

VILNIAUS UNIVERSITETAS
Gamtos mokslų fakultetas
Geologijos ir mineralogijos katedra

Angliavandenilių generacijos 1-D modeliavimas Baltijos sineklizėje

(magistro darbas)

Darbą atliko:
2 kurso studentas
Paulius Domarkas
Darbo vadovas:
Prof. Saulius Šliaupa

Vilnius, 2012

TURINYS

ĮVADAS.....	3
1. ANGLIAVANDENILIŲ TELKINIAI BALTIJOS SEDIMENTACINIAME BASEINE.....	7
2. METODIKA.....	10
3. DUOMENYS - ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA.....	12
3.1. Nuosėdinės dangos stratigrafija ir litologija.....	13
3.2. Baseino grimzdimas.....	15
3.3. Geoterminis režimas.....	16
3.4. Paleoklimatinė pataisa.....	18
3.5. Angliavandenilių motininės uolienos.....	19
3.6. Paleobatimetrija, pasaulinio jūros lygio kitimas.....	25
3.7. Absoliutus amžius.....	30
4. MODELIAVIMO REZULTATAI.....	32
4.1 VAKARŲ LIETUVA.....	32
4.1.1 Šiaurinė dalis.....	32
4.1.2 Pietinė vakarų Lietuvos dalis.....	53
4.2 VIDURIO LIETUVA.....	58
4.3 BALTIJOS JŪRA.....	67
5. REZULTATŲ APTARIMAS.....	77
IŠVADOS.....	82
SUMMARY.....	84
LITERATŪRA.....	85

ĮVADAS

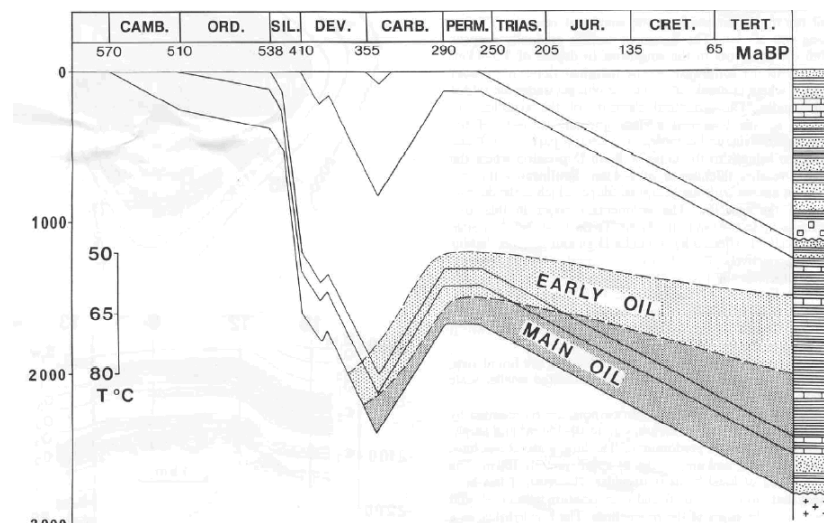
Darbo tikslas: sumodeliuoti angliavandenilių susidarymą Baltijos sineklizėje. Įsisavinti kompiuterines programas ir sudaryti 1D angliavandenilių generacijos modelius.

Uždaviniai:

- Susipažinti su ankstesniais naftos generacijos modeliavimo darbais
- Įsisavinti PetroMod 1D kompiuterinę programą
- Surinkti įvadinius parametrus reikalingus modeliavimui
- Atlikti atraminių gręžinių naftos generacijos modeliavimą
- Padaryti išvadas

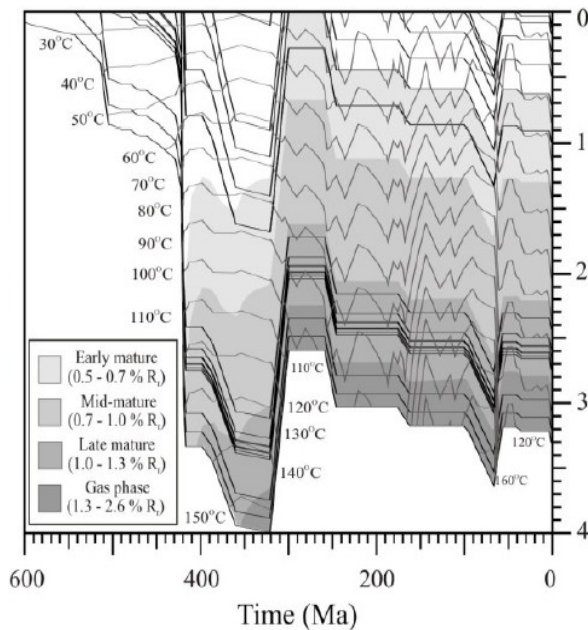
Angliavandenilių susidarymo modeliavimas buvo atliktas keliuose gręžiniuose siekiant nustatyti angliavandenilių generacijos amžių. Svarbiausi angliavandenilių išteklių Baltijos sineklizėje yra susiję su kambro smiltainiais. Telkiniai taip pat surasti ir ordoviko bei silūro karbonatinėse uolienose.

Pirmieji naftos modeliavimo darbai Lietuvoje pradėti XX a. paskutiniame dešimtmetyje. Pirmieji modeliai parodė, kad Vakarų Lietuvoje nafta pradėjo generuoti viduriniame devone ir apėmė kambro, ordoviko ir apatinio silūro motinines uolienas. Tą patvirtino ir lygiagrečiai vykdomas Latvijos geologų atliktas modeliavimas Baltijos sineklizei (1 pav.).

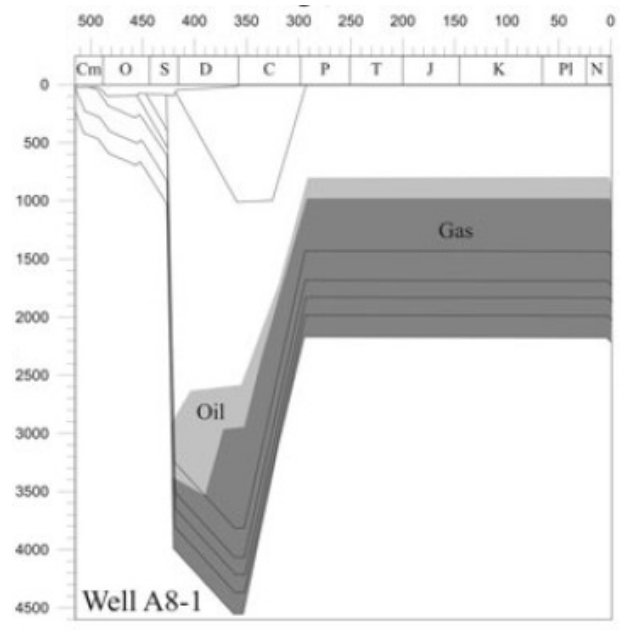


1 pav. Naftos generacijos modelis centrinei Baltijos sineklizės daliai (Brangulis ir kiti., 1993).

1D angliavandenilių generacijos modeliavimas lieka aktualus ir dabartiniame etape (2 pav.), jis suteikia bazinę informaciją apie vienos ar kitos Baltijos sineklizės dalies naftos ar dujų telkinių evoliuciją, be to šiuo metu tampa vis aktualesnis dujų skalūnų perspektyvumo klausimas. Modeliavimas parodė, kad nafta ir dujos pačioje vakarinėje baseino dalyje pradėjo generuoti jau silūro metu (2 pav.).

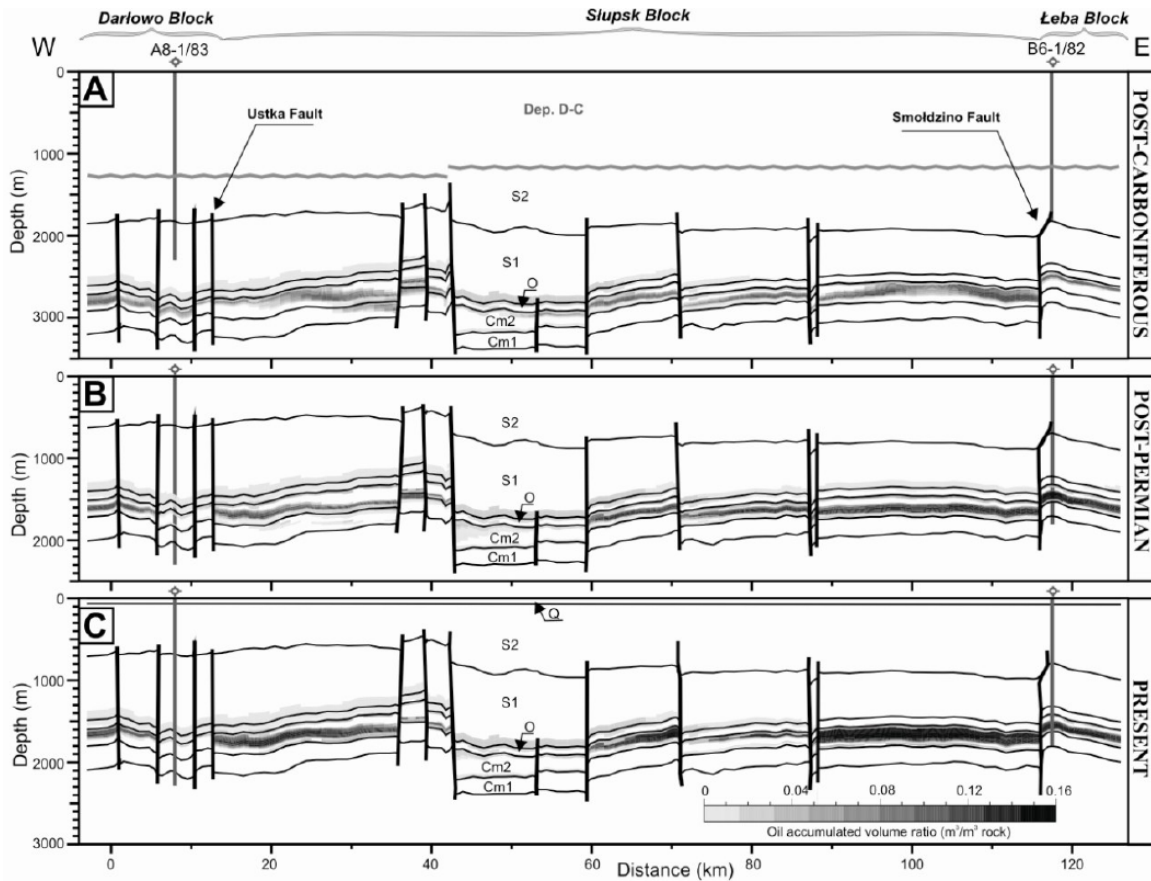


2a pav. 1D angliavandenilių generacijos modelis Leba-8 gręžinyje (Kosakowski ir kiti., 2010).



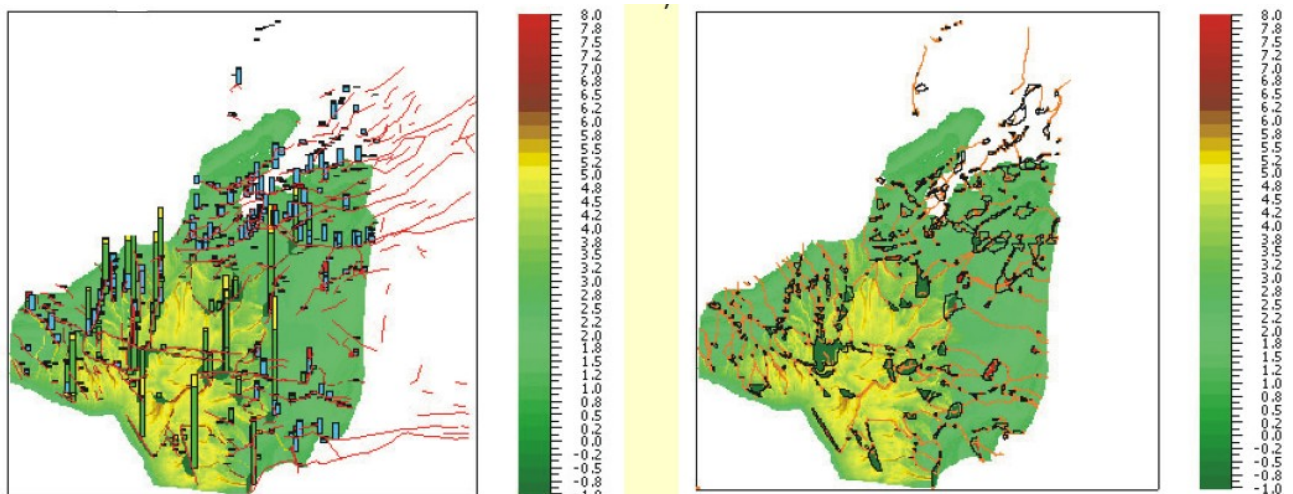
2b pav. 1D angliavandenilių generacijos modelis A8-1 gręžinyje (Sliaupa, Hoth, 2011).

Šalia 1D modeliavimo, Baltijos regione taikomi vis sudėtingesnės modeliavimo priemonės. 2D modeliai suteikia daugiau informacijos apie angliavandenilių generacijos ir migracijos tendencijas. Tokie modeliavimo darbai pagrindinai atlikti vakarinėje Baltijos sineklizės dalyje Lenkijos šelfe (3pav.).



3 pav. 2D angliavandenilių generacijos modelis vakariniame Baltijos baseino pakraštyje (Kosakowski ir kiti., 2010). A – po karbono sedimentacijos, b – po permo sedimentacijos, c – dabartinis etapas.

Prieš kelis metus regione pradėtas ir 3D angliavandenilių formavimosi ir migracijos modeliavimas (Zdanaviciute, Lazauskiene, 2007) (4 pav.). Šis metodas suteikia daugiau galimybių, ypač sprendžiant naftos ir dujų migracijos ir akumuliacijos klausimus.



4 pav. 3D naftos generacijos modelis silūro-devono laikotarpiui (Zdanaviciute, Lazauskiene, 2007).

Pateiktas magistrantinis darbas skirtas 1D modeliavimui siekiant detalizuoti svarbius parametrus, kurie nebuvo aptarti ankstesniuose modeliuose.

1. ANGLIAVANDENILIŲ TELKINIAI BALTIJOS SEDIMENTACINIAME BASEINE

Baltijos sedimentacinis baseinas yra naftingas. Iki šiol surasta apie 40 angliavandenilių susikaupimo telkinių (Brangulis et al., 1993; Freimanis ir kiti., 1993 m.; Kanev ir kiti., 1994; Dobrova ir kiti., 2003; Šliaupa ir kiti., 2004). Dauguma iš jų yra naftos telkiniai, tačiau Lenkijos Baltijos jūros dalyje surasti ir dujų telkinių (1.1 pav.).

Kaliningrado srityje naftos gavyba prasidėjo 1975 metais. Dabar 5-6 M bbl (795-954 tūkst.m³) per metus yra išgaunama iš sausumoje surastų telkinių.

Lietuvoje gavyba prasidėjo tik atgavus nepriklausomybę 1991 metais. Gavybos maksimumas buvo pasiektas 2004 metais ir siekė 2,8 M bbl (445 tūkst.m³).

Pagrindiniai angliavandenilių išteklių yra randami vidurinio **kambro** smiltainiuose, kuriuos dengia ordoviko ir silūro moliai. Šių smiltainių storis yra 50-70 m. Tai seklios jūros smiltainiai su molio ir aleurolito sluoksniais. Mineralinė sudėtis smiltainių: kvarco sudaro 96-99.8% uolienos, molio mineralų dalis uolienoje kinta nuo 0.5 iki 3.5%. Ilitas pagrinde dominuoja molio mineraluose apatinėje dalyje ir kaolinitas viršutinėje kolektorius dalyje. Tai yra susiję su regresija arba intensyvia meteoritinio vandens prasisunkimo reakcija kambro pabaigoje, kai teritorija buvo iškelta virš jūros lygio. Smiltainių savybes naftingame plote pagrinde įtakoja autigenetinis kvarco cementas, kurio kiekis kinta nuo 10% iki 32%. Smiltainių poringumas ir skvarbumas yra, atitinkamai, 1-15% (vidurkis 7%) ir <0.01 mD iki >100 mD.

Ordoviko karbonatinės nuogulos turi prastas kolektorines savybes, poringumas yra tikrai 2-5%. Tačiau, keletas naftos apraiškų aptikta Vakarų Latvijoje. Kolektoriniai sluoksniai yra susiję su Porkuni regioniniu aukštu (viršutinio ordoviko aukštas). Čia kolektorinės uolienos yra sudarytos iš oolitinių ir bioklastinių klinčių (Laskovas, 1994). Porkuni karbonatų efektyvus poringumas grėžiniuose E6-1 ir E7-1 kinta nuo 3 iki 24%. Skvarbumas yra apie 40 mD.

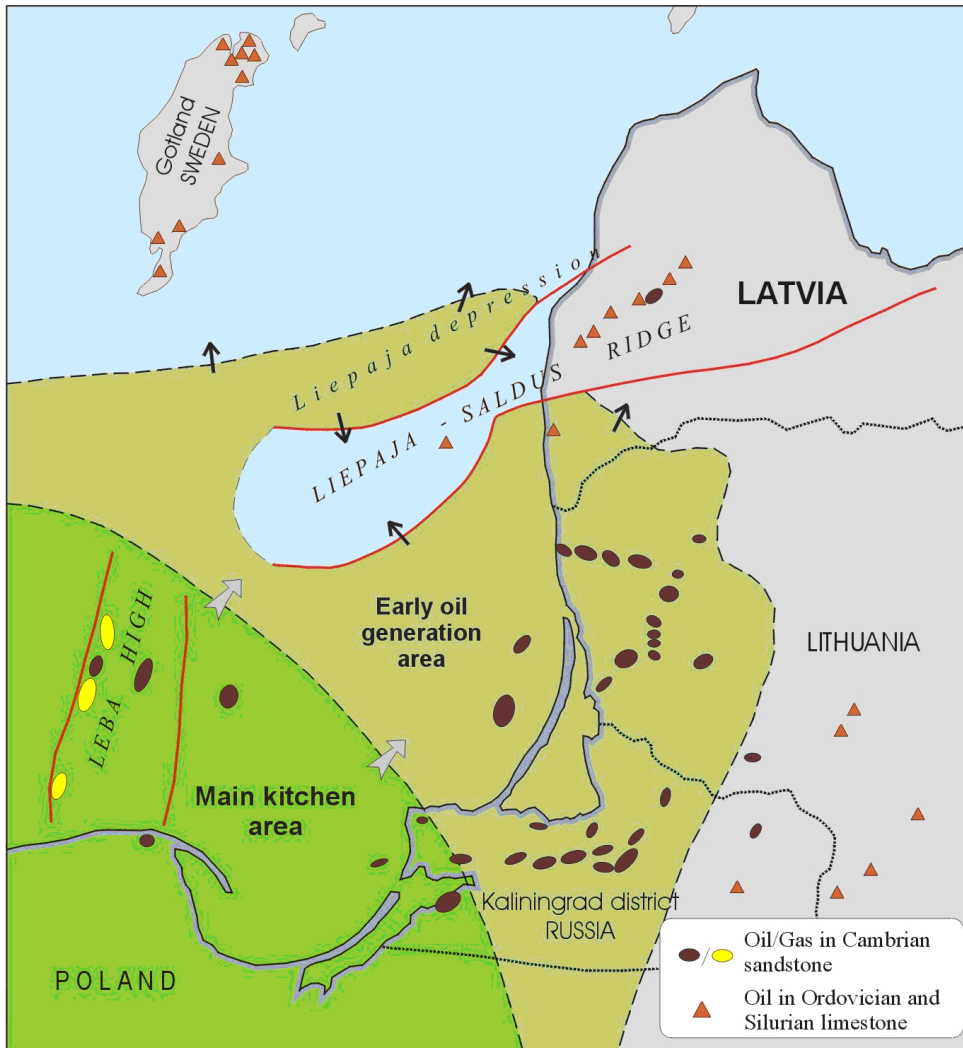
Silūro storymė pagrinde sudaryta iš juodų ir tamsiai pilkų molių ir molių mergelių. Naftos apraiškos buvo aptiktos grėžinyje Nida-44 Neringoje viršutinio silūro sekcijoje, kurioje yra dolomito tarp sluoksnių iki 7.5 m storio. Poringumas kinta nuo 12 iki 14%. Tačiau tai tikrai vienintelis atradimas. Apatinio ir viršutinio silūro rifiniai telkiniai yra eksploatuojami Gotlando saloje (Manten, 1971; Kershaw, 199; Floden ir kiti., 2001). Perspektyvi yra rifuose juosta Vidurio Lietuvoje. Viršutinio silūro rifuose rifuose surastos naftos apraiškos ir keli telkiniai, tokie kaip Kudirkos (Lapinskas, 2000).

Pagal matematinius skaičiavimus iš viso 988 milijonai tonų angliavandenilių buvo generuota iš kambro motininių uolienu. Lietuvos teritorijos sausumoje ir jūroje (Zdanavičiūtė et al., 2004 - skaičiuota naudojant J.W.Schmoker's metodiką). Tariant, kad akumuliacijos efektyvumas yra 0.05,

pagrindiniai angliavandenilių išteklių kambro sluoksnyje vertinami 50 milijonų tonų. Lietuvos teritorijos sausumoje ir jūroje 1.7 mlrd. tonų angliavandenilių buvo generuota iš ordoviko motininių uolienuų ir 5.8 mlrd. tonų iš silūro motininių uolienuų. Vis dėl to tikrai mažas kiekis angliavandenilių galėjo akumuliuotis gaudyklėse.

E.Kadūnienė (1996) paskaičiavo, kad išnykusių angliavandenilių kiekis remiantis tūrio genetiniu metodu yra 689.6 milijonų tonų iš kambro angliavandenilių motininių uolienuų Lietuvos teritorijos sausumoje ir jūroje. Tariant, kad akumuliacijos koeficientas yra 0.1, kambro uolienuų angliavandenilių išteklių turėtų būti 69 milijonai tonų. Lietuvos teritorijos sausumoje 189 milijonai tonų angliavandenilių buvo išskirta iš ordoviko motininių uolienuų ir 4.7 mlrd. tonų iš silūro.

Naudojant šiuos du metodus paskaičiuotas labai artimas susidariusių angliavandenilių kiekis. Modeliavimo duomenys rodo, kad didžiausia angliavandenilių migraciją vyko giliausioje Baltijos sineklizės dalyje. Dauguma angliavandenilių gaudyklių toje teritorijoje yra užpildytos. Angliavandenilių formavimas ir migracija pačioje vakarinėje baseino dalyje buvo maksimali silūro pabaigoje – apatiniame devone, kada silūro uolienos buvo nugramzdintos į gylį didesnę (Šliaupa ir kiti., 2004). Generuoti angliavandeniliai galėjo akumuliuotis izoliuotose struktūrose, kurios egzistavo ankstyvojo silūro pabaigoje, tačiau dauguma visų angliavandenilių telkinių vakaruose susidarė ankstyvajame devone, atitinkamai angliavandenilių telkinių susidarymo pradžia turėtų būti to laikotarpui. Centrinėje baseino dalyje, tame tarpe ir Lietuvoje modeliavimu buvo nustatyta pagrindinė naftos generacija vyko devono antroje pusėje (Zdanavičiūtė, Lazauskienė, 2004).



1.1 pav. Naftos ir dujų telkiniai, naftos generacijos sritys (Kanev, Brangulis, 2002).

2. METODIKA

PetroMod naftos modeliavimo sistema

PetroMod naftos sistemos modeliavimo programa, sujungianti seisminius duomenis, gręžinių duomenis ir geologinę informaciją į vieningą 1D, 2D, 3D modelį. PetroMod programa turi galimybę nustatyti, kaip rezervuare susikaupė angliavandeniliai, įskaitant išteklių šaltinį ir laiką per kurį išteklių susiformavo, migracijos kelius, kiekius ir angliavandenilio tipą gelmėse ir paviršiuje.

Su čia programa galima padidinti angliavandenilių paieškos sėkmę.

Programoje galima integruoti angliavandenilių paieškos duomenis vieningoje 1D, 2D, 3D erdvėje. PetroMod programa padeda tyrinėti subrendusius angliavandenilių išteklius baseinuose analizuojant angliavandenilių susidarymą, jų gaudykles, uždarumą ir kolektorius. Tai leidžia planuoti naujus gręžinius.

Paprastesni programos moduliai leidžia atlikti naftingos sistemos modeliavimą 2D ir 1D dimensijoje.

PetroMod įvadiniai duomenys atliekant 1D modeliavimą

PetroMod programa yra naftos sistemos modeliavimo paketas su galimybe dirbti 1D, 2D, 3D modeliavimo aplinkose. Ji suteikia platų spektrą įrankių modeliuojant 1D, 2D, ir 3D temperatūros ir slėgio pokyčius, PVT kontroliuojamus procesus.

Įvadiniai parametrai atliekant 1D modeliavimą yra:

- Gręžinio stratigrafinis suskirstymas
- Sluoksnių litologinė sudėtis
- Organinės medžiagos kiekis molingose uolienose
- Organinės medžiagos tipas (kerogenas I, II, III)
- Jūros lygio svyravimai
- Paleobatimetrija
- Paleoklimatas (temperatūra)
- Šilumos srautas
- Vandenilio indeksas

Siekiant atlikti korektišką modeliavimą, būtina turėti temperatūrinės kontrolės duomenis – t.y. organinės medžiagos terminio brandumo rodiklius (vitrinito atspindžio rodiklis, Tmax), šilumos srautas, pagrindinio kolektoriaus dabartinė temperatūra.

PetroMod modeliavimo rezultatai atliekant 1D modeliavimą

Atlikus 1D modeliavimą gaunami labai įvairūs parametrai, svarbūs analizuojant naftingos sistemos evoliuciją. Žemiau apteikiamas gaunamų rezultatų sąrašas:

- Grimzdimo kreivės
- Skirtingų sluoksnių temperatūrinė evoliucija
- Skirtingų sluoksnių organinės medžiagos terminio brandumo evoliucija
- Naftą generuojančių sluoksnių naftos ir dujų susidarymo kiekiai
- Naftos ir dujų „lango“ evoliucija
- Sluoksnių tankėjimas dėl didėjančios apkrovos grimzdimo metu
- Porinio slėgio evoliucija

3. DUOMENYS – ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA

Modeliavimas atliktas 9 gręžiniuose esančiuose Vakarų, Vidurio Lietuvoje ir Baltijos jūroje (3.1 pav). Žemiau pateikiamas modeliuotų gręžinių sąrašas.

3.1 lentelė. Modeliuoti gręžiniai.

Nr.	Gręžinys	X koordinatė	Y koordinatė
1	Vidmantai 1	320717	6199354
2	Salantai 1	348836	6218584
3	Vainutas 2	371919	6137110
4	Vėlaičiai 3	340950	6199956
5	Vidūklė 62	428059	6142551
6	Plungė 3	366110	6195732
7	Pašaltuonis 94	411982	6125925
8.	B8-1	163047	6153992
9.	E7-1/82	271161	6226190

Salantai-1, Vidmantai-1, Plungė-3, Vėlaičiai-3 gręžiniai buvo gręžti šiaurinėje Vakarų Lietuvos dalyje. Vainutas-2 gręžinys, išgręžtas pietinėje Vakarų Lietuvos dalyje. Viduklė-62, Pašaltuonis-94 gręžiniai išgręžti Vidurinėje Lietuvos dalyje. E7-1/82 ir B8-1 gręžiniai išgręžti Baltijos jūroje. Gręžinių išsidėstymas pavaizduotas 3.1 pav..

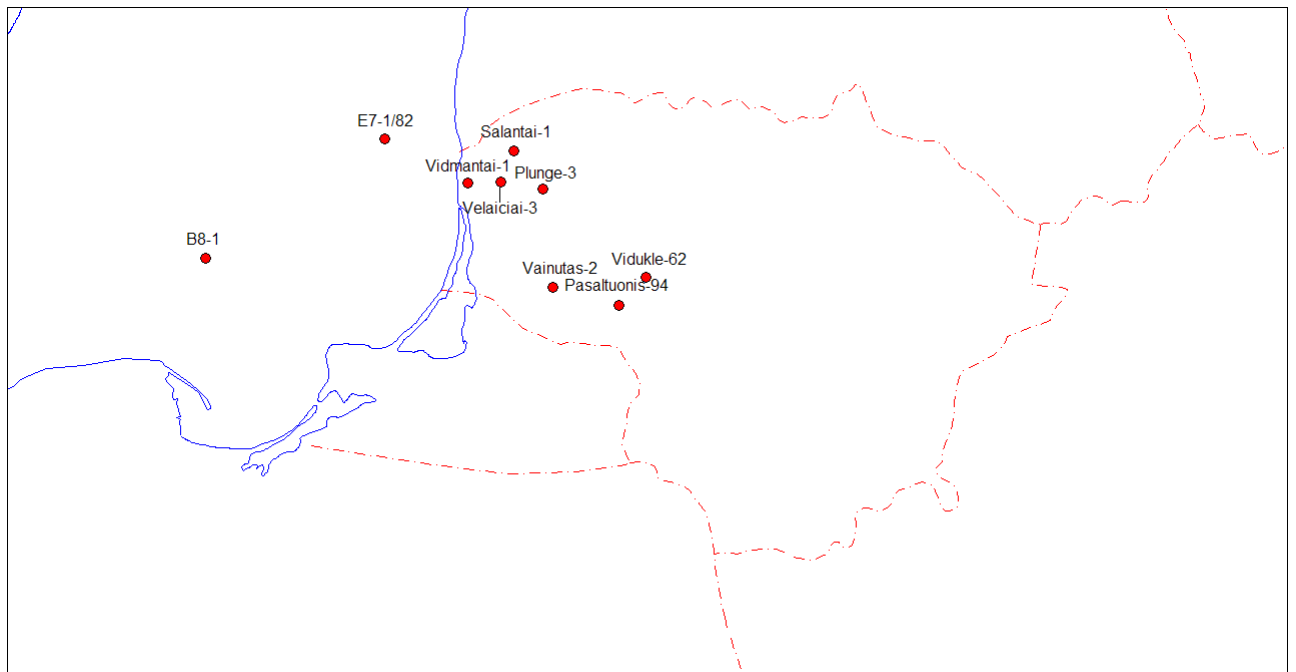
Atliekant modeliavimą, remiantis ataskaitose ir publikacijose pateiktais tyrimų rezultatais, buvo surinkti šie duomenys:

Kambro kolektoriaus temperatūrų pasiskirstymas

Duomenys buvo surinkti iš LGT fonduose esančios geoterminių duomenų inventorizacijos ataskaitos (Šliaupa, 2002).

Stratigrafinis gręžinių suskirstymas, sluoksnių litologija

Duomenys pateikti gamybinėse ataskaitose, pagrindinai susijusiose su naftos paieškomis Vakarų ir Vidurinėje Lietuvoje.

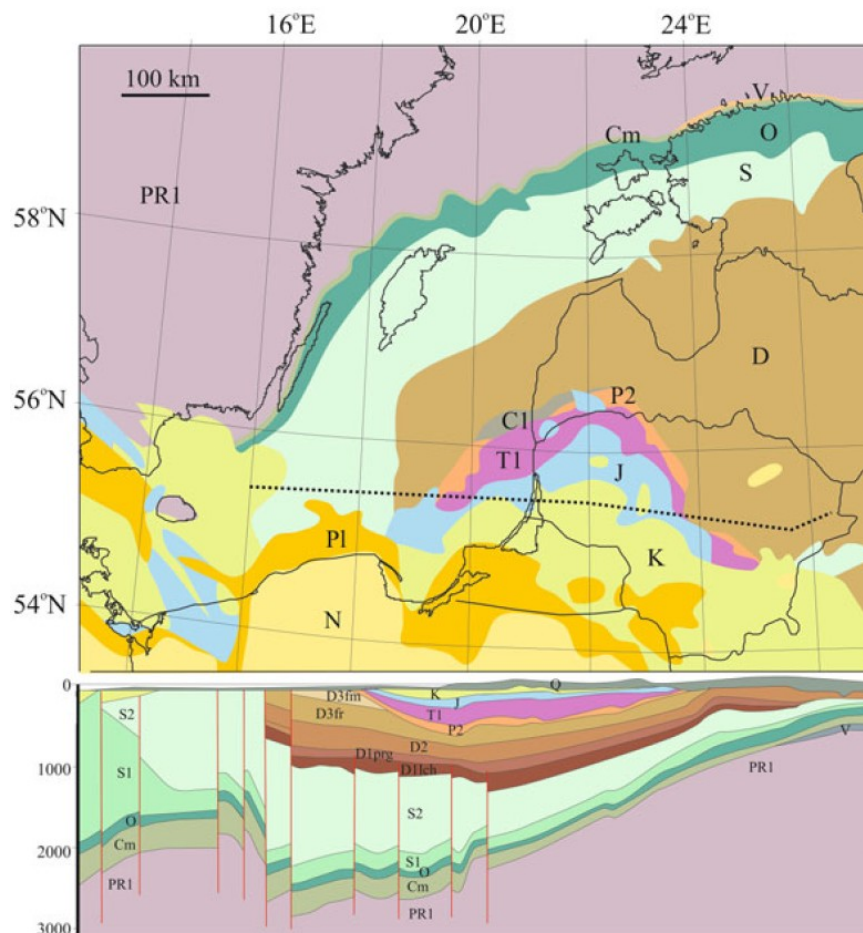


Pav. 3.1 analizuotų gręžinių išsidėstymas.

3.1. Nuosėdinės dangos stratigrafija ir litologija

Baltijos sedimentacinis baseinas susiformavo ankstyvojo kambro viduryje, nors pirmieji baseino požymiai pasireiškė išilgai Teiserio-Tornkvisto tektoninės zonos jau vėlyvojo vendo metu. Iki tol sedimentacija vyko Maskvos baseine. Nuo kambro laikotarpio baseinas patyrė ilgalaikį pasikartojantį grimzdimą, todėl Lietuvos geologiniame pjūvyje yra visų fanerozojaus geologinių periodų nuogulos iki kvartero imtinai (3.2 pav.).

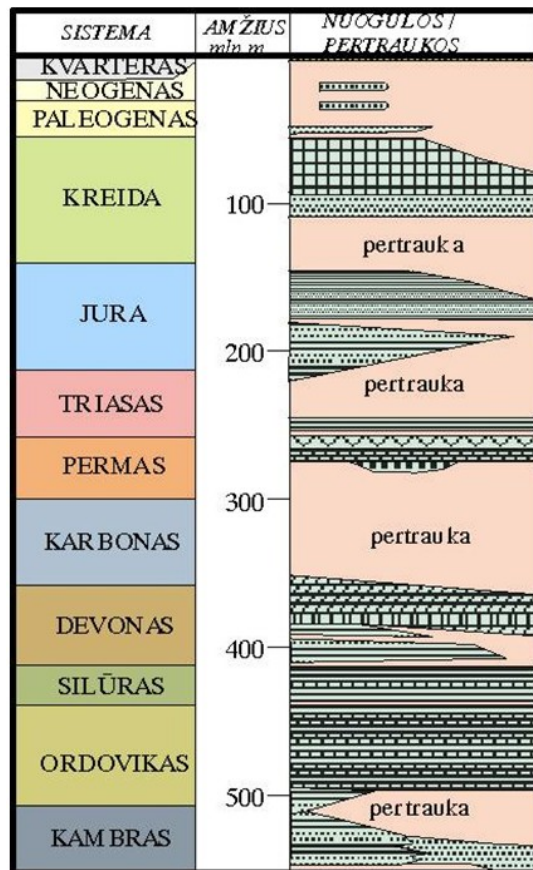
Formuojantis Baltijos baseinui kambro jūros transgresija įvyko iš vakarų, susiklostė kvarciniai smėliai, aleuritai, moliai. Kambro nuogulų storis siekia 160 m Vakarų Lietuvoje, 250 m centrinėje Baltijos jūros dalyje ir daugiau nei 500 m Lenkijos šelfe. 3.2 paveiksle pavaizduotas storių žemėlapis kuriame yra matyti, kaip nuosėdinė storumė gileja iš rytų į vakarus.



3.2 pav. Baltijos regiono Lietuvos dalies geologinio pjūvio žemėlapis (Šliaupa, Hoth, 2011).

Kambro uolienos yra perdengtos molingomis ir karbonatingomis ordoviko uolienomis, kurios yra nuo 60 iki 160 m storio. Latvijos teritorijoje pasiekia 250 m storį. Nuogulų litologija kinta iš rytų į vakarus. Rytuose vyrauja karbonatingos uolienos, o vakaruose - molingos uolienos (mergelis, rečiau molis) (Laskovas, 2000). Sedimentacija vyko beveik nepertraukiamai viso ordoviko metu.

Sedimentacijos greitis labai padidėjo silūro laikotarpiu. Uolienu storis siekia jūros teritorijoje iki 3500 m. Maksimalus baseino gylis buvo didesnis, tačiau dėl vėlesnės erozijos sumažėjo. Silūras yra sudarytas iš graptolitinių molii ir mergelių, o rytuose vyrauja karbonatinės uolienos (Lapinskas, 2000).



