



**F. KAVOLIUTĖ**

# **LIETUVOS GAMTINIS PAMATAS**

**I dalis. GELMĖS IR PAVIRŠIUS**



**VILNIAUS UNIVERSITETAS**  
**GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS**  
**GEOGRAFIJOS IR KRAŠTOTVARKOS KATEDRA**

Filomena Kavoliutė

# **LIETUVOS GAMTINIS PAMATAS**

I dalis  
**GELMĖS IR PAVIRŠIUS**

PASKAITŲ KONSPEKTAS

**VILNIUS**  
**2012**

Aprobuota VU Gamtos mokslų fakulteto Tarybos posėdyje  
2012. kovo 21, protokolo Nr. 3.

Knygoje yra pateikiamos bendriausios žinios apie Lietuvos gelmes ir paviršių. Supažindinama su kristalinio pamato ypatumais, gelmių formavimosi raida geologinėje praeityje, apžvelgiama paviršiaus paleogeografinė raida pleistoceno ir holoceno metu, tektoninis aktyvumas. Pateikiama stambiausių paviršiaus orografinių vienetų, naudingų iškasenų ir gamtos paveldo objektų charakteristika. Pristatomas geomorfologinis rajonavimas.

Paskaitų konspektas skiriamas Vilniaus universiteto geografijos krypties studijų programų studentams. Ją gali naudotis studijuojantieji kitose aukštosiose mokyklose geografijos krypties programose bei gilinantys žinias kitų specialybių studentai.

Recenzavo: prof. habil. dr. P. Kavaliauskas (Vilniaus universitetas)  
dr. R. Guobytė (Lietuvos Geologijos Tarnyba)

**Filomena Kavoliūtė**

## **LIETUVOS GAMTINIS PAMATAS**

I dalis. **GELMĖS IR PAVIRŠIUS**

Paskaitų konspektas

© Filomena Kavoliūtė  
© Vilniaus universitetas

ISBN 978–609–459–046–7

## TURINYS

<b>ĮVADAS</b>	<b>6</b>
<b>1. ŽEMĖS GELMIŲ SĄRANGA IR PALEOGEOGRAFINĖ RAIDA</b>	<b>7</b>
1.1. Kristalinis pamatas	8
1.2. Paviršiaus raida proterozojuje	10
1.3. Paviršiaus raida paleozojuje	11
1.4. Paviršiaus raida mezozojuje	16
1.5. Paviršiaus raida kainozojuje	19
<b>2.PAVIRŠIAUS RAIDA KVARTERE</b>	<b>21</b>
2.1. Pokvarterinis paviršius	21
2.2. Pleistocenas	23
2.3. Svarbesni paviršiaus nuledėjimo raidos etapai	28
2.4. Neotektoninis paviršiaus aktyvumas	39
2.5. Paviršiaus formavimasis holocene	42
<b>3. PAVIRŠIAUS REGIONINIAI YPATUMAI</b>	<b>47</b>
3.1. Senojo apledėjimo paviršius	47
3.1.1. Medininkų aukštuma	48
3.1.2. Eišiškių (Lydos) plynaukštė	48
3.2. Rytų smėlėtosios lygumos	48
3.2.1. Šiauryčių lyguma	49
3.2.2. Pietryčių lyguma	49
3.3. Dysnos lyguma	51
3.4. Švenčionių (Šiaurės Našios) aukštuma	51
3.5. Baltiškiosios aukštumos	51
3.5.1. Aukštaičių aukštuma	52
3.5.2. Vakarų Aukštaičių plynaukštė	52
3.5.3. Neries žemupio plynaukštė	53
3.5.4. Dzūkų aukštuma	54
3.5.5. Sūduvos aukštuma	54
3.5.6. Nemuno vidurupio plynaukštė	55
3.6. Lietuvos Vidurio lygumos	55
3.6.1. Žiemgalos lyguma	55
3.6.2. Ventos vidurupio lyguma	56
3.6.3. Mūšos - Nemunėlio lyguma	56
3.6.4. Nevėžio lyguma	57
3.6.5. Nemuno žemupio lyguma	57
3.7. Žemaičių aukštuma	58
3.7.1. Žemaičių Vidurio kalvynai	58
3.7.2. Rytų Žemaičių plynaukštė	59
3.7.3. Vakarų Žemaičių plynaukštė	60
3.8. Vakarų Kuršo aukštuma	60

3.9. Pajūrinės lygumos	61
3.9.1. Vakarų Žemaičių lyguma	61
3.9.2. Baltijos jūrinė žemuma	61
3.9.3. Kuršių Nerija	62
3.9.4. Deltos žemuma	63
<b>4. NAUDINGOSIOS IŠKASENOS</b>	<b>65</b>
4.1. Kvartero naudingos iškasenos	65
4.2. Pokvarterinės naudingos iškasenos	69
4.3. Sunaudotos iškasenos	76
<b>5. GEOLOGINĖS IR GEOMORFOLOGINĖS GAMTOS VERTYBĖS</b>	<b>79</b>
5.1. Geologinės vertybės	79
5.2. Geomorfologinės vertybės	82
<b>6. GEOMORFOLOGINIS RAJONAVIMAS</b>	<b>85</b>

## **Ivadas**

Žinios apie Lietuvos gamtinį pamatą sukauptos kelių mokslo šakų dėka - geografijos, geologijos, geomorfologijos, klimatologijos, hidrologijos, pedologijos, botanikos ir zoologijos. Detalūs žemės gelmių, paviršiaus, klimato, paviršinių ir požeminių vandenų, dirvožemių, augalijos, gyvūnijos tyrinėjimai vykdomi arti šimto metų, o intensyvūs - daugiau nei šešiasdešimt. Sukauptas didžiulis kiekis detalios, įdomios informacijos, parašyta daugybė straipsnių, knygų, fundamentalių, ilgalaikius tyrimus apibendrinančių monografijų, išleista enciklopedinio podūdžio leidinių, kuriuose žinios apie šalies gamtinę aplinką pateikiamos arba labai plačiai, išsamiai arba itin glaustai. Lietuvos gamtinės geografijos vadovėlis išleistas 1958 m., naujesni duomenys išsisklaidę knygose ir ypač gausiuose straipsniuose, todėl savarankiškų studijų metu neretai jiems pritrūksta laiko.

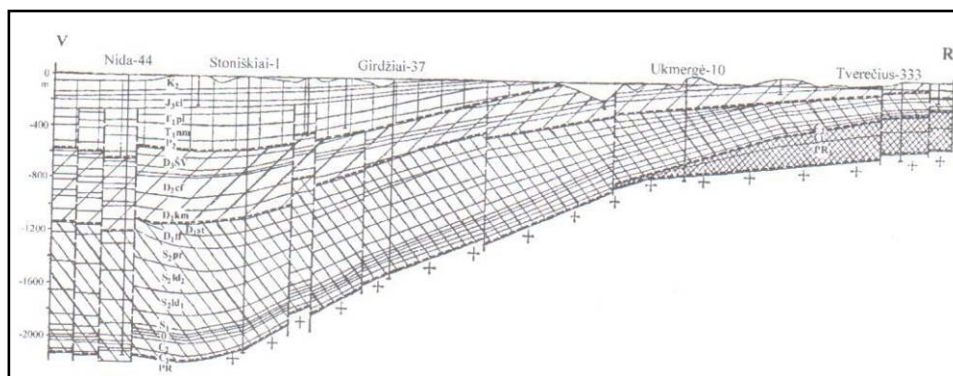
Lietuvos gamtinės geografijos kursas skaitomas ne tik geografijos specialybės studentams. Jį kartais pasirenka ir kitų studijų programų, dažnai ne gamtinių studijų pakraipos studentai. Šios visos sukauptos žinios apie šalies gamtinį pamatą priaugančiai jaunajai kartai pateikiamos trumpame dviejų ar trijų savaitinių valandų kurse. Trumpas laikas verčia daryti informacijos atranką, siaurinti ją, paliekant tik pačias svarbiausias pamatines žinias, ko pasekoje su šalies gamtine geografija vėl supažįstama labai siaurai ir didžiulis daugelio mokslininkų triūsas lieka menkai panaudotas.

Paskaitų konspektas skirtas geografijos specialybės studentams, tačiau lengvesnis stilius daro jį suprantamu visiems besidomintiems Lietuvos gamtine geografija. Šia mokomąja knyga stengiamasi palengvinti studijų procesą ir būtiniausių žinių prieinamumą, praplėsti jų turinį, tikintis, kad išsamesnės žinios didins geografijos specialybės studentų kompetenciją, prisidės prie kitų studijuojančių išprusimo ugdymo, geresnio šalies pažinimo ir skatins didesnę susidomėjimą savo valstybės gamtine aplinka.

Autorė dėkoja recenzentams už išsakytas pastabas ir naudingus patarimus.

## 1. ŽEMĖS GELMIŲ SĄRANGA IR PALEOGEOGRAFINĖ RAIDA

Geologinės sandaros požiūriu Lietuvos teritorija yra senosios **prekambrinės Rytų Europos platformos** (Rusijos plokštės) šiaurės vakarinėje dalyje. Šią tektoniškai santykinai nejudrią lyguminio paviršiaus Žemės plutos dalį sudaro du aukštai – prekambrinis **kristalinių uolienuų pamatas** ir jį dengianti vėlesnių geologinių sistemų **nuosėdinė danga**. Platformos kristalinis pamatas pietrytinėje Lietuvos dalyje aptinkamas **300–500 m** gylyje, o einant į vakarus gelmėja pakopomis ir prie Baltijos jūros randamas **2000–2500 m** gylyje (po Baltijos jūra ašinėje dalyje nusileidžia iki 4000–5000 m). Nuosėdinės dangos storis Lietuvos teritorijoje svyruoja atitinkamai nuo 300 m iki 2500 m.



1 pav. Geologinis-tektoninis profilis Nida–Tverecius (Suveizdis, 2003)

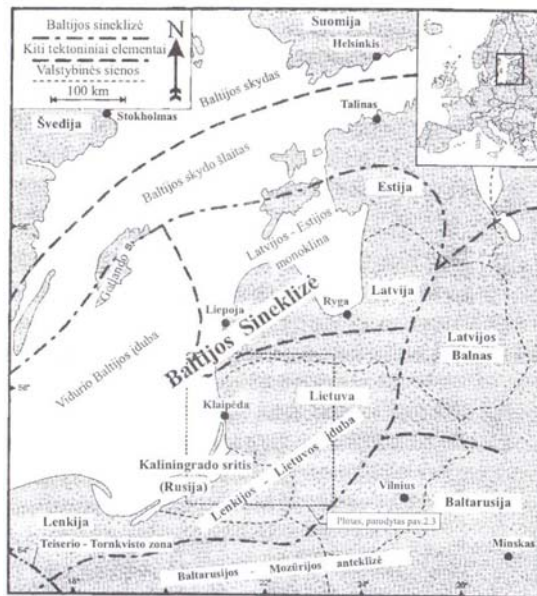
Pagal kristalinio pamato paviršiaus reljefą ir virš jo susikaupusios nuosėdinės dangos slūgsojimo sąlygas išskiriamos 2 stambiausios platformos geologinės struktūros, virš kurių yra Lietuvos teritorija (Lietuvos..., 1994).

**Baltijos sineklizė** – *nuosėdinių uolienuų storymės pripildyta kristalinio pamato įdauba*, esanti vakarinėje platformos dalyje. Jos ilgis apie 700 km – nuo pietinės Estijos iki šiaurinės Lenkijos, plotis – apie 450 km. Šiaurėje ir šiaurės vakaruose ji ribojasi su Baltijos skydu, šiaurės rytuose – su Latvijos balnu, pietryčiuose – su Mozūrijos–Baltarusijos anteklize. Daugiau nei 50% teritorijos ploto užima Baltijos jūra. Intensyviausiai formavosi paleozojuje, joje aptinkamas pilniausias nuosėdinės dangos pjūvis.

Joje išsiskiria stambi giliau nugrimzdusi struktūra – 400 km ilgio ir 250 km pločio **Lietuvos–Latvijos įdauba**, kurios ašinė linija eina nuo Gdanskio iki Palangos.

**Mozūrijos–Baltarusijos anteklizė** – *kristalinio pamato pakiluma, padengta plonu nuosėdinių uolienuų sluoksniu*, esanti pietrytiniame Lietuvos pakraštyje. Anteklizė yra netaisyklingo trikampio formos, kurio kraštinės siekia apie 160–400–650 km; sutartinė riba tarp Baltijos sineklizės ir anteklizės laikomas -1000 m gylio izolinija, iš pietryčių pusės Baltarusijoje ją riboja Pripetės įlinkis.

Šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje išskiriama trečioji stambi geologinė struktūra – **Latvijos balnas (įlinkis)**. Tai persmaka tarp Baltijos sineklizės vakaruose ir Maskvos sineklizės rytuose. Joje paviršius kyla einant tiek į šiaurę, tiek į pietus ir žemėja einant į rytus ir į vakarus.



2 pav. Baltijos sineklizės scheminis-tektoninis žemėlapis (Zdanavičiūtė, 1998)

### 1.1. Kristalinis pamatas

Lietuvoje daugiau kaip 520 vietų pragręžta visa nuosėdinių uolienuų storumė ir įsigręžta į kristalinį pamatą. Viename giliausių gręžinių – Vydmantų-1 – į kristalinį pamatą įsigręžta 441 m, o visas šio gręžinio gylis siekia **2564 m** (1999 m.). Litosferos sandara po Lietuva tiksliau apibūdinta iki 90 km gylio (Zuzevičius ir kt., 2004).

