

LIIVIMAA NAFTAPERSPEKTIIVSUSEST BALTIKUMI SENISTE NAFTALEIDUDE TAUSTAL

*Vello Kattai, **Kaisa Mens, **Heldur Nestor

* Eesti Geoloogiakeskus

** Eesti Teaduste Akadeemia Geoloogia Instituut

Geoloogilised eeldused

Seoses energiatarbimise plahvatusliku kasvuga on kogu Teise maailmasõja järgsel ajal püsinud päevakorras küsimus nafta leidumise võimalusest Balti regioonis. Seda lootust on toetunud tõdemus, et naftamaardlate põhilised teoreetilised eeldused (sobivad lähte-, kollektor- ja kattekivimid ning vastavad geoloogilised struktuurid) on sellel alal olemas. Nafta lähtekivimeiks võiksid olla alampaleosoikumi tumedad kildad või kiltsavid (argilliidid), mis kambriumis on tuntud maarjaskiltade, ordoviitsiumis ja siluris graptoliitkiltade või -argilliitide nime all. Need kivimid levivad põhiliselt Balti sünekliisi piires. Ka poorsed kollektorkivimid on olemas, niihästi suhteliselt pudedate vendi-kambriumi ja devoni liivakivide kui ka ordoviitsiumi-siluri biohermsete või purrulis-detriitsete lubjakivide ja kavernoossete dolomiitide näol. Viimased levivad põhiliselt Balti sünekliisiga külgnevatel aladel. Naftamahutavust suurendab kivimite lõhelisus. Enam-vähem rahuldatud eelduseks võib pidada sobivate geoloogiliste struktuuride olemasolu. Need on kõige paremini välja kujunenud Lääne-Lätis, Lääne-Leedus ja Kaliningradi oblastis kupli- või vallilaadsete tektooniliste kerkealade näol. Karbonaatkivimite läbilõigetes lisanduvad neile riffmoodustised ning läätsjad või vööndilised barjäärimadala kivimite kompleksid.

Mõnevõrra halvem on olukord nafta haihtumist takistavate ekraneerivate kattekivimitega. Ulatuslikke suure paksusega savilasundeid esineb läbilõike alumises osas (vend, kambrium). Ordoviitsiumi ja siluri läbilõikes esinevad paksud savikivimite lasundid peamiselt basseini keskosas, kus aga kollektorkivimid peaaegu puuduvad. Basseini perifeerses osas on kivimid nii horisontaal- kui ka vertikaalsuunas muutlikud, mis nõrgendab nende ekraneerivat toimet. Kõige problemaatilisem on Balti regioonis olukord süsivesinike genereerimiseks vajalike temperatuuri- ja rõhutingimustega, mis eeldab nafta lähtekivimite mattumist vähemalt 2–2,5 km sügavusele. Seepärast suureneb ala naftaperspektiivsus edela suunas, kus pealiskorra sette kivimite paksus ulatub Põhja-Poolas kuni 5000 m-ni. Nafta suhtes kõige lootustandvamaks piirkonnaks on kujunenud Lõuna-Baltikum, eriti Lääne-Leedu ja Kaliningradi oblast, kus 1980. aastate keskpaigaks oli teada 36 naftaleiukohta (Восильюс, 1987). Neist kõige lähemal Eestile on mõned Kuramaa leiukohad, mis aga on osutunud mittetööstuslikeks. Viimastel aastakümnetel on huvi tuntud ka Gotlandi saare vastu, kus aga nafta otsingutega seotud tööd on olnud salastatud ja andmed praktiliselt kättesaamatud.

Kambriumi leiukohad

Baltikumi tööstuslikud naftaleiukohad on põhiliselt seotud keskkambriumi Deimena kihistuga (käsitletud ka lademe või ülemkihistu kategoorias), mille levik langeb jämedalt võttes kokku Balti sünekliisiga (Восильюс, 1987). Eesti stratigraafilises skeemis vastab sellele