3.3 pav. Fanerozojaus stratigrafinė kolonėlė Baltijos baseine (Šliaupa, Hoth, 2011).

Devono metu maksimali sedimentacija persikėlė į Lietuvos vakarinę dalį (Klaipėdos rajonas). Klostėsi seklios jūros ir lagūnos karbonatinės nuosėdos, taip pat smėliai ir moliai. Didžiausias uolienu storis yra Klaipėdos rajone (iki 1050 m).

Apatinio karbono nuogulos (smiltainiai, mergeliai, dolomitai, moliai) yra iki 110 m storio, ribotai išplitusios (ŠV Lietuvoje, PV Latvijoje). Jūroje surastos diabazinės uolienos, kurios rodo magminių procesų suaktyvėjimą pačioje devono pabaigoje – karbono pradžioje (Šliaupa ir kiti., 2004). Tai galėjo turėti įtakos geoterminiam baseino režimui, atitinkamai ir naftos generacijai.

Permo, mezozojaus ir kainozojaus uolienu paplitimas atspindi grimzdimo krypties pasikeitimą – baseino grimzdimas didėjo į pietvakarius. Priešingai paleozojui, kuriame daugiausia vyko nepertraukiamas nuosėdų kaupimasis, mezozojaus ir kainozojaus laikotarpiu vyko pasikartojančios jūrų transgresijos iš vakarų, tačiau dažniau buvo kontinentinės sąlygos. Viršutinis permus sudarytas iš karbonatinių uolienu ir evaporitu, storis didėja į pietvakarius iki 350 m pietinėje Gdansko

įduboje. Apatinio triaso nuogulos pasiekia didžiausią storį tame pačiame regione ir yra sudarytos iš raudonspalvių ežerinių molių ir arkozinių smiltainių (Suveidzis ir Katinas, 1990). Juros periodo metu sedimentacijos sąlygos kito iš ežerų nuosėdų apatinėje pjūvio dalyje iki jūrinių viršutinėje dalyje. Nuogulos sudarytos iš smulkaus smiltainio, aleurolito, molio bei klinties viršutinėje pjūvio dalyje. Storis siekia 200 m pietinėje Baltijos jūros dalyje. Dvi dalys ryškios kreidos pjūvyje. Albio amžiaus sluoksniai sudaryti iš glaukonitinių smiltainių ir aleurolitų, o viršutinės kreidos - kreidos, kreidos mergelio, aleurolito. Bendras storis siekia 400 m Baltijos jūros pietinėje dalyje.

Kainozojaus terigeninės uolienos yra randamos tik tai pietinėje Baltijos regiono dalyje ir toliau į pietus. Paleogeno storis siekia 80 m. Paleogeno pjūvis sudarytas iš seklios jūros molių, smiltainių, aleurolitų. Platus deltos kompleksas su gintaro nuogulomis yra paplitęs Kaliningrado srities vakarinėje dalyje. Neogeno amžiaus uolienos yra paplitusios tik fragmentiškai. Nuosėdos klostėsi ežeruose ir upėse – tai pilki ir tamsiai pilki smulkūs smėliai, aleuritai, moliai.

3.2. Baseino grimzdimas

Naftos sistemos evoliucija glaudžiai susijusi su Baltijos baseino grimzdimo istorija. Pradinėje stadijoje susidarė pasyvus kontinentinis baseinas, kai skilo Rodinijos superkontinentas (Šliaupa ir kiti., 1997, Poprawa ir kiti., 1999). Atplyšus kontinentui, įvyko trumpalaikis baseino iškilimas (vadinamoji plyšimo nedarna – Šliaupa, 2003).

Lėtas grimzdimas **kambro** metu paaiškinamas tuo, kad vyko litosferos tempimas, kito litosferos mechaninės savybės (Šliaupa, Ershov 2000, Ershov, Šliaupa 2000).

Ordoviko metu grimzdimas lėtėjo, kas paprastai būdinga pasyviems kontinentų pakraščiams. Grimzdimas labai pagreitėjo **silūro** laikotarpiu, ypatingai antroje pusėje. Tai yra priskirtina prie fleksūrinio vakarinio Baltikos kontinento pakraščio lenkimo dėl susijungimo su Rytų Avalonijos kontinentu (Šliaupa ir kiti., 1997, Poprawa ir kiti., 1999). Susidariusi prieškalnių įduba buvo užpildyta graptolitinais moliais, o periferijoje – karbonatinėmis uolienomis. Smulkiagrūdė terigeninės medžiagos sudėtis siejama su neaukšta kalnyno topografija (Lazauskienė ir kiti., 2003; Šliaupa ir kiti., 2001; McCann, 1997). Fleksūrinio baseino stadija pasibaigė ankstyvojo devono viduryje (Gargždų laikotarpio pabaiga).

Teritorija intensyviai grimzdo ir **devono** metu. Susiklostė daugiau kaip 1 km storio nuogulų storumė. Grimzdimo prigimtis nėra aiški.

Baseino kraštai buvo žymiai pakelti **karbono** metu, tai žymiai pakeitė ir naftos migracijos kelius. Baseino periferijos pakilimas sukėlė gilią meteoritinio vandens penetraciją iki baseino centrinės dalies. Kolizija su sūriu vandeniu pasiekė Baltijos jūros krantus (Puronas, Šliaupa, 2001).

Tai turbūt įtakojo ankstyvus naftos telkinius. Kaip minėta, karbono metu vyko ir magminiai procesai, kurie fiksuojami Baltijos jūroje bei Šiaurės Lenkijoje. Be to, magmatizmo procesų įtaka fiksuojama ir kristalinio pamato uolienose Telšių zonoje (Vėjelytė, 2012). Matomai geodinaminių procesų iššauktas litosferos kaitimas ir buvo pagrindinė baseino kilimo priežastis.

Permo ir mezozojaus-kainozojaus grimzdimas buvo mažiau intensyvus, lyginant su ankstyvuojū ir viduriniu paleozoju (200–500 m). Tai nežymiai pakeitė apatinio paleozojaus uolienų nugrimzdimo gyli Lietuvoje (3.4 pav.).



3.4 pav. Baseino grimzdimo kreivės (Ablingos-5 grėžinys, Vakarų Lietuva; pagal S.Šliaupą).

3.3. Geoterminis režimas

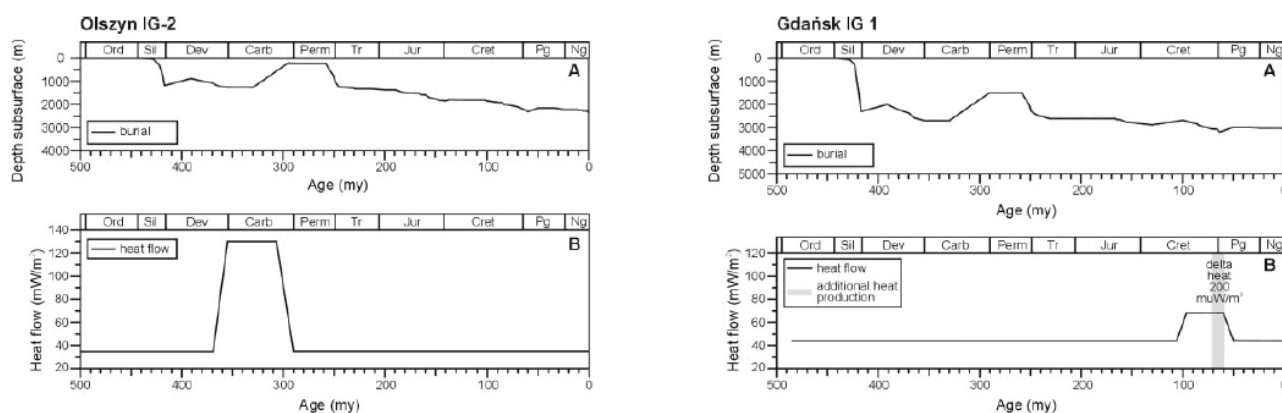
Geoterminis režimas yra skirtingas Lietuvos teritorijoje. Vakarų Lietuvoje šilumos srautas kinta nuo 38 mW/m^2 rytinėje Lietuvos dalyje iki beveik 100 mW/m^2 vakaruose (Kepežinskas ir kiti, 1996). Baltijos jūros grėžinių temperatūros duomenys rodo vidutinį šilumos srautą apie $45\text{--}55 \text{ mW/m}^2$. Lietuvos didesnėje teritorijos dalyje palyginti žemas geoterminio lauko intensyvumas, ir dideliuose plotuose mažai kinta parametrai (tai daugiausia $40\text{--}50 \text{ mW/m}^2$ šilumos srauto intensyvumo plotai). Tačiau šiame fone išsiskiria labai retos dviejų kategorijų sritys – mažareikšmės anomalijos ir ypač intensyvaus šilumos srauto sritys, kurių dauguma sutampa su anksčiau egzistavusiomis tektoninėmis struktūromis ir jų atsinaujinusių dalimis. Viena tokių – pakankamai stambi, o kartu ir intensyviausia Baltijos anomalija (jos plotas pagal 100 mW/m^2 intensyvumą didesnis nei 90 tūkst.km^2). Ši geoterminė anomalija, kurios sudėtyje yra ir Vakarų

Lietuvos teritorija, išplitusi Vakarų Lietuvoje ir Baltijos jūros akvatorijoje, taip pat Kaliningrado srities šiaurės vakarų dalyje iki Elando ir Gotlando salų Švedijoje ir į pietvakarius nuo jų. Geologijos ir geografijos instituto mokslininku pastangomis buvo įvertinti geoterminės energijos potencialas ir Lietuvos teritorijos geoterminiai išteklių iki 7 km gylio bei kambro, apatinio - vidurinio devono ir vidurinio – viršutinio devono hidroterminiu kompleksu geoterminės šilumos išteklių. Vakarų Lietuvos geoterminė anomalija, lyginant su kitomis Europos centrinės dalies anomalijomis, yra viena intensyviausių pagal šilumos srauto ir kitu rodikliu parametrus, o prekambro Rytų Europos platformos vakarinėje dalyje – pati intensyviausia. Išskirtiniais šios anomalijos bruožais visu pirma reikia laikyti geologinius Žemės plutos ypatumus – mantijos paviršiaus turi kupoliška formą Vakarų Lietuvoje ir susidariusiu giliųjų tektoninių lūžių įtaka šilumos perdavimui į paviršių. Tai užtikrina nemažą (iki 15 mW/m²) radiogeninės šilumos išsiskyrimą iš maždaug 19 km metamorfinių uolienų sluoksnio Žemės plutoje.

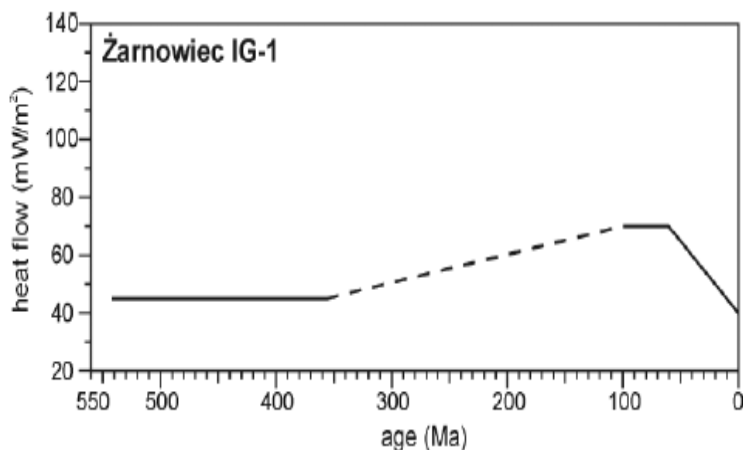
Kambro uolienų temperatūros kinta nuo 10-15°C Rytų Lietuvoje iki 70-90°C (Šliaupa, 2002)(3.6 pav.). Vakarinėje Lietuvos dalyje ir Baltijos jūroje kambro smiltainiai yra kvarco cementacijos lange (Renard ir kiti., 1999, Wangen, 1999).

Kaip rodo organinės medžiagos termino brandumo tyrimai Baltijos regione, geoterminis režimas baseine greičiausiai nebuvo stabilus, tam tikrais etapais galėjo pasireikšti terminės aktyvizacijos procesai (3.5a,b pav.).

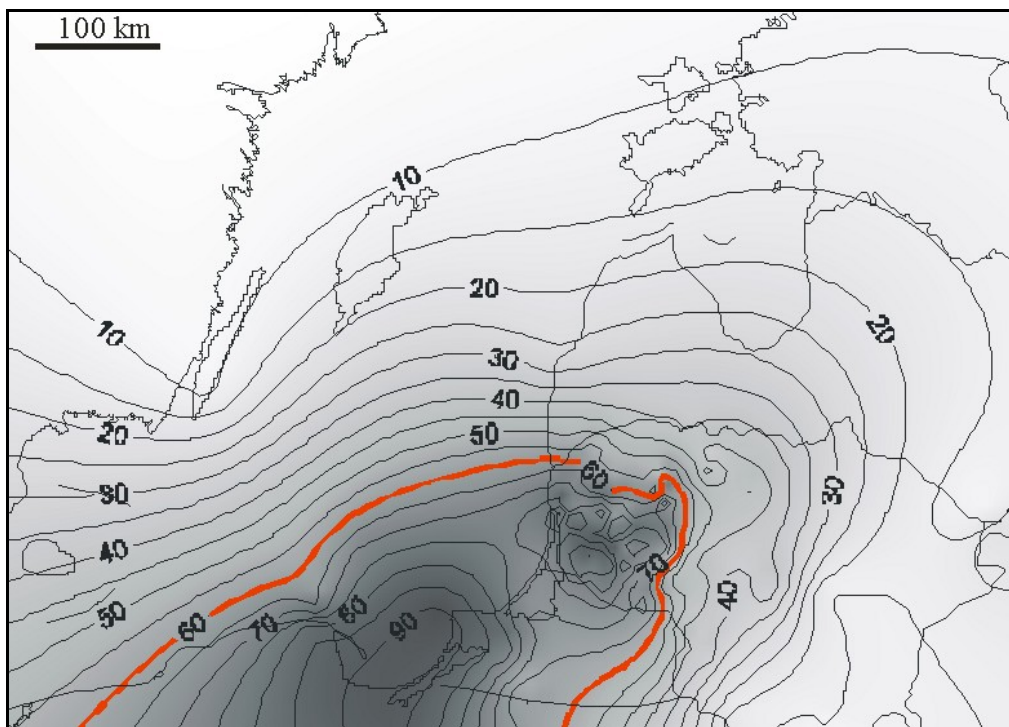
Modeliuose buvo panaudotas geoterminis režimas atsižvelgiant į temperatūras esamas gręžiniuose kambro laikotarpiu, o taip pat į esamas išmatuotas ar apskaičiuotas vitrinito atspindžio reikšmes gręžiniuose, o taip pat pagal gręžinių išsidėstymą vitrinito atspindžio reikšmių izolinių interpoliaciją (3.7 pav.).



3.5a pav. Vakarinės Baltijos baseino dalies grimzdimo ir geoterminio režimo modeliavimas remiantis organinės medžiagos termino brandumo duomenimis (Poprawa ir kiti., 2010).



3.4b pav. Vakarinės Baltijos baseino dalies grimzdimo ir geoterminio režimo modeliavimas remiantis organinės medžiagos termino brandumo duomenimis (Poprawa, Grotek, 2005).



3.6 pav. Baltijos baseino kambro sluoksnio temperatūros (pagal S.Šliauą). Raudona linija žymi 60°C izotermą (naftos lango riba).

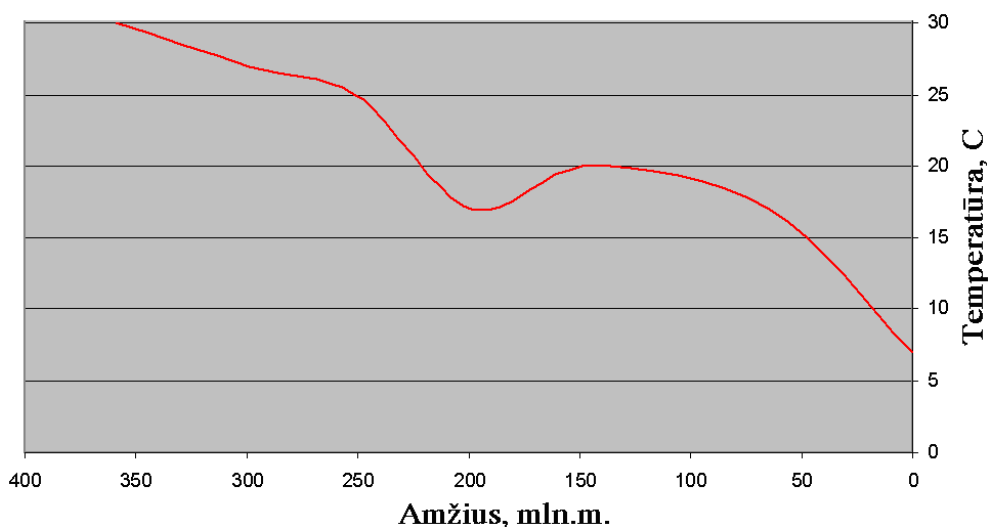
3.4. Paleoklimatinė pataisa

Žemės gelmių terminį režimą įtakoja ne tik giluminiai procesai, bet ir laikmatiniai pokyčiai. Sezoninis temperatūrų svyravimas paprastai jaučiamas iki 25 m gylio, tačiau ilgesni klimatinio pokyčio laikotarpiai (pvz. kvartero apledėjimai) įtakoja temperatūrų pasiskirstymą iki kelių kilometrų gylio. Baltijos kontinentas fanerozojaus metu migravo iš pietinio pusrutulio į šiaurinę per visą fanerozojaus laikotarpį, kirsdamas ekvatorių ir dreifuodamas į šiaurinę platumą. Atitinkamai, labai keitėsi atmosferos temperatūra, tai įtakojo ir gelmių izotermų padėtį. Be to, keitėsi ir globali

temperatūra – kontinentų susirinkimas į superkontinentus (pvz. Pangėja) buvo lydymas kontinentinio režimo įsivyravimo, o skilimą lydėjo klimato švelnėjimas.

Modeliavimo programos leidžia įvesti klimatinę pataisą, kuri atitinkamai daro įtaką ir naftos generacijos procesams. Buvo panaudota Jeršovo (neskelbti duomenys) sudaryta klimatinė kreivė Baltijos regionui (3.7 pav.).

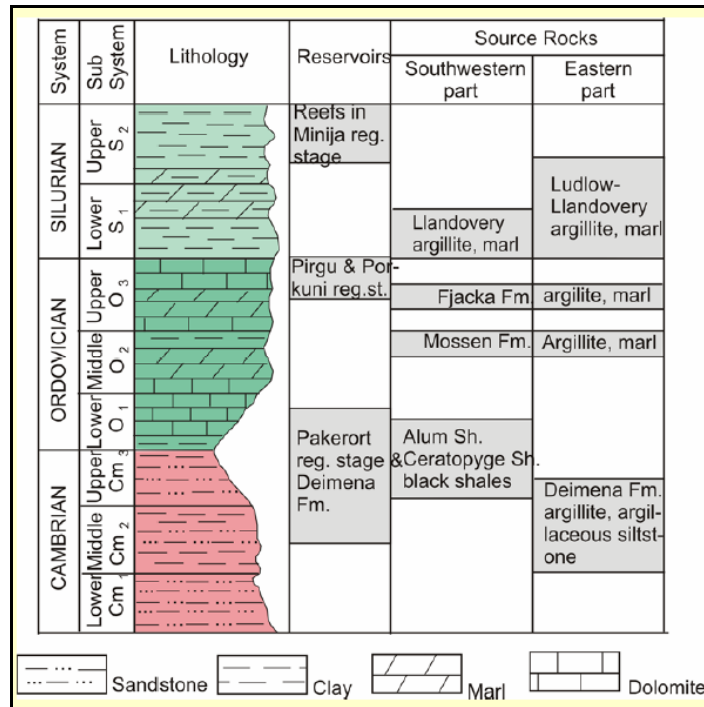
Kiap matyti iš pateiktos diagramos, vidutinė metinė temperatūra nuo devono iki kvartero pakito nuo 30°C iki 7°C. Neabejotinai, tai turėjo didelės įtakos gelmių temperatūriniam režimui.



3.7 pav. Baltijos regiono paleoklimatinė kreivė (Jeršovas).

3.5. Angliavandenilių motininės uolienos

Pagrindinis angliavandenilių šaltinis Baltijos baseine yra siejamas su kambro, ordoviko ir silūro moliais (3.8 pav.). Angliavandenilių generacija vyko esant perikratoniniam platforminiam baseinui, kuris ypač intensyviai grimzdo silūro ir devono laikotarpiais, be to devono pabaigoje – karbone, regione vyko magminiai procesai, kurie galimai liudija padidintą šilumos srautą baseine. Tuo metu organinės medžiagos turtingos uolienos nugrimzdo į pakankamą gylį angliavandenilių generacijai (apie 2 km gylis). Naftos generacijos langas centrinėje baseino dalyje buvo pasiektas viduriniame devone ir karbone.

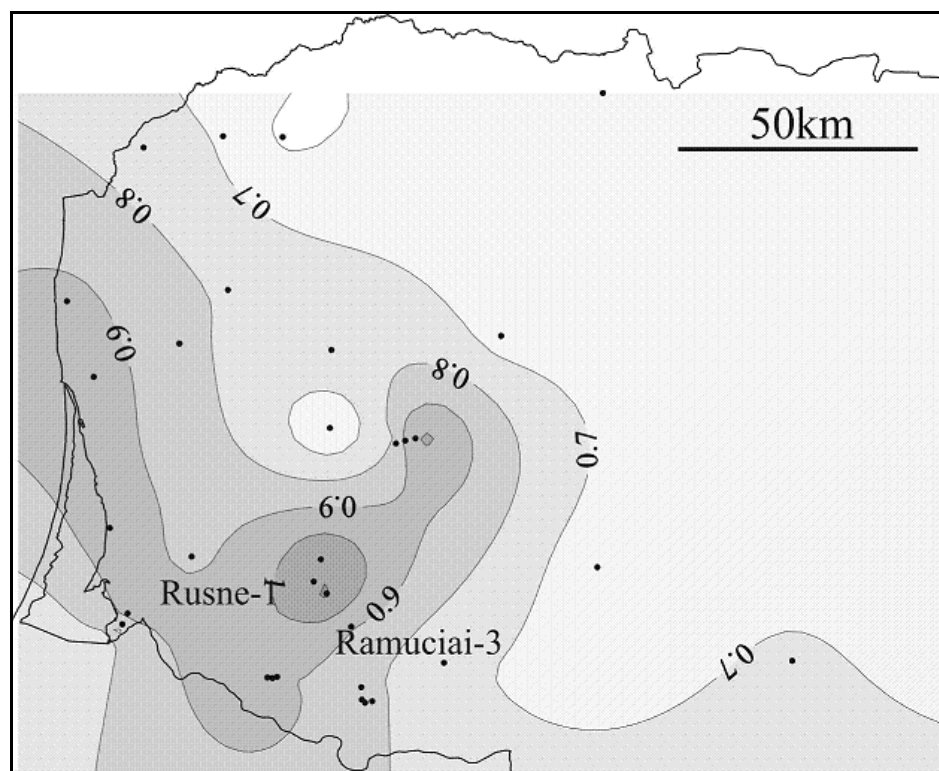


3.8 pav. Baltijos baseino naftą generuojančios uolienos (Zdanaviciute O., Dakhnova M.V., Zheglova T. P.).

Organinės medžiagos brandumas yra išreiškiamas šviesos atspindžiu nuo bituminito ir vitrinito dalelių. Katagenezės laipsnis priklauso pagrinde nuo temperatūros. Organinės medžiagos terminis brandumas R_o didėja iš šiaurės rytų į pietvakarius. Vitrinito dalelių atspindžio indeksas R_o parodo organinės medžiagos terminį brandumą ir angliavandenilių sudarymo galimybę (Robert, 1985).

Lietuvoje fiksuojamas didelis skirtumas tarp R_o reikšmių bituminito ir teorinio vitrinito dalelių brandumo (ankstyvojo paleozojaus uolienose vitrinito nėra, jis atsiranda tik nuo devono, kai sausumoje atsirado miškai). Tai gali būti susiję su tuo, kad bituminitas ankstyvoje uolienos diagenozės stadijoje turi žemesnį atspindį nei vitrinitas, kai suanglėjusio graptolito atspindys, kaip taisyklė didėja žymiai greičiau negu vitrinitui (Link, Bustin, Goodazi, 1990).

Pirolizės chromatografijos duomenys leidžia nustatyti kerogeno sudėtį ir yra dažnai naudojama matuojant organinės medžiagos katagenezės laipsnį. Lietuvoje kambro uolienos esančios 1900-2200 m gylyje turi bituminito R_o reikšmę 0.35%, kai teorinis vitrinito atspindžio rodiklis turėtų būti nuo 0.69% iki 1.23%. Panašus brandumas buvo nustatytas ir jaunesnėse uolienose ordoviko uolienose – bituminio reikšmės vietomis siekia iki 0.44%, perskaičiuotos vitrinito reikšmės yra 0.98% ir 1.15% atitinkamai. Silūro uolienose bituminio R_o yra 0.43%, o kalibruoto vitrinito - nuo 0.93% iki 1.20%. Kalibruotos R_o vitrinito reikšmės rodo, kad apatino paleozojaus uolienos yra subrendusios generuoti angliavandenilius baseine. Paleotemperatūros organinės medžiagos brandumo duomenimis siekė nuo 50 iki 150°C (3.9 pav.).



3.9 pav. Baltijos baseino vitrinito atspindžio R_0 reikšmės kambro periode (pagal S.Šliaupa).

Apatinio-vidurinio kambro molių bendras organinės medžiagos kiekis (TOC) yra gana nedidelis, kinta nuo 0.03 iki 2%. Mažiausios reikšmės yra būdingos rytinei baseino daliai. Vakariniėje baseino dalyje alūniniuose skalūnuose (kambro viršutinė dalis – ordoviko pradžia) (Buchardt, Lewan, 1990) yra 11-12% TOC.

Kambro nafta Baltijos baseino centrinėje dalyje yra lengva ($790.5-857.8 \text{ kg/m}^3$), turi nedidelį arba vidutinį asfaltenu kiekį (0-4.7%), mažai sieros (0.04-0.44 %). Naftos klampumas, sieros kiekis, turi ir asfaltenu kiekis priklauso nuo naftos tankio, kuris mažėja su gyliu. Benzino kiekis yra gana aukštas - kinta nuo 12 iki 45 %.

Ordoviko karbonatinės uolienos turi paprastai nedidelius kiekius organinės medžiagos. TOC paprastai yra mažesnis negu 0.2%. Ordoviko angliavandenilių šaltiniai yra Mosseno regioninio aukšto (vidurinis ordovikas) juodieji moliai ir Fjackos (viršutinis ordovikas) juodieji moliai. Šių juodųjų molių storis kinta nuo 2.0 iki 4.5 metrų. Jie susiformavo giliai šelfo zonoje ir jiems būdinga didelis kiekis sapropelinės organinės medžiagos, TOC yra iki 14.9% (Kadūnienė, 1978a; Kadūnienė ir kiti, 1978b).

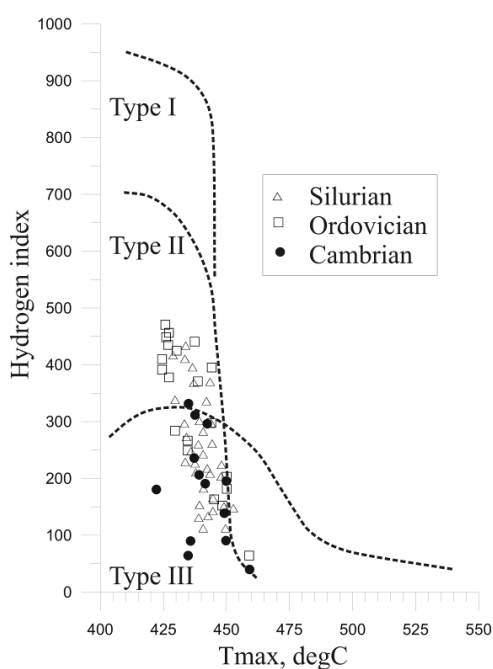
Silūro pjūvis centrinėje baseino dalyje dalyje yra sudarytas iš 750-1150 metrų storio molingos storymės, apatinė dalis - pagrinde iš tamsiai pilko graptolitinio molio. Dvi dalys yra būdingos šiai storymei. Apatinė dalis (landoveris-apatinis ludlovis) sudaryta iš 300 metrų storio molių turinčių iki 11.2-16.5% TOC (Kadūnienė ir kiti, 1978a,b), viršutinė dalis turi žymiai mažesnius organinės

medžiagos kiekius. Tačiau silūro motininių uolienu charakteristikos Baltijos jūroje yra mažai iširtos.

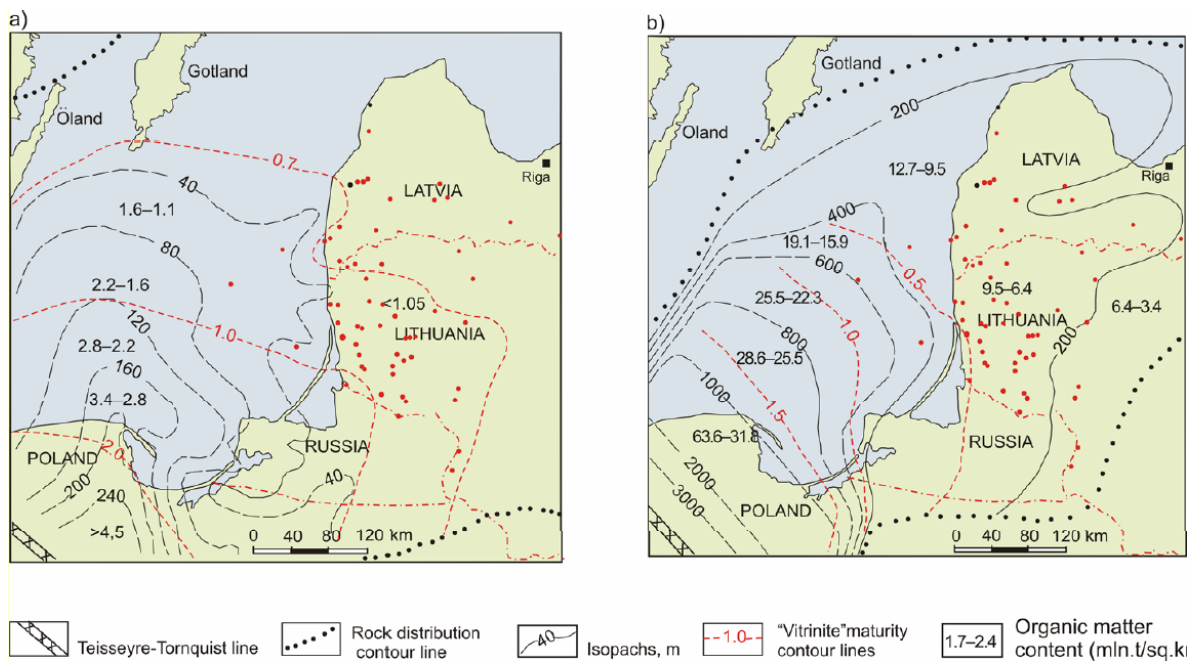
Minėtų molių kerogenas gali būti klasifikuojamas kaip II-o tipo. Nepriklausomai nuo uolienos amžiaus kerogenas Tmax-vandenilio indekso grafike turi gana vienodą tendenciją (3.10 pav.). Organinės medžiagos brandumas didėja iš rytų į vakarus, viršija 2.0% Ro Lenkijos vakarinėje Baltijos jūros dalyje ir 4.5-5.0% Ro Riūgeno salos rajone (Hoth, 1997, Hoffmann ir kiti., 2001).

Subrendę angliavandeniliai Vakarų Lieuvoje turi 70-85% prisotintų komponentų aiškiai dominuojant lengviems n-alkanams ir beveik neturi savo sudėtyje steranų ir terpanų. Vidurio Lietuvoje yra randamos mažiau brandžios motininės uolienos, organinė medžiaga turi 50-60% prisotintų komponentų, sutinkama mažiau lengvų alkanų ir savo sudėtyje turi mažus kiekius sterano ir terpano.

Baltijos baseino naftai aplamai yra būdinga maža steranų ir tritepanų koncentracija. Pažymėtini tam tikri skirtumai tarp karbono izopinės sudėties ir biomedžiagos charakteristikų, kadangi nafta susidarė iš skirtingo organinės medžiagos brandumo motininių uolienu. Lengvo kieto skirtingų rūšių bitumeno buvimas rodo pakopinį naftos telkinių formavimąsi. Mažas sedimentacijos greitis, kartu su silpnu tektoniniu aktyvumu Baltijos baseine sudarė sąlygas lėtam naftos telkinių formavimuisi ir netgi esančių telkinių griovimui. Per ilgą angliavandenilių formavimąsi angliavangenilių telkiniai pakartotinai buvo papildomi nafta. Taigi kambro kolektorius galėjo akumuliuoti ne tik angliavandenilius iš kambro motininių uolienu, bet ir iš ordoviko ir silūro molingų organine medžiaga praturtintų sluoksnių.



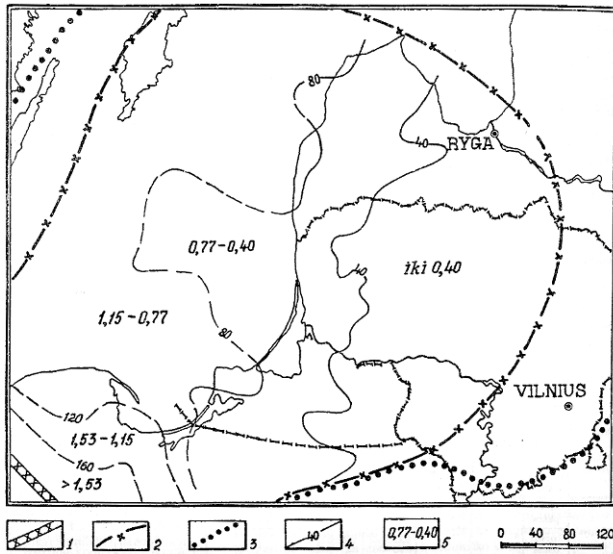
3.10 pav. Kerogeno tipas kambro, ordoviko ir silūro uolienose Baltijos baseine (po Kanev ir kiti., 1994; Zdanavičiūtė, Sakalauskas, 2001).



3.11 pav. Organinės medžiagos kiekiai (a) kambro-ordoviko ir (b) silūros motininėse uolienose (Kadūniene, 2001); raudonimis linijomis parodytas vitrinito atspindžio rodiklis (Zdanaviciute O., Dakhnova M.V., Zheglova T. P.)

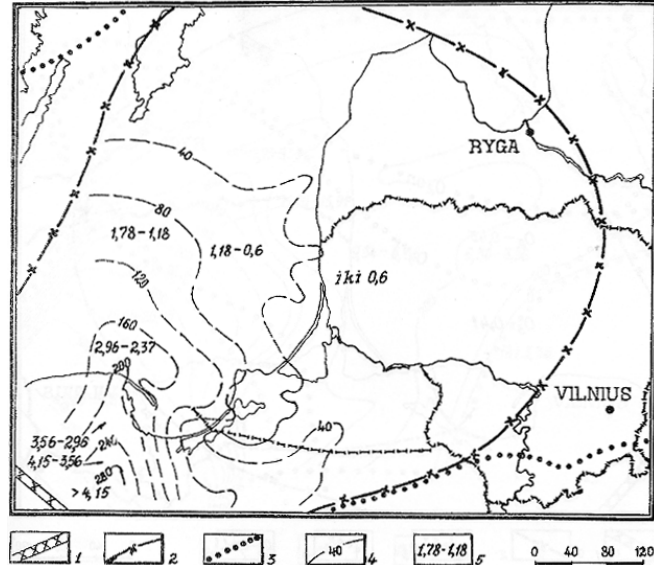
3.2 lentelė. Organinės medžiagos kiekis %, Baltijos sineklizėje (pagal E. Kadūniene, 1996)

Uolienų tipai		Amžius				
		Є ₁	Є ₂	O ₁₋₃	S ₁₋₂	S ₂
<i>Smiltainiai</i>		0,01 – 0,47	0,01 – 0,23			
		0,13	0,22			
<i>Aleuolitai</i>		0,02 – 0,87	0,02 – 0,46			
		0,28	0,41			
<i>Argilitai ir mergeliai</i>	Tamsiai pilki ir juodi	0,03 – 0,91	0,05 – 0,42	0,51 – 2,91	0,09 – 2,7	0,63 – 1,04
	Žalsvai pilki	0,33	0,53	0,02 – 0,03	0,05 – 0,75	1,28
	Raudonspalviai			0,03 – 0,46		
<i>Klintys ir dolomitai</i>	Tamsiai pilkos					0,52 – 0,01
	Šviesiai pilkos			0,01 – 0,39	0,01 – 0,55	1,64
	Raudonspalvės			0,01 – 0,27		
			0,08			

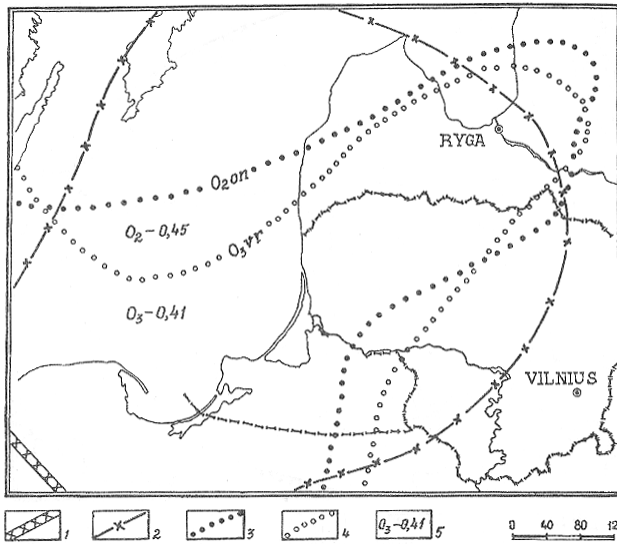


3.11a pav. Organinės medžiagos pasiskirstymo Baltijos sineklizės apatinio kambro argilituose ir aleurolituose, pagal E. Kadūnienę ir L.Laškovą. (Kadūnienė, 1996).

