvitav küsimus: kas ka Eestis võiks leiduda seda perspektiivset maavara? Mõne aasta eest sai Eesti riigi juhtkond Odessast kirja, kus pakutakse koostööd gaashüdraatide "kaevandamiseks". Odessa uurijate andmetel leiduvat kuni 70 protsendil Eesti maismaast ja 90 protsendil akvatooriumist suuri gaashüdraadi lasundeid, mis võiks Eesti täielikult kindlustada kohaliku gaasiga.

Oma maagaas oleks üsna meelitat väljavaade. Maagaasi (kuid välismaalt kalli raha eest sissejuhitava) osa Ees-

tis peaks energeetika arenguplaani järgi kasvama 2010. aastaks praegusest 11% kuni 18–22%.

Kuidas on lugu maagaasiga Eestis tegelikult?

Eesti põhjarannikul ja saartel (Keri, Prangli, Äksi) on teada metaani eritumist ja purskeid. Kirjanduses on andmeid, et Läänemere põhjast on avastatud nn. gaasikraatreid, millest eritub pidevalt gaasi. Ent soodsaid tingimusi gaashüdraatide tekkeks Eesti mandril ega akvatooriumil ei ole. Kõrge keskmise temperatuuri tõttu pole igikeltsaalasid, mere sügavus on alla 300 m (Läänemere suurim sügavus on 495 m) ning aluspõhjakiivimite poorsus ei ole märkimisväärne. Nii et oma maagaasivarudele ei maksa siiski loota.



## KROONIKA

Eesti looduseuurijate seltsi aastakoosolek peeti 29. jaanuaril. Jaak Tambets pidas ettekande "Rahvusvaheline koostöö Eesti looduskaitselisel uurimisel". Mälestati 1997. aastal lahkunud seltsi liikmeid: auliiget Lemming Rootsmäed, tegevliikmeid Erika Jürgensoni, Heiti Kotkast, Elli Lellepit, Elmar Lemmingut, Jaak Nutti, Endel Pihelgast, Reet Pirrust, Ragnar Seppa, Viivi Timmi, usaldusmehi Marie Nelket, Heinrich Masingut ja Eerik Maidrat.

Seltsi 1997. aasta tegevusaruande esitas L. Kongo. Seltsil oli aasta lõpuks 1364 liiget,

neist 20 auliiget, 814 tegevliiget ja 530 usaldusmeest. Erialasektioone oli kümme, lisaks veel eriülesannetega komisjonid ja muud allüksused. Jätkati ornito-, füto- ja ihtüofenoloogilisi vaatlusi, korraldati puisniitude korrastustalguid, uuriti mitmeid metsanduslikke teemasid ja loodusteaduste ajalugu. Korraldati XX Eesti looduseuurijate päev teemal "Eesti looduseuurimine uue sajandi vahetusel" ja XXIII teoreetilise bioloogia kevadkool "Metapopulatsioonide teooria". Selts võttis osa VII ökoloogiapäeva ning VIII rahvusvahelise antropoloogiakonverentsi ettevalmistamisest. Koos Tartu Ülikooli zooloogia ja hüdrobioloogia instituudiga korraldati Tartus XXIV Põhjamaade entomoloogiakonverents. Ettekannetega esineti konverentsil "Looduskaitse ühinevas Euroopas". Tähistati nimekate loodusteadlaste (K. E. von Baeri, K. R. Kupfferi, J. Auli) sünniaastapäevi. Aval-

dati mitmeid trükiseid: aastaraamat, 77. kd.; *Schola Biotheoretica*, XXIII; XX Eesti looduseuurijate päeva ettekannete kokkuvõtteid; *Hirundo* kolm numbrit; *Folia cryptogamica Estonica*, nr. 31; *Folia theriologica Estonica*, nr. 3; Rukkilill, nr. 5; *XX Nordic congress of entomology*. Teesid.

Seltsi president T. Möls andis ülevaate kavandatud uurimistööst ja vaatlustest. Suurematest üritustest on plaanis XXI Eesti looduseuurijate päev ning XXIV teoreetilise bioloogia kevadkool teemal "Ontogenees ja fülogeenees".

Järgnes kolme raamatu esitlus: "Eesti taimkatte kasvukohatüüpide klassifikatsioon" (J. Paal), "Alam-Pedja looduskaitseala" (A. Ader, E. Tammur), "Eesti flora registrid" (V. Kuusk, T. Kukk).

LINDA KONGO