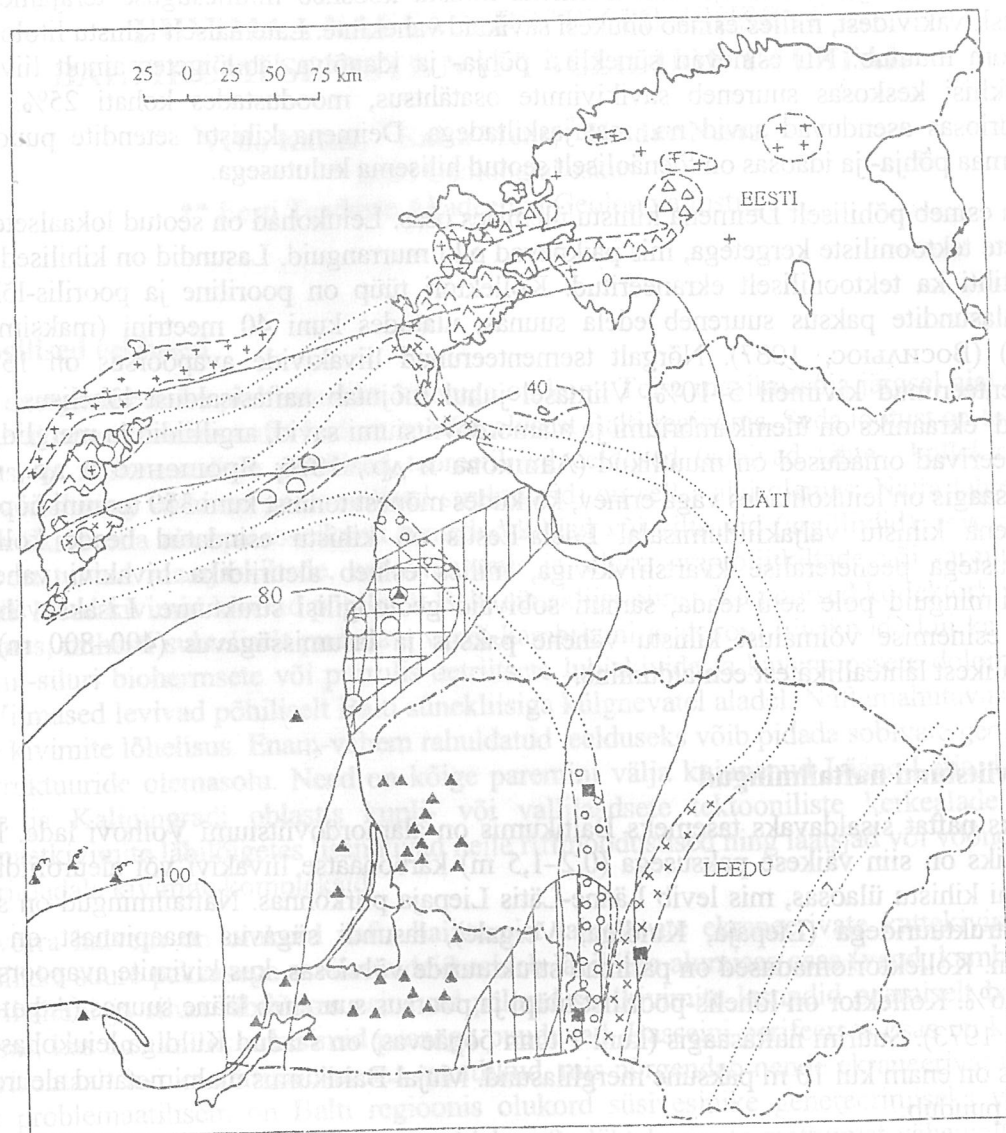
Ruhnu kihistu. Deimena kihistu paksus kasvab edela suunas, ületades Kaliningradi piirkonnas 100 m piiri (joonis). Samas suunas kasvab ka lasumissügavus, olles sünekliisi põhjarservas 0,5 km ja edelas 2,5 km. Deimena kihistu koosneb mitmesuguse terajämedusega kvartsiivakividest, milles esineb õhukesi savikaid vahekihte. Lateraalselt kihistu litoloogiline iseloom muutub. Nii esinevad sünekliisi põhja- ja idanõlva läbilõigetes ainult liivakivid. Sünekliisi keskosas suureneb savikivimite osatähtsus, moodustades kohati 25%. Rootsi mandriosas asenduvad savid nn. maarjaskiltadega. Deimena kihistu setendite puudumine Liivimaa põhja- ja idaosas on tõenäoliselt seotud hilisema kulutusega.