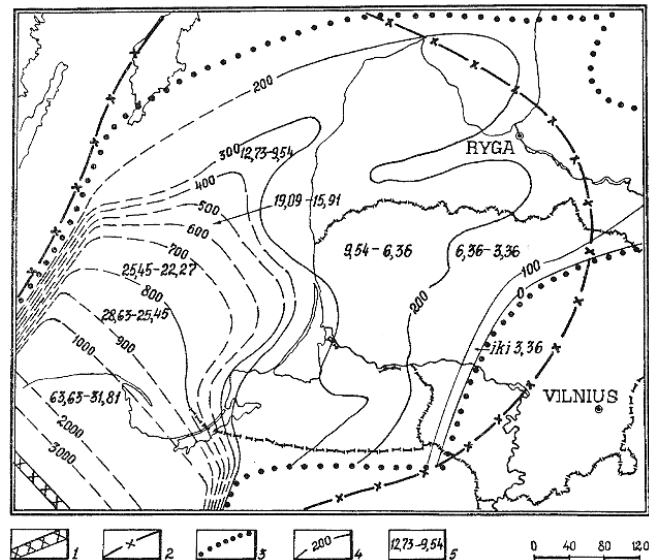
1 – Teiserio-Tornkvisto linija; 2 – Baltijos sineklizės riba (Lietuvos geologija, 1994); 3 – uolienu išplitimo ribos (Katinas ir kt., 1995); 4 – izopachitos, m; 5 – organinės medžiagos kiekis (mln t/km²).



3.11b pav. Organinės medžiagos pasiskirstymo Baltijos sineklizės vidurinio kambro argilituose ir aleurolituose.



3.11c pav. Organinės medžiagos pasiskirstymo Baltijos sineklizės O₂ on ir O_{3vr} juoduose argilituose.



3.11d pav. Organinės medžiagos pasiskirstymo Baltijos sineklizės silūro tamsiai pilkame molingame komplekse.

Organinės medžiagos kiekio kitimas skirtinguose sluoksniuose pateiktas 3.2 lentelėje ir 3.11 paveikslėliuose. Organinės medžiagos kiekis Baltijos sineklizės apatinio kambro argilituose ir aleurolituose Lietuvos teritorijos sausumoje neviršija 0.4%, kai vakarinėje jos dalyje ir Baltijos jūros rytinėje dalyje kinta nuo 0.4 iki 0.77%, o bendrai apatinio Kambro Baltijos sineklizės

smiltainiuose organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.01 iki 0.47% su vidurkiu 0.13%, aleurolituose nuo 0.02 iki 1.87% su vidurkiu 0.28% ir argilituose nuo 0.03 iki 1.91% su vidurkiu 0.28%. Vidurinio Kambro aleurolituose ir argilituose Lietuvos teritorijos sausumoje organinės medžiagos kiekis neviršija 0.6%. Baltijos jūros teritorijoje didėja iš šiaurės į pietus nuo 0.6 iki 3.42%. Bendrai vidurinio Kambro aleurolituose Baltijos sineklizėje kinta nuo 0.02 iki 2.46% su vidurkiu 0.41%, argilituose nuo 0.05 iki 3.42% su vidurkiu 0.53% ir smiltainiuose organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.01 iki 3.23% su vidurkiu 0.22%. Baltijos sineklizėje Ordoviko juodieji argilitai paplitę nuo vidurio Lietuvos į vakarus, organinės medžiagos kiekių pasiskirstymas yra vienodas visoje Baltijos sineklizės teritorijoje, kinta nuo 0.51 iki 12.91% su vidurkiu 3.47%. Žalsvai pilkuose argilituose kinta 0.02 iki 1.03% su vidurkiu 0.53%. Raudonspalviuose Ordoviko argilituose kinta nuo 0.03 iki 0.46%, su vidurkiu 0.13%. Taip pat Baltijos sineklizėje Ordovike sutinkama klintys ir dolomitai, šviesiai pilkų klinčių ir dolomitų organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.01 iki 0.39%, su vidurkiu 0.12% ir raudonspalvių klinčių ir dolomitų organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.01 iki 0.27%, su vidurkiu 0.08%. Organinės medžiagos pasiskirstymas Baltijos sineklizėje tamsiai pilkame Silūro molingame komplekse didėja iš rytų į vakarus, kai Lietuvos teritorijos Baltijos sineklizės sausumos rytinėje dalyje kinta nuo 3.36 iki 6.36% vidurio ir vakarų Lietuvoje kinta nuo 6.36 iki 9.54% ir Baltijos jūroje panašiai, kaip ir vidurinio Kambro argilituose ir aleurolituose organinės medžiagos kiekis didėja iš šiaurės rytų į pietvakarius. Bendrai tamsiuose apatinio Silūro moliuose organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.09 iki 12.7% su vidurkiu 3.69% ir viršutinio Silūro tamsiuose moliuose nuo 0.63 iki 4.04% su vidurkiu 1.28%. Apatinio Silūro žalsvai pilkuose argilituose, mergeliuose organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.05 iki 0.75%, su vidurkiu 0.21%. Taip pat apatiniame Silūre sutinkama šviesiai pilkos klintys ir dolomitai su organinės medžiagos kiekiu 0.01 iki 0.55% ir vidurkiu 0.11%. Viršutinio silūro tamsiai pilkose klintyse ir dolomituose organinės medžiagos kiekis kinta nuo 0.52 iki 6.01% su vidurkiu 1.64%.

Generuotose modeliuose organinės medžiagos reikšmės buvo įvestos iš esamų išmatuotų reikšmių O.Zdanavičiūtė, J.Lazauskienė, M.Miglinaitė, o taip pat atsižvelgiant į O.Zdanavičiūtės ir J.Lazauskienės, o taip pat E.Kadūnienės organinės medžiagos reikšmių modelius. Vandenilio indeksai buvo įvesti pagal išmatuotas reikšmes O.Zdanavičiūtė ir J.Lazauskienė, o taip pat pagal gretimų gręžinių reikšmes ar iš esamų modelių 3.10 pav.

3.6. Paleobatimetrija, pasaulinio jūros lygio kitimas

Grimzdimo intensyvumą atspindi ne tik vieno ar kito sluoksnio storis, bet ir sedimentacinė aplinka. Vienos nuosėdos klostėsi giliame baseine, kitos – sekliame ar net kontinentinėmis

sąlygomis. Todėl vertinant grimzdimo intensyvumą būtina įvesti paleobatimetrinę pataisą. Paprastai ji nustatoma remiantis faunos ar litologinių ypatumų analize. Baltijos sedimentacinis baseinas pasižymėjo sąlyginai nedideliais jūrinės ar lagūninės sedimentacijos gyliais. Vieno ar kito sluoksnio susikaupimas baseine gali būti ne tik grimzdimo rezultatas, bet ir gali būti susijęs su kylančiu jūros lygiu.

Kambro laikotarpiu, kuriam būdingas greitas 60 mln. m. trukęs organinio pasaulio vystymasis kuriame įvyko pirmųjų skeletinių bestuburių atsiradimas. Klimatas tuo laikotarpiu buvo šiltas ir drėgnas, nes Rytų Europos platforma šiaurės ašigalio atžvilgiu buvo pasislinkusi ir Lietuvos teritorija buvo tropikų juostoje (Paškevičius, 1994).

Apatinio kambro pradžioje paviršiui kylant jūra pamažu atsitraukė, bet Rytų Lietuva (iki ruožo Kaunas–Biržai) kurį laiką dar buvo užlieta užsilikusios įlankos. Įlankai regresavus sausuma buvo neilgai, nes dar apatinio kambro pabaigoje, prasidėjus kaledoninei kalnodarai, jūrinė transgresija užliejo Lietuvą iš vakarų pusės, apimdama ir dalį rytinio pakraščio. Vakaruose jūra buvo gilesnė su iškilusiu nedidelių kristalinių pamato salų archipelagu (Jankauskas, 1994). Nuo tada rytinė Lietuvos dalis jau niekuomet nebuvo giliai nugrimzdusi. Kambro jūrų vandens lygis buvo kaitus, kranto linija nepastovi. Apatinio ir vidurinio Kambro laikotarpiu būdinga paleobatimetrinė pataisa 20 metrų. Vėlyvojo kambro metu nusistovėjus sausumai lyguminis paviršius buvo neaukštai pakilęs virš jūros lygio (Paškevičius, 1994), paleobatimetrinė pataisa lygi nuliui. Nuogulų aptinkama visoje Lietuvos teritorijoje.

Ordoviko laikotarpio pradžioje paviršius ėmė dubti ir jūra vėl apsėmė vakarinę dalį paleobatimetrinė pataisa siekė 10-30 metrų. Vidurinio ordoviko pabaigoje Lietuva atsidūrė giliausioje šelfo zonoje paleobatimetrinė pataisa siekia 40 metrų. Susidarė vadinamasis **Vidurio Lietuvos įlinkis**, kur susiklojo storiausia >200 m nuosėdų storumė: aleuritai, molis, smėlis, karbonatingos klintinės nuogulos. Su šio įlinkio atsiradimu ir jo migracija į vakarus siejama Baltijos sineklizės formavimosi pradžia. Ordoviko nuogulų randama beveik visoje Lietuvos teritorijoje, išskyrus pietinę dalį, nors ir ji buvo apsemta jūros. Laikotarpio pabaigoje baseinas vėl seklėjo nuo paleobatimetrinės pataisos 30 metrų iki sausumos lygio.

Silūro periodu besitęsianti kaledoninė kalnodara sąlygojo didelius paviršiaus svyravimus. Laikotarpio pradžioje gilus jūrinis baseinas toli įsiterpė į pietvakarinį platformos pakraštį ŠR kryptimi ir apsėmė visą Lietuvos teritoriją bei sritį iki Maskvos sineklizės paleobatimetrinė pataisa buvo didžiausia per visą Paleozoją 110 metrų apatinio Silūro pabaigoje jūros vandens lygis pakilo paleobatimetrinė pataisa 90 metrų. Sausuma Lietuvos teritorijoje išliko tik pačioje pietinėje dalyje apie Druskininkus. Žemoje platforminėje sausumoje vyravo *aridinis klimatas*. Visa Rytų Europos

platforma tuo metu buvo Pietų pusrutulyje (Lapinskas, 2004). Dėl didelio tektoninio aktyvumo Vidurio Lietuvos įlinkis migravo į vakarus – formavosi Baltijos sineklizė.

Silūro viduryje baseinui laikinai seklėjant paleobatimetrinė pataisa kito nuo 70 iki 40 metrų ir pakrantei atsitraukiant į vakarus, jo rytiniame pakraštyje susidarė siauros rifogeninių barjerų juostos; koralinių rifų ruožas eina nuo Kybartų–Vilkaviškio link Šiaulių. Jis skyrė seklesnę jūrą nuo vakaruose buvusio gilesnio baseino. Jūra tebebuvo šilta ir vandens savybėmis artima dabartinėms tropikų jūroms. Seklesnėse, druskingesnėse baseino vietose klojosi molingos mergelinės, molingos kalkitinės nuosėdos, kuriose vėlesniais geologiniais periodais susikaupė nafta, susidarė dolomitai.

Devono laikotarpis sutampa su kaledoninės ir hercininės kalnodarų sandūra, todėl jūrinis baseinas buvo itin nepastovus. Vykstant pulsuojančioms tektoniniams judesiams, jo gylis kito – vyko permaininga kova tarp jūros ir sausumos, apatiniame Devone paleobatimetrinė pataisa kito nuo 30 metrų iki sausumos sąlygų. Viduriniame devone jūrinis-lagūninis baseinas išsiliejo plačiausiai, vėliau virto jūrų užliejamomis kontinentinio pakraščio lygumomis, padidėjusio ir sumažėjusio druskingumo lagūnomis, normalaus jūrinio režimo baseinu (Narbutas, 1994). Paleobatimetrinė pataisa kito nuo 10 iki 30 metrų. Kaupėsi smėlingos, molingos uolienos, dolomitai, klintys, mergeliai, gipsas, susidarę uždruskėjusiose lagūnose. Devono nuogulų nėra pietrytinėje Lietuvos dalyje, kur seklios jūros būta tik laikotarpio pradžioje, o paskui vyravo plokščios pakilumos. Pačioje devono pabaigoje visoje Lietuvoje įsivyravo jūrinis lagūninis baseinas, kai paleobatimetrijos pataisa nusistovėjo ties 30 metrų riba.

Tik pačioje karbono periodo pradžioje vakarinė Lietuvos dalis dar buvo užlieta jūros. Tai buvo nedidelė įlanka dabartiniame Lietuvos–Latvijos pasienyje. Vėliau žemės paviršius visoje Pabaltijo teritorijoje smarkiai kilo – formavosi Mozūrijos–Baltarusijos anteklizė, ir tai buvo intensyviausias kilimas per visą platformos istoriją. Vyko hercininė kalnodara. Per vėlyvąjį karboną, trukusį apie 60 mln. m., nuo kylančios antiklizės buvo nuardyta iki 1 km storio paleozojaus nuosėdinė danga ir vietomis atidengtas kristalinis pamatas. Kad vyktų tokia stipri denudacija, paviršius turėjo būti pakeltas ne mažiau kaip 0,5 km nuo jūros lygio ir atrodyti kaip plynaukštė (Suveizdis, 1994). Labiausiai iškilo ir intensyviausiai buvo ardoma Pietų Lietuva. Čia randama ardymo produktų. Žemesnė šiaurinė Lietuvos dalis buvo mažiau denuduojama. Lietuvoje susidarę tik apatinio karbono pradžios sluoksniai; nei vidurinio, nei viršutinio karbono nuogulų nėra – Baltijos sineklizė nustojo egzistavusi (Paškevičius, 1994).

Permo periodo pradžioje Lietuvoje vis dar buvo sausuma, įsivyravo sausas karštas *aridinis klimatas*. Ardymo produktai upėmis buvo išnešami į pietvakarius, į Vidurio Lenkiją (Suveizdis, 1994). Viršutiniame perme po 60–80 mln. metų trukusios pertraukos prasidėjo jūrinė transgresija: pietinė, vakarinė ir šiaurės vakarinė Lietuvos dalys buvo užlietos seklios jūros, kai paleobatimetrinė

pataisa siekė iki 30 metrų. Pradžioje jūra apėmė tik pietvakarinę dalį, o maksimalios transgresijos metu pasiekė Naująją Akmenę. Prasidėjusi kimerinė kalnodara lėmė Lietuvos–Lenkijos įdaubos formavimąsi rytinėje Baltijos sineklizės dalyje ir tolesnį Mozūrijos–Baltarusijos anteklizės kilimą, lydimą aktyvaus vulkanizmo, vykusio netoli Lietuvos (Mozūrijoje). Vandens lygis buvo nepastovus ir regresijų metu (jų priskaičiuojamos kelios), jūra virsdavo didesnio druskingumo lagūnomis. Jūrai esant gilesnei, susidarydavo koraliniai rifai. Jų randama piečiau Jurbarko–Kauno, klojosi karbonatingos nuogulos – organogeninės klintys, mergeliai, o nusekusiose lagūnose formavosi dolomitinės klintys, klostėsi mergelingos, organikos turinčios uolienos, kur organikai yrant susidarė sieros vandenilis ir susiformavo degių skalūnų tarpfluksniai. Klostėsi anhidritų, gipso nuosėdos, susidarė akmens druska. Pačioje permio periodo pabaigoje vėl įsivyravo sausuma visoje Lietuvos teritorijoje.

Mezozojus vidurinė gyvybės Žemėje vystymosi era, kuriai būdingas itin spartus gyvojo pasaulio vystymasis nuo dumblių iki žinduolių.

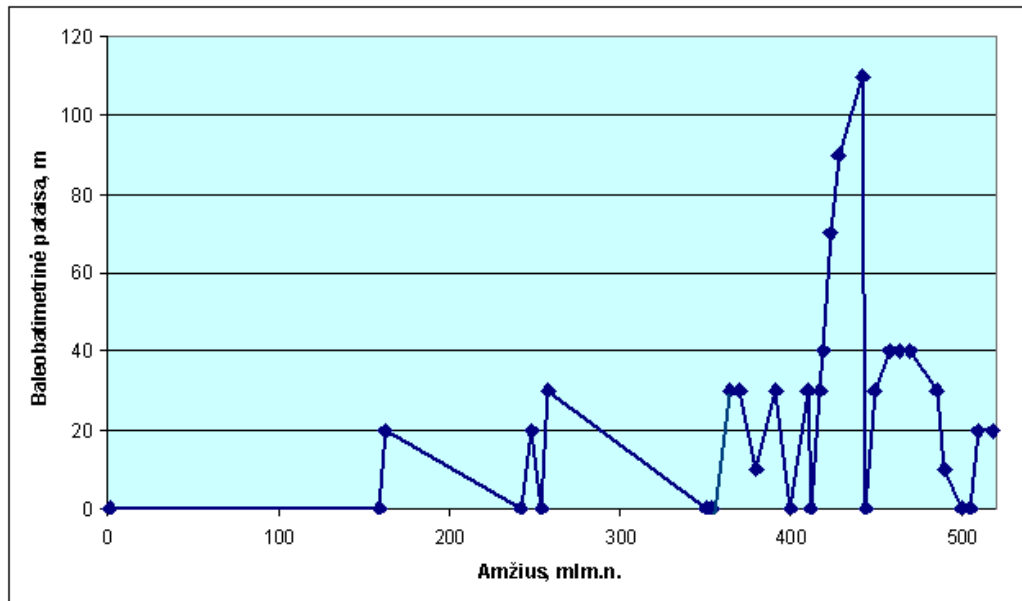
Triaso periodo pačioje pradžioje Lietuvoje vis dar būta sausringo dykumų klimato su pasikartojančiais lietingais etapais, mažai augalijos ir gyvūnijos, o paviršius atrodė kaip nenuotaki dumbanti lyguma, kurioje kaupėsi terigeninės nuogulos. Klimato juostų atžvilgiu Lietuva tuo metu buvo labiausiai nutolusi į pietus – tarp 15° ir 25° šiaurės platumos (Suveizdis, 1994). Kontinentinis režimas truko neilgai, apie 5 mln. m., nes dar apatinio triaso metu toliau dumbant Lietuvos–Lenkijos įdaubai periodiškai susidarydavo milžiniškas, bet negilus ryšio su jūra neturintis baseinas (ežeras), šiam laikotarpiui būdinga paleobatimetrinė pataisa 20 metrų. Viduriniame ir viršutiniame triase visa Lietuvos teritorija apie 24 mln. m. buvo sausuma, mažai pakilusi virš jūros lygio.

Jura. Ankstyvojoje ir vidurinėje juroje Lietuvoje vyravo kontinentinis režimas. Neaukštai pakilusioje sausumoje vyko denudacija ir ardymo produktai buvo išnešami į paskiras įdubas, kur kaupėsi lagūninės nuogulos, bei į jūrinį baseiną, tyvuliavusį į pietvakarius nuo Lietuvos. Įpusėjus vidurinei Jurai, seklios įlankos užliejo pietvakarinę–vakarinę dalį, ko pasekoje susiformavo 20 metrų paleobatimetrinė pataisa; šiaurės rytinėje dalyje išliko sausuma.

Ankstyvojoje **kreidoje** buvo sausuma. Paviršius dūlėjo buvo ardomas, bet nuogulų nėra užsilikusių, nes upių erozijos bazė buvo toliau į pietvakarius (Grigelis, 1994). Ankstyvosios kreidos pabaigoje paviršius pietvakariuose ėmė dubti – toliau formavosi Lenkijos–Lietuvos įdauba. Kainozojaus laikotarpiu paleobatimetrinės pataisos nėra.

3.3 lentelė. Paleobatimetrinė pataisa Vakarų Lietuvos geologiniams pjūviams (pagal Šliaupą ir Lazauskiene, 1999).

Geologinis indeksas	Pradžios amžius, mln.m.	Batimetrinė pataisa, m
Q	2	0
J3-Q	159	0
J3calov2-3	162.5	20
T2-J2	242	0
T1	248	20
P2-T1	254	0
P2	258	30
C-P1	350	0
C1	354	0
D3famen2	360	30
D3famen1	364	30
D3frasnian	370	30
D2givetian	380	10
D2eifelian	391	30
D1emsian	400	0
D1praghian	410	30
D1	412	0
D1lochkov	417	30
S2pridoli	419	40
S2ludlow	423	70
S1wenlock	428	90
S1landover	442	110
O3-S1	444	0
O3ashg	449	30
O2car	458	40
O2lnd	464	40
O2lnv	470	40
O1ar	485	30
O1tr	490	10
Cm3	500	0
Cm2_2	505	0
Cm2	510	20
Cm1	518	20



3.12 pav. Paleobatimetrinės pataisos grafikas (žr. 3.3 lentelę).

3.7. Absoliutus amžius

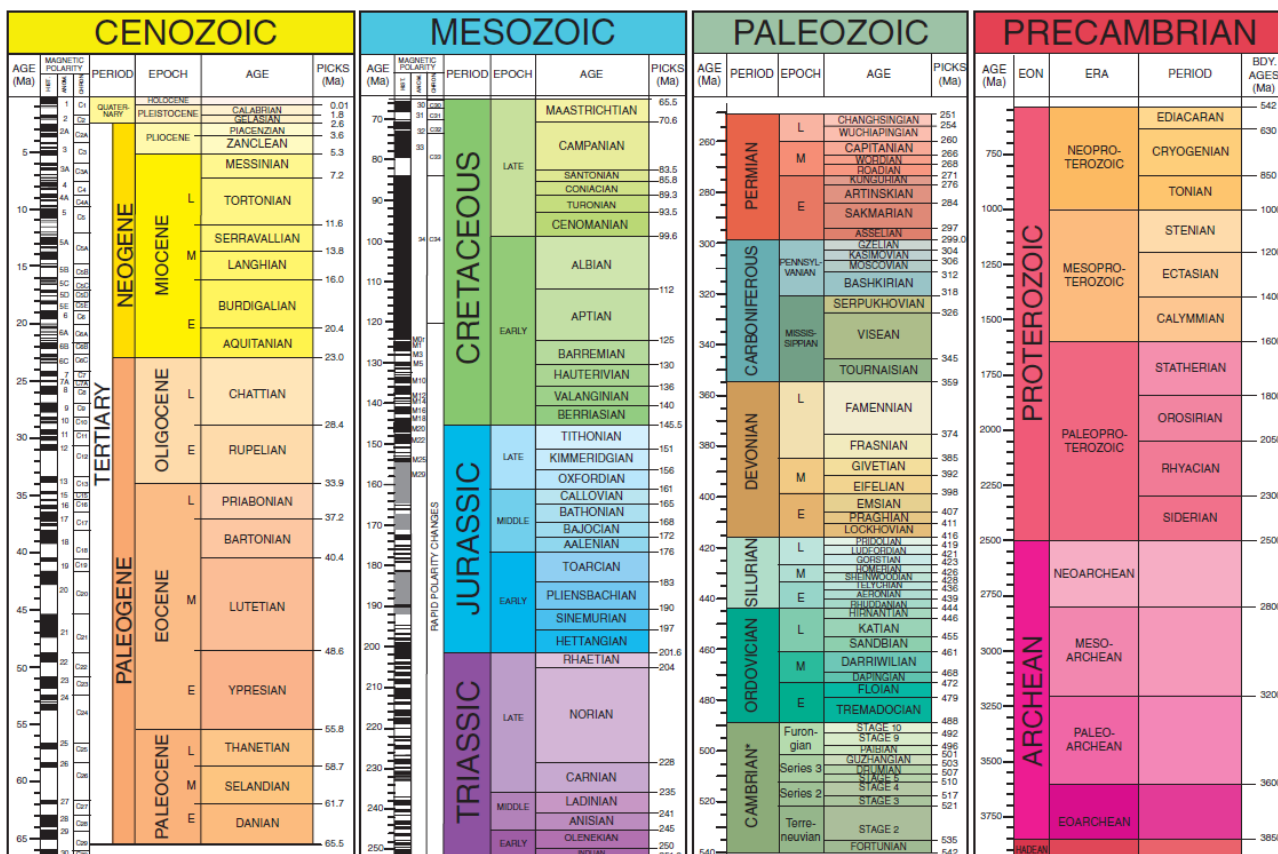
Vienas svarbiausių įvadinių parametrų modeliuojant baseino grimzdimą yra stratigrafinių sluoksnių absoliutus amžius. Šiame darbe buvo naudojama laiko skalė pateikta Ameriko geologų sąjungos (1999) (3.13 pav.). Viskas žemėje prasideda nuo kristalinio pamato formavimo Archėjaus ir Proterozojaus laikotarpiais. Archėjus yra datuojamas nuo 4600 mln. m. iki 2500 mln. m. Archėjus skirstomas į Eoarhėjų nuo 3850 mln. m. iki 3800 mln. m. kada atsirado prokariotinė ląstelė, Paleoarchėjų nuo 3800 mln. m. iki 3200 mln. m. susiformavo pirmosios žinomos deguonį gaminančios bakterijos, Mezoarchėjų nuo 3200 mln. m. iki 2600 mln. m., atsirado pirmieji stromatolitai ir Neoarchėjų nuo 2600 mln. m. iki 2500 mln. m., kada įvyko didžiosios dalies kratonų stabilizavimas. Po Arhėjaus pagal absoliutų amžių seka Proterozojus nuo 2500 mln. m. iki 542 mln. m. Proterozojus skirstomas į Paleoproterozojų nuo 2500 mln. m. iki 1600 mln. m., kada atsirado deguonies atmosfera ir pirmieji eukariotai. Mezoproterozojų nuo 1600 mln. m. iki 1000 mln. m., susiformavo Rodinija. Neoproterozojų nuo 1000 mln. m. iki 542 mln. m., prasidėjo Rodinijos skilimo pradžia ir atsirado pirmieji daugialąsčiai gyvūnai.

Paleozojus – senosios gyvybės Žemėje era nuo 542 mln. m. iki 251 mln. m. – prasidėjo kambro periodu 542 mln. m. iki 488 mln.m., kuriam būdingas greitas 60 mln. m. trukęs organinio pasaulio vystymasis nuo pirmųjų skeletinių bestuburių atsiradimo iki roplių. Ordovikas nuo 488 mln. m. iki 444 mln. m., tada didžioji sausumos dalis buvo Gondvanos superkontinentas. Silūras nuo 444 mln. m. iki 416 mln.m., kada atsirado gėlavandenės žuvis. Devonas nuo 416 mln. m. iki

359 mln. m., pasirodė pirmieji medžiai, susiformavo kontinentas Euroamerika. Po devono seka karbonas nuo 359 mln. m. iki 299 mln.m., atsirado ir išplito sparnuoti vabzdžiai, pirmieji sausumos stuburiniai. Paleozojaus era užbaigia permas nuo 299 mln. m. iki 251 mln. m., žemynai susijungė į superkontinentą Pangėja.

Mezozojus nuo 251 mln.m. iki 65.5 mln.m. – vidurinė gyvybės Žemėje vystymosi era, kuriai būdingas itin spartus gyvojo pasaulio vystymasis nuo dumblių iki žinduolių. Triasas nuo 251 mln.m. iki 201.6 mln. m., atsirado pirmieji dinosaurai, žinduoliai, pterozaurai ir krokodilai. Jura nuo 201.6 mln.m. iki 145.5 mln. m., paplitę dinosaurai, pirmieji paukščiai ir driežai. Įvyko Pangėjos skilimas į Gondvaną ir Lauraziją. Kreida nuo 145.5 mln. m. iki 65.5 mln. m., skilo Gondvana, atsirado gaubtasėkliai augalai ir naujos vabzdžių rūšys.

Kainozojus – naujos gyvybės žemėje vystymosi era nuo 65.5 mln. m. iki šių dienų. Paleogeno periodas nuo 65.5 mln. m. iki 23.0 mln. m. ir neogeno periodas prasidėjęs prieš 23 mln. m. ir besitęsiantis iki šių dienų.



3.13 pav. Geologinė laiko skalė (Geological Society of America., 1999).

4. MODELIAVIMO REZULTATAI

Gauti modeliavimo rezultatai:

1. Grimzdimo istorija.
2. Temperatūra.
3. Vitrinito apspindžio reikšmės.
4. Angliavandenilių generacijos potencialas.
5. Angliavandenilių kiekis kvadratiname metre.

4.1. VAKARŲ LIETUVA

4.1.1. Šiaurinė dalis

Šiaurinėje Lietuvos dalyje, šiauriau regioninio Telšių lūžio buvo modeliuoti 4 grėžiniai Vėlaičiai-3, Vidmantai-1, Plungė-3, Salantai-1 (3.1 pav.). Čia išilgai Telšių lūžio yra visa eilė naftos telkinių surastų kambro smiltainiuose – Girkalių, Genčių, Kretingos, Plungės, Vainuto. Tad, naftos generacijos potencialo įvertinimas yra svarbus sprendžiant apie šios dalies naftingumo perspektyvas, rekonstruojant generacijos istoriją.

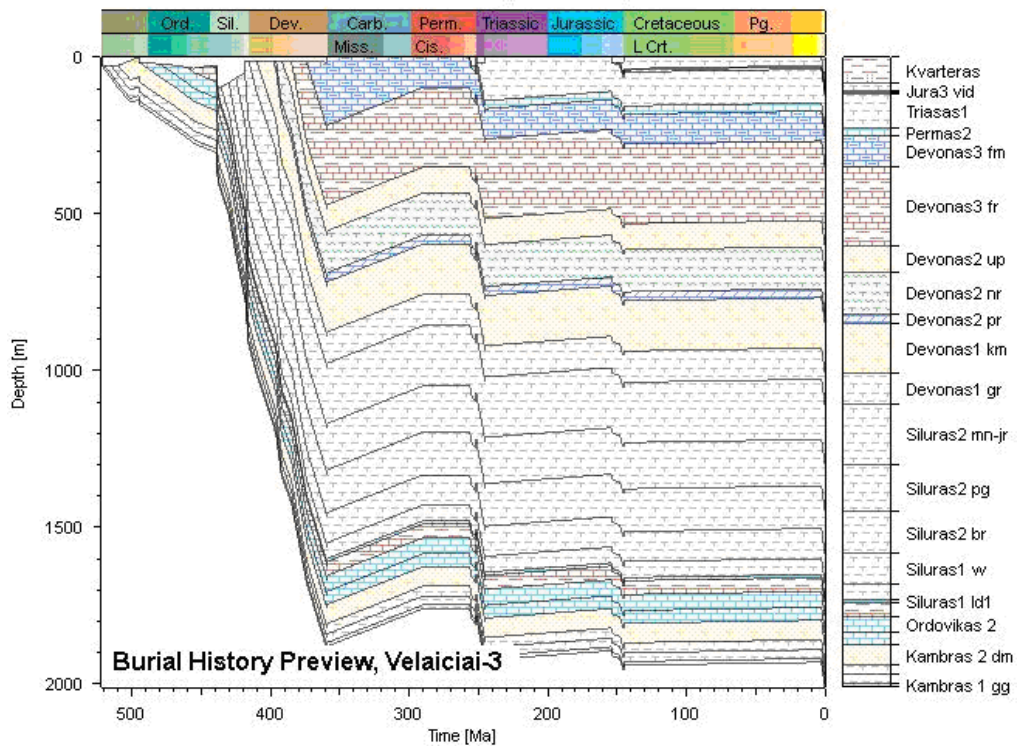
Vėlaičiai-3 grėžinys

Grėžinys yra tarp Vidmantai-1 ir Plungė-3 grėžinių.

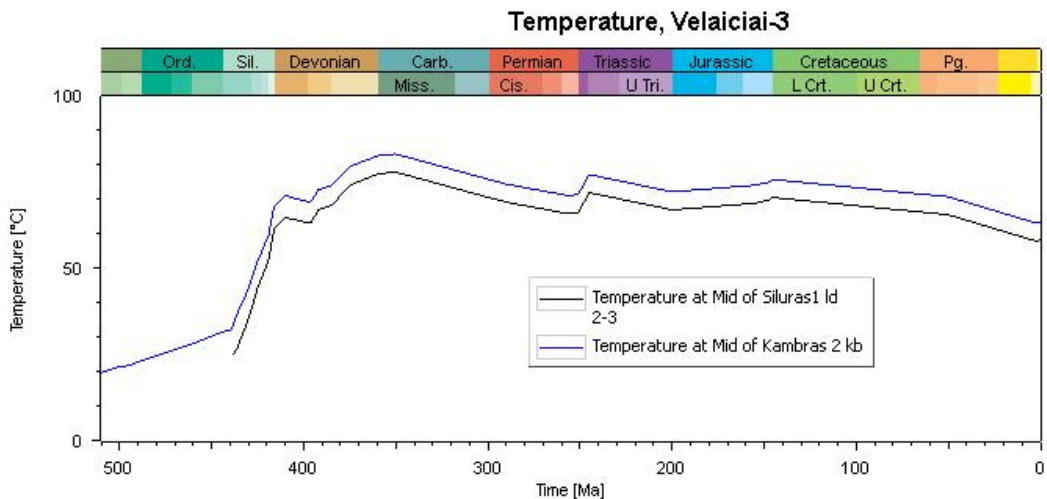
Grimzdimo istorija, kaip matyti (4.1 pav.), pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškė ir sedimentacinės aplinkos sąlygų apatinio karbono, viršutinio permio, apatinio triaso, viršutinės jūros ir kvartero periodais.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo grėžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Vėlaičių-3 kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 19°C kambro laikotarpiu ir kyla iki devono pabaigos-karbono pradžios pasiekia 83°C ir maždaug išsilaiko beveik tokia pačia lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 63°C dabartiniame laikotarpyje. Silūro landoverio aukšto sluoksnio temperatūra kinta nuo 25°C silūre ir kilo iki devono pabaigos-karbono pradžios - pasiekia

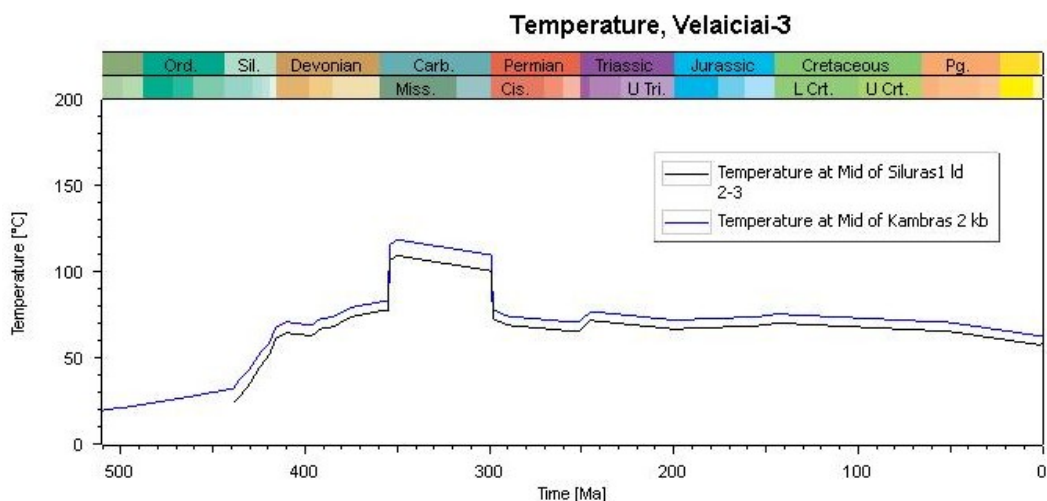
77°C, o kainozojaus ir mezozojaus laikotarpiais išsilaiko panašiam lygyje nukrenta iki 58°C dabartiniame laikotarpyje (4.2 pav.).



4.1 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio grimzdimo istorija.