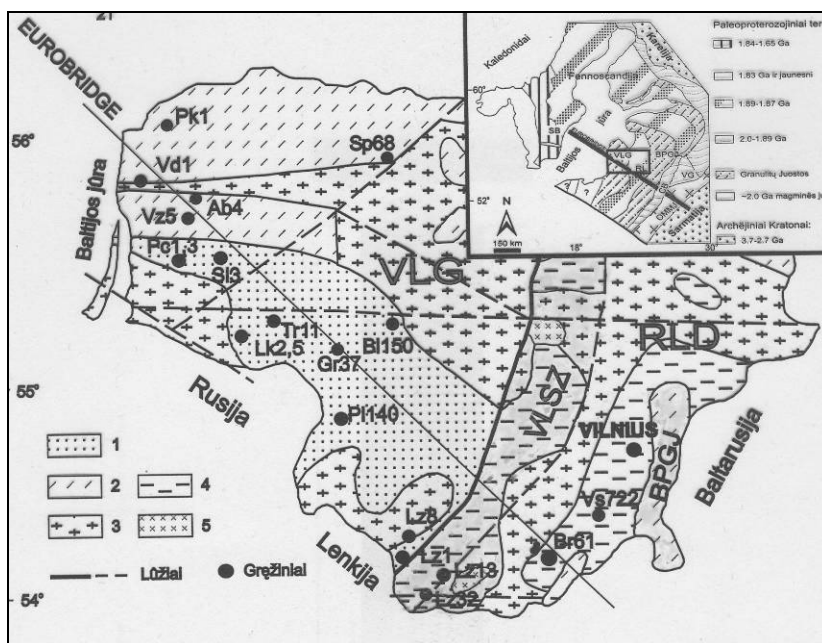
Kristalinis pamatas – po Lietuva esanti santykinai seniausia Žemės pluta – sudaryta iš magminių ir metamorfinių uolienuų, susiformavusių **archėjuje** (>2 500 mln. m.) ir **proterozojuje** (2500–570 mln. m.) yra nevienalytis. Jis sudarytas iš kelių segmentų (blokų), kurių sudėtis, sandara ir susidarymas yra skirtingi:

- **Vakarų Lietuvos granulinio domeino (VLGD),**
- **Rytų Lietuvos domeino (RLD),**
- **Vidurio Lietuvos sandūros zonos (VLSZ) ir**
- **Baltarusijos Polesės granulitų juostos (BPGJ).**

**Vakarų Lietuvos granulinis domeinas**, kartais vadinamas *Sarmatijos (Pietų Baltijos) mikrokontinentu* (Morkūnas, 1998), tęsiasi nuo Gotlando salos iki Vidurio Lietuvos. Tai seniausių uolienuų blokas (mikroplokštė). Joje žemės pluta (litosfera) plonesnė, siekia apie 40–45 km storio. Litosferos struktūroje skiriami du sluoksniai: viršutinė granitinė pluta (iki 35 km storio) ir plonas (apie 10 km storio) apatinis bazalizuotas sluoksnis. Blokas sudarytas iš granulitų, gneisų, granitų. Šios metanuosėdinės uolienos yra **paleoproterozojinės** ir joms yra apie **2 302 mln. m.** Šios vakarinėje ir centrinėje Lietuvos dalyje randamos uolienos yra senesnės, todėl anksčiau buvo laikomos archėjinėmis. (Magminiai ir metamorfiniai kompleksai neturi organinių liekanų, todėl į archėjinius ir proterozojinius skirstomi sąlygiškai, atsižvelgiant į uolienuų mineralinę ir cheminę sudėtį; pirmą kartą aptiktos 1976 m.) Jos stipriai paveiktos metamorfizmo (700–750°C ir 4–7 kilobarų slėgio). Mikrokontinente ryškios platuminės krypties tektoninių lūžių zonos, iš kurių didžiausia – *Telšių skalūnavimo zona*. (Einant į pietus, į Baltarusijos teritoriją uolienos senėja.)



Rytiniame Lietuvos pakraštyje Žemės plutos storis didesnis ir siekia **52–57 km**. Tai **Rytų Lietuvos domeinas**. Jis tęsiasi nuo Vidurio Lietuvos iki rytinės sienos. Plutos savybės kaičios, todėl išskiriami 3 sluoksniai: 10–15 km storio *viršutinė*, 10–15 km storio *vidurinė* ir 25–28 km storio *apatinė pluta*. Kristalinio pamato uolienos čia jaunesnės – jų amžius siekia **1 800–1 900 mln. m.** Rytų Lietuvos domeine aiški sluoksnių tektoninė deformacija ir kelių krypčių lūžių zonos. Iš jų ryškiausios Š–ŠR ir platuminė *Drūkšių–Polocko tektoninė zona*. Vyrauja amfibolitai, gneisai, dolomitai ir asosijuojantys metasomatitai, migmatitai, granitai, bazinės intruzijos.



3 pav. Kristalinio pamato struktūra (Zuzevičius ir kt., 2004)  
 VLG – Vakarų Lietuvos granulitinis domeinas, RLD – Rytų Lietuvos domeinas,  
 VLSZ – Vidurio Lietuvos sandūros zona, BPGJ – Baltarusijos Polesės granulitų juosta

Riba tarp abiejų domeinų yra laipsniška. Tai apie 30–40 km pločio ruožas – vadinamoji **Vidurio Lietuvos sandūros zona**, po kuria Moxo paviršius pagilėja, litosferos storis padidėja 8–10 km, palyginti su Vakarų domeinu, ir siekia **50–55 km**. Čia uolienos susimaišiusios, persisluoksniavusios. Jų cheminės savybės rodo, jog ši zona yra kadaise egzistavusio vulkaninių salų lanko, susidariusio okeaninių litosferos plokščių sandūroje, liekana, o Rytų Lietuvos domeinas yra šio buvusio lanko išorinis kompleksas. Taigi Vakarų ir Rytų Lietuvos domeinai – atskirų litosferos blokų dalys, o Vidurio Lietuvos zona ir yra šių blokų sandūros (subdukcijos) zona, rodanti, jog Rytų Lietuvos domeino blokas niro po Vakarų Lietuvos domeino bloku. Kartais ši zona vadinama *akrecine juosta*. (*Akreacija – kūno, pvz., žvaigždės, masės priaugimas pritraukiant iš aplinkos daleles.*) Šių dviejų plutos blokų susidūrimas vyko prieš **1,88–1,84 mlrd. m.** paleoproterozojuje.

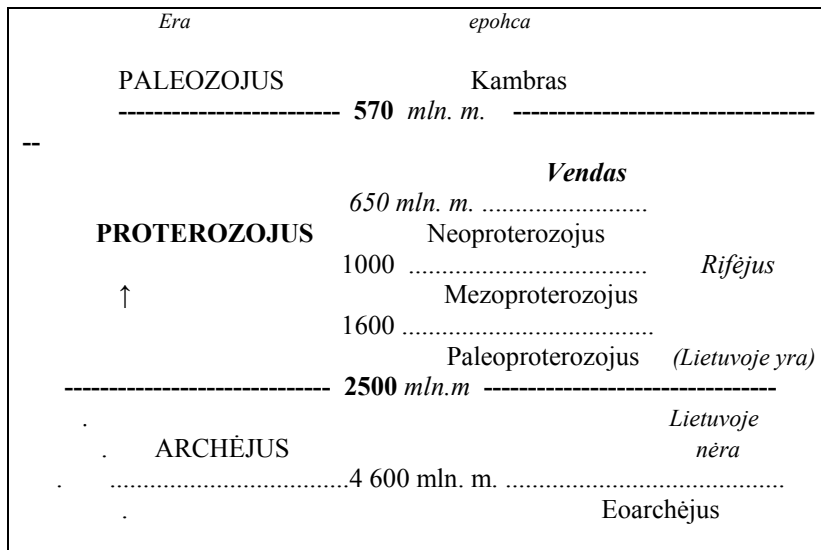
**Moxo paviršius** po Vakarų Lietuva yra ~40 km gylyje ir tai yra jo pakiluma, rodanti, jog litosfera čia plonesnė, o po Rytų Lietuva jis esti giliau (52–55 km gylyje), todėl iš Žemės gelmių einantis šilumos srautas vakarinėje Lietuvos dalyje yra didesnis, be to, jį gerai palaiko storas granitinis sluoksnis.

Rytų Lietuvos domeino pakraštyje (į rytus nuo Eišiškių) lūžiais atskirta **Baltarusijos Polesės granulitų juosta**, sudaryta iš žvyniškų antstūmių, kurie susidarė Sarmatijos mikrokontinento plokštei susidūrus su Fenoskandijos plokšte.

Po Lietuva esantis kristalinis pamatas – Proeuropos žemyno branduolio dalis – baigė konsoliduotis ankstyvojo (paleo) proterozojaus pabaigoje maždaug prieš **2,3–1,9 mlrd. m.**

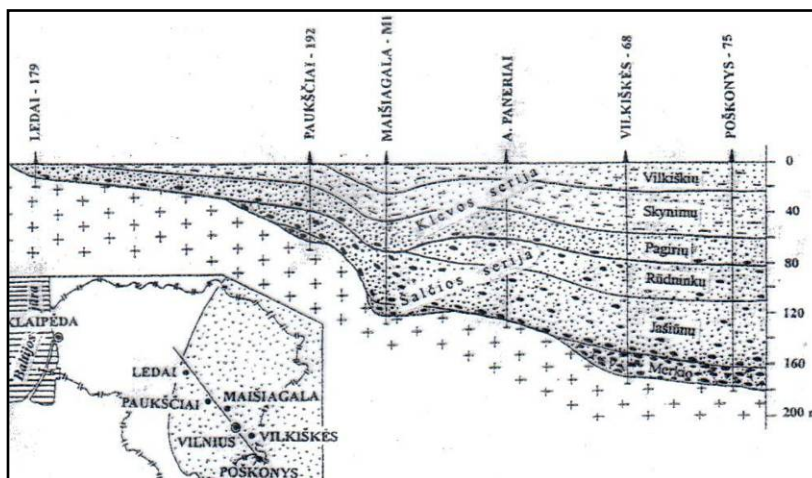
## 1.2. Paviršiaus raida proterozojuje

Viduriniojo (mezo) proterozojaus metu (1600–1400 mln. m.) Rytų Europos platformos (litosferos plokštės) kristalinio pamato konsolidavimasis iš esmės jau buvo pasibaigęs, Lietuvos teritorija buvo sausuma – Fenobaltiškojo (Baltijos) skydo dalis, veikiama egzogeninių procesų, ir prasidėjo naujas platformos formavimosi etapas – nuosėdinės dangos formavimasis. Kurį laiką būta nemažo tektoninio aktyvumo. Paviršius buvo denuduojamas; pažemėjo, buvo išlygintas, o kristalinio pamato grabenų sinklinose kaupėsi terigeninės nuosėdos – pirmosios nuosėdinės uolienos, kurios vėliau buvo paveiktos metamorfizmo. Jų randama Vakarų Lietuvoje; absoliutinis amžius 1350–1650 mln. m. (Suveizdis, 2003).



4 pav. Proterozojaus eros skaidymas

Paskutiniai 80 mln. proterozojaus eros metų – **vendo (650–570 mln. m.)** laikotarpis – prasidėjo staigiu klimato atšalimu. Susidarę ledynai siekė ir Lietuvos teritoriją, bet nuogulų čia nepaliko. Jų randama Pamaskvyje, Baltarusijoje, Ukrainoje, Lenkijoje. Vendo pabaigoje Rytų Europos platformai pradėjus grimzti – vyko *baikalinė kalnodara* – ėmė nykti ir aukštai pakeltas Baltijos skydas. Jis skilo į blokus, kurie lėtai grimzdo; pro lūžius liejosi lava (randama Pietų Lietuvoje), klostėsi nuosėdinės uolienos (molis, klintis, gipsas, smėlis, priemolis). Vykstant tolesniam Maskvos sineklizės grimzdimui, prasidėjo jūros transgresija, užliejusi rytinę Lietuvos teritorijos dalį iš šiaurės rytų pusės. Vakarinėje Lietuvoje tebebuvo sausuma. Vendo laikotarpio terigeninės ir priekrantinės jūrinės kilmės uolienos paplitusios į rytus nuo Kauno. Jų bendras storis siekia apie 200 m (Jankauskas, 1994).



5 pav. Paviršius vendo laikotarpiu (Jankauskas, Sakalauskas, Šliaupa, 2002)

### 1.3. Paviršiaus raida paleozojuje

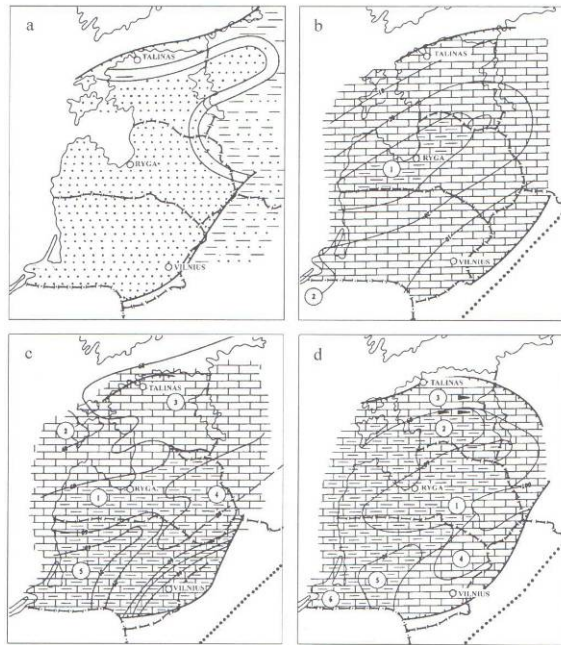
Paleozojus – *senosios gyvybės Žemėje era* – prasidėjo **kambro** (570–510 mln. m.) laikotarpiu, kuriam būdingas greitas 60 mln. m. trukęs organinio pasaulio vystymasis nuo pirmųjų skeletinių bestuburių atsiradimo iki roplių. Klimatas tuo laikotarpiu buvo šiltas ir drėgnas, nes Rytų Europos platforma 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, kur klojosi smėlingos nuosėdos; nuogulų storis siekia 60–120 m. 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. Ten jūra buvo sekli, vakaruose – gilesnė su iškilusiu nedidelių kristalinio pamato salų archipelagu (Jankauskas, 1994). Nuo tada rytinė Lietuvos dalis jau niekuomet nebuvo giliai nugrimzdusi. Kambro jūrų vandens lygis buvo kaitus, kranto linija nepastovi. Vėlyvojo kambro metu nusistovėjęs sausumai lyguminis paviršius buvo neaukštai pakilęs virš jūros lygio (Paškevičius, 1994).

Kambro jūros buvo seklios, bet vakarinė dalis, kur formavosi Baltijos monoklina, buvo gilesnė ir grimzdo intensyviau. Nuogulų aptinkama visoje Lietuvos teritorijoje. Sluoksnių storis kinta nuo 50–60 m Rytų iki 175 m Vakarų Lietuvoje. Tai yra jūrinės kilmės molingos ir smėlingos nuogulos. Šiltoje sekloje kambro jūroje klestėjo dumbliai, pečiakojai, moliuskai. Su nuosėdomis palaidotas didelis organinės medžiagos kiekis vėliau sąlygojo *naftos susidarymą*. Kambro sluoksniai dabar aptinkami 300 m gylyje rytinėje ir 2160 m gylyje vakarinėje šalies dalyje.

**Ordoviko** (510–438 mln. m.) periodu Lietuvoje būta sauso ir karšto klimato, kadangi ši Rytų Europos platformos dalis tuo metu buvo pereinamojoje zonoje tarp tropinės ir pusiaujo juostos (Suveizdis, 2003). Laikotarpio pradžioje paviršius ėmė dubti ir jūra vėl apsėmė vakarinę dalį. Šiltoje jūroje buvo itin geros sąlygos gyvūnijai veistis. Klestėjo graptolitai, pečiakojai, trilobitai, moliuskai, jūrų lelijos, kt. Iš jų susiformavę bitumai rasti Kybartų–Virbalio ruože.

Vidurinio ordoviko pabaigoje Lietuva atsidūrė giliausioje šelfo zonoje. 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. Vakaruose būta *Žemutinio Nemuno pakilumos*, kurios skliautinėje dalyje ordoviko nuosėdų storis siekia tik 35 m. Laikotarpio pabaigoje baseinas vėl seklėjo.