Nafta esineb põhiliselt Deimena kihistu ülemises osas. Leiukohad on seotud lokaalsete vallitaoliste tektooniliste kergetega, mis paiknevad piki murranguid. Lasundid on kihilised, võlvjad, tihti ka tektooniliselt ekraneeritud. Kollektori tüüp on pooriline ja poorilis-lõheline. Naftalasundite paksus suureneb edela suunas, ulatudes kuni 40 meetrini (maksimaalselt 68 m) (Восильюс, 1987). Nõrgalt tsementeerunud liivakivide avapoorsus on 15–18%, tsementeerunud kivimeil 5–10%. Viimasel juhul mõjutab naftasisaldust lõhelisus. Nafta-kihindi ekraniiks on ülemkambriumi ja alamordoviitsiumi savid, argilliidid ja merglid, mille ekraneerivad omadused on muutlikud (Лашкова и др., 1976; Ярошенко и др., 1976). Naftasaagis on leiukohtades väga erinev, kõikides mõnest tonnist kuni 350 tonnini ööpäevas. Deimena kihistu väljakiildumisalal Edela-Eestis on kihistu esindatud heade kollektoromadustega peeneteralise kvartsiivkiviga, milles esineb aleuriidika liivakivi vahekihte. Naftailminguid pole seni teada, samuti sobivaid geoloogilisi struktuure. Lisaks vähendab nafta esinemise võimalust kihistu vähene paksus ja lasumissügavus (400–800 m) ning võimalikest lähteallikatest eemaldumine.

Ordoviitsiumi naftailmingud

Teiseks nafta sisaldavaks tasemeks Baltikumis on alamordoviitsiumi Volhovi lade. Nafta-kihindiks on siin väikese paksusega (0,2–1,5 m) karbonaatsed liivakivi või aleuroliidi lääts Kriukai kihistu ülaosas, mis levib Lääne-Lätis Liepaja piirkonnas. Naftailmingud on seotud kerkestruktuuridega (Liepaja, Kuldiga, Vergale), lasundi sügavus maapinnast on 900–1200 m. Kollektoriomadused on parimad struktuuride võlviosas, kus kivimite avapoorsus on kuni 16%. Kollektor on lõhelis-poorilist tüüpi ja poorsus suureneb lääne suunas (Афанасьев и др., 1973). Suurim naftasaagis (kuni 1 tonn ööpäevas) on saadud Kuldiga leiukohast. Ekraniiks on enam kui 10 m paksune merglilasund. Mujal Baltikumis ülnimetatud aleuroliidikihind puudub.

Järgmiseks huvipakkuvaks tasemeks on ülemordoviitsiumi Pirgu ealised rifilaadsed moodustised, mis Gotlandi saarel on osutunud nafta sisaldavateks. Gotlandi puuraukude (nt. File Haidar) järgi saab otsustada, et nimetatud rifilaadsed moodustised on analoogilised Kesk-Rootsis Siljani järve piirkonnas paljanduvate nn. Boda moundidega (karbonaatpankadega). Viimased on kuni 100 m paksused ja läbimõõduga kuni 0,5 km (Яануссон, 1979). Nad sisaldavad inkrustatsioonilisi kaltsiidstruktuure, millega seostuvad rohked õõnsused. Gotlandil lasuvad Boda-tüüpi moodustised 200–450 m sügavusel (Восильюс, 1987) ja on kaetud üle 200 m paksuse alamsiluri merglilasundiga. Arvukalt esineb neid ka Läänemere põhjas Gotlandist põhja pool (joonis), kus nad on kindlaks tehtud seismilise profileerimisega (Floden, 1980). Samaealised üksikud rifilaadsed moodustised on Põhja-Eestis kindlaks tehtud Vormsil (Hoitberg), Noarootsis (Niibi) ja Ruunaveres, kus nende paksus on kuni 10 m. Teine üksikute karbonaatpankade vöönd paikneb lõuna pool (Kaugatuma, Paatsalu ja Võhma puurauk). Nende lasumissügavus on Võhmas 140 m, Kaugatumas 360 m. Viimasel ajal on saanud teatavaks, et Läti ja Taani meregeoloogide ühistööna on rifilaadseid struktuure