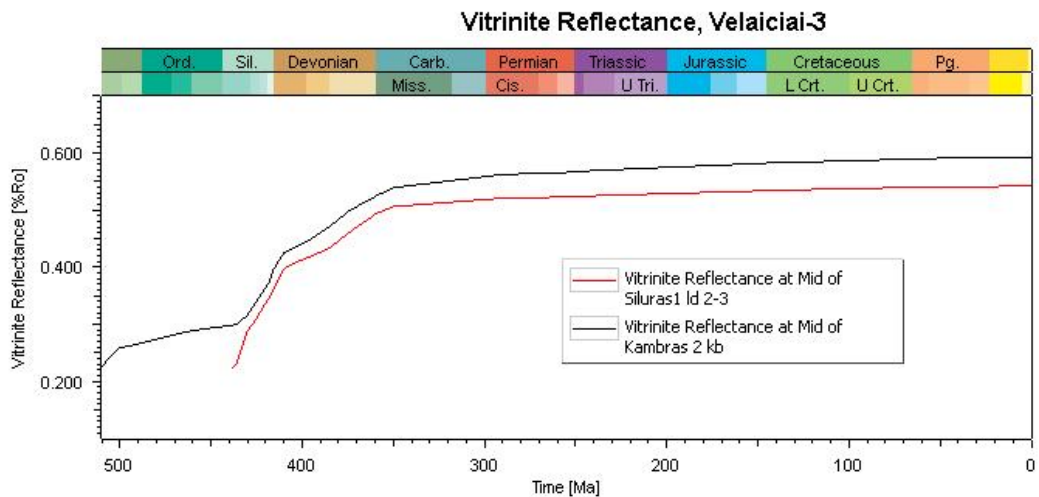


4.2 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė isotrija (pastovus terminis režimas).

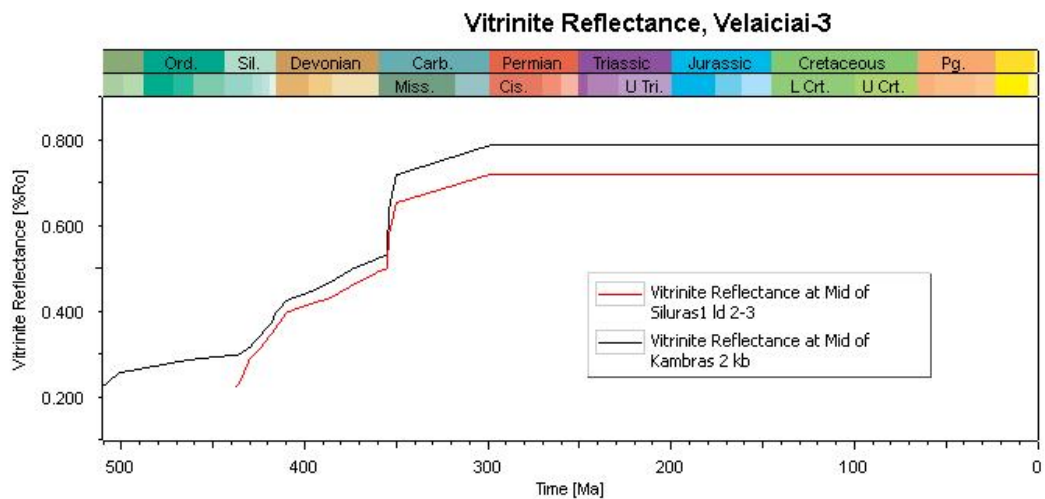


4.3 pav. Vėlaičiai-3 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė isotrija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad Vėlaičių plote Deimenos serijos (vidurinis kambas) sluoksnio dabartinė temperatūra yra 59.5°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.59 Kybartų svitoje ir 0.54 silūro landoverio aukšte) (4.4 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose gręžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 0,8-0,7). Padaryta prielaida, kad pietinėje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Geologiniais duomenimis, Baltijos sineklizėje ir gretimose Mozūrijos anteklizėje paleozojaus antroje pusėje vyko gana intensyvūs magminiai procesai. Jie datuoti kaip karbono amžiaus. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvyko metu šilumos srautas turėjo padidėti iki 70 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienuų temperatūras – kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje-karbono pradžioje pakilo iki 118°C (4.3 pav.). Tai atitinka 0.78 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio sluoksnyje temperatūra pakilo iki 109°C. Tai atitinka 0.71 vitrinito atspindžio reikšmę (4.5 pav.).

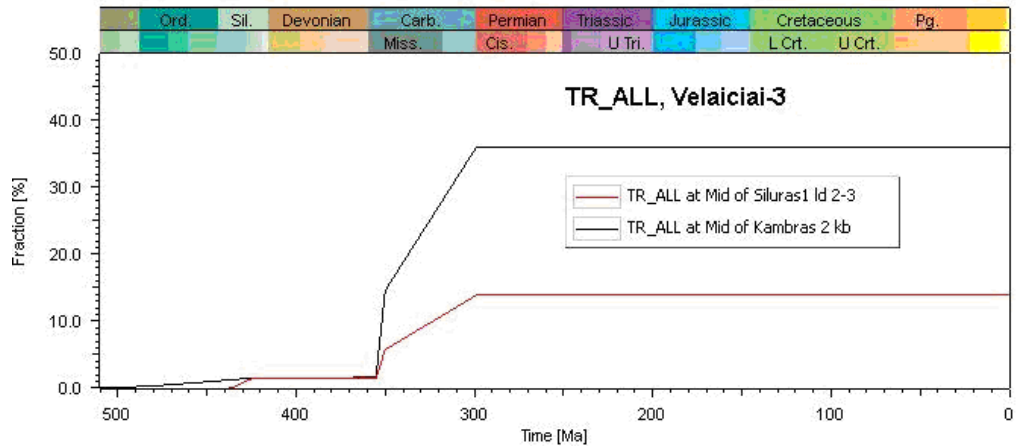


4.4 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

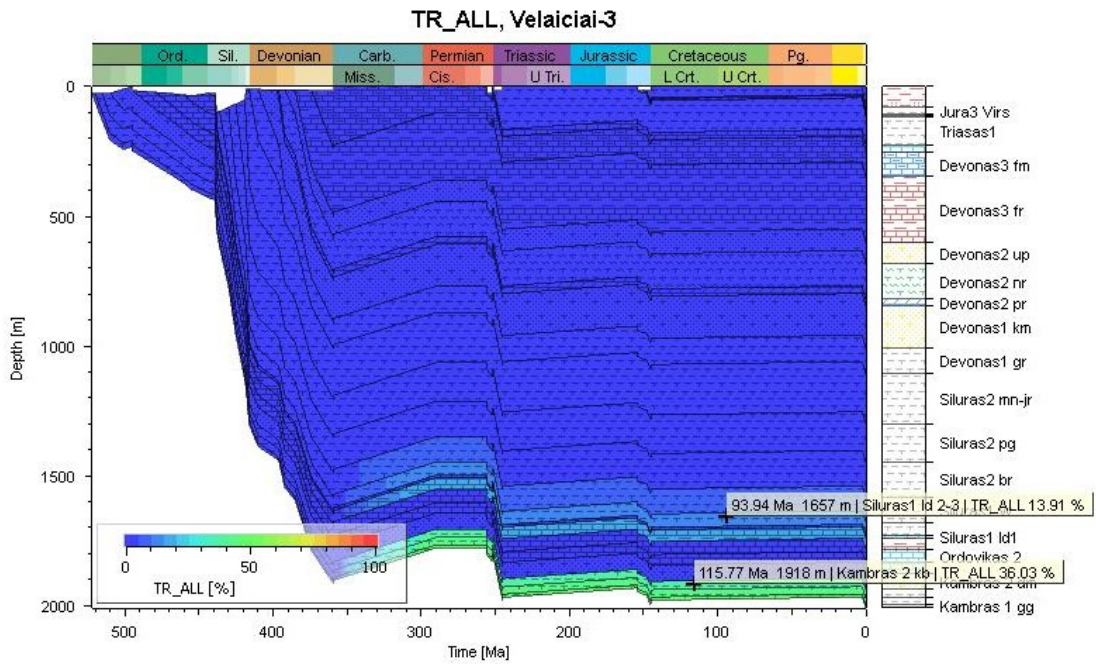


4.5 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

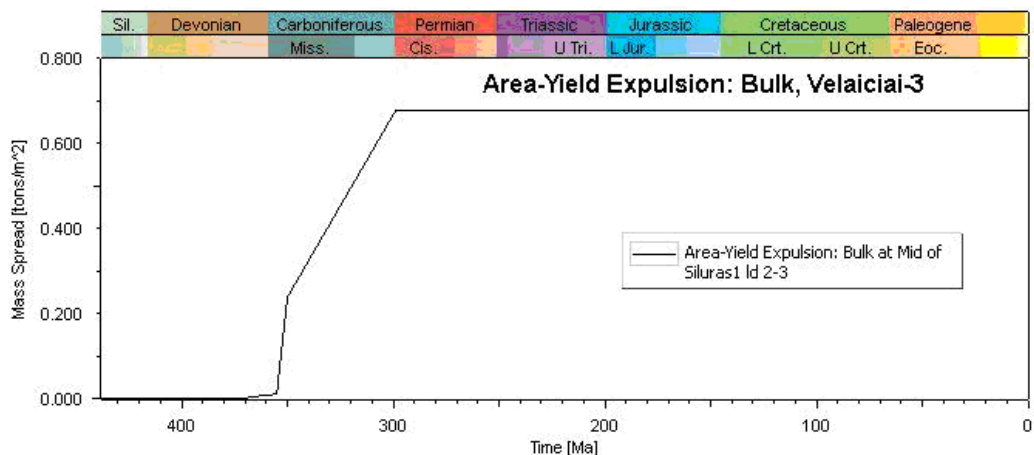
Įvertinus terminę grėžinyje išgrėžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos grėžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka) bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 36% angliavandenilių generacijos potencialo (4.6 pav., 4.6a pav.), tačiau dėl mažo organinės medžiagos kiekio susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio moliuose generacijos potencialas realizuotas 13%, landoverio sluoksnis generavo angliavandenilių 0.68 tonos/m² (4.7 pav.). Silūro uenlokio sluoksnis generavo angliavandenilių 0.4 tonos/m² (4.7a pav.).



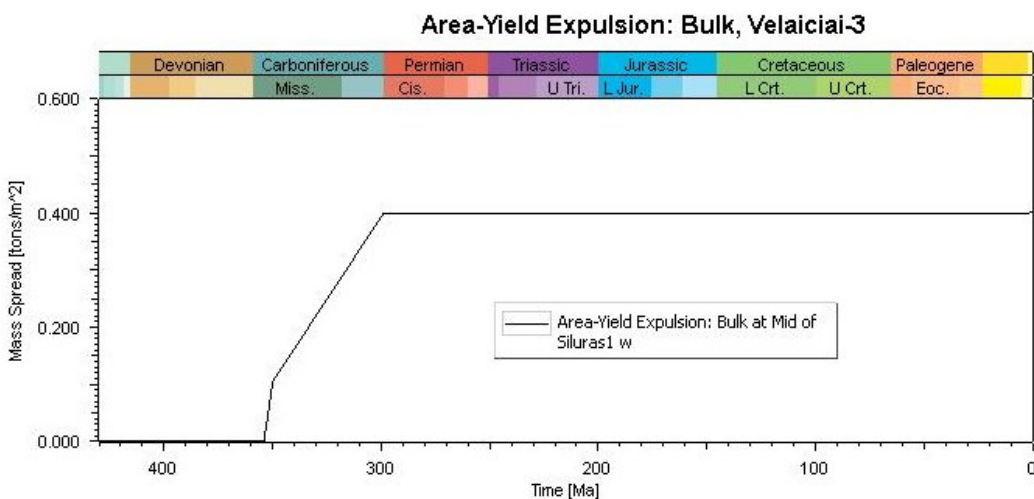
4.6 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.6a pav. Vėlaičių-3 grėžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.7 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.7a pav. Vėlaičiai-3 grėžinio apatinio silūro (uenlokis) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Kaip rodo 4.7 pav. ir 4.7a pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro uolienose prasidėjo devono-karbono riboje ir sutampa su terminio įvykio pradžia – maždaug prieš 355 mln.m..

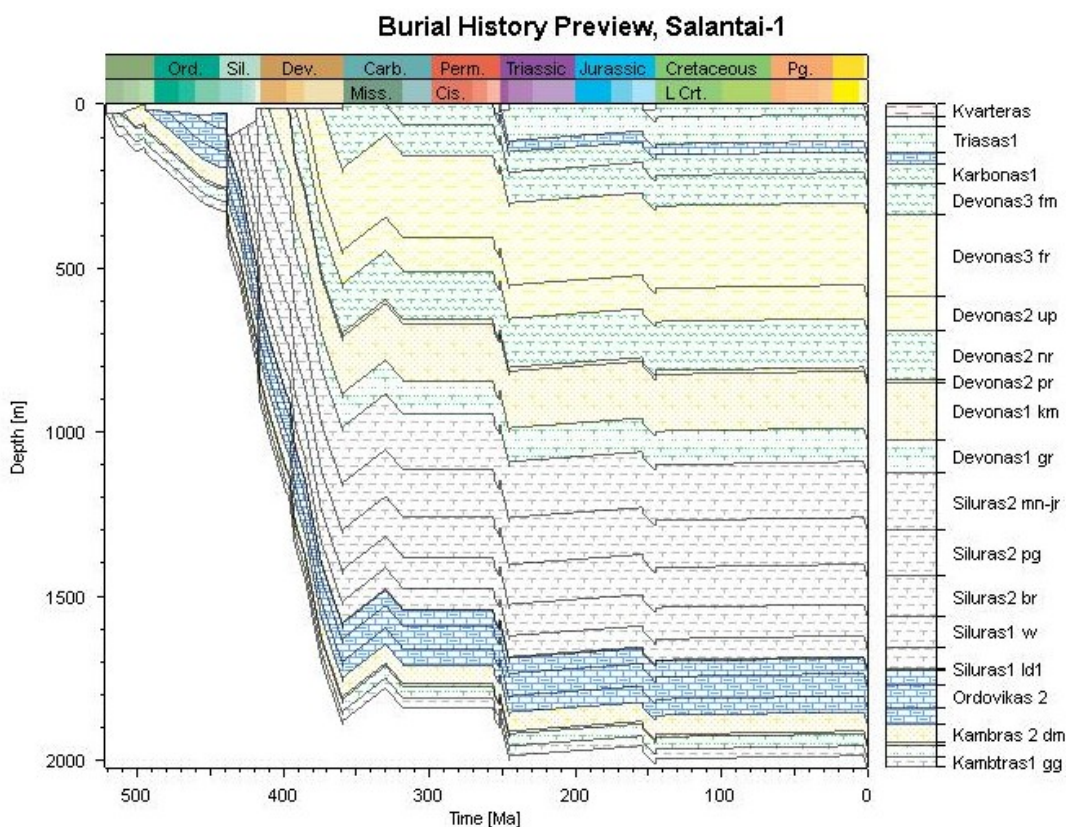
Salantai-1 grėžinys

Grėžinys yra siauriausiai iš modeliuotų grėžinių Lietuvos teritorijos sausumoje (3.1 pav.).

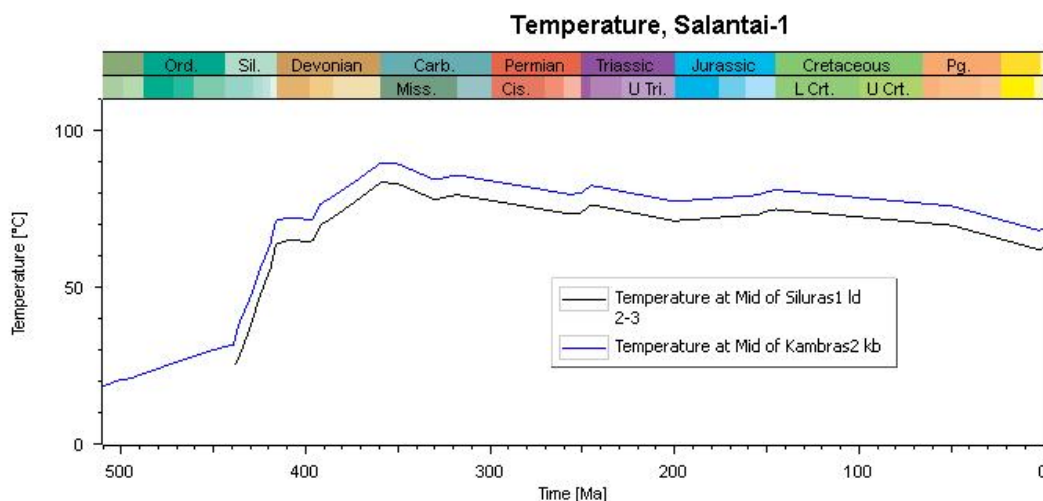
Grimzdimo istorija, kaip matyti (4.8 pav.), yra panaši aukščiau aprašytam grėžiniui Vėlaičiai-3, pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų

vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškėdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų apatinio karbono, viršutinio permio, apatinio triaso, viršutinės jūros ir kvartero periodais.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Salantai-1 Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 18°C kambro laikotarpiu ir kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 90°C ir maždaug išsilaiko beveik tokia pačiame lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 68°C dabartiniame laikotarpyje. Silūro landoverio aukšto sluoksnio temperatūra kinta nuo 25°C silūre taip pat kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios ir pasiekia 83°C ir taip pat kainozojaus ir mezozojaus laikotarpiais išsilaiko tame pačiame lygyje nukrenta iki 62°C dabartiniame laikotarpyje (4.9 pav.).

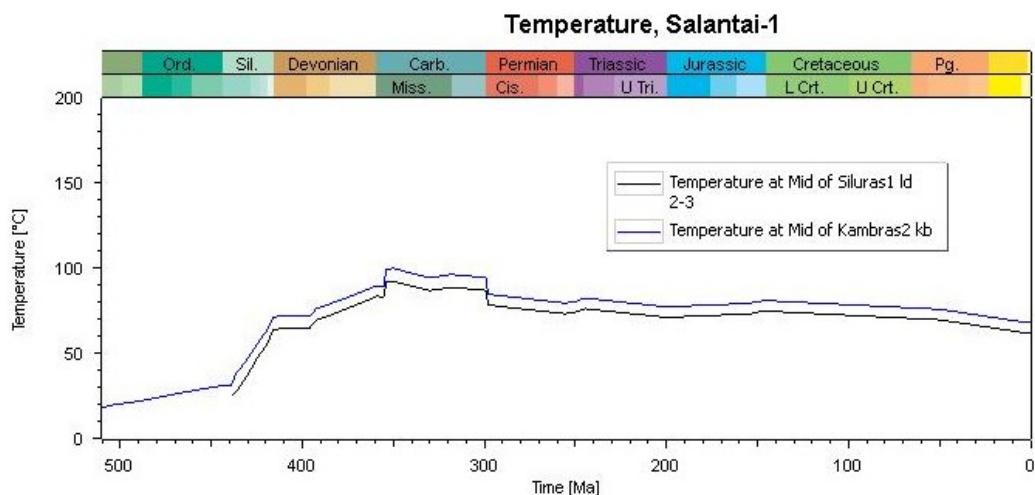


4.8 pav. Salantai-1 gręžinio grimzdimo istorija.

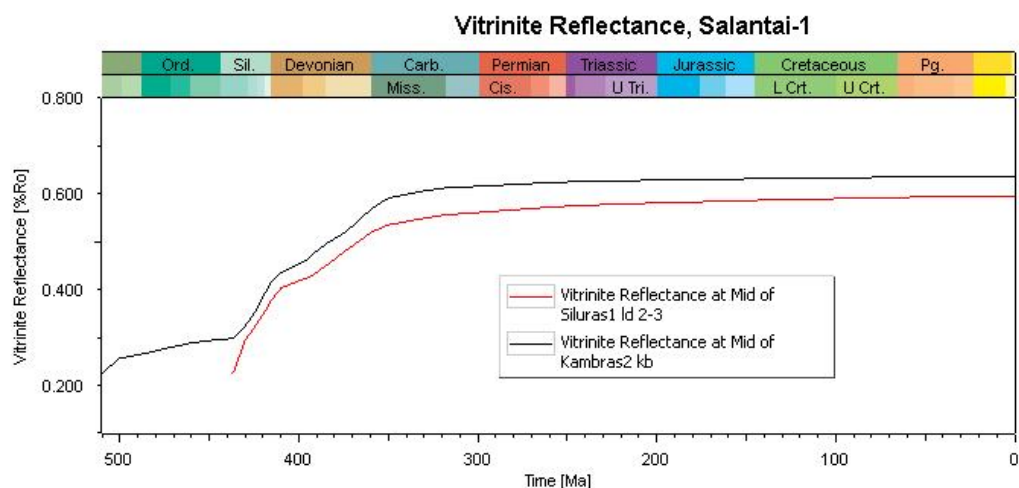


4.9 pav. Salantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

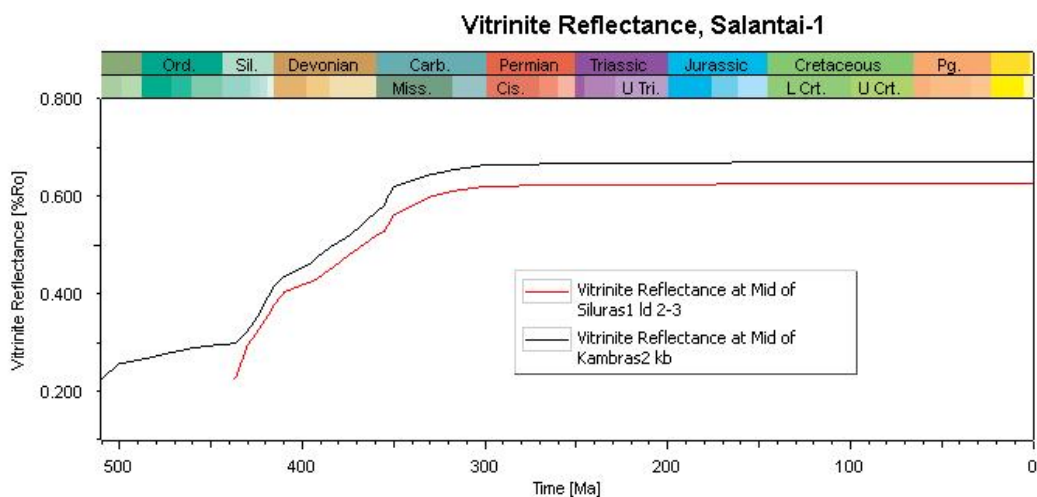
Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad Salantų plote Deimenos serijos (vidurinis kambros) sluoksnių dabartinė temperatūra yra 54°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą nustatyta, jog vitrinto atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.64 Kybartų svitoje ir 0.58 silūro landoverio aukšte) (4.11 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose gręžiniuose vitrinto atspindžio rodiklis išmatuotas 0,8-0,7). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Kaip ir prieš tai nagrinėtame gręžinyje buvo padidintas šilumos srautas iki 56 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienų temperatūras – kambros Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 100°C (4.10 pav.). Tai atitinka 0.67 vitrinto atspindžio reikšmę. Silūro landoverio aukšte temperatūra pakilo iki 92°C, tai atitinka 0.62 vitrinto atspindžio reikšmę (4.12 pav.).



4.10 pav. Salantai-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu terminiu įvykiu).

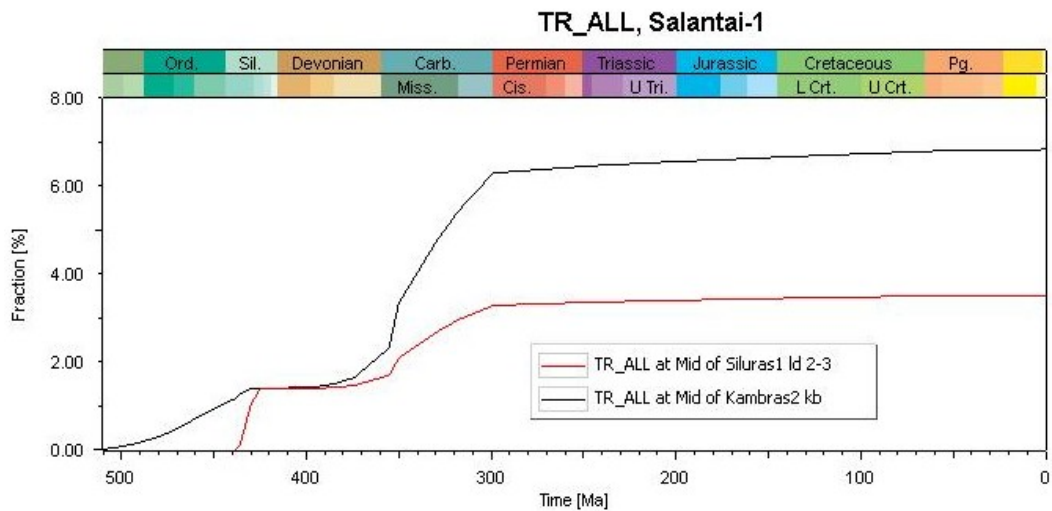


4.11 pav. Salantai-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

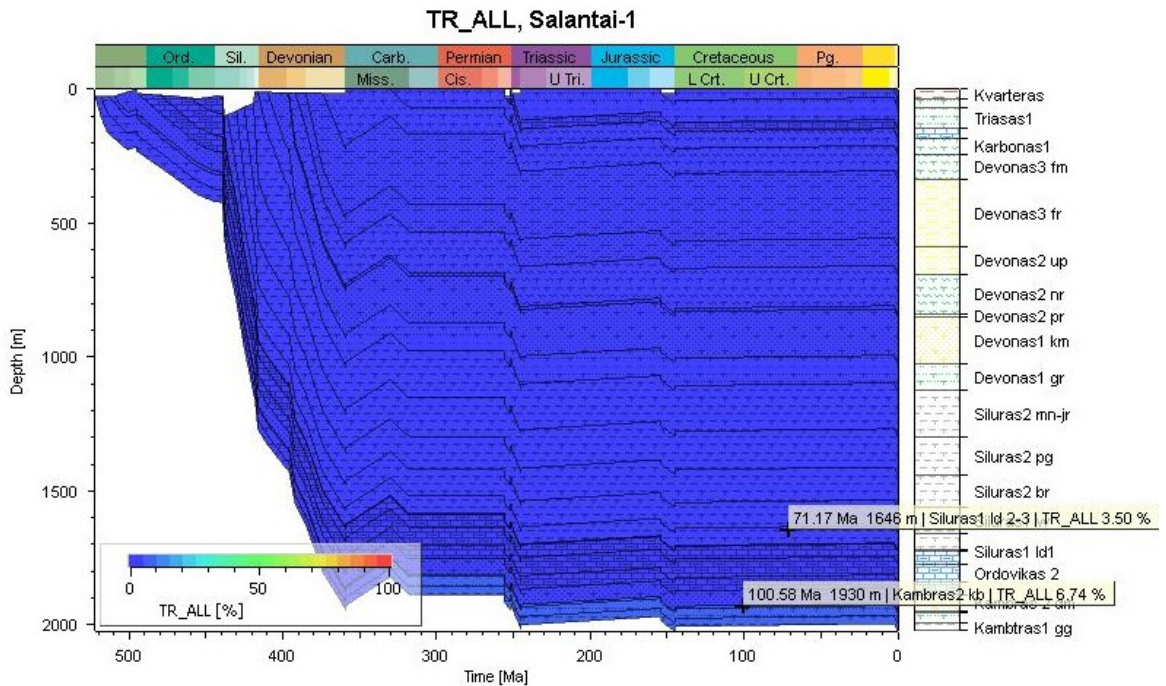


4.12 pav. Salantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinio atspindžio rodiklio evoliucija (su hercyniniu terminiu įvykiu).

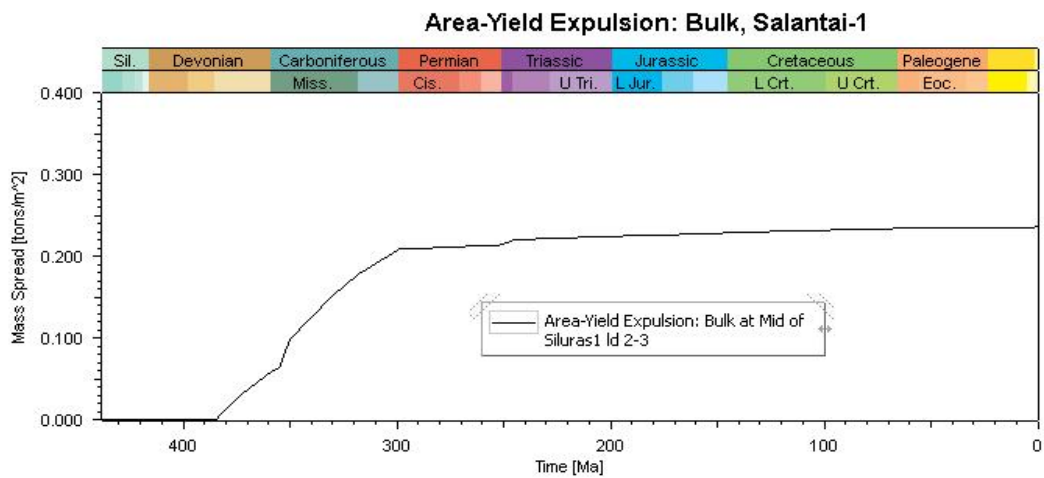
Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 6% angliavandenilių generacijos potencialo (4.13 pav., 4.13a pav.), tačiau dėl mažo organinės medžiagos kiekio susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio moliuose generacijos potencialas realizuotas 3%, landoverio sluoksnis generavo 0.24 tonos/m² angliavandenilių (4.14 pav.). Silūro uenlokio sluoksnis generavo angliavandenilių 0.09 tonos/m² (4.14a pav.).



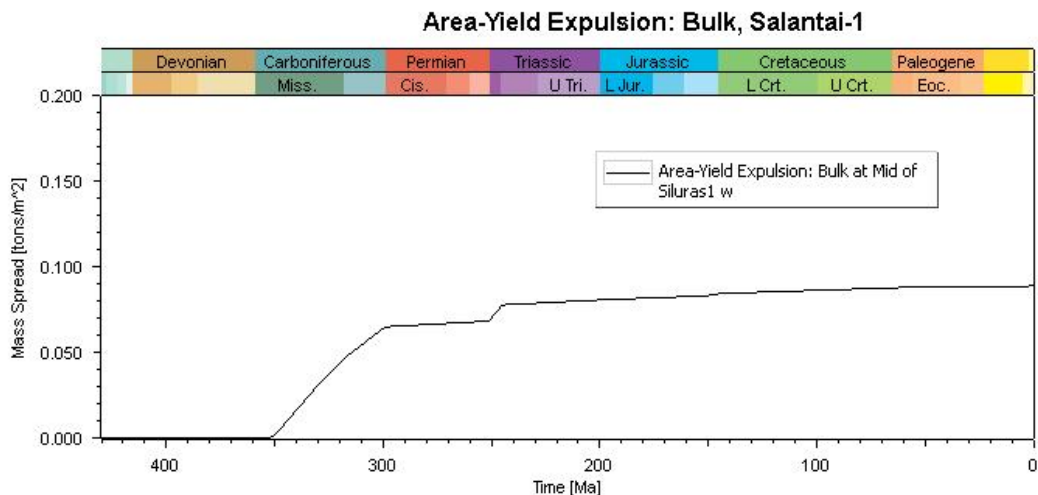
4.13 pav. Salantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas (su hercyniniu terminiu įvykiu).



4.13a pav. Salantai-1 gręžinio grimzidimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.14 pav. Salantai-1 gręžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.14a pav. Salantai-1 gręžinio apatinio silūro (uenlokio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Kaip rodo 4.14 pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro landoverio uolienose prasidėjo vidurinio-viršutinio devone riboje maždaug prieš 385 mln.m. ir tęsėsi karbono periodo metu, kas sutampa su terminiu įvykiu. Nežymi angliavandenilių generacija tęsėsi iki šių dienų.

Kaip rodo 4.14a pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro uenlokio uolienose prasidėjo devono-karbono riboje ir sutampa su terminio įvykio pradžia – maždaug prieš 355 mln.m..

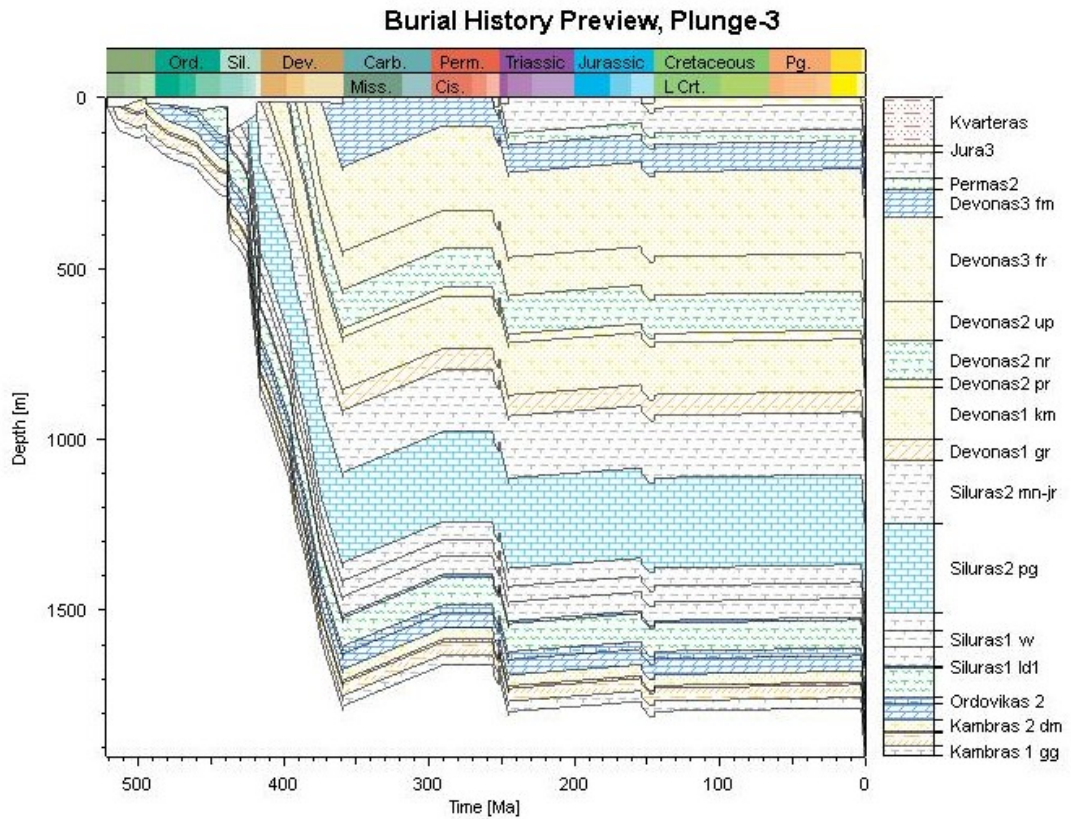
Plungė-3 gręžinys

Esantis rytinėje šiaurės vakarų Lietuvos dalyje iš modeliuotų gręžinių (3.1 pav.).

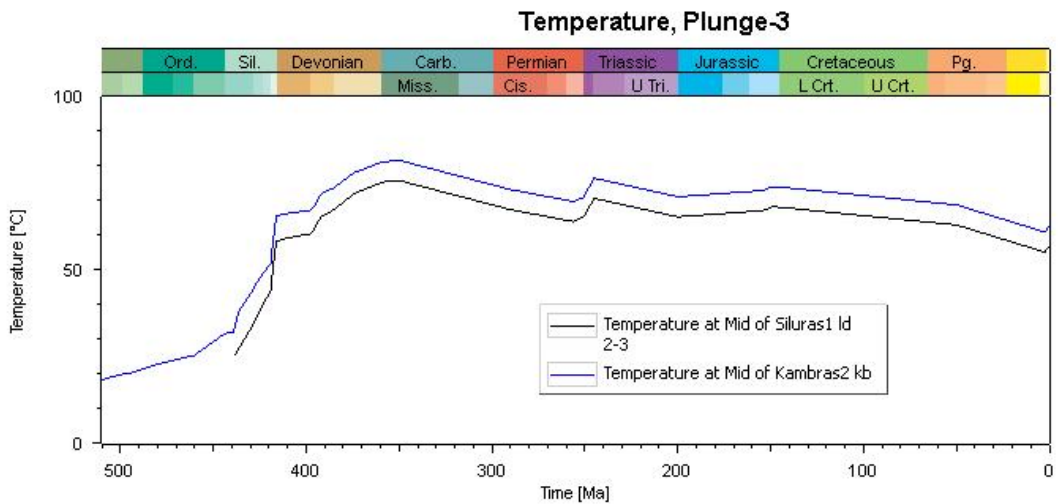
Grimzdimo istorija kaip matyti (4.15 pav.) yra analogiška aukščiau aprašytame Vėlaičiai-3 ir Salantai-1 gręžiniuose, tik skiriasi sluoksnių storiai, pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškėdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų apatinio karbono, viršutinio permo, apatinio triaso, viršutinės jūros ir kvartero periodais.

Tempratūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Plungė-3 gręžinio kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 18°C kambro laikotarpiu ir kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 81°C ir maždaug išsilaiko beveik tokiame pačiame lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 60°C dabartiniame laikotarpyje. Silūro landoverio aukšto sluoksnio temperatūra kinta nuo 25°C silūre taip pat kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios ir pasiekia

75°C ir taip pat kainozojaus ir mezozojaus laikotarpiais išsilaiko panašiam lygyje nukrenta iki 55°C dabartiniame laikotarpyje (4.16 pav.).



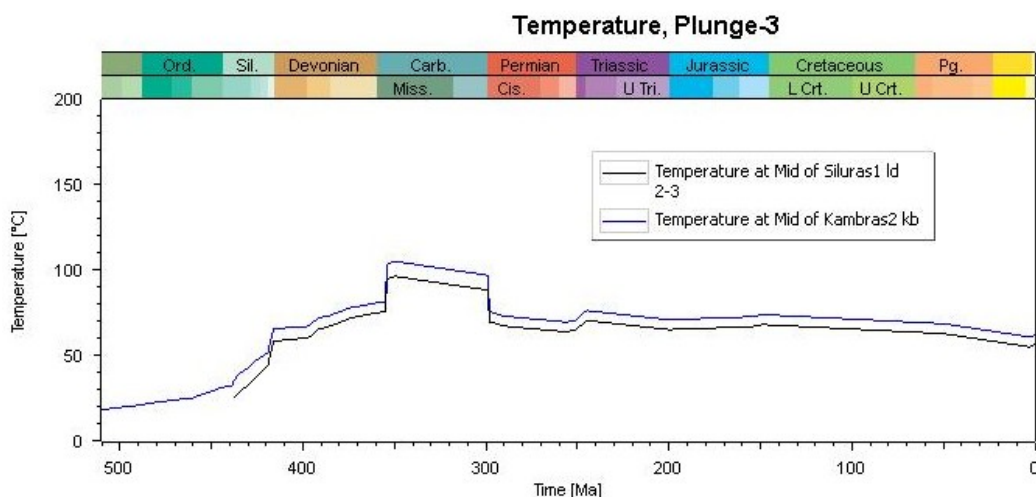
4.15 pav. Plungė-3 grėžinio grimzdimo istorija.



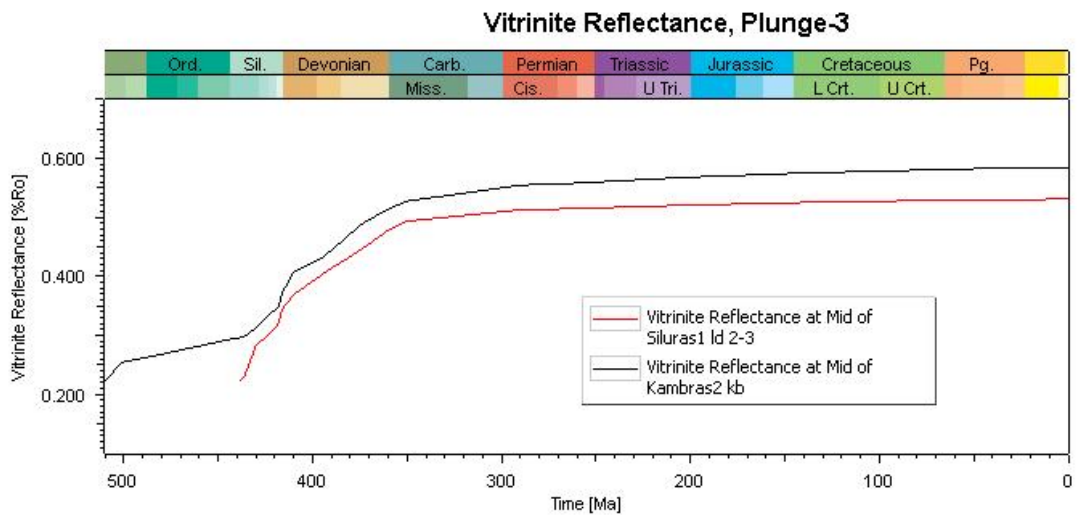
4.16 pav. Plungė-3 grėžinio vidurinio kambr (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

Temperatūros matavimai grėžiniuose rodo, kad Plungė-3 plote Deimenos serijos (vidurinis kambras) sluoksnio dabartinė temperatūra yra 61°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą

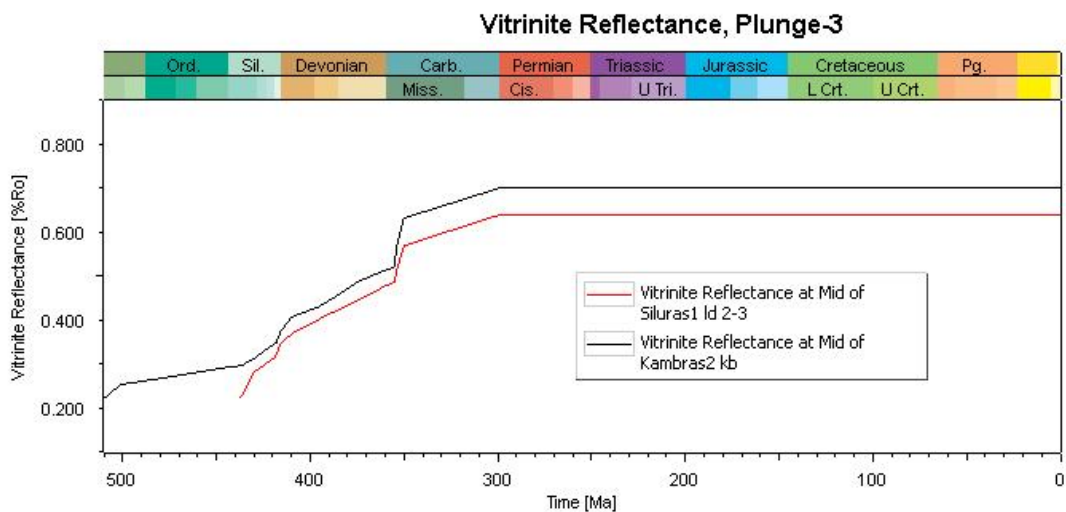
nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.59 Kybartų sluoksnio svitoje ir 0.52 silūro landoverio aukšte) (4.18 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose grėžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 0,8-0,7). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Kaip ir prieš tai nagrinėtuose grėžiniuose šilumos srautas buvo padidintas iki 70 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienuų temperatūras – kambro kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 105°C (4.17 pav.). Tai atitinka buvo 0.7 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio sluoksnyje temperatūra pakilo iki 96°C. Tai atitinka 0.63 vitrinito atspindžio reikšmę (4.19 pav.).



4.17 pav. Plungė-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

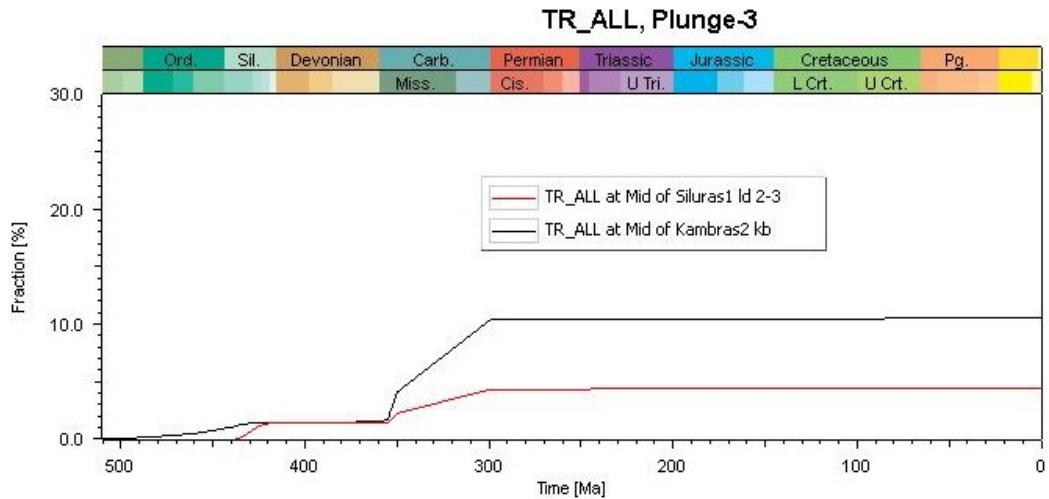


4.18 pav. Plungė-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

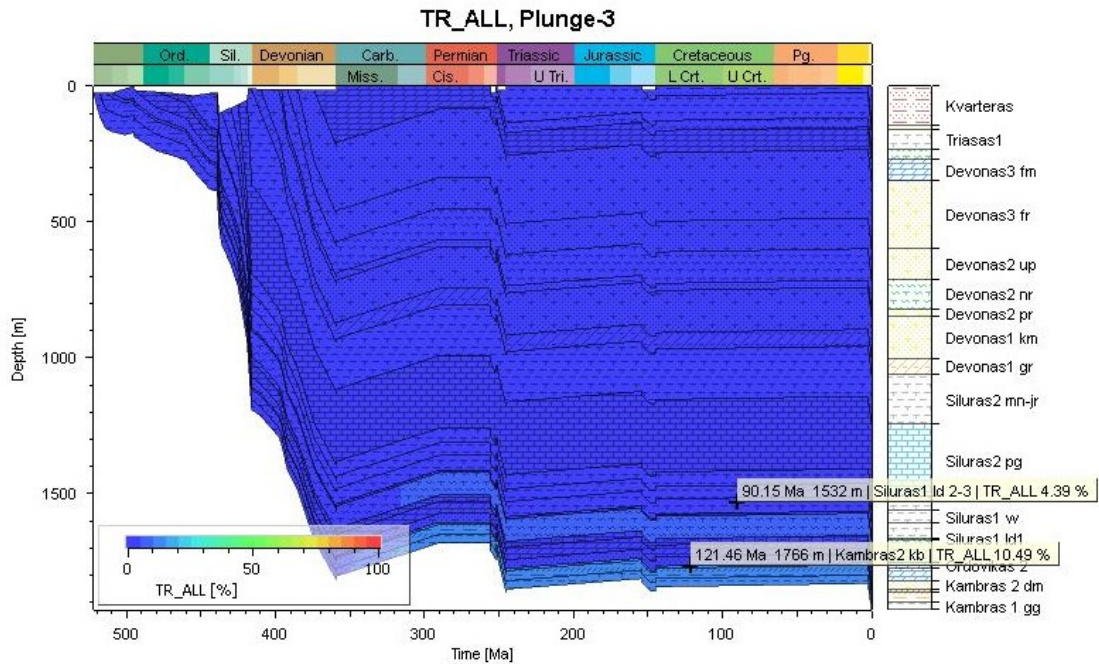


4.19 pav. Plungė-3 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Įvertinus terminę grėžinyje išgrėžtų sluoksnių istorija, buvo atliktas angliavandenilių **generacijų** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos grėžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka) bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 10% angliavandenilių generacijos potencialo (4.20 pav., 4.21 pav.), tačiau dėl mažo organinės medžiagos kiekio susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio moliuose generacijos potencialas realizuotas 4%, tačiau landoverio ir uenlokio sluoksnis generavo tik nežymų angliavandenilių kiekį.



4.20 pav. Plungė-3 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



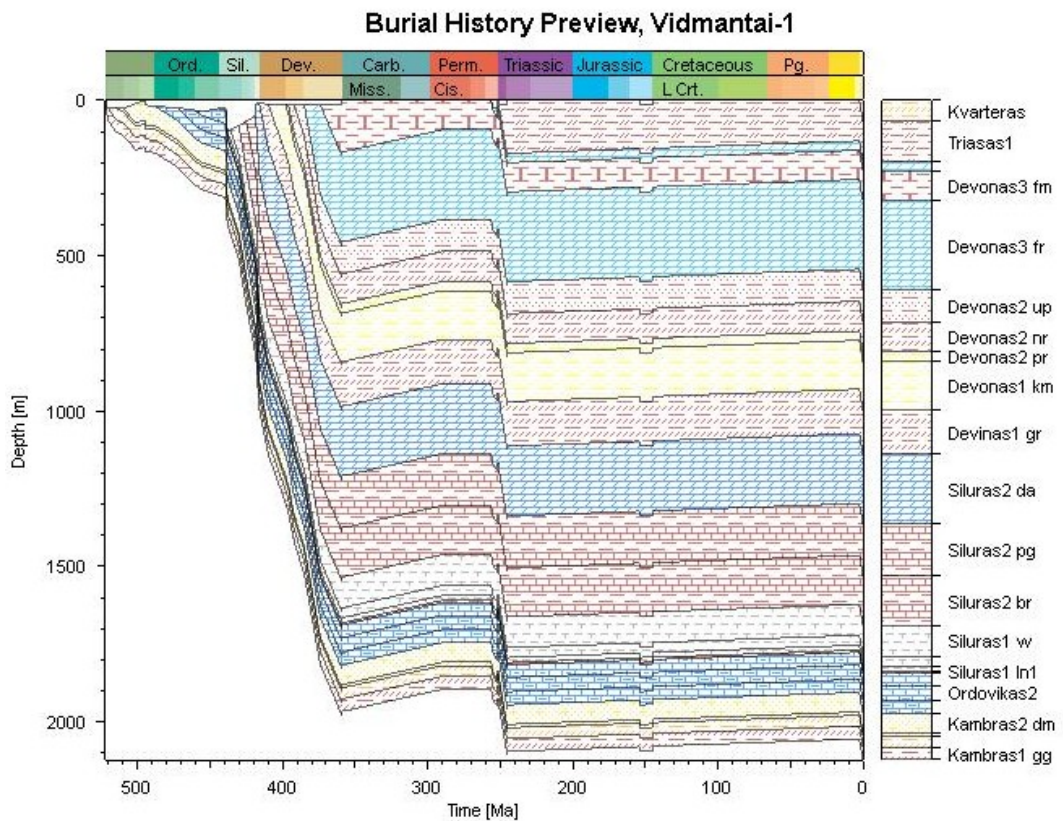
4.21 pav. Plungė-3 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.

Vydmantai-1 gręžinys

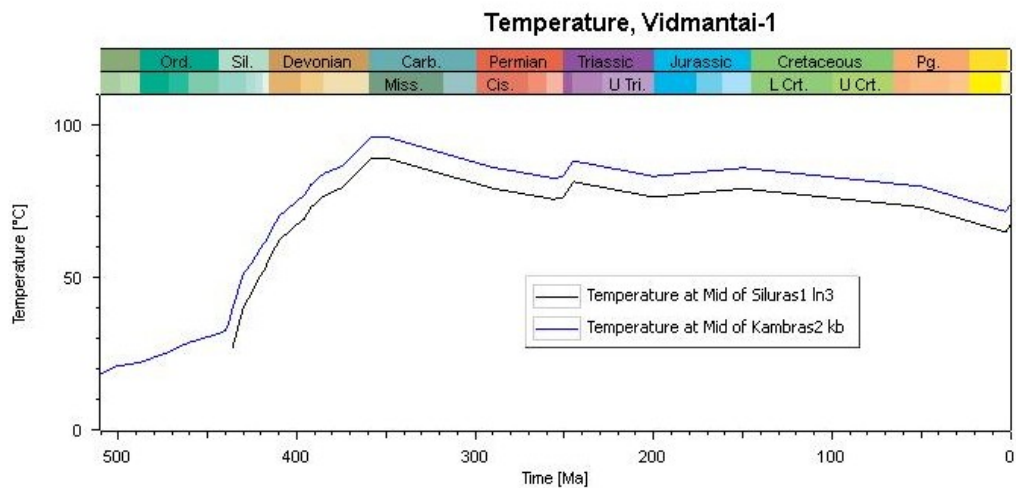
Vakariausiai yra Vydmantų gręžinys (3.1 pav.). **Grimzdimo** istorija, kaip matyti (4.22 pav.), pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų

vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškėdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų viršutinio permio, apatinio triaso ir kvartero periodais.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Vydantai-1 gręžinyje kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 18°C ir kyla iki nuo devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 96°C ir maždaug išsilaiko beveik tokia pačiame lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 71°C dabartiniame laikotarpyje(4.23 pav.). Silūro landoverio sluoksnio temperatūra kinta nuo 27°C silūre ir kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios - pasiekia 89°C, o kainozojaus ir mezozojaus laikotarpiais išsilaiko panašiam lygyje nukrenta iki 65°C dabartiniame laikotarpyje(4.23 pav.).

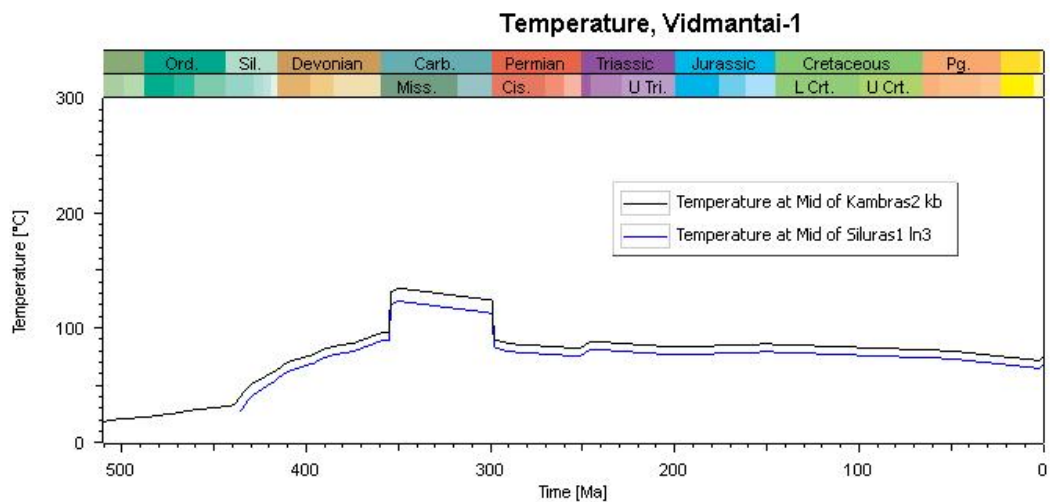


4.22 pav. Vidmantai-1 gręžinio grimzdimo istorija.

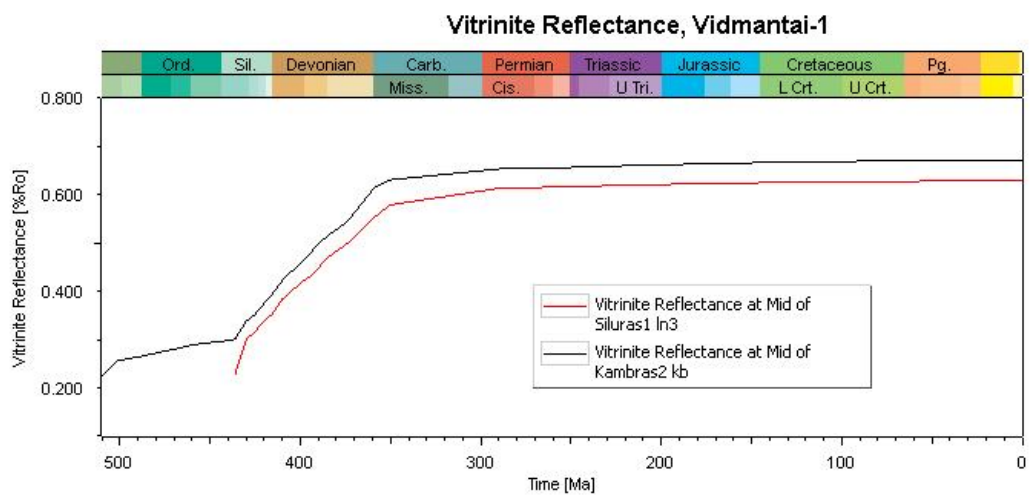


4.23 pav. Vidmantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

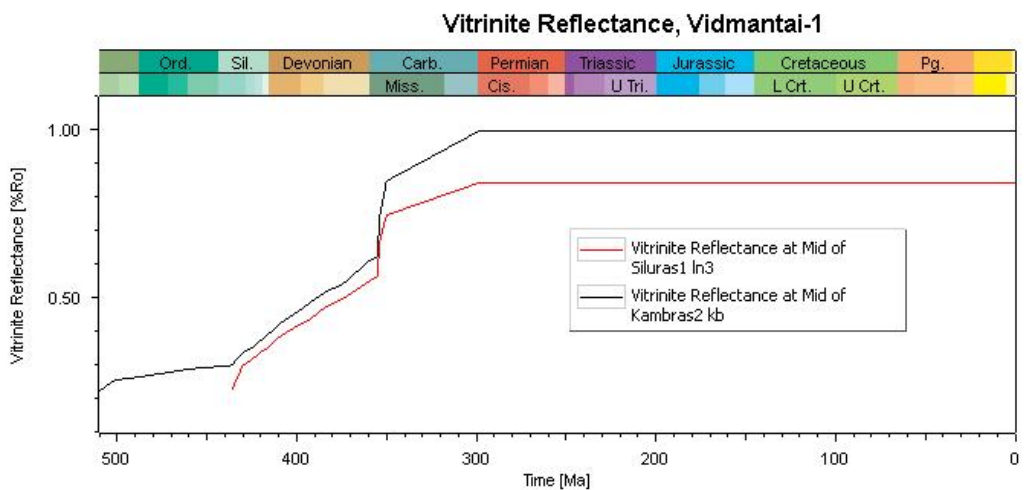
Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad Vidmantai-1 plote Deimenos serijos (vidurinis kambas) sluoksnių dabartinė temperatūra yra 74°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.67 Kybartų svitoje ir 0.62 silūro landoverio aukšte) (4.25 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose gręžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 1-1,1). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvykio metu šilumos srautas turėjo padidėti iki 95 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienu temperatūras – kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 134°C (4.24 pav.). Tai atitinka 0.99 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio aukšto sluoksnyje temperatūra pakilo iki 123°C, tai atitinka 0.83 vitrinito atspindžio reikšmę (4.26 pav.).



4.24 pav. Vidmantai-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

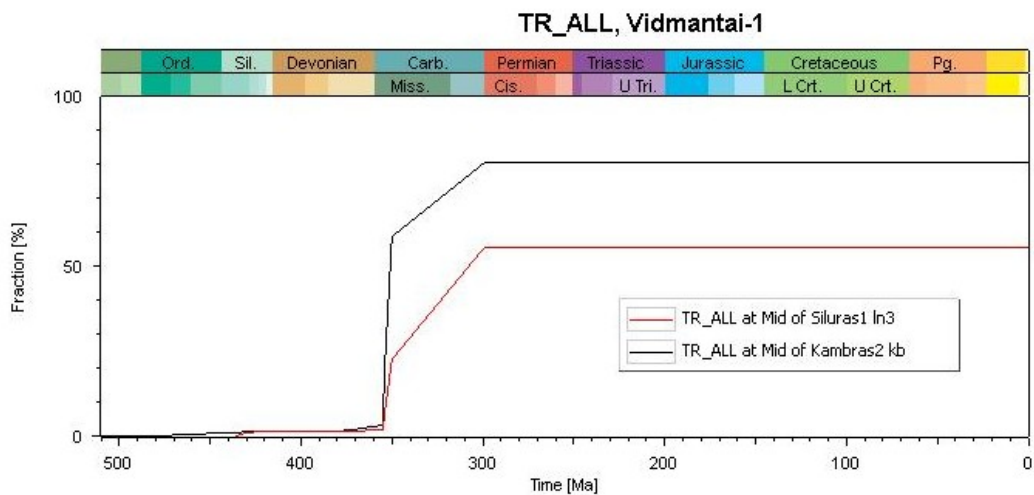


4.25 pav. Vidmantai-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

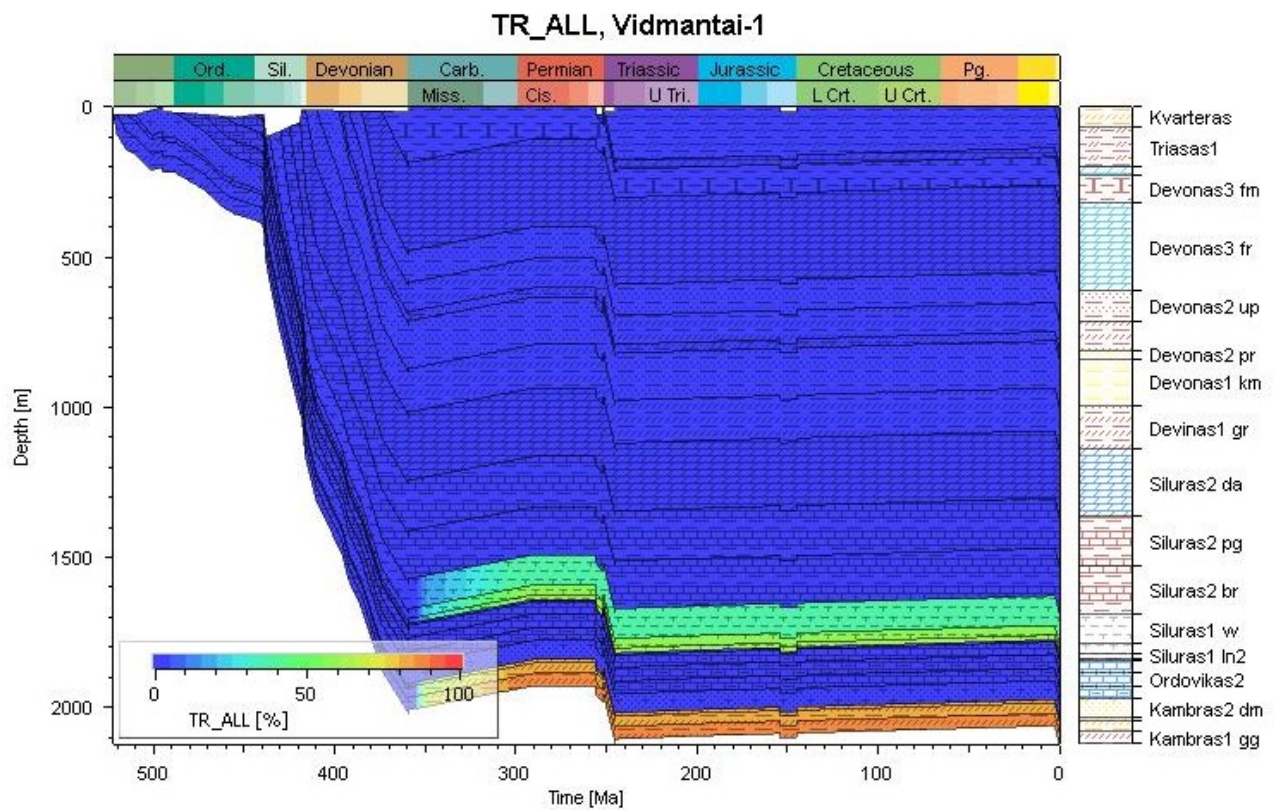


4.26 pav. Vidmantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

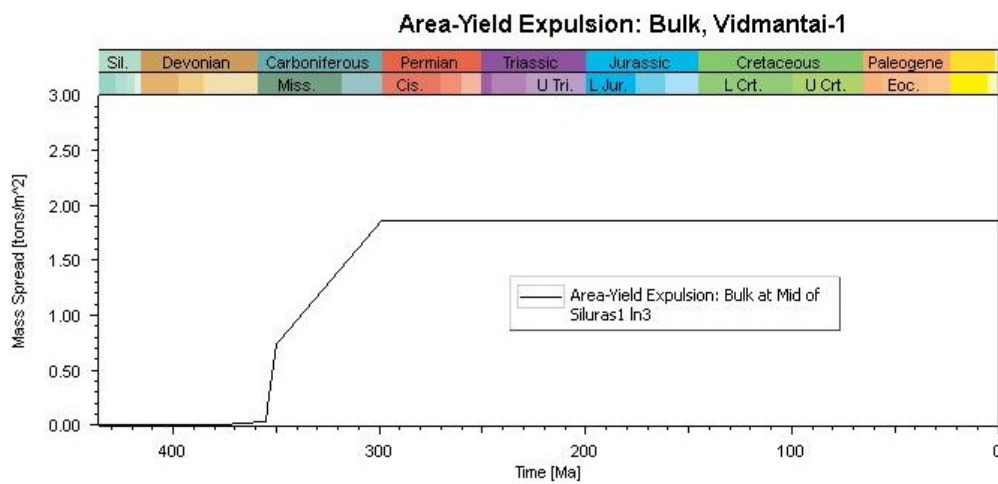
Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka) bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 80% angliavandenilių generacijos potencialo (4.27 pav., 4.28 pav.), tačiau dėl mažo organinės medžiagos kiekio susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio moliuose generacijos potencialas realizuotas 55%, landoverio sluoksnis generavo angliavandenilių 1.86 tonos/m² (4.29 pav.). Silūro uenlokio sluoksnis generavo angliavandenilių 0.52 tonos/m² (4.29a pav.).



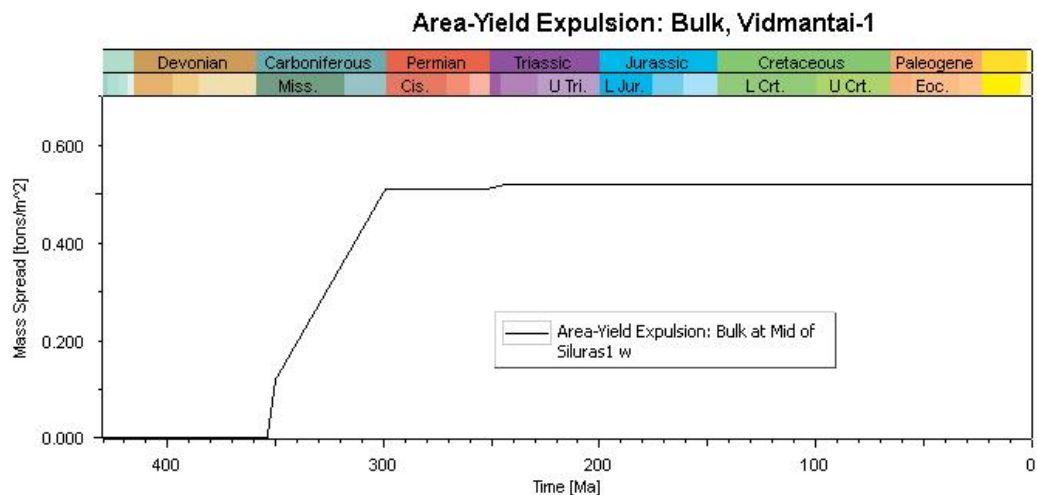
4.27 pav. Vidmantai-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.28 pav. Vidmantai-1 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.29 pav. Vidmantai-1 gręžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.29a pav. Vidmantai-1 gręžinio apatinio silūro (uenlokio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Kaip rodo 4.29 pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro uolienose prasidėjo vidurinio-viršutinio devone riboje maždaug prieš 385 mln.m. ir tęsėsi karbono periodo metu, kas sutampa su terminiu įvykiu.

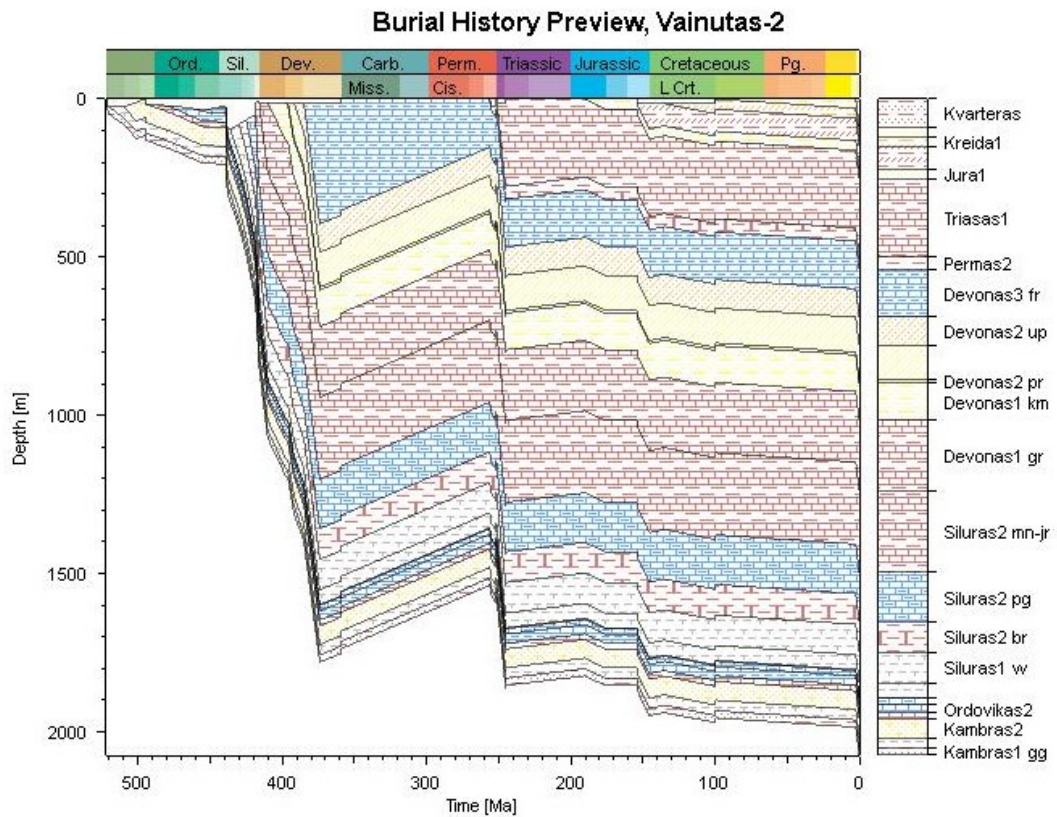
Kaip rodo 4.29a pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro uenlokio uolienose prasidėjo devono-karbono riboje ir sutampa su terminio įvykio pradžia – maždaug prieš 355 mln.m..

4.1.2. Pietinė vakarų Lietuvos dalis

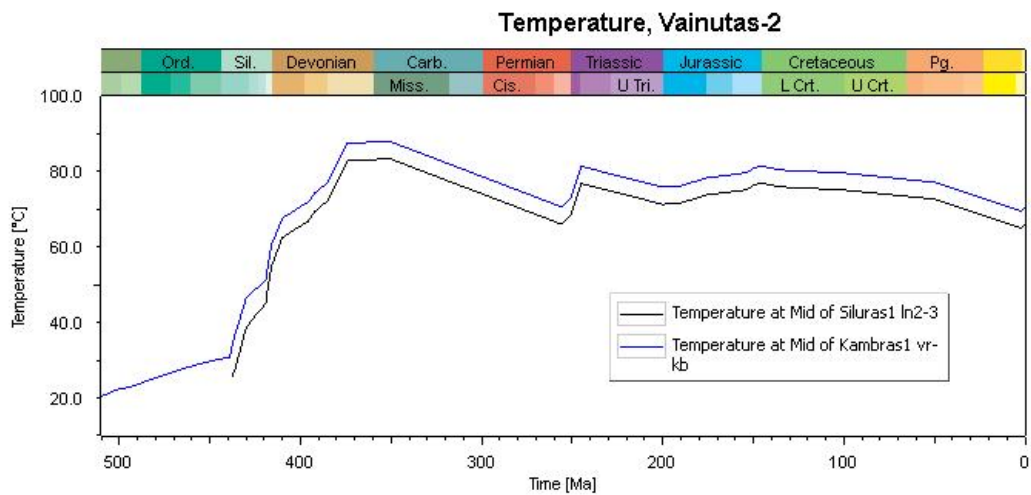
Pietinėje Vakarų Lietuvos dalyje buvo modeliuotas vienas gręžinys - Vainutas-2. Ši Lietuvos dalis pasižymi maksimaliomis apatinio palaeozojaus organinės medžiagos brandumo reikšmėmis. Kambro nuogulos yra nugrimzdusios iki 2075 m. Grimzdimo istorija, kaip matyti (4.30 pav.), pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireikšdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų viršutinio permo, apatinio triaso, jūros, kreidos ir kvartero periodais.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Vainutas-2 gręžinio kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra kinta nuo 20°C kambro laikotarpiu ir kilo iki devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 87°C ir maždaug išsilaiko beveik tokia pačia lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 70°C dabartiniame laikotarpyje. Silūro landoverio sluoksniu temperatūra kinta nuo 25°C silūre ir kyla iki devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 83°C, o

kainozojaus ir mezozojaus laikotarpiais išsilaiko panašiam lygyje kvartere nukrenta iki 65°C (4.31 pav.).