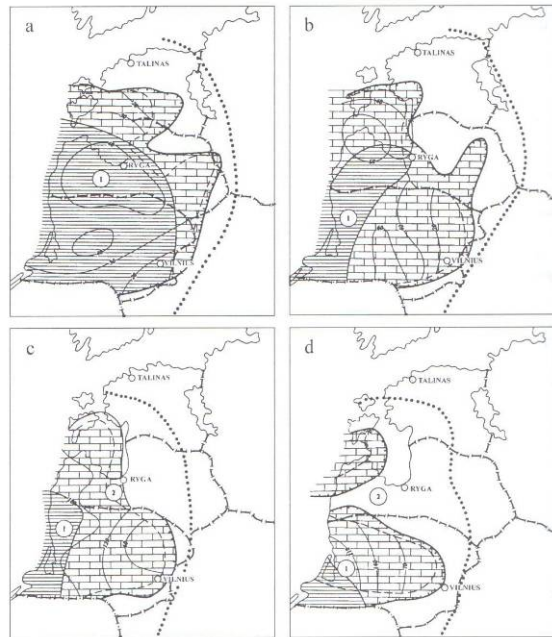


6 pav. Paviršiaus raida ordoviko periodu (Suveizdis, 2003)

**Silūro** periodu (trukusiu 28 mln. m.) besitęsianti kaledoninė kalnodara sąlygojo didelius paviršiaus svyravimus. Laikotarpio pradžioje gilus jūrinis baseinas toli įsiterpė į pietvakarinį platformos pakraštį ŠR kryptimi ir apšėmė visą Lietuvos teritoriją bei sritį iki Maskvos sineklizės. Sausuma 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**. Giliavandenio šelfo depresijoje klostėsi daug organinės medžiagos turintys molingi dumblai.

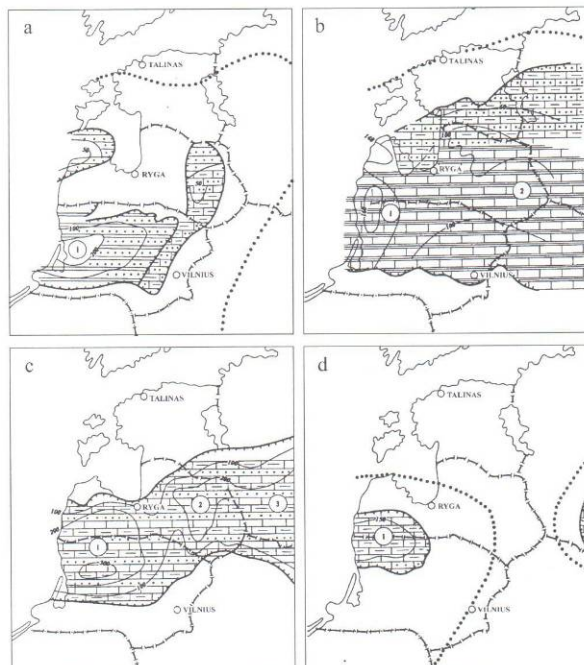
Silūro viduryje baseinui laikinai seklėjant ir pakrantei atsitraukiant į vakarus, jo rytiniame pakraštyje susidarė siauros rifogeninių barjerų juostos; koralinių rifų ruožas eina nuo Kybartų–Vilkaviškio link Šiaulių. Jis skyrė seklesnę jūrą nuo vakaruose buvusio gilesnio baseino. Jūra tebebuvo šilta 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. Silūro pabaigoje vėl prasidėjo intensyvus tektoninis grimzdimas, smarkiau palietęs vakarinę dalį. Baltijos sineklizės grimzdimas truko apie 14 mln. m., per kuriuos susiklojo daugiau kaip 1 km storio nuosėdų storumė, sudaryta iš molio, mergelių, klinčių, dolomitų, gipso. Pilnas silūro geologinis pjūvis vakarinėje dalyje siekia 828 m storio sausumoje ir 1120 m akvatorijoje.

Silūro sluoksnių storis rytinėje dalyje – apie 350 m, ir randami jie 90 m gilyje. Į pietryčius nuo Vilniaus silūro uolienas dengia tik kvartero nuogulos. Vakarų Lietuvoje silūro nuogulos slūgso 1390 m gilyje (Paškevičius, 1994).



7 pav. Paviršiaus raida silūro periodu (Suveizdis, 2003)

Per visą **devono** (410–355 mln. m.) periodą **Baltijos sineklizė grimzdo**, ir tai buvo antrasis jos formavimosi etapas. Susiklostė didžiulė, daugiau nei 800 m nuosėdinių uolienų storumė.



8 pav. Paviršiaus raida devono periodu (Suveizdis, 2003)

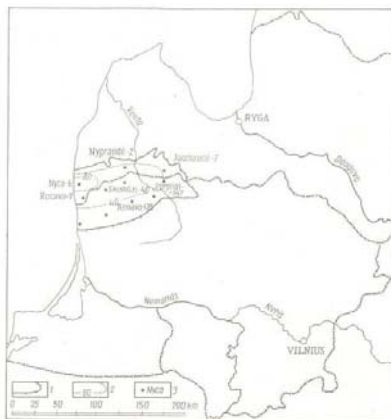


Devono laikotarpis sutampa su *kaledoninės* ir *hercininės kalnodarų sandūra*, todėl jūrinis baseinas buvo itin nepastovus. Vykstant pulsuojančioms tektoniniams judesiams, jo gylis kito – vyko permaininga kova tarp jūros ir sausumos, ypač viršutiniame devone; jūra virsdavo plačiai migruojančių upių deltomis, uždruskėjančiomis lagūnomis, ežerais. 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). Kaupėsi smėlingos, molingos uolienos, dolomitai, klintys, mergeliai, gipsas, susidarę uždruskėjusiose lagūnose.

Tuo metu klimatas Lietuvoje buvo karštas aridinis, dažniausiai sausas su trumpais liūčių periodais, bet atskirais laikotarpiais apatiniame ir viduriniame devone būta ir drėgno humidinio klimato. Metinė oro temperatūra buvo aukšta, siekė iki 27–29 °C. Nuogulų storis nevienodas: rytinėje ir pietinėje dalyje svyruoja nuo 0 iki 500 m storio, vakarinėje – iki 800 m. Devono nuogulų nėra pietrytinėje Lietuvoje, kur seklios jūros būta tik laikotarpio pradžioje, o paskui vyravo plokščios pakilumos. Pačioje devono pabaigoje visoje Lietuvoje įsivyravo kontinentinės sąlygos.

Didelėje Šiaurės, Šiaurės Rytų ir Vidurio Lietuvos dalyje (~40% teritorijos) devono sluoksniai slūgso po kvartero dangą, kai kur ji vos kelių ar keliolikos metrų storio. Devono nuogulos atsidengia Mūšos, Apaščios, Armonos, Pelyšos ir kitų upių atodangose.

Tik pačioje **karbono** (355–290 mln. m.) periodo pradžioje vakarinė Lietuvos dalis dar buvo užlieta jūros. Tai buvo nedidelė įlanka dabartiniame Lietuvos–Latvijos pasienyje. Dėl tektoninių judesių jos gylis ir druskingumas dažnai keisdavosi; susiklojusius smėlio, smiltainių, mergelių, aleuritų sluoksnius keitė dolomitai, gipsas. Didžiausias storis – 40 m ties Skuodu.

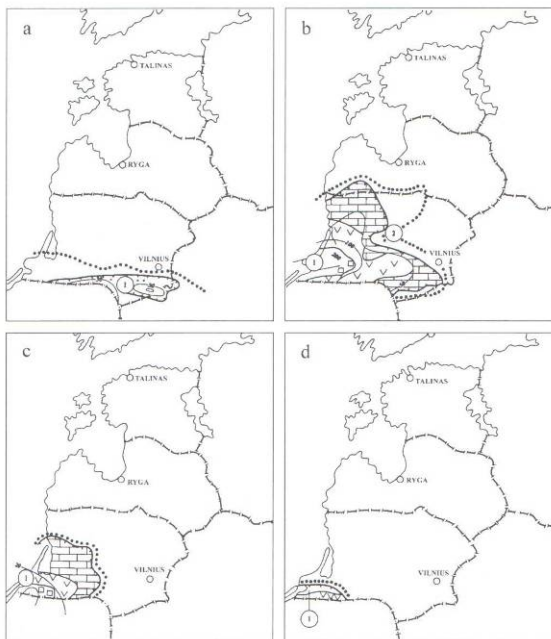


9 pav. Jūros paplitimas karbono periodu (Paškevičius, 1994)

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 anteklizės 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).

Karbono metu, kaip ir devono laikotarpiu, Europos rytinėje dalyje vyravo drėgnas ir karštas klimatas. Sausumoje atsirado ir suvešėjo augalija, atsirado vabzdžių. Augalijai būdingas vienodumas visame Žemės rutulyje, nes tik laikotarpio pabaigoje išryškėjo jos zoniškumas. Matyt, tada Rytų Europoje klimatas ėmė sausėti.



10 pav. Paviršiaus raida permo periodu (Suveizdis, 2003)

**Permo** (290–250 mln. m.) 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. Pradžioje ji 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 aneklizės 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 (druskingumas 36–40%), susidarydavo koraliniai rifai. Jų randama piečiau Jurbarko–Kauno, klojosi karbonatingos nuogulos – organogeninės klintys, mergeliai, o nusekusiose lagūnose (druskingumas 40–50%) sėdo dolomitiniai-klintiniai dumblai – formavosi dolomitinės klintys, klostėsi mergelingos, organikos turinčios uolienos, kur organikai yrant susidarė sieros vandenilis ir susiformavo degių skalūnų tarp sluoksniai. Druskingumui išaugus iki 120–160%, klostėsi anhidritų, gipso nuosėdos, susidarė akmens druska.

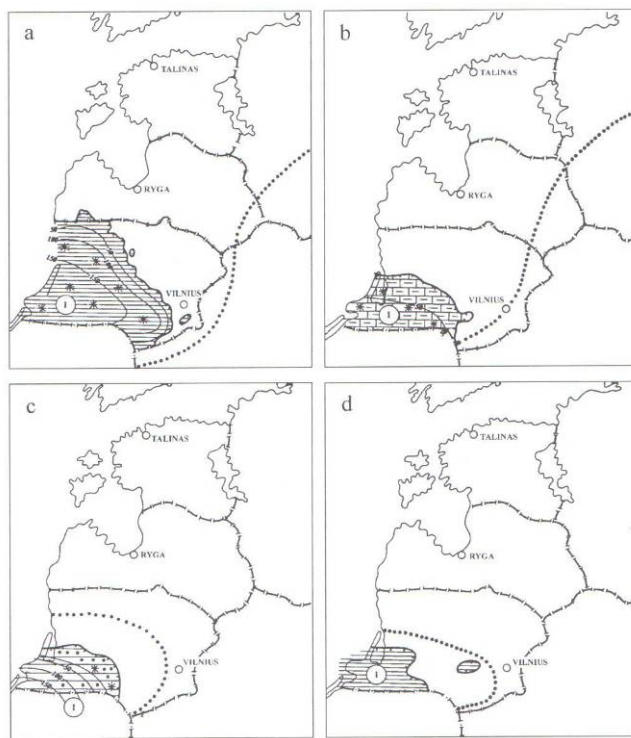
Pačioje permo periodo pabaigoje vėl įsivyravo sausuma visoje Lietuvos teritorijoje. Būta tipiško dykuminio paviršiaus – augalų neturinti rausvų molingų, gipsingų uolienų lyguma vakarinėje dalyje su išsikristalizavusiomis druskomis paviršiuje (Suveizdis, 1994). Rytinėje, šiaurės rytinėje dalyje paviršius, sudarytas iš devono uolienų, buvo pakilęs aukščiau.

Ankstyvojo permo darinių nėra. Vėlesnių laikotarpių nuogulų storis šiaurinėje dalyje siekia 20–30 m. Storis didėja pietvakarių link iki 100 m. Naujosios Akmenės–Šiaulių ruože permo laikotarpio uolienos slūgso arti paviršiaus po kvartero danga.

#### 1.4. Paviršiaus raida mezozojuje

**Mezozojus** (75 mln. m.) – vidurinė gyvybės Žemėje vystymosi era, kuriai būdingas itin spartus gyvojo pasaulio vystymasis nuo dumblių iki žinduolių: triase atsirado amonitų, žinduolių, roplių, išplito paparčiai, spygliuočiai, jūroje atsirado pirmųjų paukščių.

**Triaso** (250–205 mln. m.) 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).



11 pav. Paviršiaus raida triaso periodu (Suveizdis, 2003)

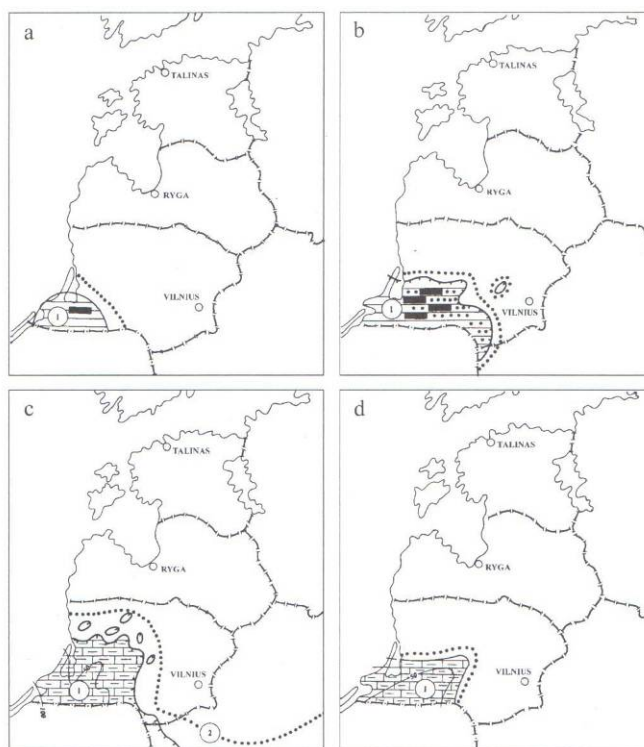
Viduriniame ir viršutiniame triase visa Lietuvos teritorija apie 24 mln. m. buvo sausuma, mažai pakilusi virš jūros lygio. Aridinio klimato sąlygos tęsėsi, bet maždaug nuo triaso vidurio klimatas ėmė *drėgnėti*, tapo pusiau aridinis ir keitėsi į humidinį. Laikotarpio



pabaigoje daugėjant kritulių gausesnė darėsi augalija, buvo geresnės sąlygos gyvūnijai atsirasti.

Lietuvoje randamos tik apatinio triaso uolienos, išsiskiriančios margumu – raudonas, rudas molis, smėlis, smiltainis, mergeliai, klintys. Sluoksnių storis siekia nuo keleto metrų šiaurės vakarinėje Lietuvos dalyje iki 200 m pietvakariuose. Ten jie randami 250–300 m gylyje, o šiaurės vakariniame Lietuvos pakraštyje triaso dariniai slūgso po kvartero dangą ir atsidengia Vadaksties atodangose.

**Jura** (205–135 mln. m.). Ankstyvojoje ir vidurinėje juroje Lietuvoje vyravo kontinentinis režimas, trukęs apie 32 mln. m. (Paškevičius, 1994). Neaukštai pakilusioje sausumoje vyko denudacija ir ardymo produktai buvo išnešami į paskiras įdubas, kur kaupėsi lagūninės nuogulos, bei į jūrinį baseiną, tyvuliuavusį į pietvakarius nuo Lietuvos.