Joonis. Biohermsete kivimite, naftakihtide ja leiukohtade levik Baltimaades. 1-3 naftaleiukohad: 1 — kambriumi, 2 — ordoviitsiumi, 3 — siluri kivimeis; 4 — gaasileiukohad kambriumis, 5 — Deimena (Ruhnu) kihistu samapaksusjoon (m); 6-7 naftakihtide levilad: 6 — Volhovi, 7 — Pirgu-Porkuni; 8-15 biohermsete kivimite levilad: 8 — tõestatud, 9 — oletatav, 10 — ordoviitsiumi, 11 — Llandovery, 12 — Wenlocki, 13 — Alam-Ludlow', 14 — Ülem-Ludlow'-Pridoli, 15 — tõestamata vanusega.

Figure. Distribution pattern of biohermal (reef) rocks, oil-bearing beds and oil deposits in the Baltic area. 1-3 oil deposits: 1 — Cambrian, 2 — Ordovician, 3 — Silurian; 4 — gas deposits in Cambrian rocks, 5 — isopach of Deimena (Ruhnu) Formation (m); 6-7 areas of oil-bearing rocks: 6 — Volkhovian, 7 — Pirgu-Porkunian; 8-15 areas of reef complexes: 8 — proved, 9 — supposed, 10 — Ordovician, 11 — Llandoveryan, 12 — Wenlockian, 13 — Lower-Ludlowian, 14 — Upper-Ludlowian-Pridolian, 15 — unproved age.

kindlaks tehtud Kuramaa lähisel Ventspilsist loodes (joonis). Nende esinemissügavus (650–850 m) lubab oletada, et tegemist võib olla samuti hilisordoviitsiumi-vanuste moodustistega. Nende paiknemine Läti ja Eesti territoriaalvete piiril võõndina, suunaga Sõrve poolsaare lõunatipu poole, lubab pidada seda üheks kõige perspektiivsemaks piirkonnaks Eesti territoriaalvetes.

Ülemordoviitsiumi teine naftailmingute tase on seotud Porkuni lademe Salduse kihistu lausteraliste lubjakivide lasundiga, mis levib Lõuna-Eestis, Lätis ning Kesk- ja Lääne-Leedus. See mõnekümnest sentimeetrist kuni 8 meetrini ulatuva paksusega kihind koosneb erisuguse terajämedusega karbonaatkivimeist, sageli peeneteralise terrigeense materjali lisandiga. Salduse kihistu levikualal tõstetakse esile (Восильюс, 1987) kahte perspektiivsemat piirkonda: Balti sünekliisi kagunõlva Kaliningradi oblasti idapiiril ja põhjanõlva Kesk-Kuramaal (joonis). Esimeses neist on Salduse kihistu esindatud valdavalt jänepurdsete, liivakate lubjakividega, mille avapoorsus kõigub vahemikus 1,2–20,7%. Lasundi paksus ulatub 4 meetrini, lasumissügavus 1200–1600 m-ni. Naftat on avastatud kolmes leiukohas (Kybartai, Pajavonis, Gussev). Maksimalne mõõdetud naftasaagis on olnud Gussevi leiukohas 4 tonni ööpäevas. Kuramaa perspektiivalal on Salduse kihistu esindatud ooid- ja psammiitlubjakividega (Piltene kihistik), mille paksus ulatub 3–6 m-ni. V. Jakovleva (Яковлева, 1973) andmeil on kivimite avapoorsus 2,6–16,2%. Kihistu lasub 800–1100 m sügavusel, on kaetud 450–600 m paksuse alamsiluri merglite ja kiltsavide lasundiga. Kuldiga, Piltene, Edole, Durbe, Vergale ja Bernate uurimisväljal on leitud naftailminguid, mis on seotud tektooniliste kergete võlviga, kus reeglina esinevad puhtamad ooidlubjakivid. Ida suunas kivimite kollektoriomadused halvenevad. Põhja pool, Irbeni kulutuslale, vastava vanusega setendid puuduvad, seetõttu on Salduse naftakihtide jätkumine Liivimaa piiridesse üsnagi küsitav. Erandi võivad moodustada ordoviitsiumi lõpu glatsioeustaatilise regressiooniga seotud erosioonikanalite täited, mis võivad olla välja kujunenud Balti sünekliisi servadel. Selliseid oletatavaid kanalitäiteid on Balti basseini põhjatiival täheldatud Talsi ja Tootsi puuraugus.