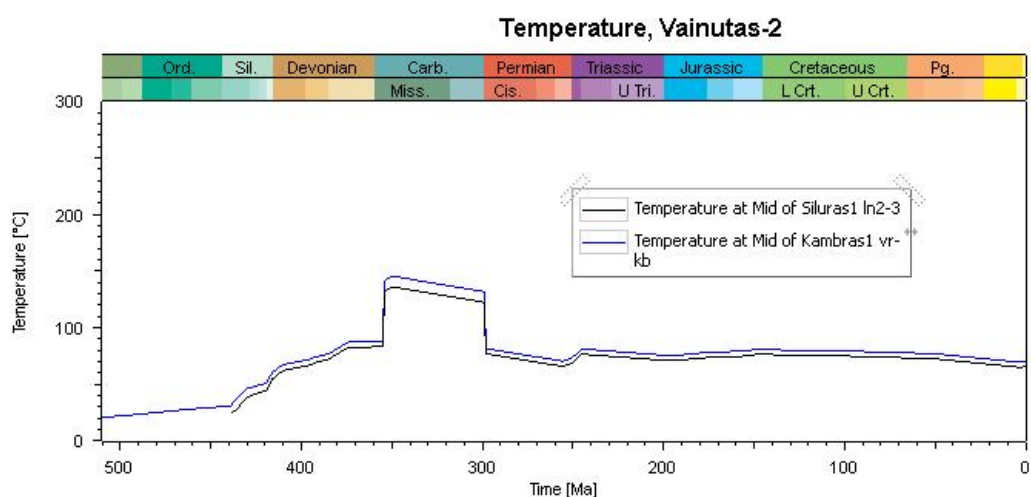
4.30 pav. Vainutas-2 grėžinio grimzdimo istorija.



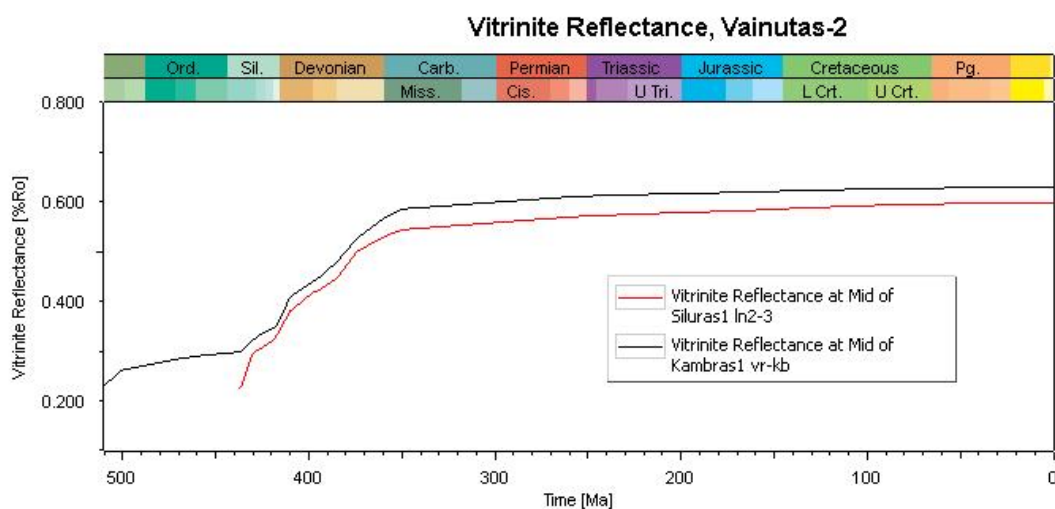
4.31 pav. Vainutas-2 grėžinio vidurinio kambr (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

Temperatūros matavimai grėžiniuose rodo, kad Vainutas-2 plote Deimenos serijos (vidurinis kambras) sluoksnio dabartinė temperatūra yra 67°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą

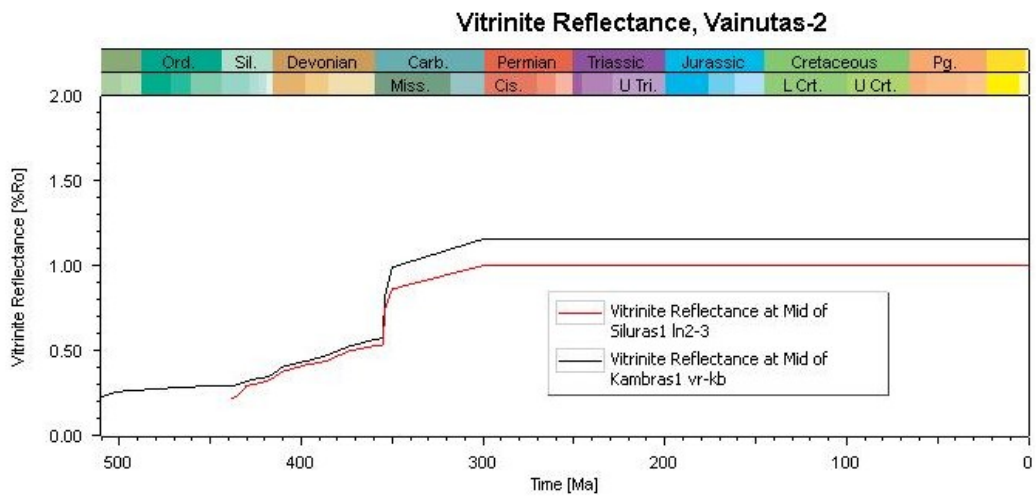
nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.63 Kybartų svitoje ir 0.59 silūro landoverio aukšte) (4.33 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose gręžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 1,1-1,3). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvykio metu šilumos srautas turėjo padidėti 105 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienuų temperatūras – kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 145°C (4.32 pav.). Tai atitinka 1.14 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio aukšto sluoksnyje temperatūra pakilo iki 136°C, tai atitinka 0.97 vitrinito atspindžio reikšmę (4.34 pav.).



4.32 pav. Vainutas-2 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

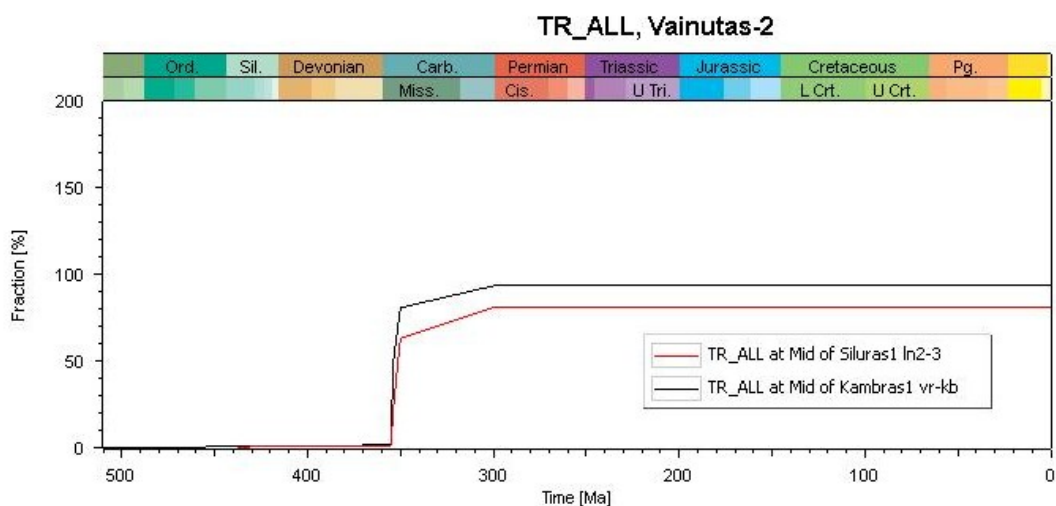


4.33 pav. Vainutas-2 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

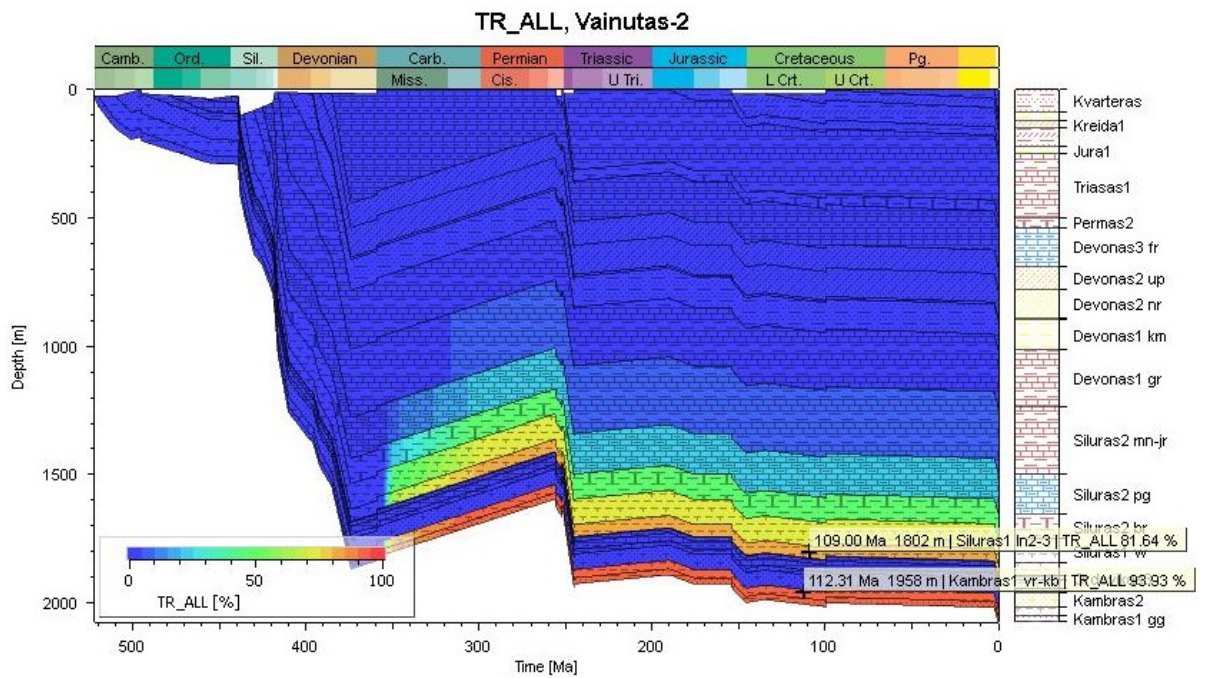


4.34 pav. Vainutas-2 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

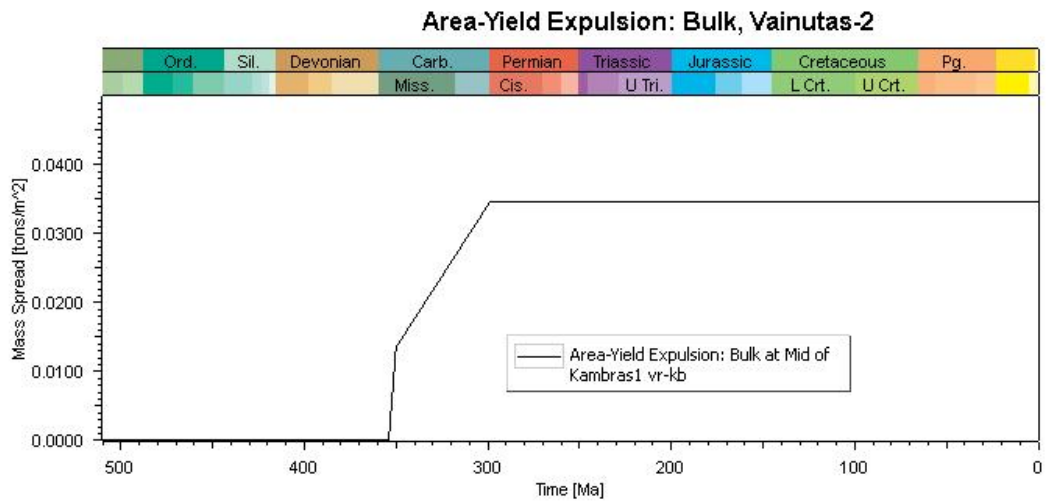
Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas kambro Kybartų svitoje, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka), bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 93% angliavandenilių generacijos potencialo (4.35 pav., 4.36 pav.), kybartų svitos sluoksnis generavo angliavandenilių 0.035 tonos/m² (4.37 pav.), silūro landoverio aukšto moliuose įvedus hercininę pataisą generacijos potencialas realizuotas 81%, silūro landoverio sluoksnis generavo angliavandenilių 1.9 tonos/m² (4.38 pav.). Silūro uenlokio sluoksnis generavo angliavandenilių 0.59 tonos/m² (4.38a pav.).



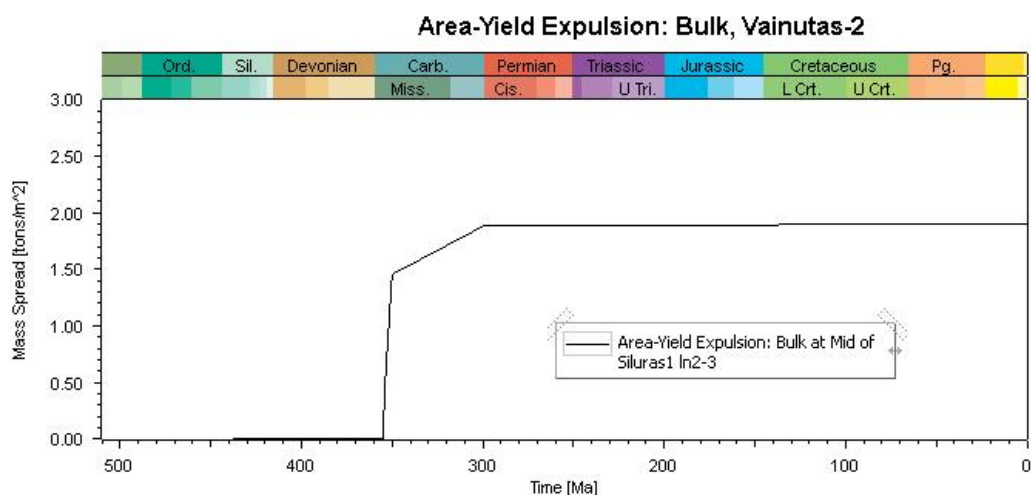
4.35 pav. Vainutas-2 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



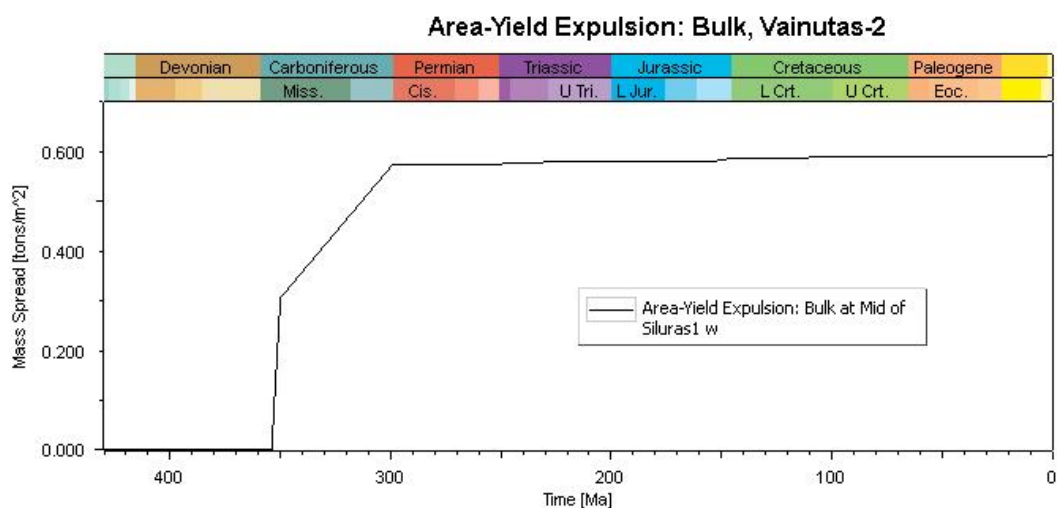
4.36 pav. Vainutas-2 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.37 pav. Vainutas-2 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svitos) angliavandenilių generacija (su herciniu terminiu įvykiu).



4.38 pav. Vainutas-2 gręžinio apatinio silūro (landoerio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).



4.38a pav. Vainutas-2 gręžinio apatinio silūro (uenlokio) angliavandenilių generacija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Kaip rodo 4.37, 4.38, 4.38a pav. pateikti grafikai, naftos generacija vidurinio kambro ir apatinio silūro uolienose prasidėjo devono-karbono riboje ir sutampa su terminio įvykio pradžia maždaug prieš 355 mln.m.

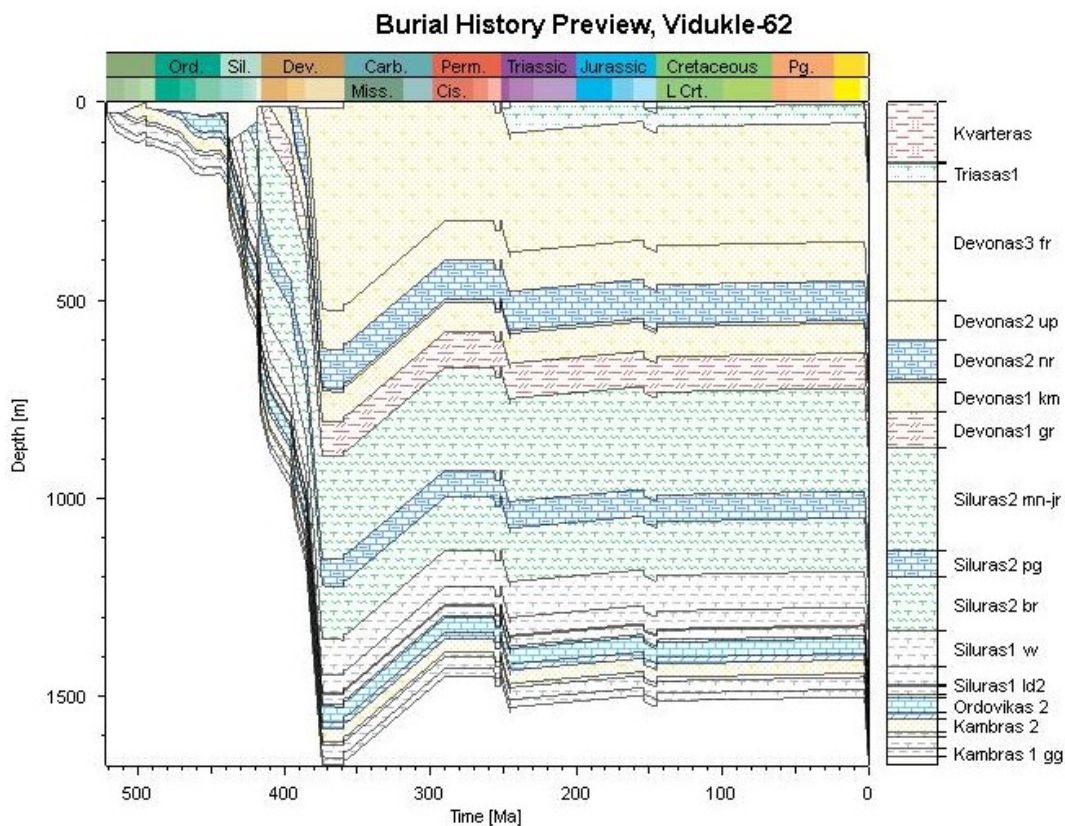
4.2. VIDURIO LIETUVA

Vidurio Lietuvos dalyje buvo modeliuoti du gręžiniai – Viduklė-62 ir Pašaltuonis-94 (3.1 pav.).

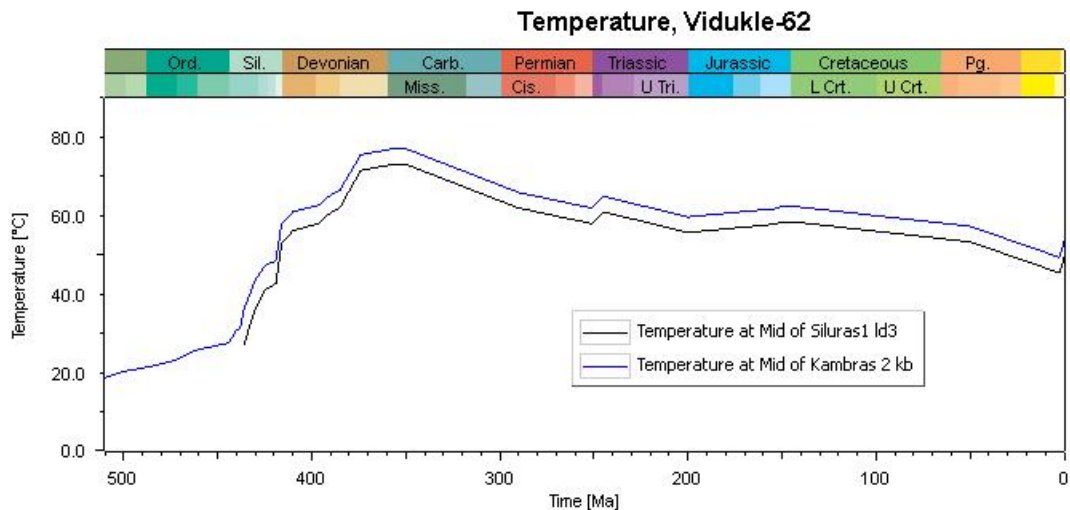
Viduklė-62 grėžinys

Kambro nuogulos yra nugrimzdusios iki 1652 m. **Grimzdimo** istorija, kaip matyti (4.39 pav.) pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškėdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų apatinio triaso, viršutinės jūros, kvartero periodais, maksimalus grimzdimas buvo pasiektas devono pabaigoje 1679 m (4.39 pav.).

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo grėžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Viduklė-62 kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 18°C kambro laikotarpiu ir kilo iki devono pabaigos, karbono pradžios pasiekia 77°C ir maždaug išsilaiko beveik tokia pačia lygyje visą mezozojų ir kainozojų nukrenta iki 49°C dabartiniame laikotarpyje. Silūro landoverio aukšto sluoksnio temperatūra kinta nuo 27°C silūre ir taip pat kilo devono pabaigos, karbono pradžios ir po to mažai keitėsi nuo kito 73°C iki 45°C (4.40 pav.).

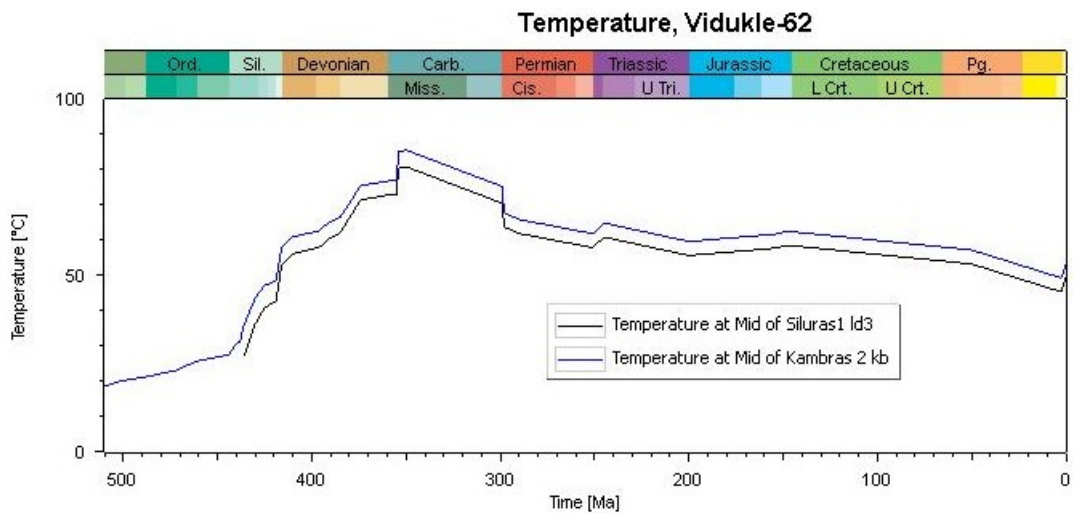


4.39 pav. Viduklė-62 grėžinio grimzdimo istorija.

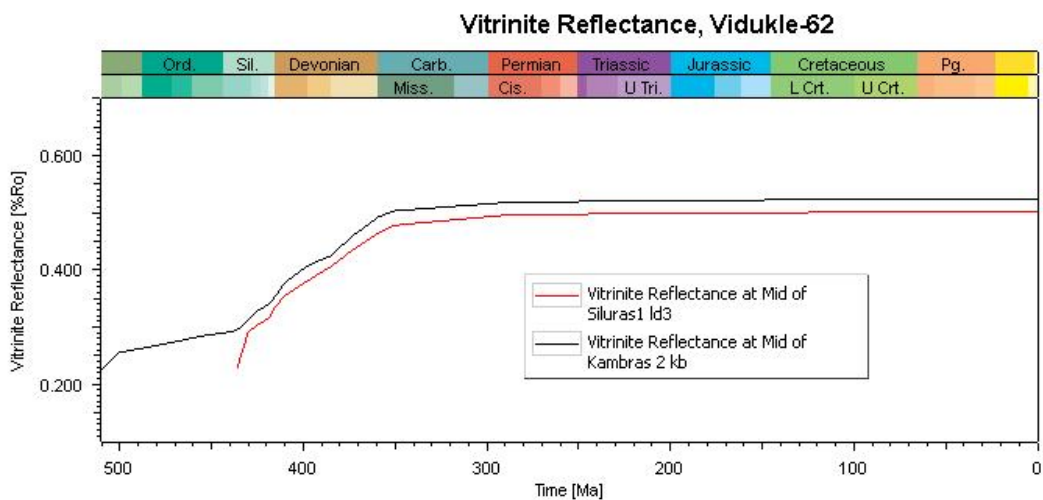


4.40 pav. Viduklė-62 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

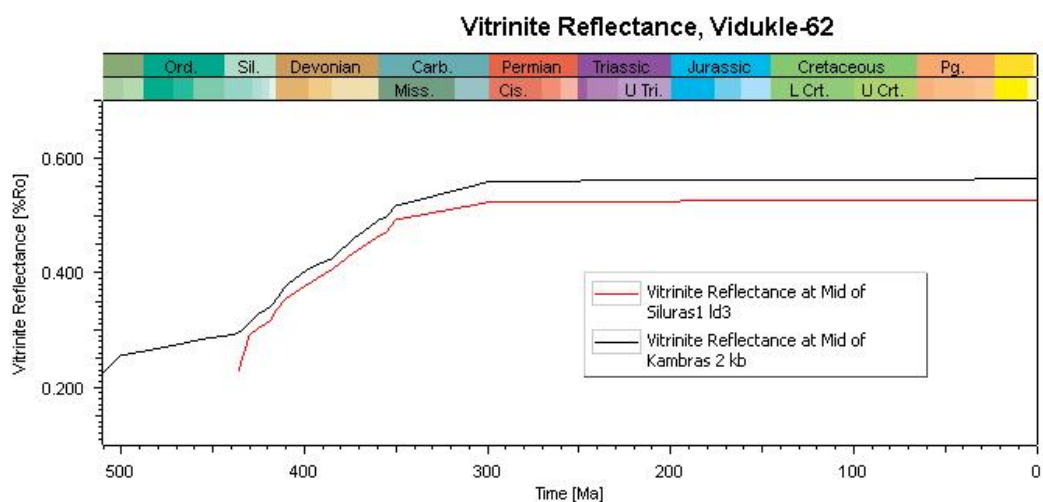
Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad Viduklė-62 plote Deimenos serijos (vidurinis kambros) sluoksnių dabartinė temperatūra yra 46°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža 0.52 Kybartų sluoksnių svitoje, silūro landoverio aukšte 0.50 (4.42 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (gretimuose gręžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 0.6). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvykio metu šilumos srautas turėjo padidėti iki 56 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienų temperatūras – kambros Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 85°C (4.41 pav.). Tai atitinka 0.56 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio aukšto sluoksnyje temperatūra pakilo iki 80°C, vitrinito atspindžio reikšmė atitinkamai 0.52 (4.43 pav.).



4.41 pav. Viduklė-62 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

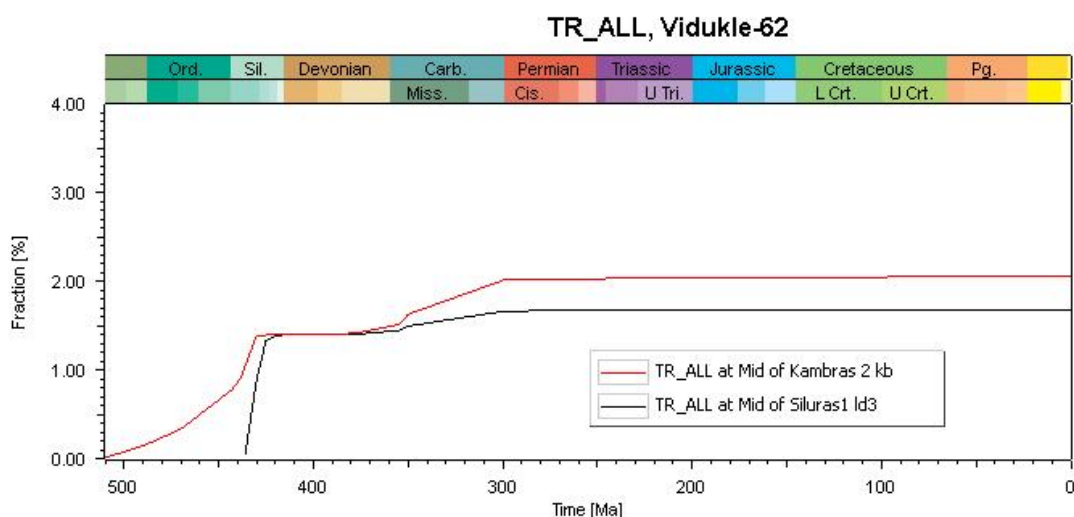


4.42 pav. Viduklė-62 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

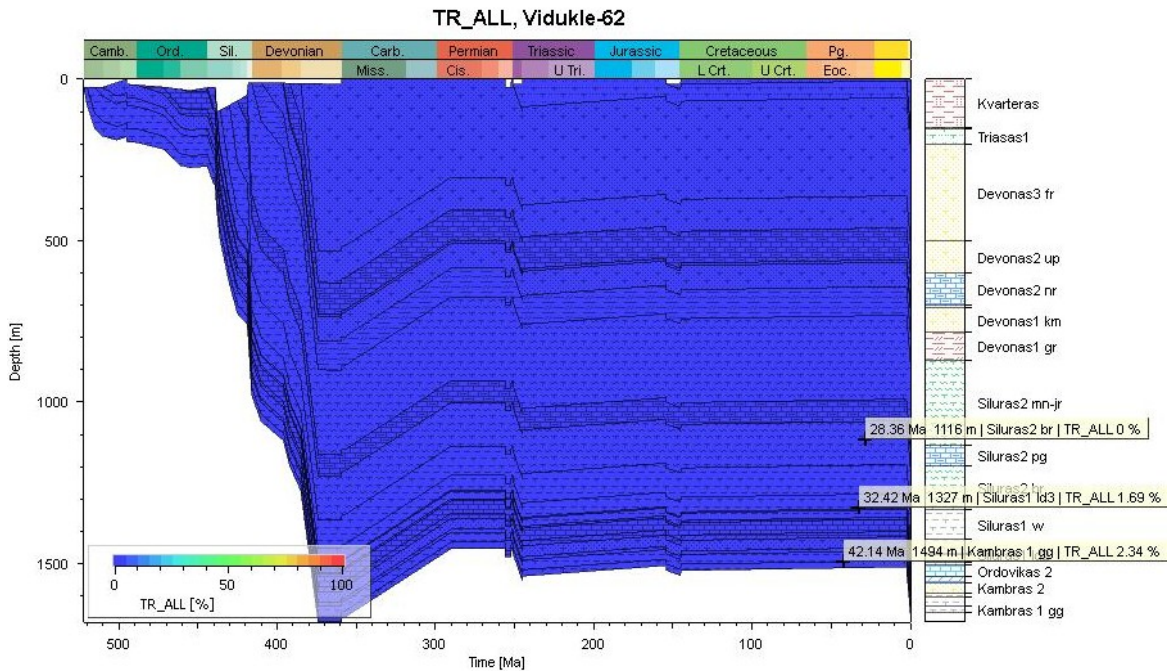


4.43 pav. Viduklė-62 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas vidurinio kambro Kybartų svitoje, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka), bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 2%, silūro landoverio aukšto sluoksnyje 1.7% angliavandenilių generacijos potencialo (4.44 pav., 4.45 pav.), tai atitinkamai susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis kybartų svitoje, kaip ir ordoviko uolienose, taip pat ir silūro landoverio, uenlokio sluoksniuose.



4.44 pav. Viduklė-62 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.

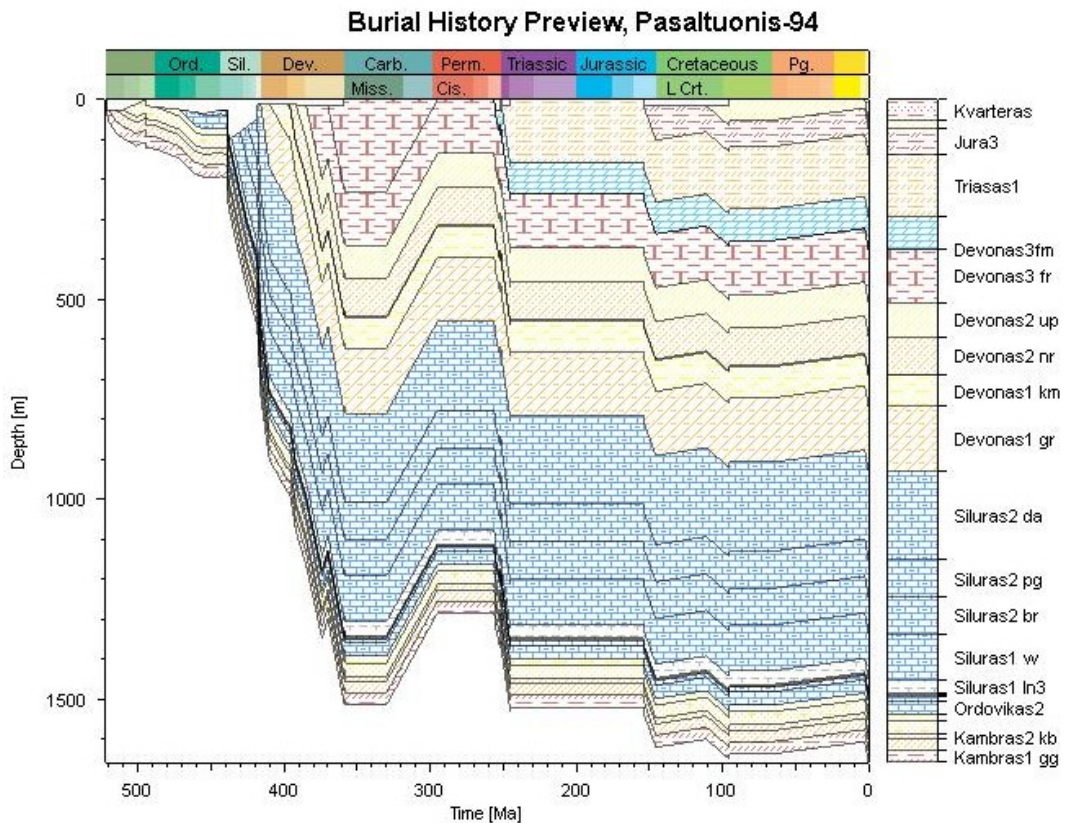


4.45 pav. Viduklė-62 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.

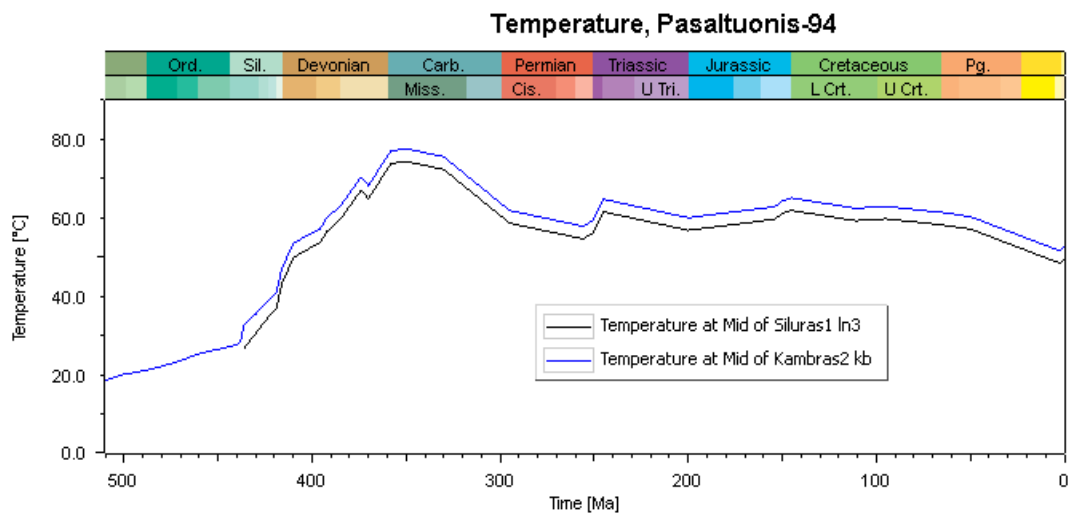
Pašaltuonis-94

Kambro nuogulos yra nugrimzdusios iki 1659 m. **Grimzdimo** istorija, kaip matyti (4.46 pav.), pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu, tačiau tarp kontinentinių sąlygų pasireiškėdavo ir sedimentacinės aplinkos sąlygų viršutinio permio, apatinio triaso, viršutinės jūros, apatinės kreidos ir kvartero periodais, maksimalus grimzdimas buvo pasiektas kvartero laikotarpyje.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. Pašaltuonis-94 kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 18°C kambro laikotarpiu ir kilo iki devono pabaigos, karbono pradžios po to mažai keitėsi nuo 77°C iki 51°C. Silūro landoverio sluoksnio temperatūra taip pat kilo nuo 26°C silūro laikotarpiu iki devono pabaigos, karbono pradžios ir po to mažai keitėsi nuo 74°C iki 48°C (4.47 pav.).