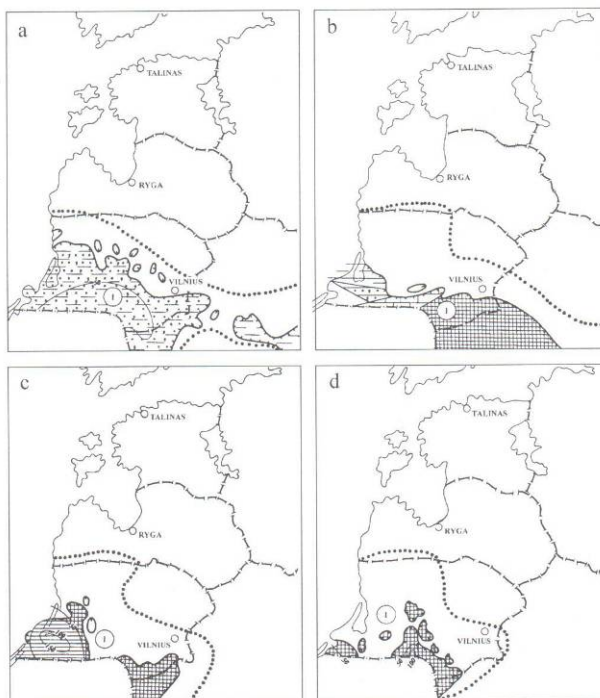
12 pav. Paviršiaus raida jūros periodu (Suveizdis, 2003)

Klimatas buvo drėgnas, kiek šiltesnis už vidutinių platumų, su sausesnio klimato laikotarpiais. Įpusėjus vidurinei jurai, seklios įlankos užliejo pietvakarinę–vakarinę dalį; šiaurės rytinėje dalyje išliko sausuma. Jūra buvo šelfinė, iki 200–250 m gylio, išliko apie 14 mln. m. Šilto, drėgno klimato sąlygomis baseinų pakraščiuose augo vešli augalija, lėmusi rudųjų anglių tarpsluoksnių susidarymą; aptinkami pietvakarinėje dalyje. Vėliau jūrinis baseinas pagilėjo ir viršutinėje juroje pasiekęs paplitimo maksimumą pradėjo trauktis atgal į pietvakarius; gilesnė jūra užtruko apie 19 mln. m. Ji buvo nedidelio druskingumo, kai kur buvo susidarę koralinių rifų (Suveizdis, 2003). Pačioje jūros pabaigoje jūra nuseko, ir Lietuvos teritorijoje įsivyravo sausuma.

Bendras jūros sluoksnių storis didėja į pietvakarius – nuo keliolikos metrų šiaurinėje dalyje iki 240–250 m ties siena su Lenkija.

Ankstyvojoje **kreidoje** (135–65 mln. m.) apie 35 mln. m. buvo sausuma. Paviršius dūlėjo, buvo ardomas, bet nuogulų nėra užsilikusių, nes upių erozijos bazė buvo toliau į pietvakarius (Grigelis, 1994). Klimatas buvo subtropinis, šiltas, drėgnas.

Ankstyvosios kreidos pabaigoje paviršius pietvakariuose ėmė dubti – toliau formavosi Lenkijos–Lietuvos įdauba. Reljefo pažemėjimuose pradėjo klostytis smėlingos upinės-ežerinės nuogulos, o transgresavęs jūrinis baseinas užliejo pietinius ir pietvakarinius rajonus. Transgresija buvo galinga ir greita – 1 km jūra pažengdavo per 2000 metų, arba 0,5 m per metus. Vyko *kimerinė kalnodara*. Sekliavandenėje borealinėje jūroje, turėjusioje ryšį su vandenynu, klestėjo labai gausi fauna: foraminiferai, moliuskai, jūrų ežiai, dumbliai, žuvis, buvo laikotarpių, kada sekliuose baseinuose plėtojosi rifai. Klostėsi smėlingos – aleuritingos nuogulos. Buvęs šiltas, drėgnas subtropinis klimatas vėlyvojoje kreidoje dar pašiltėjo. Kylant jūros vandens temperatūrai ir ištirpusių karbonatų kiekiui, gilėjančiame baseine vyko mergelingos ir kreidingos medžiagos sedimentacija. Nuo tada šiltoje šelfinėje jūroje, galėjusioje siekti apie 500 m gylį, ėmė klostytis baltoji kreida. Tokia sedimentacija truko apie 31 mln. metų.



13 pav. Paviršiaus raida kreidos periodu (Suveizdis, 2003)

*Baltosios kreidos susidarymas – globalinis reiškinys. 98–99% jos sudaryta iš karbonatinių mikroskopinių organizmų kiaušelių (bentoninių foraminiferų, planktoninių globorotalidų, kokolitoforidų). Baltojoje kreidoje dažnos opokos bei titnago konkretijos. Jos sietinos su šaltomis jūrų srovėmis ir silicinį skeletą turinčių organizmų paplitimu.*

Periodo pabaigoje jūrinis baseinas ėmė seklėti ir atsitraukti, bet išliko iki pat laikotarpio pabaigos. Klimatas pamažu vėso. Ilgiausiai kreidos jūra išliko Vištyčio–Kybartų apylinkėse.

70 mln. m. trukusio kreidos periodo nuogulų storumė randama į pietus nuo Klaipėdos–Kauno–Vilniaus ruožo. Bendras storis didėja pietų kryptimi ir pietiniuose pakraščiuose (ties Vištyčiu) siekia 220 m. Storumę sudaro smėlis, smiltainiai, aleuritai, mergeliai, kreida. Viršutiniai kreidos sluoksniai paveikti kvartero ledynų egzracijos bei upių erozijos. Šiauriniuose pakraščiuose esama izoliuotų kreidos palikuonių, nemažai luistų (iki keliolikos ha ploto ir keliolikos metrų storio), įvilktų į moreninę storumę. Kreidos nuogulos atsidengia Nemuno, Neries, Šventosios, Merkio upių slėniuose. Aprašyta ir stratigrafijai panaudota apie 60 atodangų (Paškevičius, 1994).

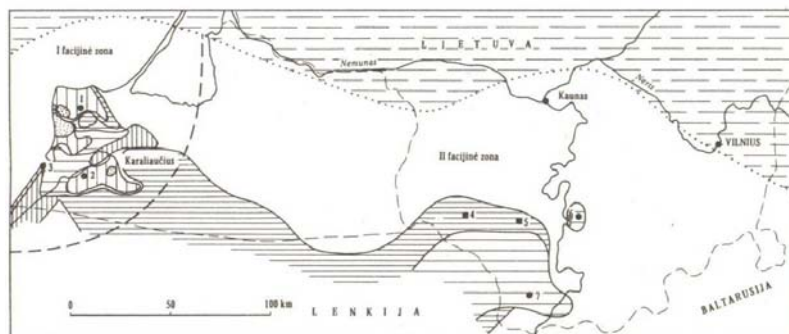
### 1.5. Paviršiaus raida kainozojuje

**Kainozojus** – naujos gyvybės Žemėje vystymosi era. Žemėje pasirodo hominidų. Kainozojui būdingas kaitus klimatas. Rytų Europos platformos dalyje, kur yra Lietuva, jis kito nuo subtropinio paleogene iki šalto su ledynmečiais kvartere.

**Paleogeno** metu (65–23 mln. m.) dėl tektoninių svyruojamųjų judesių jūra Lietuvos teritoriją buvo užliejusi iš dviejų kartų – apatiniame paleogene (paleocene) bei vidurinio paleogeno (eoceno) viduryje. Seklios (200–300 m gylio) šelfinės jūros įlanka sėmė tik pietvakarinę Lietuvos dalį, kurioje upės klojo atnešamų terigeninių nuogulų deltas iš smėlingų mergelių, smėlio, aleuritų (Katinas, 1994).

Pajūrio paviršius buvo žemas, sudarytas iš sudūlėjusių nuosėdinių uolienuų. Vyravo šiltas šiaurinio pusrutulio klimatas. Šilčiausiai buvo tik viduriniame paleogene – augo drėgnų vietų subtropiniai lapuočiai ir spygliuočiai, gausiai veisėsi gyvūnija. Per dabartinę Baltijos jūrą iš šiaurės vakarų, iš aukštai pakelto *Baltijos skydo* pietinės srities atitekėjo didelė upė, kuri žiotyse – dabartinio Sembos pusiasalio teritorijoje suklostė deltines gintaro sąnašas. Pirminiai gintaro telkiniai iš sakų ėmė formotis mišriųjų miškų grunte paleogeno pirmojoje pusėje. Eoceno pabaigoje dėl Žemės plutos kilimo jūra iš Lietuvos teritorijos atsitraukė, ir vėlyvajame paleogene (oligocene) pietvakarinėje dalyje įsivyravo lyguma.

Paleogeno nuogulų aptinkama prie PV Lietuvos sienos, kur būta giliausio jūrinio baseino. Sluoksnių storis didėja pietvakarių kryptimi, didžiausias storis – 56 m. Uolienuų kraigas slūgso 102–160 m gylyje po kvartero danga. Rytinė uolienuų paplitimo riba nelygi, karpyta, dažni eroziniai egzraciniai palikuonys; didžioji paleogeno nuogulų dalis nuardyta vėliau buvusių ledynų.



14 pav. Paleogeno nuogulų išplitimas (Katinas, 1994)

**Neogeno** (23–2,6 mln. m.) metu tęsėsi kontinentinis režimas, prasidėjęs paleogeno pabaigoje. Klimatas buvo šiltas ir drėgnas. Šiaurės rytinė Lietuvos dalis tuo metu buvo pakilusi aukščiau, ir čia esantis devono laikotarpio paviršius buvo intensyviau denuduojamas. Upių nešmenimis virtę ardymo produktai – kvarcinis smėlis, aleuritas, molis – klojosi ežeruose ir upių terasose. Nuogulų aptinkama Anykščių apylinkėse, kur Vetygalos, Daumantų, Gilių atodangose išeina į žemės paviršių. Pietvakarinėje dalyje, į pietus nuo Skuodo–Vilniaus ruožo, plytėjo itin žema pelkėra lyguma, apaugusi vešlia augalija, kurios liekanos aptinkamos kaip anglingos medžiagos (rusvosios anglies) tarpsluoksniai. Nuogulų randama Prienų–Kaišiadorių rajonų sandūroje, Lazdijų, Šalčininkų rajonuose. Didžiausias neogeno sluoksnių storis – 36 m, iš viršaus jie padengti kvartero nuogulomis.

Neogeno metu į Sambijos pusiasalio baseiną vis dar buvo nešamos gintaro sąnašos, kurias vėliau kvartero ledynai paskleidė po Lietuvą. Jo randama ties Plateliais, Varniais, Kaltinėnais, Marijampole, Kazlų Rūda, Vištyčiu, Alove, Dusios ežerais, Varėnos rajone (Katinas, 1994). Gintaro aptinkama ir Anykščių kvarciniame smėlyje.

#### **Literatūra**

- Grigelis A. Kreida. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 153–167.  
Jankauskas T. Vendas. *Lietuvos geologija*, 1994, V., 30–34.  
Katinas V. Paleogenas. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 167–175.  
Katinas V. Neogenas. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 175–176.  
Lapinskas P. Silūras. *Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*, V., 2004, 66–72. *Lietuvos geologija*, 1994, V.  
Narbutas V. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 97–120.  
Paškevičius J. *Baltijos respublikų geologija*, V., 1994.  
Paškevičius J. Ordovikas. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 47–67.  
Suveizdis P. Triosas. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 132–139.  
Suveizdis P. Permas. *Lietuvos geologija*, V., 1994, 122–132.  
Suveizdis P. *Lietuvos tektoninė sandara*, V., 2003.  
Zuzevičius A., Jurgaitis A. ir kt. *Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*, V., 2004.

## 2. PAVIRŠIAUS RAIDA KVARTERE

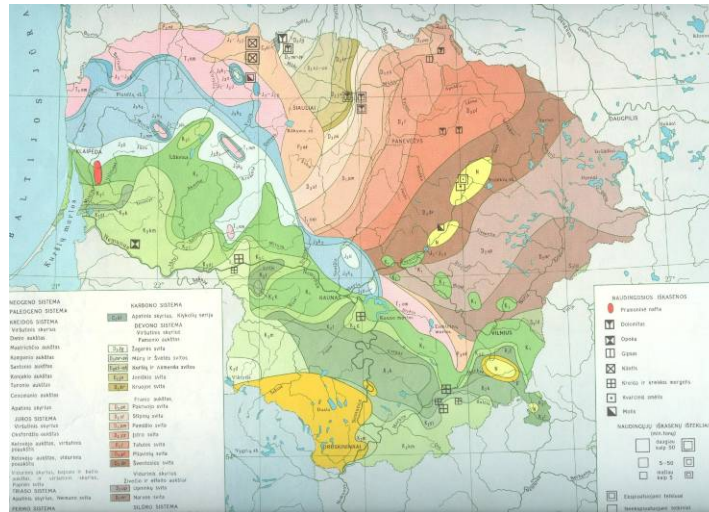
**Kvarteras** - pasutinysis geologinis periodas, prasidėjęs prieš 2,58 mln. metų ir besitęsiantis iki šių dienų. Būdingiausias kvartero reiškinys šiaurės pusrutulyje - ritmiška klimato kaita, t.y. besikaitaliojantys ledynmečiai ir tarpledynmečiai. *Kvartero amžiaus riba vis tikslinama. Pasaulyje ja sutarta laikyti nuosėdas, turinčias pirmųjų klimato pašaltėjimo požymių, bet nesutariama kurio. Iš viso būta keturių pašaltėjimų - prieš 3,3, 2,5, 1,8 ir 0,75–0,73 mln. metų. Ilgą laiką pasaulyje kvartero riba buvo laikoma 1,8 mln. m., Rusijoje - 730 tūkst. m., dabar apsisotota prie 2,58 mln. m. (Šinkūnė, Šinkūnas, 2011).*

Kvarteras smulkiau dalinamas į tris laikotarpius:

- **prepleistocena**, eopleistocena - priešledynmetį (2,58 mln. m. – 730 000 m.), Lietuvoje kartais vadinama *Daumantų priešledynine epocha*
- **pleistocena** (730 000 – 11 700 m.) ir
- **holocena** (11 700 m. /C<sub>14</sub> kalibruota/ arba 10 000 m. /C<sub>14</sub> nekalibruota/ – iki šių laikų).

### 2.1. Pokvarterinis paviršius

Lietuvos paviršius, su žemumomis, aukštumomis, ežerais ir upių slėniais, buvo labai nevienodo amžiaus; devono nuogulomis padengta Šiaurės Rytinė dalis egzogeninių procesų buvo veikiamą kelis šimtus tūkstančių metų, o kreidos, paleogeno nuogulomis nuklota Pietvakarinė - vos kelesdešimt ar keliolika šimtų tūkstančių metų senumo.