Nafta siluri rifikivimeis

Tuntud siluri naftamaardlad USA keskosariikides ning Venemaal Petšora basseinis on seotud biohermsete ehk rifikivimitega. Ka Balti regioonis on samasugused rifikompleksid väga laia levikuga (joonis). Alamsiluri kivimeist ei ole seni Balti regioonis naftalasundeid teada. Balti basseini põhjatiival (Gotland, Eesti) on küll mitmel stratigraafilisel tasemel biohermsete ja lausteraliste lubjakivide võõndeid, kuid kõik need esinevad kas otse kihtide avamusel või selle vahetus läheduses ning on selle tõttu perspektiivsed, kuigi näiteks Juuru-Raikküla lademe Hilliste kihistu biohermsetest ja krinoidlubjakividest Hiiu ja Ridala poolsaarel on teada rohkesti naftailminguid: immutuslaike, poori-, kaverni- ja lõhetäiteid (Каттай и др, 1992).

Lootustandvamad on hilissiluri vanusega rifikompleksid Balti sünekliisi idaserval Kesk-Leedus, kuna seal lasuvad nad tunduvalt sügavamal (600–1200 m). Ülemsiluri biohermsete ja teraliste lubjakivide lasundi kogupaksus on 190 m. Selle kattekihindi moodustavad merglid ja kiltsavid paksusega 100–150 m. Lasund koosneb omakorda eri vanusega rifivõõnditest, millest iga noorem paikneb eelmisest lääne pool (Восильюс, 1987). Suure ulatusega on Alam-Ludlow' Šilali kihistu rifivõõnd (joon.), mis kulgeb kaarena piki Ida-Sutkai-Kolka paleofleksiuri. Biohermide paksus on kuni 25 m, lasumissügavus 600–750 m. Täielikult dolo-miidistunud kivimi avapoorsus on keskmiselt 12–13%. Naftailminguid on täheldatud suhteliselt harva. Balti basseini põhjatiival jäävad samale stratigraafilisele tasemele Paadla lademe biohermid ja biostroomid Lääne-Saaremaal ja Kuramaa põhjatipus ning Hemse

kihtides Gotlandil. Ilmselt jätkub rifikivimite vöönd ka Läänemere põhjas Gotlandi ja Saaremaa vahel. Teine, Ülem-Ludlow' rifivöönd paikneb Leedu piires eelmisest lääne pool, olles peaaegu meridionaalse suunaga (joonis). Ülem-Mituva ja Ventspilsi kihistu biohermid on selles vööndis kuni 30 m paksused ja lasuvad 1000–1200 m sügavusel. Biohermse kivimi avapoorsus on 2–12%. Paljudes puuraukudes on sellel tasemel naftailminguid, kuid arvestatavaid leiukohti ei ole seni avastatud. Ülem-Ludlow' rifivöönd jätkub Kuramaal. Samale stratigraafilisele tasemele jäävad Hamra ja Sundre kihtide krinoidlubjakivid ja biohermid Gotlandi saare lõunatipus. Rifivöönd kulgeb arvatavasti ka merepõhjas Gotlandi ja Kuramaa vahel.

Balti siluris kõige perspektiivsemateks naftastruktuurideks on osutunud Alam-Pridoli aegsed Minija kihistu (Kaugatuma lade) riffmoodustised Leedus, mis ei moodusta selget vööndit, vaid paiknevad Ülem-Ludlow' rifivööndiga kohakuti või isegi sellest pisut ida pool. Selle vanusega üksikrifid on Baltikumi riffidest kõige suuremad ja nendega on seotud mõned naftaleiukohad (Kudirkose-Naumestis, Laptirai, Saukenai). Kaliningradi oblasti idapiiri lähedal paikneva Kudirkos-Naumestise rifi paksus on 57 m, läbimõõt 4 km, suurim fikseeritud naftadeebit 17,3 tonni ööpäevas. Kuramaal on Minija-ealine riff kindlaks tehtud Talsi puuraugus. Sama vanusega riffe võib esineda ka merepõhjas Kuramaast läänes.