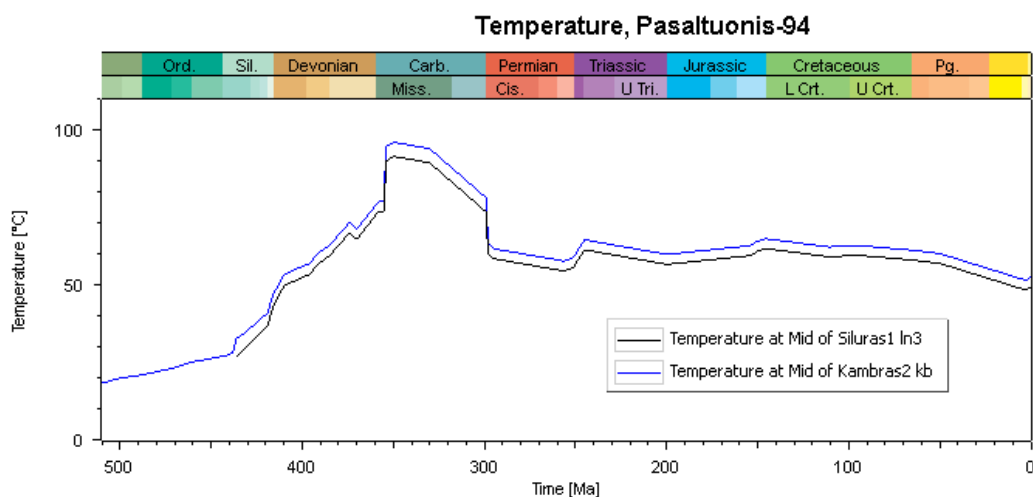
4.46 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio grimzdimo istorija.



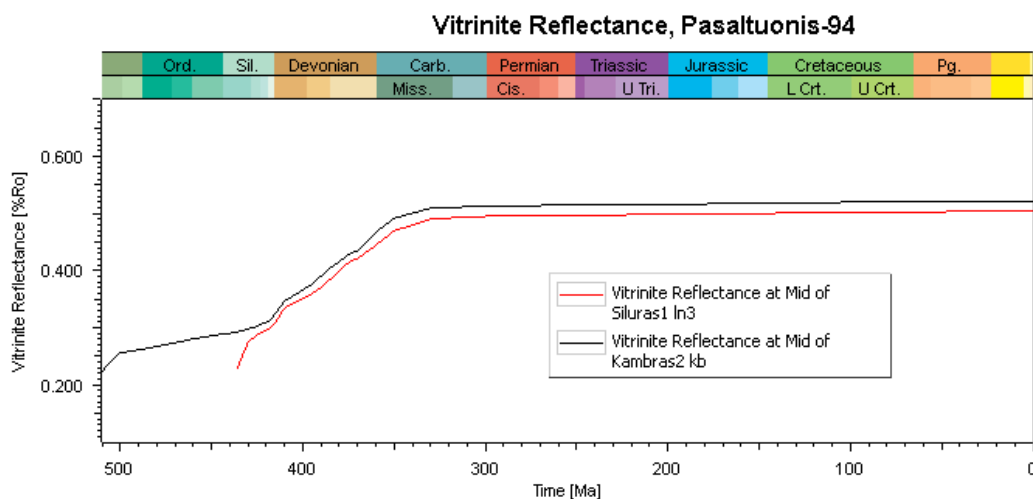
4.47 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad Pašaltuonis-94 plote Deimenos serijos (vidurinis kambras) sluoksnių dabartinė temperatūra yra 46°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą nustatyta, jog vitrinto atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta 0.52 Kybartų sluoksnių svitoje ir 0.50 silūro landoverio aukšte) (4.49 pav.), kad būtų galima paaiškinti

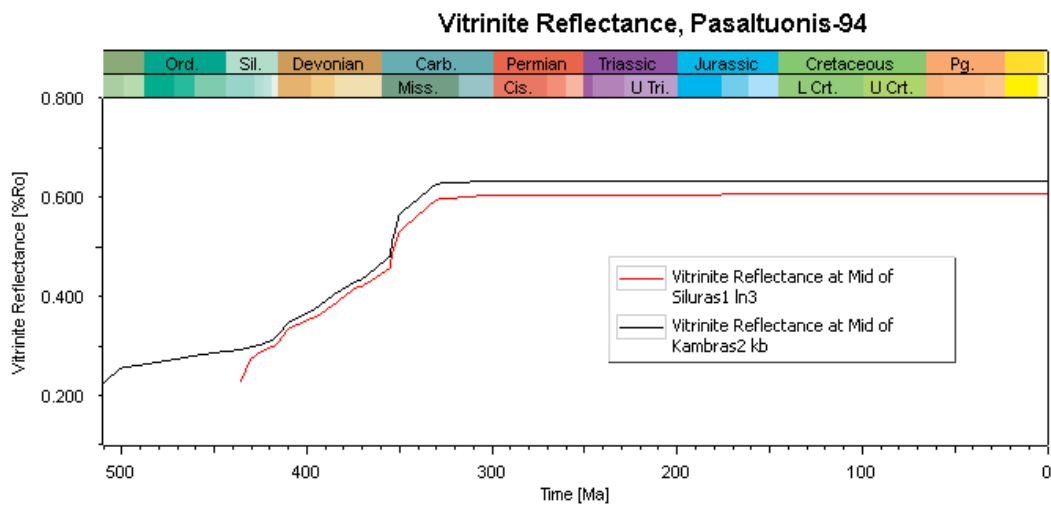
aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmės (gretimuose grėžiniuose vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 0.6). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvykio metu šilumos srautas turėjo padidėti iki 70 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienų temperatūras – kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 95°C (4.48 pav.). Tai atitinka 0.64 vitrinito atspindžio reikšmę. Silūro landoverio aukšto sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 91°C, vitrinito atspindžio reikšmė pakilo iki 0.61 (4.50 pav.).



4.48 pav. Pašaltuonis-94 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

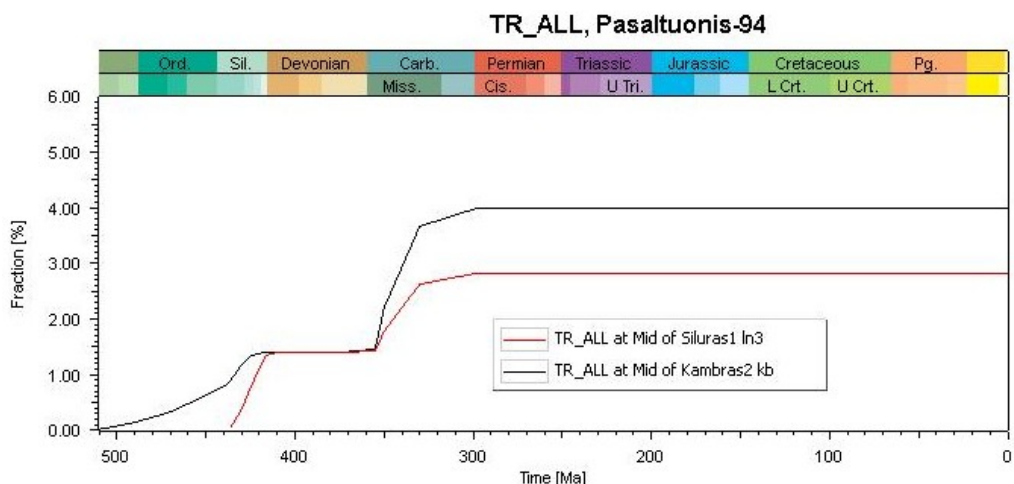


4.49 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

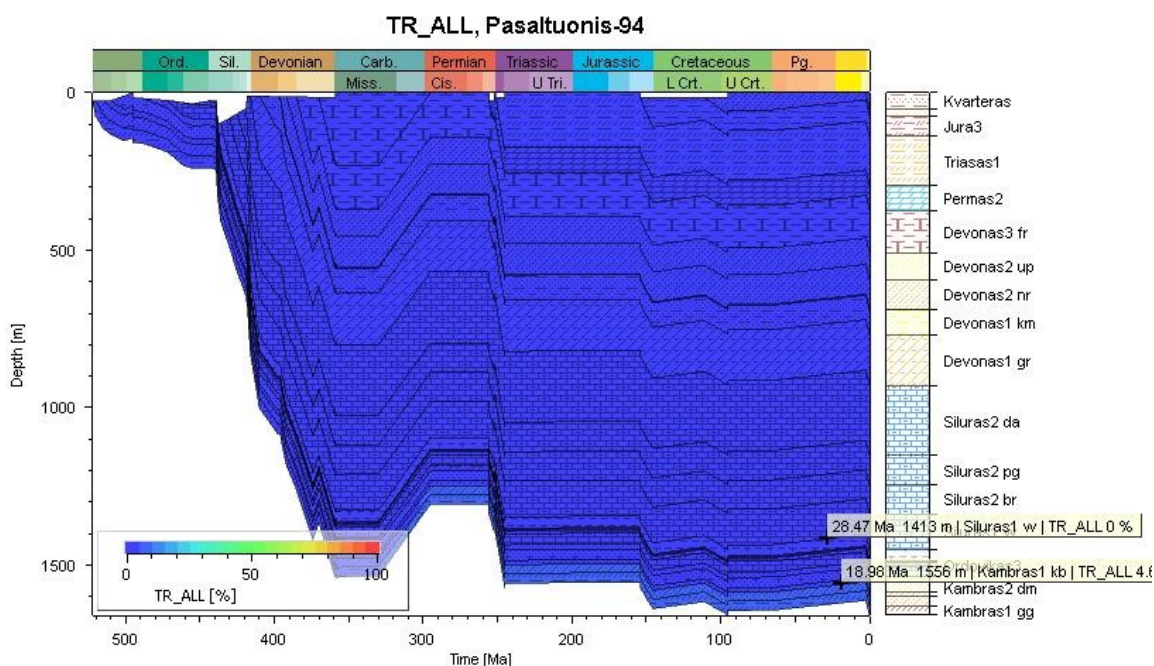


4.50 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istorija, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka) bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininę pataisą, buvo realizuoti 4% angliavandenilių generacijos potencialo (4.51 pav., 4.52 pav.), tačiau dėl mažo organinės medžiagos kiekio ir nepakankamos temperatūros susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio moliuose taip pat angliavandenilių generavimo galimybė yra maža, angliavandenilių generacijos potencialas realizuotas 2.8%, silūro landoverio ir uenlokio sluoksniai generavo tik nežymų angliavandenilių kiekį.



4.51 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.52 pav. Pašaltuonis-94 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.

4.3 BALTIJOS JŪRA

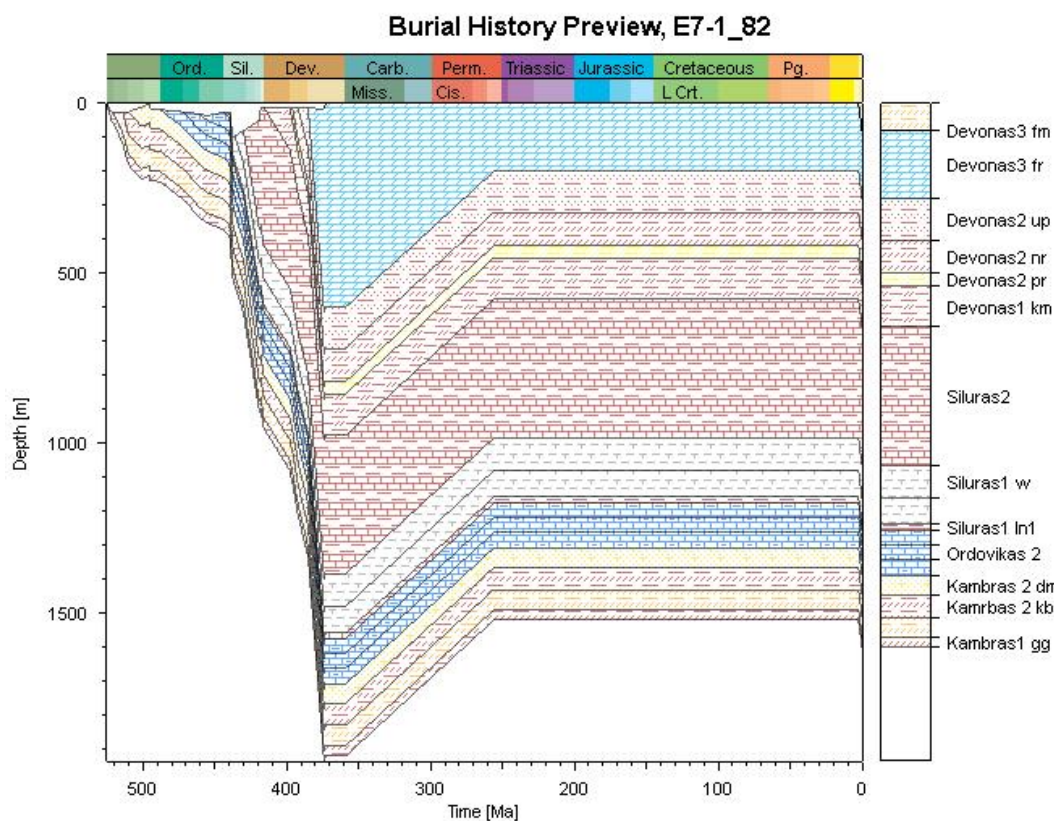
Baltijos jūros teritorijoje buvo modeliuoti 2 gręžiniai, vienas rytinėje Baltijos jūros dalyje E7-1/82 ir antras pietvakarinėje Baltijos jūros dalyje B8-1 (3.1 pav.)

E7-1/82 gręžinys

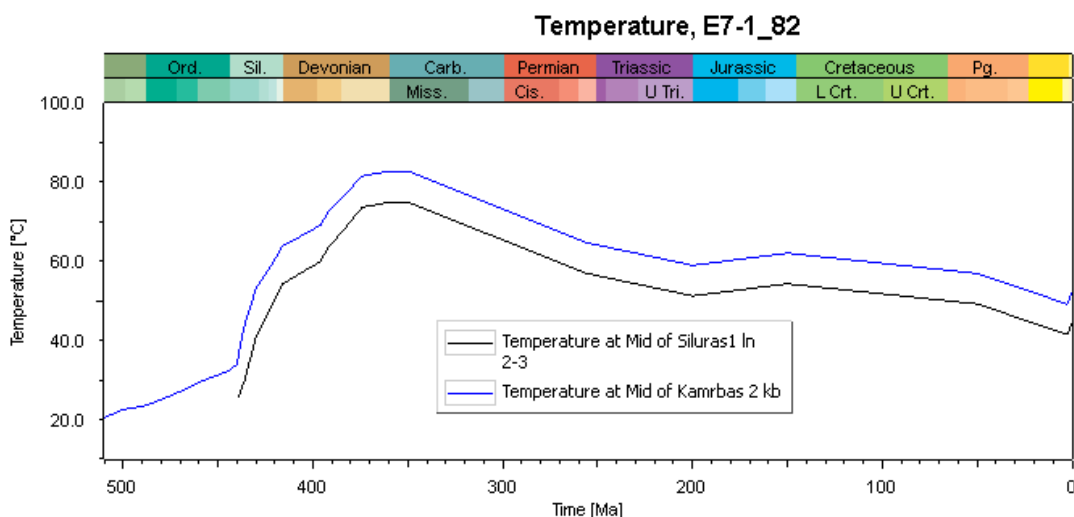
Kambro nuogulos yra nugrimzdusios iki 1601 m. **Grimzdimo** istorija pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu. Maksimalus grimzdimas buvo pasiektas devono pabaigoje 1932 m (4.53 pav.).

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. E7-1/82 kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kilo nuo 20°C kambro metu iki devono pabaigos, karbono pradžios po to mažai keitėsi nuo 82°C iki 49°C. Silūro landoverio sluoksnio temperatūra taip pat kilo nuo 25°C

silūro metu iki devono pabaigos, karbono pradžios ir po to mažai keitėsi kito nuo 74°C iki 41°C (4.54 pav.).



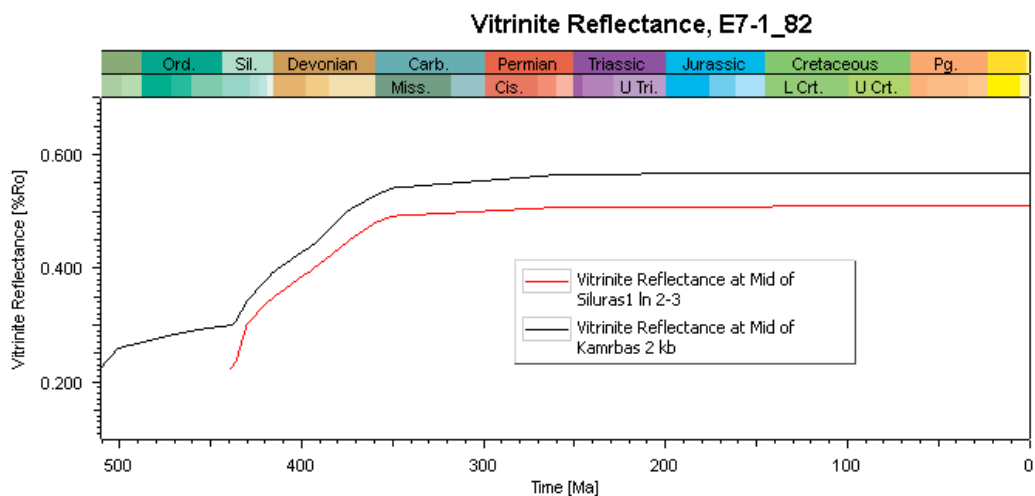
4.53 pav. E7-1/82 gręžinio grimzdimo istorija.



4.54 pav. E7-1/82 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

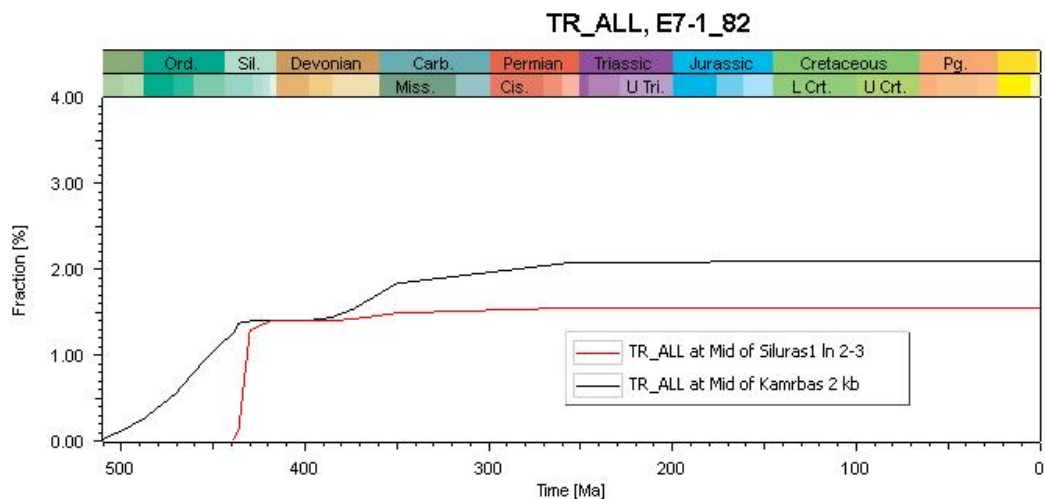
Temperatūros matavimai gręžiniuose rodo, kad E7-1/82 plote Deimenos serijos (vidurinis kambras) sluoksnio dabartinė temperatūra yra 50°C. Įvedus temperatūrų reikšmes į modeliavimą

nustatyta, jog vitrinito atspindžio reikšmė yra 0.56 Kybartų sluoksniu svitoje, silūro landoverio aukšte 0.50 (4.55 pav.). Šiame gręžinyje nebuvo įvedamas hercininis įvykis.

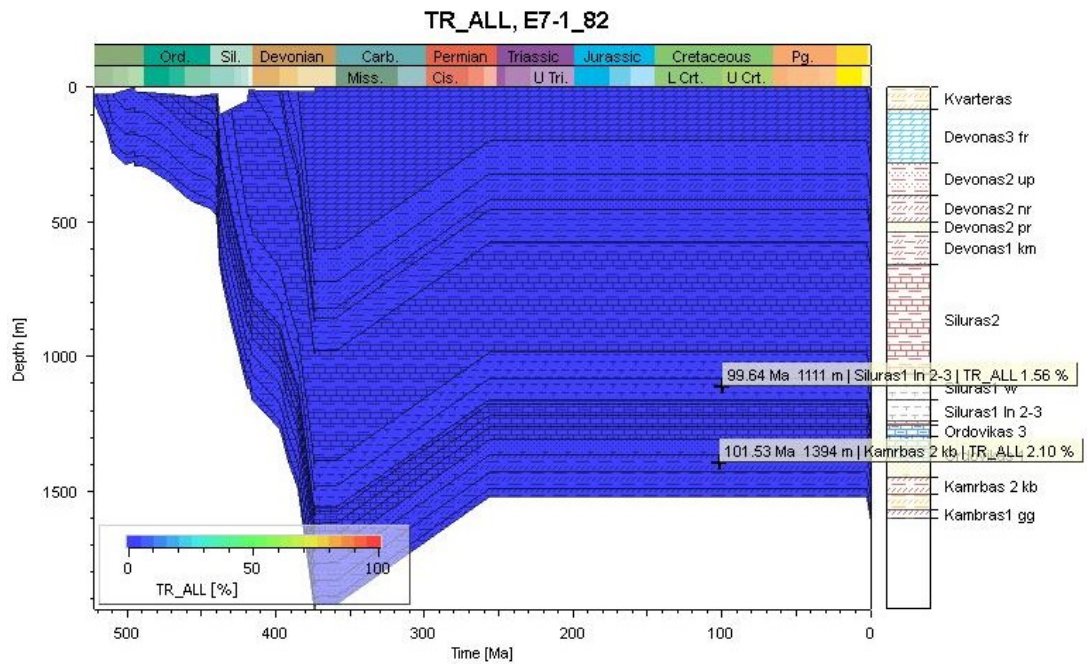


4.55 pav. E7-1/82 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

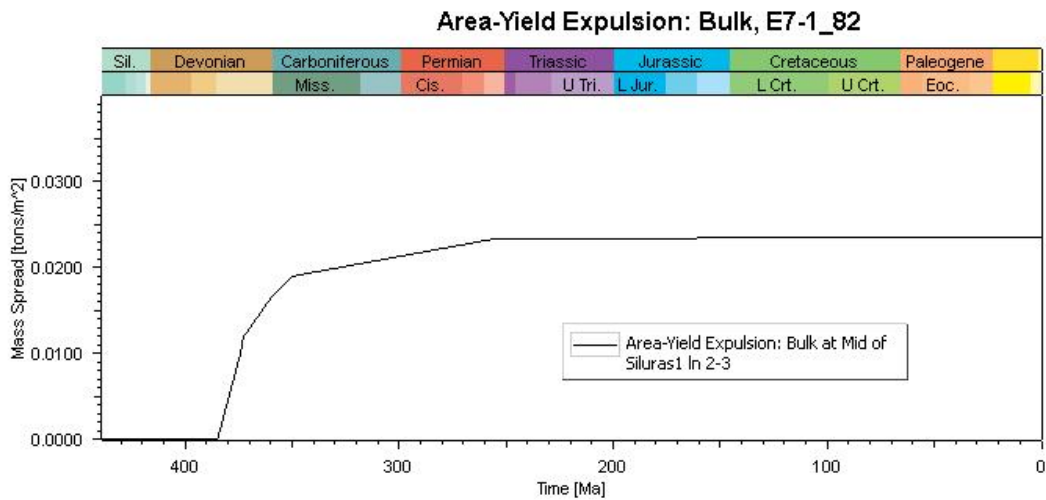
Įvertinus terminę gręžinyje išgręžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos gręžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje, buvo realizuoti 2.1% angliavandenilių generacijos potencialo (4.56 pav., 4.57 pav.), tačiau dėl žemos temperatūros ir mažo organinės medžiagos kiekio susidarė tik nežymus angliavandenilių kiekis, kaip ir ordoviko sluoksniuose. Silūro landoverio aukšto moliuose angliavandenilių generacijos potencialas realizuotas 1.56%, landoverio sluoksnis generavo 0.02 tonos/m² (4.58 pav.), uenlokio sluoksnis generavo 0.01 tonos/m² (4.58a pav.).



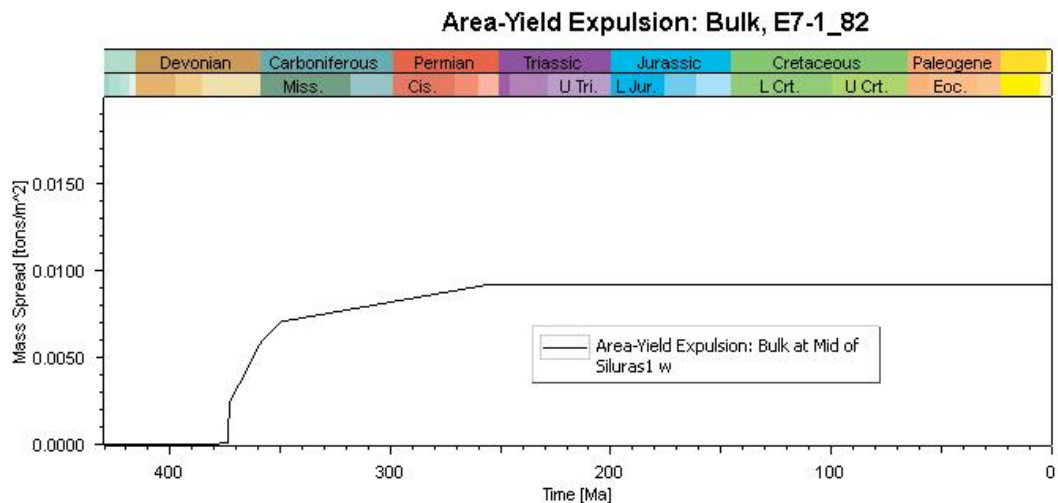
4.56 pav. E7-1/82 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.57 pav. E7-1/82 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.58 pav. E7-1/82 gręžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (be hercininio terminio įvykio).



4.58a pav. E7-1/82 gręžinio apatinio silūro (uenlokio) angliavandenilių generacija (be hercininio terminio įvykio).

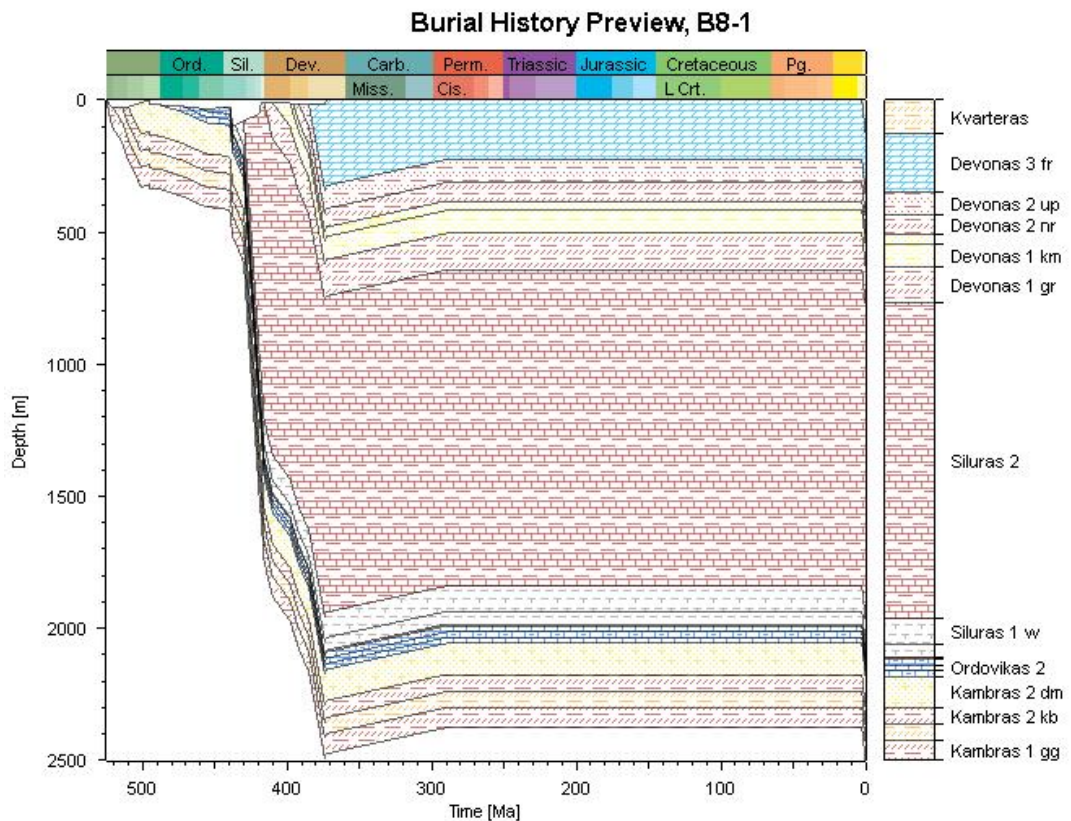
Kaip rodo 4.58 pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro landoverio uolienose prasidėjo vidurinio-viršutinio devono riboje – maždaug prieš 385 mln.m..

Kaip rodo 4.58a pav. pateiktas grafikas, naftos generacija apatinio silūro uenlokio uolienose prasidėjo viršutiniame devone maždaug prieš 374 mln.m..

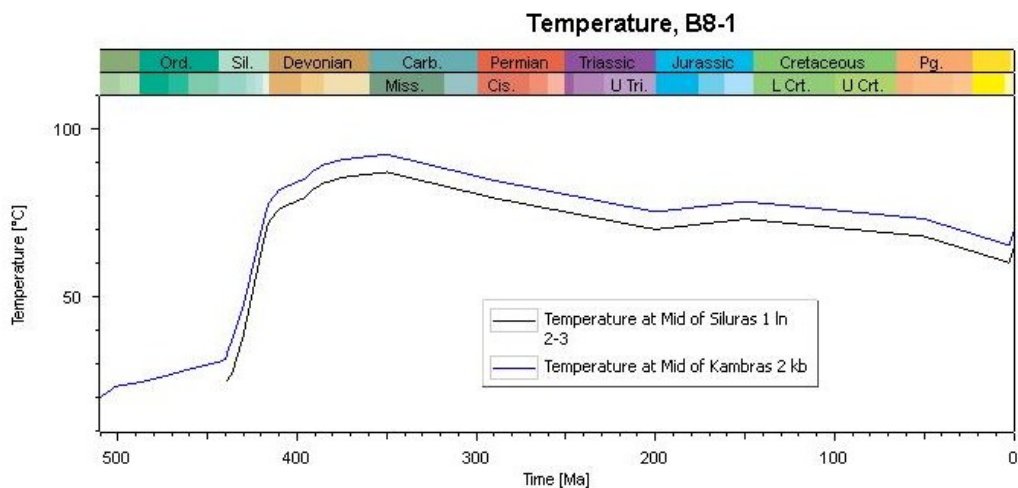
B8-1 gręžinys

Kambro nuogulos yra nugrimzdusios iki 2501 m. **Grimzdimo** istorija, kaip matyti (4.59 pav.) pagrindinis grimzdimas vyko silūro ir devono metu, jis buvo gana nežymus kambro-ordoviko laikotarpiu. Antroji paleozojaus pusė bei mezozojus ir kainozojus pasižymėjo kontinentinių sąlygų vyravimu.

Temperatūrinė sluoksnių istorija buvo modeliuota remiantis dabartinių temperatūrų matavimo gręžinyje duomenimis, taip pat atsižvelgta į klimatinę pataisą. B8-1 gręžinio kambro Kybartų svitos sluoksnio temperatūra kinta nuo 20°C kambro laikotarpiu ir kilo iki devono pabaigos, karbono pradžios po to mažai keitėsi nuo 92°C iki 65°C. Silūro landoverio aukšto sluoksnio temperatūra kinta nuo 25°C silūre ir taip pat kilo iki devono pabaigos, karbono pradžios ir po to mažai keitėsi kito nuo 87°C iki 60°C (4.60 pav.).



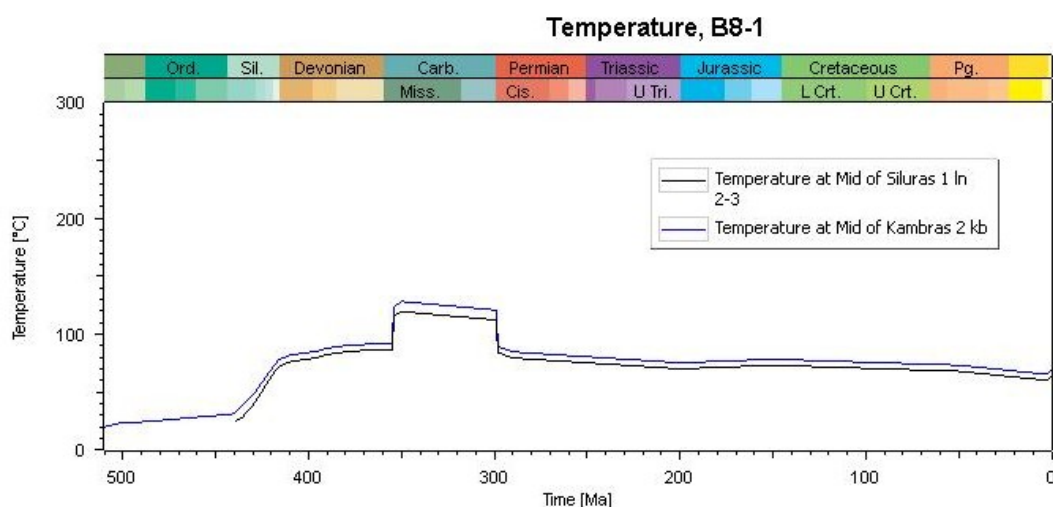
4.59 pav. B8-1 gręžinio grimzdimo istorija.



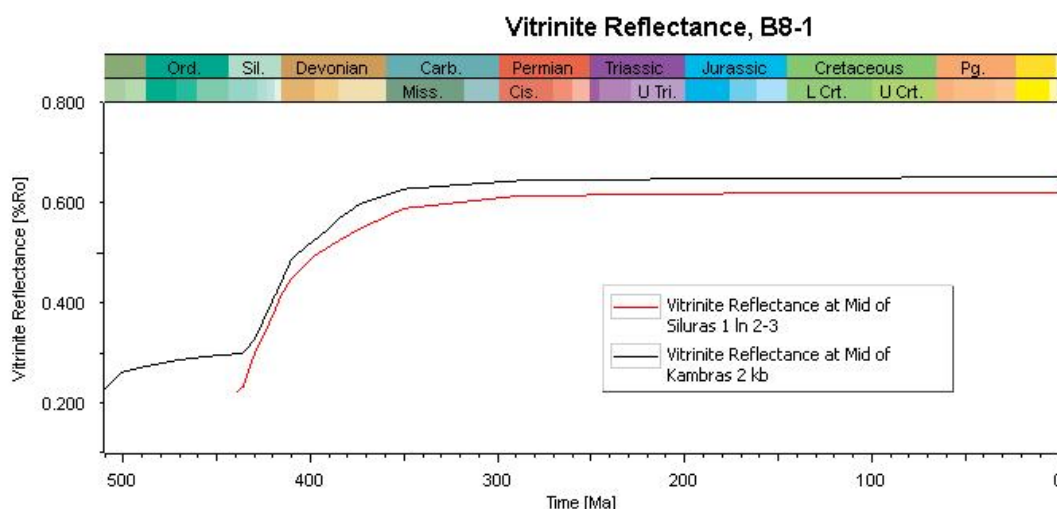
4.60 pav. B8-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (pastovus terminis režimas).