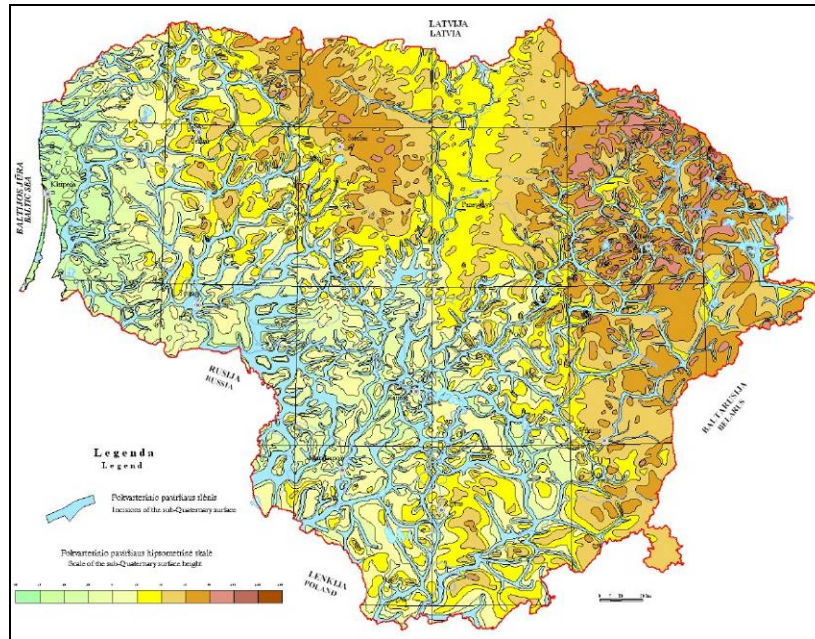
15 pav. Pokvarterinio paviršiaus geologinis žemėlapis (Lietuvos..., 1981)

Prekvarteriniame (pagrindinių sluoksnių) paviršiuje išsiskiria keturi stambiausi orografiniai rajonai, vėliau turėję įtakos ledyno tėkmėms ir nuogulų pasiskirstymui:

- **Pajūrio žemuma**,
- **Šiaurės Žemaitijos aukštuma** (buvusi dabartinės Žemaičių aukštumos ŠR pusėje)
- **Didžioji Lietuvos žemuma**,
- **Didžiosios Lietuvos žemumos įdauba** (sutampa su Nemuno žemupio žemuma)
- **Rytų Lietuvos aukštuma**.



Aukščiausia prekvarterinio paviršiaus pakiluma yra po dabartine šiaurės rytine Aukštaičių aukštumos dalimi (Sėlių aukštuma). Į rytus nuo Obelių, Šapeliuose, aptikta aukščiausia viršūnė – 119 m virš jūros lygio (Kudaba, 1983). Nuo Žuvinto ežero atsišakojęs duburys – 176 m žemiau jūros lygio – yra giliausia ligi šiol aptikta prekvarterinio paviršiaus vieta. Kito panašaus gylio ežero būta prie Marijampolės (Kondratienė, Vonsavičius, 1994).



16 pav. Pokvarterinis paviršius (Lietuvos žemės..., 2004)

Būdingiausias prekvarterinio paviršiaus reljefo bruožas – *palaidoti slėniai*. Tai neogene ir ankstesniais periodais vykusios intensyvios upinės erozijos reliktas. Dalis šių įrėžių sutampa su tektoniniais lūžiais ir galbūt susidarė apledėjimo metu po ledo dangą kaip rinos. *Po ledynu dėl jo trinties į žemės paviršių būna skysto vandens, kuris spaudžiamas didžiulės ledyno masės kaupiasi laidžiose uolienose ir prasiveržia iš po jo. Paleojūrėžiai visame pabaltijyje gausūs ten, kur prekvartero paviršių sudaro purios ir vandeniui laidžios uolienos – mergelis, kreida, smėlis ar smiltainis arba santykinai minkštos vandensparinės uolienos – molis, aleuritas. Tuo tarpu ten, kur prekvarterinio substrato paviršių sudaro klintis ar dolomitas, paleojūrėžiai itin reti (Šliaupa, 2004).* Santykinis giliųjų įrėžių gylis siekia apie 100–150 m, vyrauja 30–70 m, o sekiausi randami Šiaurės Lietuvoje. Daugelio įrėžių dugnas yra 30–80 m, kartais net 100–150 m žemiau dabartinio jūros lygio. Prekvarteriniai slėniai turi aiškia pietų–pietvakarių kryptį, rodančią čia egzistavusias paleogeno ir neogeno jūrines įlankas.

Prekvarterinė Pajūrio žemuma yra žema, nusileidžianti iki 60 m žemiau jūros lygio. Minijos slėnis Pajūrio žemumos centre į prekvartero paviršių buvo įsirėžęs apie 20 m. Palaidoto slėnio būta tarp Priekulės ir Pervalkos. Jis kerta Kuršių marias ir buvo įsirėžęs į paviršių apie 96 m. Gilaus ežero, gal net jūrinės įlankos būta Palangos–Darbėnų–Šventosios ruože. Ties Palanga įrėžis siekia 146 m.

Šiaurės Žemaitijos aukštuma, kurios centras yra ties Šiauliais, virš jūros pakilusi 40–80 m. Į aukštumos teritoriją patenka Radviliškis ir Šeduva, Pakruojis ir Joniškis, Žagarė ir Akmenė. Prekvarterinis paviršius čia labiausiai iškilęs jos atšakoje ties Laukuva – iki 110 m. Gilių ežerų būta ties Plunge ir Varniais – jų gylis atitinkamai siekia 120 ir 142 m. Lūksto

ežeras telkšo ant palaidoto ežero nedidelės dalies. Palaidotų slėnių Šiaurės Žemaitijos aukštumoje neaptinkama.

Rytų Lietuvos aukštuma prekvarteriniame paviršiuje užėmė didžiausią plotą. Į ją pateko ir Medininkų aukštuma, po kuria prekvarterinis paviršius iškilęs iki 50–60 m. Giliausias įrėžis (-70 m) randamas po Drūkšių ežeru. Gausių prekvarterinių slėnių išraižyta prekvarterinė Švenčionių pakiluma. Širvintos pirmtakė kirto Šventąją ir pasukusi į pietus ties Kaišiadorimis įtekėjo į senąjį Nemuną, kuris šioje vietoje nuo dabartinio buvo pasitraukęs į rytus apie 40 km. Po dabar esančiu mažu Kurėnų ežeru prekvartero laikotarpiu būta gilaus ežero -154 m žemiau dabartinio jūros lygio. Didelio Vindeikių ežero būta apie Širvintas. Jo dugnas yra 140 m žemiau jūros lygio.

Didelė Lietuvos upių dalis, išskyrus Nerį, turi „šešėlinius“ slėnius, su kuriais dabartinių upių slėnių dalys vietomis sutampa, pvz., tarp Raigardo ir Alytaus Nemuno vaga sutampa su senu įrėžiu, bet tai nebuvo Nemuno vidurypis. Pastarasis buvo nutolęs į rytus. Senasis Nemuno slėnis žemupyje nuo dabartinio yra nutolęs apie 20 km į pietus ir tik prie Smalininkų jie abu susikerta. Palaidoti slėniai ypač ryškūs Didžiosios Lietuvos žemumos įdauboje.

Didžioji Sūduvos aukštumos dalis iškilusi ant gilos prekvarterinio paviršiaus daubos. Aukščiausiai, iki 59 m, čia pakilusios Rudaminos ir mažutė Pavištyčio pakilumos.

**Daumantų prieleidyninė epocha** (2,6 mln.–750 tūkst. m.) – kvartero pradžios laikotarpis iki teritorijoje susidarant seniausiai ledyninei dangai. Jam būdingi didelės amplitudės temperatūrų svyravimai. Iš pradžių klimatas buvo vidutinių platumų šiltas. Augalijos dangoje vyravo pušynai. Iš neogeno laikotarpiu vyravusių augalų liko tik pavieniai, ypač sumažėjo šilumamėgių augalų. Geresnėmis edafinėmis sąlygomis galėjo augti spygliuočių–plačialapių miškai. Klimatas vėso ir kito bangomis – būta trijų šaltų ir dviejų šiltesnių klimato tarpsnių (Lietuvos, 1999). Šaltam ir gana drėgnam klimatui kaitaliojantis su sausesniais laikotarpiais, išplito beržynai, būta gausios žolinės augalijos, daug atvirų vietovių. Vėliau išplito žolinė tundros augalija. Toliau laipsniškai šaltėjant augalija tapo visiškai skurdi ar net išnyko – įsivyravo prieleidyninė dykuma. Suintensyvėjo denudaciniai procesai. Klojosi smėliai ir aleuritai su labai mažu organikos kiekiu, žolinės augalijos žiedadulkėmis; storis – nuo kelių iki keliolikos metrų. Būtent toks klimatas būdingas ledyninių epochų pradžiai.

1 lentelė. Daumantų prieleidyninės epochos skaidymas daugėjant duomenų

Č. Kudaba 1983	Lietuvos geologija 1994	Oficialus	O. Kondrotienė 1996
Dzūkijos ldm.	Dzūkijos ldm.	Dzūkijos ldm.	Dzūkijos ldm.
Daumantų prieleidyninė epocha	Vilnius	Vindžiūnų tarpldm.	Binės tarpldm.
			Nalšios ldm.
	Daumantų prieldn. epocha	Kalvių ldm.	Kiemėnų tarpldm.
			Kalvių ldm.
	Daumantų prld. epocha	Daumantų prld. epocha	Daumantų prld. epocha

## 2.2 Pleistocenas

Tai laikotarpis nuo 750 000 m. iki 10 000 m. /C<sub>14</sub> nekalibruota/ arba 11 700 m. /C<sub>14</sub> kalibruota/, kuriam būdinga ryški klimato kaita – besikartojantys ledynmečiai ir tarpledynmečiai, palikę ritmišką nuogulų storymę. Ledynmečių nuogulos – ledyno palikta (*glacigeninė*) *morena* ir ledo tirpsmo vandenų suklostytos upinės (*fluvioglacialinės*) sąnašos

bei patvinusių ledyninių ežerų (*limnoglacialinės*) nuogulos: priemolis, molis, žvyras, smėlis, aleuritas. Tarpledynmečių nuogulų – *organikos turinčių ir organogeninių* upinių, ežerinių ir pelkinių nuogulų (smėlio, aleuritų, molio, durpių, sapropelio, gitijos) dažniausiai randama pietinėje ir rytinėje Lietuvos dalyje. Lietuvos pleistoceno storumėje skiriami 6 sedimentaciniai ciklai, rodantys buvus 6 apledėjimus. Kvartero tyrinėtojai vieningai pripažįsta, kad buvo du šiltesni nei dabar tarpledynmečiai – prieš 380–240 tūkst. m. ir 130–100 tūkst. m., kurie atitinka butėnų ir merkinės tarpledynmečius Lietuvoje, o dėl kitų nesutariama ir jie laikomi tarpstadijalais (Kondrotienė, Vonsavičius, 1994) arba nuledėjimais (Baltrūnas, 2004).

Maždaug prieš 750 tūkst. metų ledyno pakraštys pasiekė Lietuvos teritoriją – prasidėjo **Kalvių ledynmetis**, o su juo ir *ankstyvasis pleistocenas*. Jo palikta morena yra žalsvai pilkos, pilkos spalvos, aleuritinga, todėl labai tanki. Turi mažai stambių nuolaužų. Randama įrėžiuose kartu su akvaglacialinėmis nuogulomis. Dažniausiai pasitaikantis storis – 2–5 m.

Klimatui atšilus, ledynas atsitraukė, tačiau prasidėjęs šiltesnis laikotarpis – **Vindžiūnų tarpledynmetis** nebuvo vientisas. Yra požymių, jog morena galėjo būti sudaryta dviejų savarankiškų ledyno antslinkių, bet kol kas laikoma vieno ledyno dariniu. Iš negausių duomenų negalima tiksliai pasakyti, ar tai buvo tarpledynmetis su dviem ryškiais klimatiniais optimumais ir juos skyrusiu pašaltėjimu, ar du tarpledynmečiai ir juos skyręs ledynmetis. Pastarosios nuomonės laikosi O. Kondrotienė, išskirdama *Kemėnų tarpledynmetį, Nalšios apledėjimą* ir *Binės tarpledynmetį* (Kondrotienė, 1996).

Kemėnų tarpledynmečiu augalija kito nuo arktinės bemiškės tundros iki mišriųjų pušų, eglių retmiškių su ažuolais. Šio laikotarpio ežerinių, pelkinių nuogulų storis yra 1–7 m. Nalšios apledėjimui priskiriamų moreninių nuogulų kol kas nerasta, tačiau akvalinių smėlingų – aleuritingų nuogulų (6–13 m storis) bei žiedadulkės rodo ledyno kraštą buvus visai arti. Binės tarpledynmečiui (647–627 tūkst. m.) priskiriamas plonas 2 m storio organogeninių ežerinių nuogulų sluoksnis iš laikotarpio pradžios. Abiejų tarpledynmečių (ar klimatinų optimumų) metu klimatas buvo sausesnis nei vėlesniais tarpledynmečiais.

**Dzūkijos ledynmetis** (627–500 tūkst. m.) paliko 12–25 m storio moreninių nuogulų storumę, kurios pilniausi pjūviai randami Dzūkijoje. Vidutinis storis – 12 m, maksimalus storis – 43 m. Morena pilkos, rusvai pilkos ir rudos spalvos. Jai būdingas mažesnis molingumas ir didesnis aleuritingumas. Padidėjęs dolomito ir karbonatų kiekis rodo, kad ledynas slinko iš šiaurės per devono uolienas. Morenos randama tik žemiausiuose paviršiaus įrėžiuose (iki 40 NN), todėl manoma, kad ledyno danga buvo plona ir slinko tik žemumomis, o aukštumos liko neapledėjusios (Kondrotienė, Vonsavičius, 1994). Ledyno tirpsmo vandenių suklostytų nuogulų randama į pietus nuo Kauno–Švenčionių linijos. Čia tyvuliavo priedydininiai ežerai. Fliuvioglacialinių ir limnoglacialinių nuogulų vidutinis storis – 40 m, įrėžiuose siekia iki 140 m.

**Turgelių tarpledynmetis** (500–470 tūkst. m.) truko apie 30 tūkstančių metų. Klimatas buvo vėsesnis ir drėgnesnis nei dabar, ypač pirmojoje pusėje. Iš pradžių išplito alksnynai, vėliau – mišrūs spygliuočių ir plačialapių miškai su skroblais, lazdynais, juodalksniais, bet vyravo spygliuočiai – pušys, eglės (Kondrotienė, 1996). Optimume buvo šilčiau – augo ir egzotinių augalų. Klojosi humingas upių ir ežerų smėlis, aleuritai, durpės, gitija, sapropelitas.



Jų storis buvo nuo kelių iki keliolikos metrų, didžiausias – 30 m. Pilniausias nuosėdų pjūvis randamas Pietryčių Lietuvoje.