Liivimaa väljavaated

Eeltoodust nähtub, et kambriumi vanusega naftaleiukohad on seotud Balti sünekliisi keskosa, ordoviitsiumi ja siluri naftaleiud aga Balti sünekliisi äärealaga. See on igati ootuspärane, kuna ordoviitsiumis ja siluris settisid sünekliisi piires savisetted ning puudusid peaaegu täiesti kollektorkivimid. Heade kollektoriomadustega biohermsed ja lausteralised lubjakivid ning dolomiidid moodustasid basseini äärealadel, kus lasumissügavused olid väikesed ja puudus tõhus ekraneeriv kattekiht. Basseini arengu regressiivsetel faasidel nihkusid nimetatud madalaveelised karbonaatfaatsiesed sünekliisi teljeosa poole ja kaeti järgnevate transgressioonide käigus sügavamaveeliste savikate setenditega. Seetõttu on ordoviitsiumi- ja siluriaegsed naftaleiud koondunud Balti sünekliisi servadele ja seostuvad suurte regressioonidega ordoviitsiumi ning Ludlow' lõpus, kuna viimastele järgnesid vastavalt siluri alguse ja Pridoli ulatuslikud transgressioonid, mis katsid karbonaatsed kollektorkivimid savikate ekraneerivate kihtidega. Balti sünekliisi põhjaserv ulatub otsapidi Liivimaale, seepärast on säilinud teatud lootus nafta leidmiseks Riia lahes, Irbeni väinas ja Sõrve läänerranniku vetes, kuhu võivad ulatuda niihästi kambriumi Deimena naftakiht kui ka ülemordoviitsiumi "Boda moundid" ning ülemsiluri rifivööndid. Samuti võib sellel alal esineda ordoviitsiumi lõpu glatsioeustaatilise regressiooniga seotud erosioonikanaleid, mis on täidetud Salduse kihistu purdsete karbonaatsete setenditega.

KIRJANDUS

- Flodén, T.** 1980. Seismic stratigraphy and bedrock geology of the Central Baltic. Acta Universitatis Stockholmiensis. Stockholm Contributions in Geology, 35, 1–240.
- Афанасьев Б. А., Поливко И. А., Яковлева В. М., Волколаков Ф. К.** 1973. К проблеме генезиса локальных структур Прибалтики. В кн.: Куршс В. М. (ред.). Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига, Зинатне, 201–11.

Восильюс Г. Б. (ред.). 1987. Нефтяные месторождения Прибалтики. Вильнюс, Мокслас, 1–145.

Каттай В., Клубов Б., Багдасарян А., Сууроя К. 1992. Новые данные о битуминосности нижнепалеозойских отложений о-ва Хийумаа. Известия АН Эстонии. Геология, 41, 2, 73–80.

Лашкова Л. Н., Семенов Н. Д., Хублядинов А. М. 1976. Коллекторы кембрийских нефтеносных отложений юго-западной Прибалтики и влияние литолого-генетических и пост-седиментационных процессов на их формирование. В кн.: Коркутис В. А. (ота. ред.). Проблемы нефтеносности нижнео палеозоя Балтийского бассейна. Вильнюс, Мокслас, 30–39.

Януссон В. И. 1979. Карбонатные постройки в ордовике Швеции. Известия АН Казахской ССР. Серия геологическая, 4–5, 92–99.

Яковлева В. И. 1973. Некоторые закономерности размещения пород-коллекторов ордовикских отложений Латвии. В кн.: Куршс В. М. (ред.). Проблемы региональной геологии Прибалтики и Белоруссии. Рига, Зинатне, 323–330.

Ярошенко В. Н., Сувейдис П. И., Малинаускас И. В., Брангулис А. П., Фрейманис А. А., Усанов Н. А. 1976. Результаты и дальнейшие направления региональных и поисково-разведочных работ на нефть и газ в Балтийской синеклизе. В кн.: Коркутис В. А. (отв. ред.). Проблемы нефтеносности нижнео палеозоя Балтийского бассейна. Вильнюс, Мокслас, 7–16.