Nustatyta, kad B8-1 plote – vitrinito atspindžio reikšmė yra gerokai per maža (modelyje gauta Kybartų sluoksnio svitoje 0.65, silūro landoverio molingame sluoksnyje 0.62) (4.62 pav.), kad būtų galima paaiškinti aukštas organinės medžiagos terminio brandumo reikšmes (šiam gręžinyje vitrinito atspindžio rodiklis išmatuotas 1,03). Padaryta prielaida, kad šioje Lietuvos dalyje tam

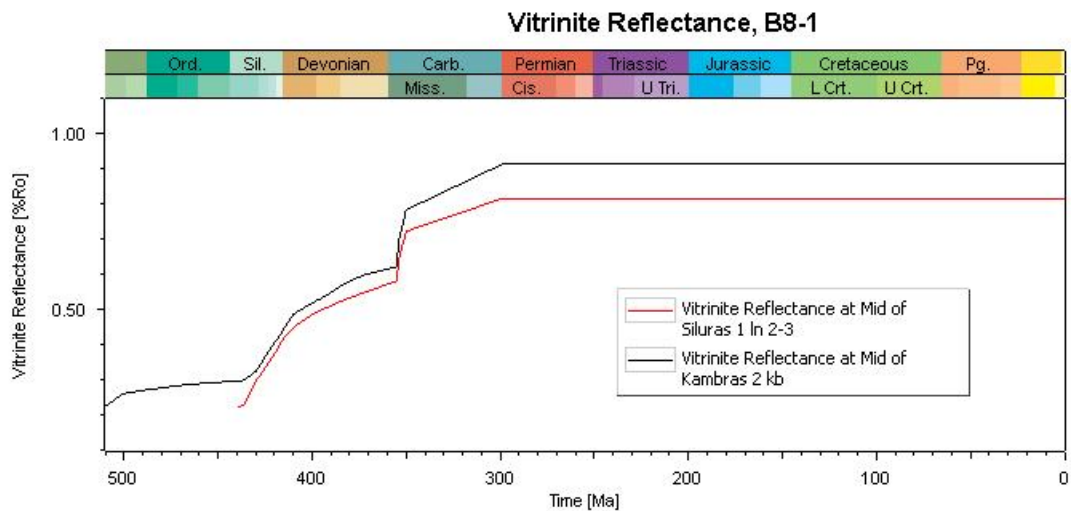
tikrame laikotarpyje pasireiškė terminis įvykis. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis greičiausiai gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu. Modeliavimas parodė, kad terminio įvykio metu šilumos srautas turėjo padidėti iki 79 mW/m², tai lėmė aukštas apatinio paleozojaus uolienuų temperatūras – kambro Kybartų svitos sluoksnyje temperatūra devono pabaigoje karbono pradžioje pakilo iki 128°C (4.61 pav.). Tai atitinka 0.89 vitrinito atspindžio reikšmę, kambro uolienuų pade 1.05. Silūro landoverio aukšto sluoksnyje temperatūra pakilo iki 119°C, tai atitinka 0.80 vitrinito atspindžio reikšmę (4.63 pav.).



4.61 pav. B8-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) sluoksnių terminė istorija (su hercininiu įvykiu).

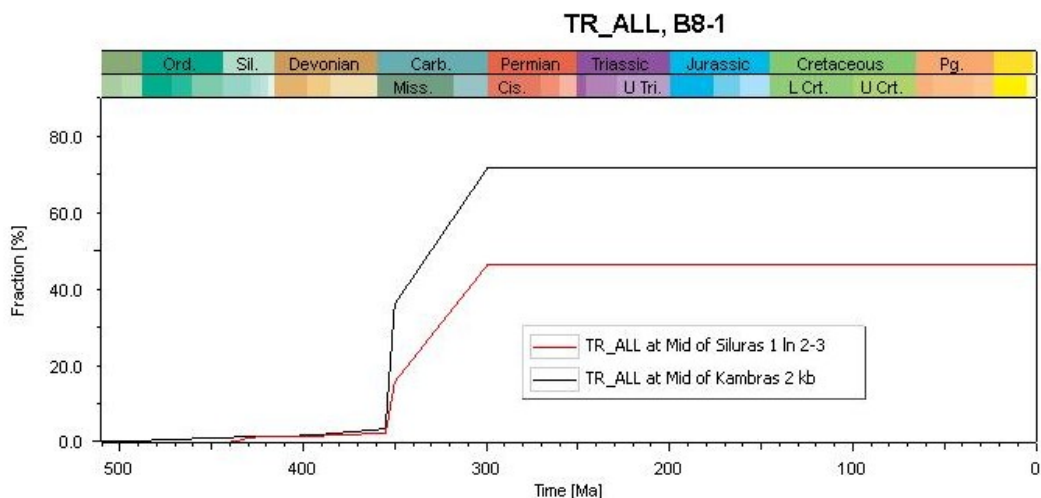


4.62 pav. B8-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (pastovus terminis režimas).

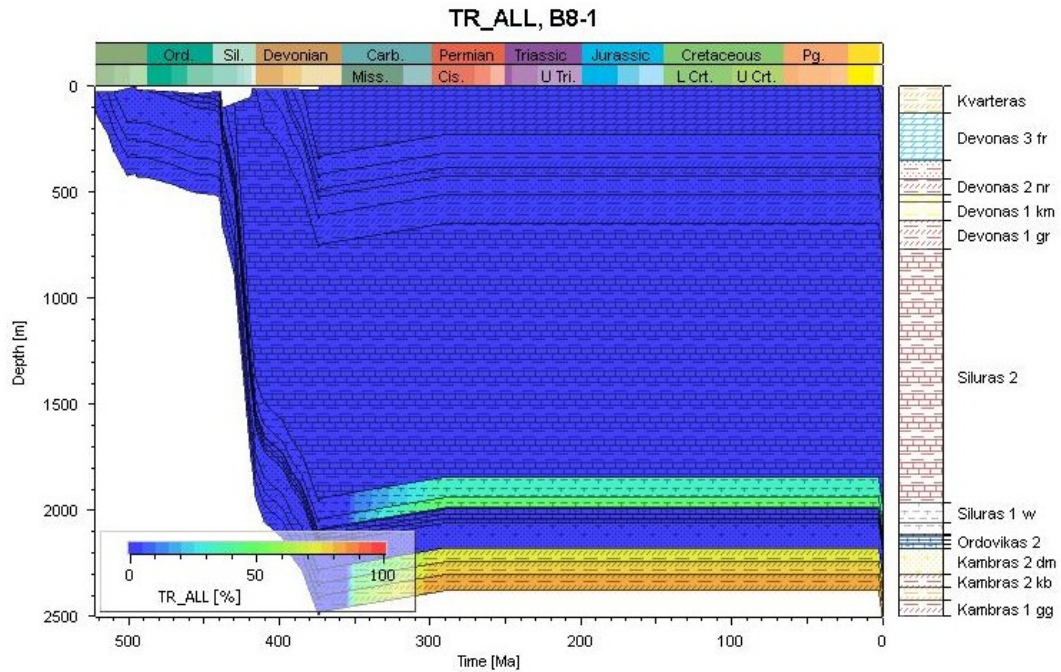


4.63 pav. B8-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio) vitrinito atspindžio rodiklio evoliucija (su hercininiu terminiu įvykiu).

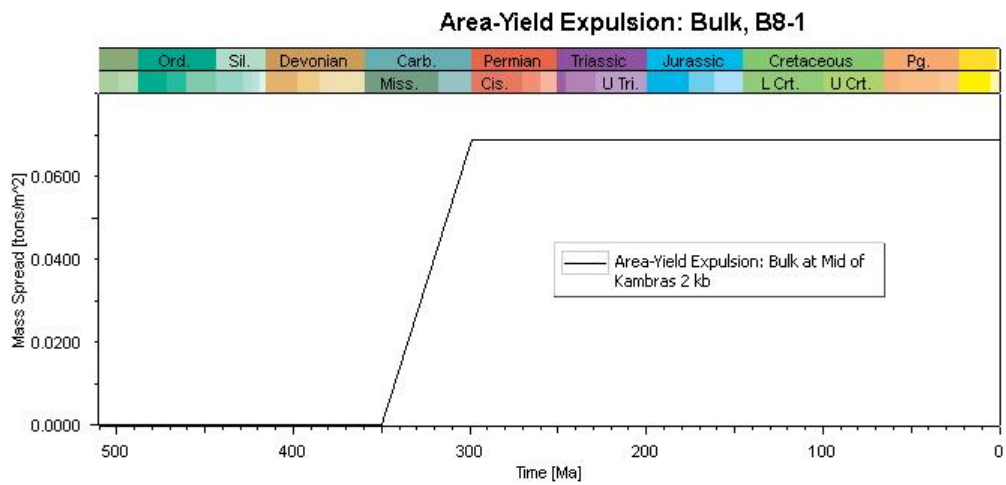
Įvertinus terminę grėžinyje išgrėžtų sluoksnių istoriją, buvo atliktas angliavandenilių **generacijos** modeliavimas. Padidintas organinės medžiagos kiekis Lietuvos grėžiniuose nustatytas kybartų, vidurinio ordoviko (mosenas ir fjaka) bei apatinio silūro molingose uolienose. Kybartų svitos sluoksnyje įvedus hercininę temperatūros pataisą, buvo realizuoti 71% angliavandenilių generacijos potencialo (4.64 pav., 4.65 pav.), kybartų svitos sluoksnis generavo angliavandenilių 0.069 tonos/m² (4.66 pav.). Silūro landoverio moliuose generacijos potencialas realizuotas 46%, landoverio sluoksnis generavo 2.58 tonos/m² (4.67 pav.), uenlokio sluoksnis generavo 3.46 tonos/m² (4.67a pav.), didesnė uenlokio reikšmė nei landoverio, kadangi uenlokio sluoksnis du kartus storesnis prie to pačio organinės medžiagos kiekio.



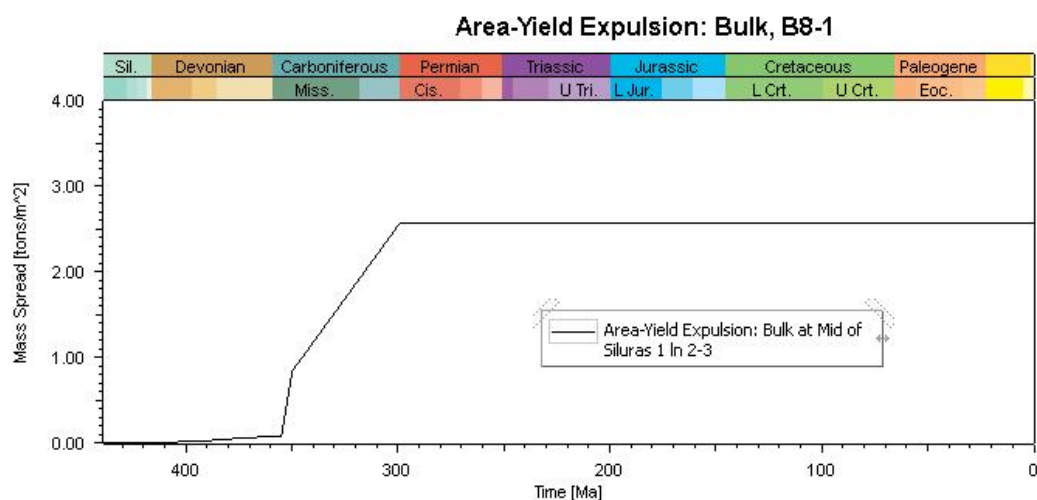
4.64 pav. B8-1 grėžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) ir apatinio silūro (landoverio ir uenlokio) angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



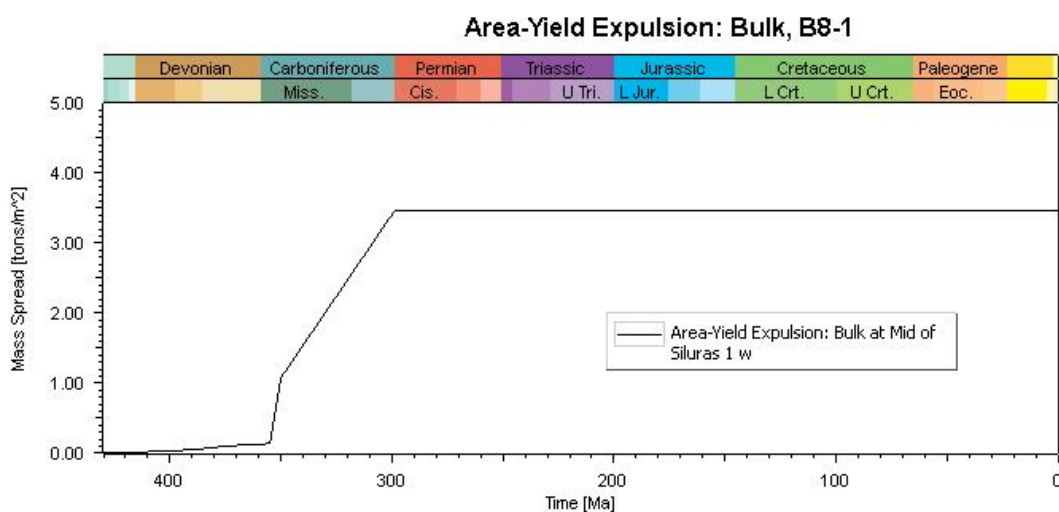
4.65 pav. B8-1 gręžinio grimzdimo modeliavimas ir angliavandenilių generacijos potencialo realizavimas.



4.66 pav. B8-1 gręžinio vidurinio kambro (Kybartų svita) angliavandenilių generacija (įvedus hercininį terminį įvykį).



4.67 pav. B8-1 gręžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (įvedus hercininį terminį įvykį).



4.67a pav. B8-1 gręžinio apatinio silūro (uenlokio) angliavandenilių generacija (įvedus hercininį terminį įvykį).

Kaip rodo 4.66 pav., 4.67 pav. ir 4.67a pav., pateikti grafikai, naftos generacija vidurinio kambro uolienose prasidėjo prieš 355-350 mln. m., o apatinio silūro uolienose prasidėjo prieš maždaug 416 mln. m. silūro-devono riboje ir abiejuose sluoksniuose tęsėsi iki karbono pabaigos.

5. REZULTATŲ APTARIMAS

Angliavandenilių generacijos modeliavimas Baltijos sineklizėje negali apsieiti be įvesto hercininio terminio įvykio, kaip matote lentelė nr. 5.1, pvz. Vėlaičiai-3 grėžinyje naftos generacija be terminio įvykio, silūro landoverio aukšto sluoksnis generuoja 0.03 tonos/m^2 su vitrinio atspindžio reikšme 0.54. Kada gretimuose grėžiniuose vitrinio atspindžio rodiklis išmatuotas 0,8-0,7. Įvedus hercininį terminį įvyki ir atitinkamai padidinus šilumos srautą vitrinio atspindžio reikšmė pakyla iki 0.71 silūro landoverio sluoksnyje, kai naftos generacijos potencialas 13%, landoverio sluoksnis generuoja 0.68 tonos/m^2 . Analogiška situacija sutinkama ir kituose grėžiniuose, kai įvedus temperatūras ir grimzdimo istorija, klimatinę pataisą į modeliavimą, nustatoma per žema vitrinio atspindžio reikšmė būdinga tam plotui. Galime teigi kad norint atlikti korektišką angliavandenilių generacijos modeliavimą būtina sąlyga įvesti hercininę pataisą, kuri yra susijusi su karbono laikotarpiu. Geologiniais duomenimis Baltijos sineklizėje ir gretimose Mozūrijos anteklizėje plaeozojaus antroje pusėje vyko gana intensyvūs magminiai procesai. Jie datuoti kaip karbono amžiaus. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu.

Svarbią reikšmę modeliavime taip pat turi įvedimas paleoklimato, kuris padidina duomenų tikslumą, kadangi neįvedus klimatinės pataisos pvz. Vėlaičiai-3 grėžinyje silūro landoverio sluoksnis generavo 0.22 tonos/m^2 (5.1 pav.), kas yra 32% angliavandenilių generuotų įvedus klimatinę pataisą.

Kaip matote 5.2 pav. įvedus hercininį įvyki į modeli gaunami tokie silūro landoverio sluoksnio generuojami angliavandenilių kiekiai Baltijos sineklizėje, šiauriausiai esančiame analizuotame grėžinyje Salantai-1 silūro landoverio sluoksnis generavo 0.24 tonos/m^2 . Lietuvos sausumos teritorijoje vakariausiai esančiame analizuotame grėžinyje Vidmantai-1 silūro landoverio sluoksnis su vitrinio atspindžio reikšme 0.83 generavo 1.86 tonos/m^2 . Grėžiniuose esančiuose vidurio Lietuvoje, dėl mažos temperatūros ir sluoksnių generuojančių angliavandenilių gylio sklėjimo iš vakarų į rytus silūro landoverio sluoksnis generavo nežymius kiekius angliavandenilių – grėžiniai Viduklė-62, Pašaltuonis-94. Taip pat panaši situacija sutinkama šiaurės vakarų rytinėje Lietuvos dalyje, kur Plungė-3 grėžinio silūro landoverio aukšto sluoksnis taip pat generavo nežymų kiekį angliavandenilių. Pietinėje vakarų Lietuvos dalyje kuri pasižymi maksimaliomis apatinio plaeozojaus organinės medžiagos brandumo reikšmėmis modeliuotame Vainutas-2 grėžinyje įvedus terminį įvyki ir paleoklimatinę pataisą silūro landoverio sluoksnis generavo 1.9 tonos/m^2 . Baltijos jūroje modeliuoti du grėžiniai, tačiau dėl duomenų stokos tik viename iš jų buvo įvestas hercininis

įvykis. Pietvakarinėje Baltijos jūros dalyje B8-1, landoverio sluoksnis generavo 2.58 tonos/m². Rytuose esantis E7-1/82 neįvedus hercininio įvykio landoverio sluoksnis generavo 0.02 tonos/m².

Kaip matote lentelė nr. 5.3 gaunami tokie silūro uenlokio sluoksnio generuojami angliavandenilių kiekiai Baltijos sineklizėje, šiauriausiai esančiame analizuotame grėžinyje Salantai-1 silūro uenlokio sluoksnis generavo 0.09 tonos/m². Lietuvos sausumos teritorijoje vakariausiai esančiame analizuotame grėžinyje Vidmantai-1 silūro uenlokio sluoksnis generavo 0.52 tonos/m². Grėžiniuose esančiuose vidurio Lietuvoje, silūro uenlokio sluoksnis generavo nežymius kiekius angliavandenilių – grėžiniai Viduklė-62, Pašaltuonis-94. Taip pat panaši situacija sutinkama šiaurės vakarų rytinėje Lietuvos dalyje, kur Plungė-3 grėžinio silūro landoverio aukšto sluoksnis taip pat generavo nežymų kiekį angliavandenilių. Pietinėje vakarų Lietuvos dalyje kuri pasižymi maksimaliomis apatinio paleozojaus organinės medžiagos brandumo reikšmėmis modeliuotame Vainutas-2 grėžinyje įvedus terminį įvykį ir paleoklimatinę pataisą silūro uenlokio sluoksnis generavo 0.59 tonos/m². Baltijos jūroje modeliuoti du grėžiniai, tačiau dėl duomenų stokos tik viename iš jų buvo įvestas hercininis įvykis. Pietvakarinėje Baltijos jūros dalyje B8-1, uenlokio sluoksnis generavo 3.46 tonos/m². Rytuose esantis E7-1/82 neįvedus hercininio įvykio uenlokio sluoksnis generavo 0.01 tonos/m².

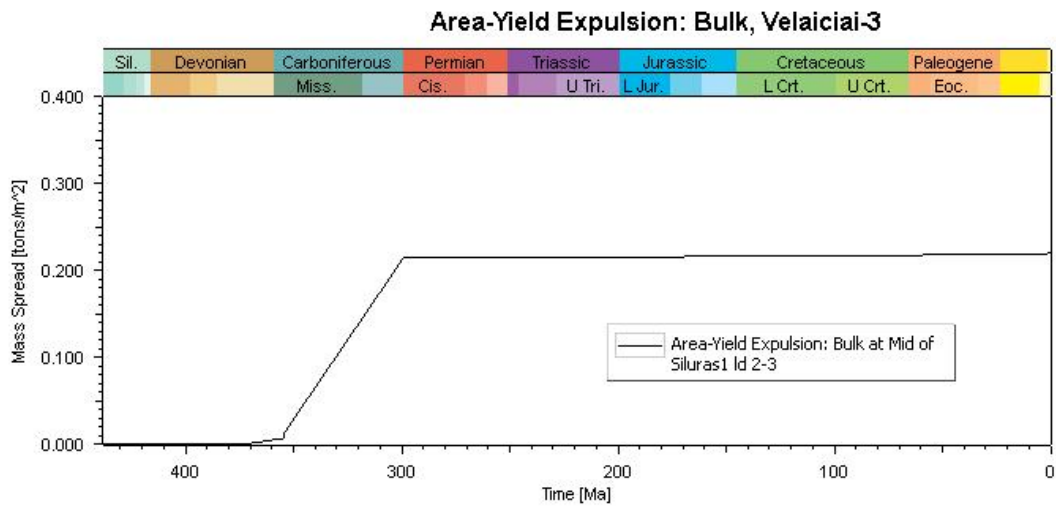
Kambro Kybartų svitos sluoksnyje, įvedus hercininį įvykį į modeliavimą, žymesnė angliavandenilių generacija įvyko tik dvejuose grėžiniuose Vainutas-2 ir B8-1: pirmame 0.035 tonos/m², antrame 0.069 tonos/m² (lentelė nr. 5.4).

Angliavandenilių generacija landoverio sluoksnyje įvedus hercininį įvyki, Vainutas-2 ir Vėlaičiai-3 grėžiniuose prasidėjo maždaug prieš 355 mln. m., kas atitinka devono pabaigą karbono pradžia. Salantai-1, Vidmantai-1 su įvestu hercininiu įvykiu ir E7-1/82 kur nebuvo įvestas hercininis įvykis angliavandenilių generacija prasidėjo prieš 385 mln.m., kas atitinka vidurinio-viršutinio devono laikotarpį ir B8-1 su įvestu hercininiu įvykiu naftos generavimas prasidėjo prieš 416 mln.m., kas atitinka silūro-devono ribos laikotarpį. Generaciją visuose grėžiniuose tęsėsi hercininio įvykio metu – karbono laikotarpis ir kai kuriuose grėžiniuose nežymi angliavandenilių generacija tęsėsi iki šių dienų.

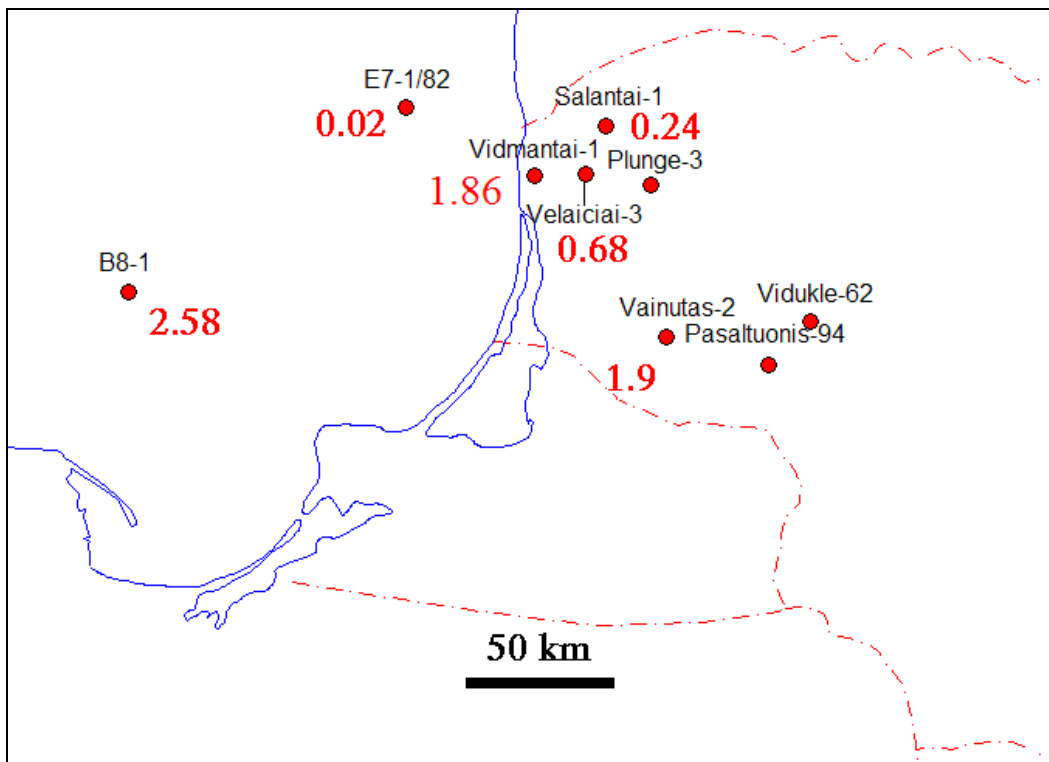
Angliavandenilių generacija kambro Kybartų svitos sluoksnyje įvedus hercininį įvyki prasidėjo abiejuose grėžiniuose prieš 355 mln. m., kas atitinka devono pabaigą karbono pradžia. Generacija grėžiniuose tęsėsi hercininio įvykio metu.

Angliavandenilių generacija uenlokio sluoksnyje Lietuvos teritorijos sausumoje esančiuose grėžiniuose, Vainutas-2, Vėlaičiai-3, Salantai-1 ir Vidmantai-1 prasidėjo maždaug prieš 355 mln. m., kas atitinka devono pabaigą karbono pradžia. Baltijos jūroje esančiuose grėžiniuose, kur E7-1/82 be hercininio įvykio angliavandenilių generaciją prasidėjo prieš 374 mln. m., kas atitinka

viršutinį devoną, o grėžinyje B8-1 angliavandenilių generacija prasidėjo prieš 416 mln.m., kas atitinka silūro pabaigą, devono pradžia generacija tęsiasi terminio įvykio metu iki karbono pabaigos.



5.1 pav. Vėlaičiai-3 grėžinio apatinio silūro (landoverio) angliavandenilių generacija (įvedus hercininį terminį įvykį, bet neįvedus klimatinės pataisos).



5.2 pav. Paskaičiuotos S1In2-3 naftos generacijos apimtys grėžiniuose (tonos/km²).

Lentelė nr. 5.1 Silūro landoverio aukšto angliavandenilių generacija, su ir be terminio įvykio.

Gręžinys	Naftos generacija be terminio įvykio, t/m²	Naftos generacija su terminiu įvykiu, t/m²
Vidmantai 1	0.09	1.86
Salantai 1	0.14	0.24
Vainutas 2	0.01	1.9
Vėlaičiai 3	0.03	0.68
Vidūklė 62	-	-
Plungė 3	-	-
Pašaltuonis 94	-	-
B8-1	0.14	2.58
E7-1/82	0.02	-

Lentelė nr. 5.2 Silūro landoverio aukšto angliavandenilių generacijos rezultatai.

Gręžinys	Generacija, t/m²	Vitrinitas, Ro	Temperatūra karbono metu, °C	Šilumos srautas mW/m²
B8-1	2.58	0.8	119	79
E7-1/82	0.02	0.50	74	56
Pašaltuonis-94	-	0.61	91	70
Plungė-3	-	0.63	96	70
Salantai-1	0.24	0.62	92	56
Vainutas-2	1.9	0.97	136	105
Vėlaičiai-3	0.68	0.71	109	70
Vidmantai-1	1.86	0.83	123	95
Viduklė-62	-	0.52	80	56

Lentelė nr. 5.3 Silūro uenlokio aukšto angliavandenilių generacijos rezultatai.

Gręžinys	Generacija, t/m ²	Vitrinitas, Ro	Temperatūra karbono metu, °C	Šilumos srautas mW/m ²
B8-1	3.46	0.75	115	79
E7-1/82	0.01	0.47	71	56
Pašaltuonis-94	-	0.58	88	70
Plungė-3	-	0.62	93	70
Salantai-1	0.09	0.59	89	56
Vainutas-2	0.59	0.87	130	105
Vėlaičiai-3	0.40	0.67	105	70
Vidmantai-1	0.52	0.76	118	95
Viduklė-62	-	0.52	78	56

Lentelė nr. 5.4 Kambro Kybartų svitos angliavandenilių generacijos rezultatai.

Gręžinys	Generacija, t/m ²	Vitrinitas, Ro	Temperatūra karbono metu, °C	Šilumos srautas mW/m ²
B8-1	0.069	0.89	128	79
E7-1/82	-	0.56	82	56
Pašaltuonis-94	-	0.64	95	70
Plungė-3	-	0.7	85	70
Salantai-1	-	0.67	100	56
Vainutas-2	0.035	1.14	145	105
Vėlaičiai-3	-	0.78	118	70
Vidmantai-1	-	0.99	134	95
Viduklė-62	-	0.56	85	56

IŠVADOS

Atliktas 1D modeliavimas Baltijos sineklizėje parodė, kad:

Lietuvos vidurio sausumos teritorijos kambro, ordoviko ir silūro moliai yra neperspektyvus angliavandenilių generacijai.

Vakarų ir pietvakarių Lietuvos silūro landoverio ir uenlokio molių sluoksniuose angliavandenilių generacijos kiekiai kinta, landoverio sluoksnyje nuo 0.24 tonos/m² šiaurės vakaruose iki 1.9 tonos/m² pietvakariuose, uenlokio sluoksnyje kinta nuo 0.09 šiaurės vakaruose iki 0.59 tonos/m² pietvakariuose.

Baltijos jūros pietvakarinėje dalyje B8-1 grėžinyje landoverio ir uenlokio sluoksnių moliai yra angliavandenilius generuojantys sluoksniai, landoverio 2.58 tonos/m², uenlokio 3.46 tonos/m².

Modeliavimas parodė, kad Baltijos sineklizėje labai svarbų vaidmenį angliavandenilių generacijos modeliavime atlieka hercininis terminis įvykis. Geologiniais duomenimis Baltijos sineklizėje ir gretimoje Mozūrijos anteklizėje plaeozojaus antroje pusėje vyko gana intensyvūs magminiai procesai. Jie datuoti kaip karbono amžiaus. Baltijos jūroje nustatytas 355 mln.m. diabazo intruzijų amžius, o Šiaurės Lenkijoje magminių procesų maksimumas įvyko prieš 299 mln.m., nors vyko ir vėliau, tik mažesnio intensyvumo. Todėl terminis įvykis gali būti siejamas su šiuo laikotarpiu.

Angliavandenių generaciją kambro Kybartų svitoje nustatyta tik dvejuose grėžiniuose Vainutas-2 0.035 tonos/m² ir B8-1 0.069 tonos/m². Šiuose grėžiniuose angliavandenilių generacija prasidėjo prieš 355 mln. m., devono pabaiga karbono pradžia ir tęsiasi hercininio terminio įvykio metu, kas atitinka karbono periodą.

Angliavandeniliai Baltijos sineklizėje silūro landoverio sluoksnyje pradėjo generotis B8-1 grėžinyje prieš 416 mln.m., silūro pabaiga devono pradžia, Salantai-1, Vidmantai-1, E7-1/82 prieš 385 mln.m., devono laikotarpiu. Vėlaičiai-3, Vainutas-2 prieš 355 mln. m., devono pabaiga karbono pradžia ir angliavandenilių generaciją grėžiniuose pagrinde tęsiasi hercininio terminio įvykio metu, kas atitinka karbono periodą. Kai kuriuose grėžiniuose nežymi angliavandenilių generacija tęsiasi iki šių dienų.

Angliavandenilių generacija uenlokio sluoksnyje Lietuvos teritorijos sausumoje esančiuose grėžiniuose, Vainutas-2, Vėlaičiai-3, Salantai-1 ir Vidmantai-1 prasidėjo maždaug prieš 355 mln. m., kas atitinka devono pabaigą karbono pradžia. Baltijos jūroje esančiuose grėžiniuose, kur E7-1/82 be hercininio įvykio angliavandenilių generaciją prasidėjo prieš 374 mln. m., kas atitinka viršutinį devoną, o grėžinyje B8-1 angliavandenilių generacija prasidėjo prieš 416 mln.m., kas atitinka silūro pabaigą, devono pradžia. Angliavandenilių generacija grėžiniuose pagrinde tęsiasi terminio įvykio metu iki karbono pabaigos, kai kuriuose grėžiniuose nežymi angliavandenilių generacija tęsiasi iki šių dienų.

1-D modeling of hydrocarbon generation in Baltic Syncline

Paulius Domarkas

SUMMARY

The main hydrocarbon sources of Baltic syncline are related to Cambrian sandstones. There are also hydrocarbon fields in Ordovician and Silurian carbonate rocks. First hydrocarbon modeling in Lithuania started in XX century last decade. The modeling showed what in western Lithuania oil started to generate in middle Devonian and took place in Cambrian, Ordovician and Silurian deposits.

1D modeling of hydrocarbon generation is vital and in present days, it's giving basic information about one or another oil and gas fields evolution in Baltic syncline and nowadays the importance is growing in shale's gas evaluation.

1D modeling of hydrocarbon generation in Baltic syncline was performed with software PetroMod. PetroMod petroleum systems modeling software combines seismic, well, and geological information to model the evolution of a sedimentary basin. The software predicts if, and how, a reservoir has been charged with hydrocarbons, including the source and timing of hydrocarbon generation, migration routes, quantities, and hydrocarbon type in the subsurface or at surface conditions.

Petroleum systems modeling is a vital component of exploration risk assessment—from basin to prospect. It can be applied during all stages of exploration, from frontier basins with no well control, to well-explored areas and charge assessments of single prospects or fields.

The hydrocarbon generation was estimated in 9 well's: 4 well's in western northern part of Lithuania, 2 well's in middle Lithuania, 1 well in western southern part of Lithuania and 2 well's in Baltic sea.

The modeling showed what shale's from middle part of Lithuania is not prospective for hydrocarbon generation. Western and south western part shale's of Lithuania are prospective for oil generation and also southwestern part of Baltic Sea. 1D modeling showed what in Baltic syncline very big importance has hercinical thermal event at 355 to 299 mln. years ago. Modeling showed and other parameters are also important like paleoclimate play a big role in modeling.

The modeling indicated what main hydrocarbon generation in Baltic syncline was in Carboniferous when the hercinical thermal event took place.

LITERATŪRA

- Hallam A., *Phil. Trans. Royal Soc. B* 325, 437-455 (1989).
- Harland, W., R. L. Armstrong, A. V. Cox, L. E. Craig, A. G. Smith, and D. G. Smith, eds., 1990, geologic time scale 1989: Cambridge, Cambridge University Press, 263 p.
- Servei Kanev, Lazar Margulis: Institute of Marine Geology & Geophysics Riga Latvia, Jorgen Albert Bojesen-Koefoed: Geological survey of Denmark Copenhagen, Witold A. Weil Halina Merta: Polish Oil & Gas Co. Warsaw Poland, Onyte Zdanaviciute: Institute of Geology Vilnius Lithuania. Oil and hydrocarbon source rocks of Baltic syncline.
- F. Kavoliūtė., Lietuvos gamtinis pamatas I dalis. Gelmės ir paviršius. Aprobuota VU Gamtos mokslų fakulteto Tarybos posėdyje 2012. kovo 21, protokolo Nr. 3.
- Miglė Miglinaitė, Vakarų Lietuvos ankstyvojo paleozojaus molingos stromės sandaros ypatybės, svarbios molio skalūnų dujų potencialo vertinimui. Bakalauro darbas.
- Saulius Šliaupa, Institute of Geology and Geography and Vilnius University Peer Hoth, Federal Institute for Geosciences and Natural Resources (Present address: Department of Energy, Federal Ministry of Economics and Technology) Geological evolution and resources of the Baltic sea area.
- Saulius Šliaupa, L.Laskova, J.Lazauskienė, J.Laskovas & Vladimir Sidorov, The Petroleum System of the Lithuanian Offshore Region.
- Šliaupa S., Lietuvos geologijos tarnyba, Lietuvos geoterminių duomenų sistema.
- Šuksteris V., J. Šuksteris, R. Kiveris, D. Barysa, R. Jonynas, 2007. „Požeminės šiluminės energijos panaudojimo pastatų šildymui ir vėsinimui šalyje galimybių įvertinimas ir rekomendacijų dėl šios energijos panaudojimo minėtiems tikslams parengimas“.
- Zdanaviciute O., Lazauskiene J., 2007. The Petroleum potential of the Silurian succession in Lithuania. *Journal of Petroleum Geology* 30(4), 325-337.
- Zdanavičiūtė O., Dakhnova M., Kleinas A. Chemical composition of oils from recently discovered fields in West Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2008. Vol. 50. No. 2(62). P. 88–93. ISSN 1392-110X
- Zdanavičiūtė O. Perspectives of oil field exploration in Middle Cambrian sandstones of Western Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2005. No 51. P. 10–18. ISSN 1392-110X.
- Zdanavičiūtė, O., Swadowska E. Petrographic and pyrolysis-gas chromatography investigations of the lower Paleozoic organic matter of Lithuania. *Geologija*. Vilnius. 2002. No. 40. P. 15-22. ISSN 1392-110X.
- Zdanavičiūtė, O., Lazauskienė, J. 2009. Organic matter of Early Silurian succession – the potential source of unconventional gas in the Baltic Basin (Lithuania). *Baltica*, Vol. 22 (2), 89–98. Vilnius. ISSN 0067–3064.

http://lt.wikipedia.org/wiki/Geologin%C4%97_laiko_ska%C4%97

http://www.slb.com/services/software/geo/petromod_modeling_software/petromod_software_suite.aspx