**Dainavos ledynmečio** (472–440 tūkst. m.) morenos vyraujantis storis – 16 m, paleojrėžiuose – 88 m (Lietuvos..., 1999). Vyrauja pilkos, rečiau rusvai pilkos spalvos smėlingas priemolis (iki 10% dolomito ir 30% klinčių), molis, aleuritas, smėlis, žvyras. Pilniausi pjūviai aptinkami Pietų Lietuvoje, kur Dainavos morena dažniausiai slūgso ant kreidos laikotarpio uolienu, nuo kurių atplėštų iki 13 m storio luistų nemažai įvilкта į ledyninių nuogulų storumę. Ledynas atslinko iš šiaurės vakarų per Baltijos jūrą ir Žemaitiją. Bendras ledyninių nuogulų storis – 88 m.

**Butėnų tarpledynmetį** (440–370 tūkst. m.) augalų liekanos rodo, kad buvo trys ryškūs klimato tarpsniai. Vėlyvajame ledynmetyje klimatas galėjo būti atšiaurus ir sausas, vyravo bemiškė augalija – beržai keružiai, pataisai. Paskui jis sparčiai šiltėjo, ir laikotarpio viduryje jau dominavo miškai: išplito eglės, alksniai, o klimatinio optimumo metu augo ištisi vešlūs plačialapių medžių (skroblų, plačialapių liepų, ąžuolų) ir europinių kėnių, serbinių eglų, kukmedžių miškai (dabar europiniai kėniai auga Baltarusijos pietuose, kur šalčiausio mėnesio temperatūra nebūna žemesnė nei  $-1^{\circ}\text{C}$ ). Vidutinė metinė temperatūra tuo metu galėjo siekti  $9\text{--}12^{\circ}\text{C}$  (Кондротене, 1996). Po to klimatas vėl ėmė vėsti, darėsi atšiauresnis ir sausesnis – įsivyravo bemiškis naujo ledynmečio artėjimo laikotarpio kraštovaizdis. Bendras nuosėdų vidutini storis – 2–5 m, didžiausias – 15 m. Stratotipinis pjūvis yra Butėnų km., Šventosios slėnyje Anykščių r. Palinologiniai duomenys rodo, kad Vidurio Lietuvoje vyravo smėlingi dirvožemiai. Šiuo tarpledynmečiu, manoma, pradėjo formotis Baltijos jūra (Bitinas, 1999).

**Žemaitijos ledynmečio** (367–347 tūkst. m.) moreninių nuogulų randama visoje Lietuvoje, bet Žemaitijoje aptinkami tipiškiausi morenos pjūviai. Vyraujantis morenos sluoksnio storis 5–15 m, o Pietų Lietuvos paleojrėžiuose – 37–65 m. Morena ruda, sudaryta iš labai sunkaus (kompaktiško) moreninio priemolio, su dideliu dolomito nuotrupų kiekiu. Ledynas slinko iš šiaurės, ardydamas raudonąsias Estijos ir Latvijos devono uolienas. Ledyno storis galėjo siekti iki 2,5 km. Ledyno tirpsmo vandenų srautų nuosėdos itin paplitusios pietiniuose ir rytiniuose Lietuvos pakraščiuose. Didžiausia tokių (fliuvioglacialinių ir limnoglacialinių) nuogulų storumė rasta įrėžyje prie Leipalingio – 153 m, o maksimali – 169 m. Gilūs ŠV–PR krypties įrėžiai, užpildyti ežerinių ir fliuvioglacialinių nuosėdų (matyt, tai rinų analogai), būdingi Pietų ir Rytų Lietuvai. Tiek Žemaitijoje, tiek Vidurio Lietuvoje vyrauja ežerinės nuosėdos. Vidurio Lietuvoje jų randama retai, vidutinis storis – 10 m, o Žemaičių aukštumoje randamos storumės siekia iki 80 m (į vakarus nuo Tauragės). Baltarusijoje ledynas vadinamas Dniepro vardu.

Dėl **snaigupėlės tarpledynmečio** (nuledėjimas, 251–195 tūkst. m.) nuosėdų, aptinkamų pietinėje ir rytinėje Lietuvos dalyje, vienos nuomonės nėra. *Vieni šį laikotarpį vadina tarpledynmečiu (Kondratienė, 1996), kiti – tarpstadialu. Naujausiame pleistoceno skirstyme jo vietoje išskiriamas Vilkiškių termostadialas (Satkūnas ir kt., 2007), o Žemaitijos ir Medininkų ledynmečiai perkvalifikuoti į kriostadialus, ir kartu šie visi trys padaliniai apjungiami į Žeimenos ledynmetį. Snaigupėlės nuogulos buvo laikytos netgi senesnėmis už Butėnų tarpledynmečio nuogulas (Lietuvos..., 1999).*

Snaigupėlės tarpledynmečio (*Vilkiškių termostadialo*) metu kaupėsi ežerinės, upinės ir pelkinės nuosėdos. Sluoksnių storis siekia 3–25 m. Stratotipis pjūvis Snaigupėlės slėnyje yra netoli Druskininkų. Klimatas buvo kontinentalesnis nei Bitėnų tarpledynmečiu. Vasaros buvo

šiltesnės, žiemos – švelnesnės. Vegetacijos periodas buvo ilgesnis. Augo vešlūs, su daug egzotų plačialapiai miškai, kurių paplitimo riba dabar esti labiau į pietus (*Кондротене, 1996*). Tarpledynmečiui priskiriamos 7 augalijos raidos fazės.

**Medininkų ledynmetis** (195–128 tūkst. m.) paliko vidutiniškai 30–40 m storio dangą. Maksimalus storis siekia 50–100 m. Šio laikotarpio dariniai sudaro aukštumų pakylas arba stuomenis, vietomis iškylančius iki 160–200 ir daugiau metrų virš jūros lygio. Morena rudos ir rausvai rudos spalvos, kai kur pilkšvai ruda, pilka (*Lietuvos..., 1999*). Jos stambianuolaužinėje frakcijoje yra daug devono dolomito bei kristalinių uolienu nuolaužų, Šiaurės Švedijos kristalinių uolienu riedulių, ir tuo ji skiriasi nuo kitų ledynų morenų. Vyrauja lengvos nuogulos – smėlis, garždai – žvirgždas, aleuritai, rečiau priemolis. Šiaurinėje Lietuvos teritorijos dalyje ledynas nugremžė pagrindo uolienas, kai kur nuplėšė stambius, daugiausia kreidos periodo luistus ir įterpė juos į viduriniojo pleistoceno moreną. Daug kur nuogulų sluoksniai vėliau, atsirėmus į juos Nemuno ledyno skydai, buvo dislokuoti (pastumti, išjudinti).

Ledyno pakraštys buvo gerokai į pietus nuo Lietuvos teritorijos, atsirėmęs į paviršiaus iškilumą anapus Nemuno aukštupio, t. y. Lenkijoje ir Baltarusijoje esantį Balstogės–Volkovysko –Naugarduko–Kopylio aukštumų ruožą. Baltarusijoje ledynas vadinamas Dniepru. *Dėl Medininkų ledynmečio paliktų darinių vis dar nesutariama: vieni juos priskiria viduriniajam pleistocenui, kiti – vėlyvajam, treči tapatina su vėlyvojo ledynmečio paskutinio apledėjimo Grūdų stadijos dariniais (Lietuvos..., 1999).*

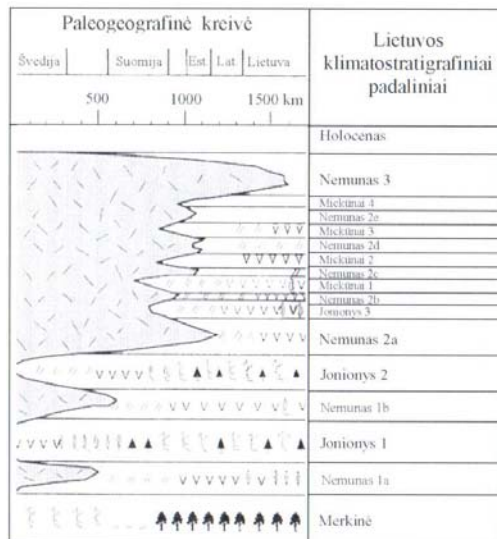
Medininkų (Ašmenos) aukštuma formavosi ledoskyroje kaip kampinis moreninis masyvas tarp dviejų skirtingų ledyno tėkmių: vakarinės – Baltijos tėkmės ir rytinės – Karelijos–Suomijos tėkmės (*Kudaba, 1983*). Priežastis ledoskyrai atsirasti, matyt, buvo atsinaujinęs anteklizės skliauto kilimas, stabdęs ledyno pakraščio slinktį. Ašmenos aukštumos viršūnę sudaro ties Vilniumi susiformavęs sudėtingas kalvynų kompleksas, nesudarantis vientiso kampinio kylio. Tai – Medininkų ir Buivydžių kalvynai. Šios kalvynų gūbrių viršūnės vėliau Neries slėnio buvo atkirstos ir liko dešiniajame Neries krante. Pietinėje aukštumos pusėje žemesnę pakopą sudaro Eišiškių plynaukštė, į Lietuvos teritoriją patenkanti Ašmenos aukštumos prieškalvės – Lydos plynaukštės šiaurinė dalis.

**Merkinės tarpledynmečio**, trukusio 15–20 tūkst. metų, nuosėdos dažniausiai yra ežerinės ir randamos Rytų ir Pietryčių Lietuvoje. Sluoksnių storis siekia nuo kelių iki 19 metrų, amžius – 115–100 tūkst. m. Augalijos raidai būdinga ryški miškų sudėties kaita. Išskiriamos 7 augalijos vystymosi fazės ir vienas klimatinis optimumas. Iš pradžių esant vėsiam ir sausam klimatui, augo beržų ir spygliuočių miškai. Antroje laikotarpio pusėje, terminio optimumo metu, būta gerokai šiltesnio ir drėgnesnio nei dabar klimato tarpsnio. Vidutinė metinė temperatūra svyravo apie 11–13 °C, kritulių iškrisdavo apie 1100 mm. Išplito tankūs plačialapių miškai, kuriuose iš pradžių vyravo ąžuolai ir guobos, vėliau – liepos ir skroblai su gausia lazdynų priemaiša. Žemesnėse vietose augo juodalksnynai. Augalija buvo vešli, augo egzotai. Tarpledynmečio pabaigoje plačialapių miškus pakeitė eglynai, o šiuos – pušynai. Šaltėjant klimatui vėl įsivyravo bemiškės teritorijos su žoline augalija. Tai įvyko prieš 100 000 metų (*Кондротене, 1996*). Merkinės tarpledynmečiu susidarė Baltijos jūros Botnijos ir Suomijos įlankos. Per pastarąją, Ladogos ir Onegos ežerus Baltija susisiekė su Baltąja jūra.

Paskutinysis – **Nemuno ledynmetis** (100–10 tūkst. m.) – Europoje vadinamas įvairiai:

Alpėse – *Viurmo*, Vokietijoje – *Weichselio*, Lenkijoje – *Vyslos*, Rusijoje – *Valdajaus*. Lietuvoje kol kas nėra aptiktas toks pjūvis, kuriame būtų galima atsekti nuosėdų kaupimąsi, vykusį be perstojo visą laikotarpį, todėl paleogeografinės sąlygos nėra visiškai aiškios, ir mokslininkų nuomonės ledynmečio stratigrafijos požiūriu ne visai sutampa.

Nemuno ledynmečio epochą sudarė du paleogeografinėmis sąlygomis besiskiriantys laikotarpiai – *beledis* (100–25 tūkst. m.) ir *ledynmečio* (25–10 tūkst. m.) (Kondrotienė, 1996; Kudaba, 1983, Satkūnas ir kt., 1997). Beledžio laikotarpiu klimatas kelis kartus keitėsi. Būta dviejų šaltų drėgnų periodų, kai viešpatavo tundra, ir dviejų šiltesnių sausų periodų su miškatundrės augmenija. Susiklojo 5–8 m storio ežerų, upių, rečiau – pelkių nuogulos. Stratotipinis pjūvis – Rokų atodanga, amžius – 65–30 (25) tūkst. m. (Lietuvos..., 1999). Pastarąsias nuogulas užklojančios fluvioglacialinės sąnašos rodo, jog ledyno pakraštys buvo arti Lietuvos, ir stipresnis šiltėjimas lėmė intensyvesnį jo tirpimą bei nuogulų klostymąsi skydo pakraštyje, pakraščio atsitraukimą. Po to klimatas tapo atšiaurus, ir laikotarpio pabaigoje Lietuvos teritoriją uždengė ledynai. Apledėjimo pradžia, daugėjant duomenų, nuolat tikslinama.



17 pav. Vėlyvojo pleistoceno klimatostratigrafinių įvykių koreliacija ir paleogeografinė interpretacija (Šinkūnas ir kt., 2004).

Kiti mokslininkai (Vonsavičius, Baltrūnas) išskiria tris Nemuno ledynmečio laikotarpius: *apatinį, vidurinį ir viršutinį*, t. y. du ledynmečius ir tarpledynmetį. Jų nuomone, apatiniu Nemuno laikotarpiu būta ne beledžių preglacialinių sąlygų, bet ledyno – *Varduvos stadija*, palikusiai pilkos spalvos moreną, randamą prie Akmens ir Maskaukos kaimų (Varėnos r.), Žemaitijoje, ledyno tirpimo vandens nuosėdas; morenos vidutinis storis – 5–15 m, su įterptais kreidos ir jūros luistais – 30–50 m. Vidurinį Nemuno ledynmečio laikotarpį (50–35–30 tūkst. m.), paremtą ypač menka biostratigrafine medžiaga, minėti mokslininkai išskiria kaip Danės tarpstadiją. Ilgą laiką buvo nesutariama ir dėl Medininkų aukštumos bei Eišiškių (Lydos) plynaukštės amžiaus, nes kartais ji buvo laikoma Nemuno apledėjimo Grūdės stadijos amžiaus (Vaitonis, Kondrotienė, Vonsavičius, Baltrūnas). Atsiradus naujų duomenų, šios abejonės, atrodo, yra išsklaidytos.

Nemuno ledynas dengė Lietuvos teritoriją du kartus, todėl išskiriamos dvi – **Grūdės ir Baltijos stadijos** ir juos skyręs **Pavytės tarpstadijos** (pašiltėjimas). Dėl trumpalaikių klimato svyravimų ledyno tirpimas vyko sudėtingai, todėl stadijose išskiriamos atsitraukimo fazės: *Grūdės* stadijoje – **Žiogelių fazė**, o *Baltijos* stadijoje – **Pietų, Vidurio ir Šiaurės Lietuvos fazės**.

2 lentelė. Nemuno ledynmečio skaidymas

					<i>Abs. laikas m.*</i>
<b>Holocenas</b> ↑					10 000
<b>Nemuno ledynmetis</b>	Viršutinis	Vėlyvasis	<i>Vėlyvasis drysas</i>		
			<i>Aleriodas</i>		11 700–11 500
			Vidurinis drysas		
			Biolingas		12 800–12 300
			Ankstyvasis drysas		
		Vidurinis	<b>Baltijos</b> stadija	Šiaurės Lietuvos fazė	
	Vidurio Lietuvos fazė			13 600	
	Pietų Lietuvos fazė			14 000	
	Rytų Lietuvos fazė***			16 000	
	Ankstyvasis	<b>Pavytės tarpstadialas**</b>			17 000–16 500
		<b>Grūdės</b> stadija	Žiogelių fazė		17 000
			Grūdės I fazė		19 000
	Apatinis	Rokų atšilimas			22 000
Varduvos atšalimas			25 000		
<b>Merkinės tarpledynmetis</b> ↓					128 000–100000

\* Kazakauskas, Gaigalas, 2004; Bitinas, 2011;

\*\* naujausiu skirstymu neišskiriamas (Satkūnas ir kt., 2007);

\*\*\* Baltijos stadijos tolimiausias postūmis, kurį skirtingi tyrinėtojai vadina skirtingai: Pomeranijos (Gudelis), Aukštaičių fazė (Mikalauskas, Vaitekūnas), Baltijos fazė (Kondratienė, Guobytė), Rytų Lietuvos fazė (Kudaba, Gaigalas).

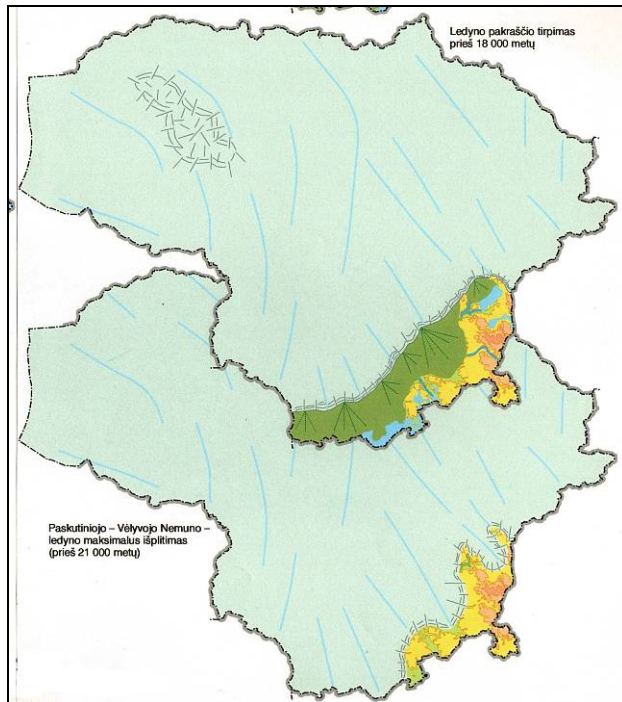
Kiekvienos fazės dariniai sudaryti iš nevienodos morfogenezės ruožų, kurie skiriasi moreningųjų skeldžių užstūmimu, deformacija ir atitinka ledyno glaciodinaminis ciklus: osciliaciją – moreningų skeldžių suklostymą, užstūmimą ir recesiją – intensyvų tirpimą ir piltinių bei suplautinių darinių susidarymą. Grūdės stadijos ledynas rytinėje arealo dalyje paliko pilkšvai rudos, rudos spalvos moreną, vakarinėje – pilkos spalvos moreną; stratotipiniai Grūdės stadijos ledyno pjūvai randami Grūdės baseine ir joms artimose teritorijose. Pastaroji apklotą Baltijos stadijos morena ir didžiojoje Lietuvos dalyje atsidengia tik upių slėnių atodangose. Baltijos stadijos ledynas Rytų ir Pietų fazių metu atslinko ir atnešė moreną iš šiaurės vakarų pusės, o Vidurio ir Šiaurės Lietuvos fazių metu – iš šiaurės (Kudaba, 1983; Baltrūnas, 1995).

### 2.3. Svarbesni paviršiaus nuledėjimo raidos etapai

Nemuno ledynas Lietuvos teritoriją padengė maždaug prieš 25 tūkstančius metų. Maksimalaus išplitimo – Grūdės stadijos toliausio postūmio metu (22 – 19 000 m.) – ledyno pakraštys pasiekė rytų Lietuvą ir iširėmė į senojo apledėjimo Medininkų aukštumą, sustodamas jos papėdėse. Ledas nebuvo labai moreningas, todėl apėjo ją iš šonų įsiterpdamas giliau į lygumas; nesutikdamas kliuvinių Neris ir Nemuno aukštupio dubumose, jis nuslinko toliau į rytus; pietuose beveik iki Gardino aukštumos. Ledynas ten patvenkė Nemuno aukštupį, kurio vandenys ėmė kauptis neapledėjusioje žemumos dalyje – Katros žemupyje Baltarusijos pusėje. Yra nuomonių, kad Švenčionių aukštumą ledynas užklojo ne ištiesai, bet aptekėjo aukštai iškilusią Daugėliškio masyvo viršūnę ir nutūso į Baltarusijos pusę (Kudaba, 1983); Švenčionių aukštuma, matyt, nuolat būdavo ledoskyromis. Kiti (A. Basalykas, R.

Guobytė) laikosi nuomonės, kad ledynas ją padengė pilnai. Senasis aukštumų paviršius – Medininkų ledynmečio dariniai — išlikę nepadengti pergyveno ilgą preglacialinės transformacijos laikotarpį, keitusį jo reljefą ir nuoglių granulometriją: daugiametį įšalą, solifliukciją, krioturbacijas.

Grūdos ledynas Medininkų aukštumos papėdėje paliko neaukštus pakraštinius darinius - 5–10 m storio *pilkos spalvos morenų*, įrėžiuose siekiančią iki 20–30 m storio. Pietuose ledyno liežuviai atsirėmė į Eišiškių plynaukštės šlaitą, kur taip pat paliko neišraiškingus akumuliacinius darinius. Ledyninėms plaštakoms pradėjus tirpti sparčiau, gausūs vandenys tvenkėsi baseiniais dubumose tarp ledyno ir aukščiau iškilusio senojo paviršiaus, o perteklius nutekėdavo į pietryčius (į Baltarusijos pusę) per tarpgūbrinius pažemėjimus, išplaudami Vilnelės, Merkio, Šalčios, Visinčios, Versekos aukštupių klonius, taip pat per Neries ir Nemuno aukštupio dubumas, kur išlikę nedideli zandrai. Ledyno liežuvių glaciodepresijose susitvenkę įvairaus dydžio baseinai pradžioje buvo atskirti tarplicežuvinų moreninių darinių.



18 pav. Nemuno ledyno pakraštys Grūdos ir Žiogelių fazės metu (pagal Guobytę) (Rudnickaitė, 2011)

Ledynui tirpstant baseinai plėtėsi į vakarus, persiliedami vieni į kitus, todėl limnoglacialinės nuogulas keitė fliuvioglacialinės. Nusekusiųose baseinuose buvo klostomas vidutingrūdis (0,3–0,1 mm) smėlis, nešamas upių nuo neapledėjusios pusės; baseinams atslūgus vėlyvajame ledynmetyje ir holoceno pradžioje šie smėliai buvo supustyti į kopas. Kopų juosta yra viename lygyje su limnoglacialine lygumos dalimi, o vidinėje (proksimalinėje) pusėje baigiasi statokai, vietomis sudarydama ryškią pakopą į žemesnį lygį. Dabartinis kopų ruožas ir jame salomis aptinkami praplautų moreninių nuogulų cokoliai, išskylantys iš po smėlių tie Mergežeriu, Mančiagire, Marcinkonimis, Margioniais, manoma rodo čia buvus trumpalaikį ledyno postovį (osciliaciją) ir patvankos labai aplygintą jo pakraštį. Tuo metu vandens perteklius iš prieledyninių baseinų Neries, Nemuno aukštupio dubumomis dar nutekėdavo į rytų pusę. Atsekami 7 laikini (ir nevienalaikiai) prieledyniniai baseinai, telkšoję skirtingame aukštyje: Vidurio Žeimenos, Žeimenos žemupio, Neries vidurupio,

Vilnelės, Merkio vidurupio, Ūlos ir Katros; pastarasis buvo tarp Lydos plynaukštės ir Gardino aukštumų. Tirpdamas ledynas dubumose paliko dugninę moreną, virš kurios giliuose baseinuose kaupėsi limnoglacialinės nuogulos, vėliau užklostytos fliuvioglacialiniais smėliais (Басаликас, 1984). Paskui ledyno pakraštys ėmė tirpti daug intensyviau, sparčiau atsitraukdamas pietinėje dalyje

Ilgesnis ir stipresnis klimato atšalimas prieš 18–17 000 metų sustabdė ledyno kraštą ilgiam laikui dešiniakrantėje Merkio pusėje dabartinių Baltijos aukštumų papėdėje; šis **Žiogelių fazės (Grūdų II)** postovis gretinamas su ledyno *Frankfurto* stadija Vokietijoje. Ledyno pakraščio būta apytiesio, nes įtakos tam galėjo turėti buvusi vandenų patvanka uždaroje lygumose. Ledo masė buvo labiau moreninga. Nuogulos - gelsvai ir pilkšvai rudas riedulingas priemolis, rečiau - priemolis, smėliai ir žvyrai. Storis 4–5 m, vietomis iki 10–14 m (Lietuvos, 1999). Šiaurinėje dalyje Žiogelių fazės pakraščiniai dariniai randami Švenčionių aukštumos pietvakariniame pakraštyje, kur jie yra ryškūs ir sudaro vientisą aukštumos šlaitą. Nuo Pabradės jie randami kitoje Žeimenos pusėje ir nusidriekia į pietus link Vilniaus – Lentvario ir toliau Onušio – Nedzingės – Liškiavos – Veisiejų – Kapčiamiesčio ruože. Iš vakarų pusės į juos beveik ištisai atsiremia, o vietomis ir apkloja Baltijos stadijos pakraščiniai dariniai, todėl *Žiogelių fazės morenos sudaro Baltiškųjų aukštumų išorinį šlaitą ir orografiškai labiau panašūs į Baltijos stadijos darinius.*

Ledo tirpsmo vandenims nutekant laisvai, susiklojo stipriai praplauta priemėlinga, rečiau - priemolinga morena su žvyru, gargždu, rieduliais. Dėl šitokių išledėjimo sąlygų Žiogelių morenos smėlingesnės ir tuo jos ryškiai skiriasi nuo molingesnių Baltijos stadijos morenų. Gausūs tirpsmo vandenys rytinėje (distalinėje) pusėje suklostė fliuvioglacialinės nuosruvos zandą, savotišką fliuvioglacialinį šleifą, susidariusį iš daugybės nuo ledyno pakraščio tekėjusių upelių deltų; plačiausi, iki 15 km pločio zandriniai laukai suplauti Vilniaus, Trakų, Varėnos, Lazdijų rajonuose, o siauriausi, 2–4 km pločio, susidarė tarp Pabradės ir Vilniaus, kur srautai prasiveržė pro senojo paviršiaus kalvagūbrių virūnes. Zandų storis - 5–8 m (Микалаускас, 1985).

Kurį laiką apsinkintas vandens nutekėjimas buvo šiaurinėje dalyje ties Švenčionių aukštuma, kur per jos siaurumą įsipjovė gili Ceikinių rina (dubaklonis), kertantis skersai visą aukštumą. Žiogelių (Grūdų II) fazės dariniai ypač gausiai išraižyti rinų. Jų daug ir jos sudaro ištisas sistemas, todėl greičiausiai išsigrauzė suaižėjusio ledyno plyšiuose. Ypač tankus statmenai susikertančių dubaklonių tinklas yra ties Veisiejais. Intensyvaus tirpsmo metu atotirpio vandenys, manoma, kaupėsi ir poledyje ir ledyno jėgos slegiami išerodavo kai kurias rinas (Kudaba, 1983). Grūdų (I) fazės dubakloniai ilgi: jie prasideda Baltiškųjų aukštumų gilumoje ir siekia Grūdų ledyno darinių tolimiausio paplitimo pakraščius. Toliausio išplitimo ruože dubakloniai pakyla prieš paviršiaus nuolydį, o tai rodo, kad tirpsmo vandenys nutekėjo iš labai gilių įledžio sričių. Erozijos ciklui pasibaigus jas užpildė ledinga morena ir ledo likučiai; rinos atsikūrė vėlyvajame ledynmetyje, kuomet jau buvo supustytos kontinentinės kopos.

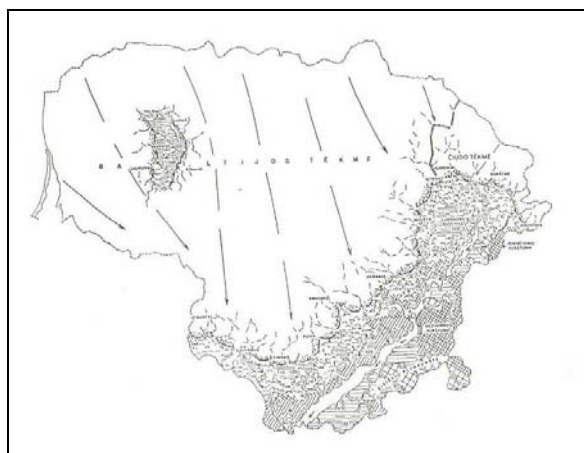
Žiogelių stadijos ledynui atsitraukiant Dysnos lygumoje jau tvenkėsi prieledyninis baseinas - didžiulio limnoglacialinio Polocko baseino pakraštys; varvinių molių storumė čia siekia vidutiniškai 7–9 m, buvusiose giliausiose vietose -15 m (Basalykas, 1965).

Klimatui labiau šylant ledyno pakraštys, manoma, atsitraukė iš Lietuvos teritorijos. **Pavytės tarpstadialo** metu, maždaug nuo 18(17) 000 iki 16 500 m. klimatas atšilo, suvešėjo žolinė augalija, buvo miškų: pušynų, beržynų, juodalksnyų, augo lazdynai (Gaigalas, 1997;

Lietuvos, 1999). Susiklojo 1,5–3 m storio ežerinės nuogulos. Šį laikotarpį buvus pripažįsta ne visi.

Antrojo – **Baltijos stadijos** (16 000 m.) – ledyno antslinkio metu buvo palika rausvos spalvos morena. Vidutinis sluoksnių storis siekia apie 8 m, storiusi sluoksniai siekia iki 54 m. Iš visų Baltijos stadijos morenų savo sudėtimi tarpusavyje labiau panašios yra Rytų Lietuvos (koreliuojamos su *Pomeranijos* stadija) ir Pietų Lietuvos fazės morenos, o Vidurio Lietuvos fazės morena panašesnė su Šiaurės Lietuvos. Tą lėmė pirmųjų morenų atnešimas iš Šiaurės vakarų, o Vidurio ir Šiaurės Lietuvos fazių morenos - labiau iš šiaurės, be to jos buvo klostomos labiau kaip dugninės morenos (Kudaba, 1983; Baltrūnas, 1995).

Ledyno šiaurės vakarinės tėkmės pakraštyje susiklojo Baltiškiosios aukštumos, kitaip - Didysis Baltiškasis kalvynas, kurio šiaurinė dalis atsidūrė ledoskyroje kaip kampinis morenis masyvas tarp šios ir šiaurės rytuose Latvijos teritorijoje buvusios ledyno Sėlių tėkmės (Kudaba, 1983). Toliausio postūmio - Rytų Lietuvos fazės metu (16 000 m.) buvo sustumtas išorinis (distalinis) šlaitas, o Pietų Lietuvos fazės metu, trukusios apie 500 metų (Kazakauskas, Gaigalas, 2004) susiklostė Baltijos aukštumų vidinis (proksimalinis) šlaitas.



19 pav. Ledyno pakraštys Baltijos stadijos Rytų Lietuvos fazės metu (Mikalauskas ir kt. 1983).

Rytų Lietuvos fazės (Baltijos tolimiausio postūmio) metu ledynas Pietrytinėje Lietuvoje pasiekė Žiogelių fazės pakraštinių darinių ruožą, bet pilnai jų neapklojo (Kudaba, 1983). Šiaurinėje dalyje jis sustojo kitoje dabartinės Žeimenos pusėje. Anksčiau suformuoti neaukšti Žiogelių fazės pakraštiniai dariniai netrukdė laisvam tirpsmo vandenų nutekėjimui, todėl prasidėjo antrasis intensyvus zandrių laukų formavosi etapas (Микалауска, 1985).

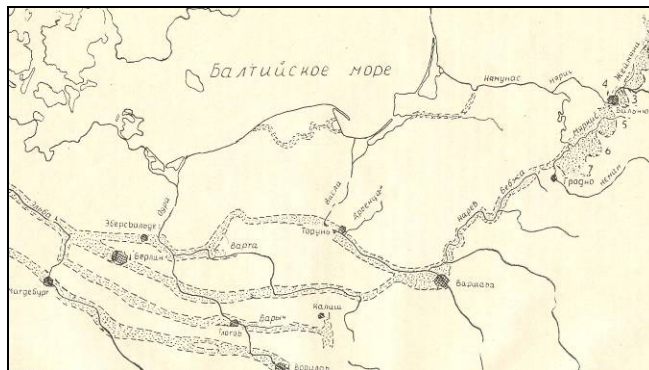
Vandenims nuo ledyno pakraščio į lygumos pusę nutekant laisvai, vyko intensyvus išledėjančios morenos išplovimas, ko pasekoje distaliniame (rytiniame) šlaite klostėsi itin smėlingos - žvyringos, priešmėlingos morenos. Paviršius čia ypač kalvotas daubotas, gausu fluvio-glacialinių, poledžio sąlygomis suplautų keimų, neryškių ozų. Čia susidarė didžiausi Baltiškųjų aukštumų riedulynai - į šiaurę nuo *Tauragnų*, *Ambraziškių* (Bijutiškio kalvyne), *Beizonių* (Aukštadvario kalvyne), *Žvirgždėnų* (Daugų masyve) ir kiti (Kudaba, 1983).

Dėl paklotinio paviršiaus nelygumo ledyno kraštui suskilus į didesnius ar mažesnius liežuvius, jų sąlytyje (sąramose) susistūmė ir iškilo kampiniai moreniniai masyvai: *Pratkūnų*, *Daugailių* - *Tauragnų*, *Antalgės*, *Bijutiškio*, *Sužionių*. Pietinėje lanko dalyje plaštakų būta stambesnių, todėl *Sudervės*, *Trakų*, *Aukštadvario*, *Daugų* kalvynai išsidėstė atokiau vieni nuo kitų. Užmemunėje, kur ledynas savo nuogulas klostė gerokai žemesniame paviršiuje, buvusios Didžiosios Lietuvos žemumos pietrytiniame pakraštyje, plaštaka suskilo į ypač smulkias



liežuvius ir kampinėse sąramose iškilo maži moreniniai masyvai: *Seirijų, Krosnos, Rudaminos, Sangrūdos, Salaperaugio*. Džūkų ir Sūduvos aukštumų kalvynai sukloti iš ypač lengvų priemolių, smėlėtų - gargždingų piltinių darinių, fluvioglacialinių nuogulų. Visuose juose iškyla aukščiausios Baltiškojo kalvyno viršūnės, sudarančios aukštumų lanko keterą - takoskyrinį ruožą tarp Žeimenos ir Šventosios, Stėvos, Merkio ir Verknės, Baltosios Ančios ir Šešupės baseinų.

Ledynui sukrovus aukštumų vandenskyrinį ruožą, tirpsmo vandenys į išorę sruvo labiau koncentruotais srautais pro žemesnes plaštakinių dubumų paviršiaus vietas; šiaurinėje dalyje nuo Luodžio pro Vajasiškį–Minčią, nuo Vyžuonos plašakos pusės - pro Saldutiškį, Suginčius ir kitur (Kudaba, 1983). Tirpsmo nuosruvos latakai prasidėję sąvartų ruožo viduje, perkerta jį skersai ir išeina į išorinę pusę, o buvusią laikiną nuosruvą rodo terasų neturintys latakų (rinų) šlaitai, pvz. Tauragno, Asvejos ir kitų mažesnių. Išorinėje (distalinėje) pusėje visi vandens srautai jungėsi lateralinę Žeimenos–Neries–Vokės–Merkio–Ančios tėkmę, kuri įsirėžė į smėlingąją lygumą išplaudama savo slėnį, kuris jungėsi su Bebro–Narevo–Elbės latakais ir pasiekė Šiaurės jūrą (Basalykas, 1965, 1984). Vientiso galingo vandens srauto greitis einant iš šiaurės į pietus mažėjo, todėl suklostytų nuogulų dydis smulkėjo; bendras smėlių sluoksnio storis – 14 m, pietinėje dalyje siekia iki 17-20 m.



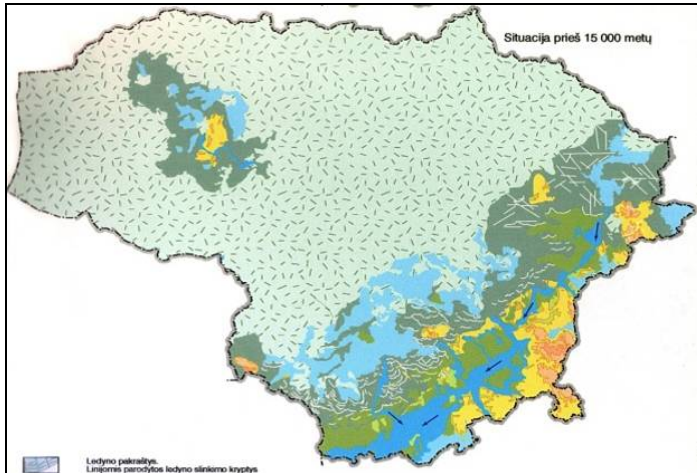
20 pav. Pietryčių Lietuvos fluvioglacialinis senslėnis Rytų Europos senslėnių sistemoje (Basalykas, 1984).

Ledynui klostant Baltiškųjų aukštumų kalvyno išorinį (rytinų) šlaitą, Vakarų Lietuvoje iš po ledyno dangos pradėjo atsilaisvinti centrinė Žemaičių aukštumos dalis - Vidurio kalvynai. Žemaičių aukštuma visą laiką buvo dviejų ledyninių tėkmių (Baltijos ir Žiemgalos) sąlytyje ir buvo padengta plonesniu ledo sluoksniu (Basalykas, 1965; Kudaba, 1983). Ji išledėjo koncentriškai ir ledo apsuptyje atitirpęs paviršius skendėjo vandenyse kaip sala, nes jie neturėjo kur nutekėti. Giliuose patvankos baseinuose sėdo limnoglacialiniai moliai, dulkiški smėliai; prieledyninių baseinų nuosėdos aptinkamos 220 m aukštyje, o jų krantiniai dariai randami įvairiuose lygiuose: 203–202, 199–198, 180–170 m ir žemesniuose (Galvydytė, 1958). Kitose vietose, kur nuo kedyno krašto leidosi sraunesnės tėkmės, klostėsi fluvioglacialiniai žvyrai, žvirgždai, formavosi keiminių terasų pakopos. Patvankos sąlygomis išledėjusi Žemaičių aukštumos morena yra žymiai molingesnė, nei kad klostėsi Baltiškųjų aukštumų išoriniame šlaite.

**Pietų Lietuvos** fazės metu (prieš 15 000 m.) Žemaičių aukštumoje formavosi plynaukščių pakopa. Ji išledėjo esant patvankai, todėl sudaryta iš sunkesnių moreninių priemolių. Baltiškiosiose aukštumose tuo metu formavosi vidinis (proksimalinis) šlaitas, irgi sudarantis plynaukštinę pakopą (Kudaba, 1983). Rytų aukštumose iškilus aukščiausiosms keteroms, ledo tirpsmo vandenų nutekėjimas tapo labai apsunkintas, todėl daugelyje vietų tarp ledyno pakraščio ir moreninių sąvartų kaupėsi laikini limnoglacialiniai baseinai, o išledėjusi



morena yra žymiai molingesnė, nei kad esanti išoriniame šlaite. Didžiausi ir ilgesnį laiką egzistavę baseinai buvo pasitvenkę vis žemesniame hipsometriniame aukštyje: Dysnos lygumoje, Avilių duburyje – 170 m NN, Sartų duburyje – 165, Vyžuonos dubumoje – 160, Virintos – 155, Siesarties – 155, Vievio–Širvintos – 150, Strėvos – 140, Verknės, Dusios–Metelio, Kirsnos dubumose – 135 m NN (Kudaba, 1983). Apie 500 metų trukusios Pietų Lietuvos fazės metu pasitvenkusiuose baseinuose varvinių molių sedimentacija vyko nevienodai intensyviai; Vievio–Širvintų baseine truko apie 440 metų ir susiklojo vidutiniškai apie 20 m storymė, Simno–Balbieriškio limnoglacialiniame baseine nusėdo 3–5 m storymė (Kazakauskas, Gaigalas, 2004).



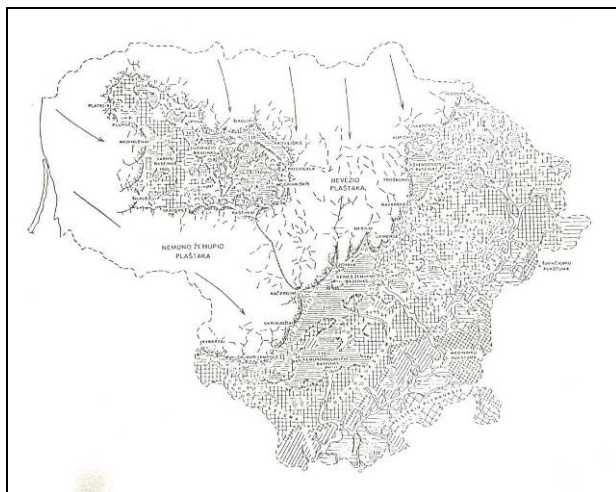
21 pav. Ledyno pakraštys atsitraukiant nuo Rytų Lietuvos fazės pakraštinių darinių ruožo (pagal Guobytę). (Rudnickaitė, 2011)

Ties Aukštaičių aukštuma vandens nutekėjimas į išorėje esančią šiaurycių lygumą tebevyko tarpugūbriniais pažemėjimais pro Saldutiškį, Suginčius (nuo tirpstančios Vyžuonos plaštakos), pro Molėtus (nuo Siesarties–Virintos plaštakos) ir Dubingos (Asvejų) senslėniu nuo tirpstančios Širvintos plaštakos. Jie taip pat tekėjo Neries ir Nemuno slėniais, kurie šiose atkarpose susidarę virš tektoninių lūžių (Suveizdis, 2004); didesnis šilumos srautas atitirpdė tose vietose buvusius tarpledynmečio slėnius. Pro Dzūkų aukštumą vandenys plūdo Stėvos aukštupiu ir toliau – Luknos slėniu, Verknės aukštupio–Vilkokšnio rina, pro Varėnės dubumą jos slėniu. Plūdę tirpsmo vandenų srautai sunešė ir užbaigė klostyti zandrus rytinėje aukštumų papėdėje. Baltiškųjų aukštumų vidinis šlaitas, ypač Aukštaičių aukštumos, kaip ir Grūdų, bei Žiogelių darinių ruožas gausiai išraižytas rinomis, kurios neretai visą aukštumą kerta skersai.

Ledyno pakraštys, matyt, žymiai greičiau tirpo pietrytinėje Lietuvos dalyje, nei kad šiaurės rytinėje ir iš čia pasitraukdamas paliko atokiai išbarstytus pavienius gūbrius ir du ryškesnius kalvagūbrius – Šilavoto ir Veiverių; žemomis lygumomis tekėdama plašta didesnio pasipriešinimo nesulaukusi, greičiausiai buvo plonesnė (Kudaba, 1983). Ypač dideli priedyniniai baseinai ėmė telktis žemiausioje paviršiaus dalyje: Peršėkės, Žuvinto, Amalvo dubumose, Jiesios lygumoje. Būdami atsirėmę į ledyno pakraštį jie laipsniškai slūgo jam atsitraukiant.

Žemaičių aukštumai vis labiau atitirpstant ir patvankos vandenys tebesikaupiant, ilgainiui ledo danga persiskyrė ir patvankos vandenys išplovė gilų Ventos - Dubysos senslėnį; didžiausias priedyninis ežeras Rytų Žemaičių plynaukštėje kaupėsi Užvenčio dubumoje. Manoma jog vandenys ištekėjo dar plynaukštei nepabaigus tirpti, poledžiu arba ledo paviršiumi, kadangi Dubysos senslėnis vietomis skrodžia kalvotus ruožus, kuriuos laisvai tekėdamas vanduo paprastai apeina (Kudaba, 1983), t.y. vandenskyrą, nes paviršius nuo Dubysos

vidurupyje smarkiai žemėja į vakarus, o žemupyje ir į rytus. Ilgainiui susidarė dvi stambios ledyno plaštakos – Baltijos (Nemuno žemupio) ir Žiemgalos (Nevėžio), iš trijų pusių tebejuosusios Žemaičių aukštumą.



22 pav. Ledyno pakraščio atsitraukimas nuo Pietų Lietuvos fazės pakraštinių darinių ruožo (Mikalauskas ir kt., 1983).

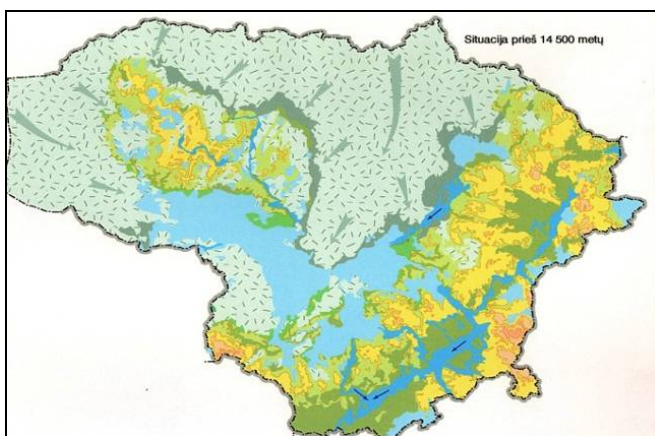
Ilgesnis fazijinis ledyno postovis buvo prieš ~14 000 m., palikęs *Vidurio Lietuvos* pakrštinius darinius. Išledėjus Žemaičių aukštumai, ledyno pakraštys pasidalino į dvi atskiras plaštakas: Baltijos (Nemuno žemupio) ir Žiemgalos (Nevėžio). Pastaroji būdama suplonėjusi ir plastiška, nusidriekė per visą Vidurio lygumą iki Kauno kaip ledyninis liežuvis ir paliko neaukštas pakraštinių gūbrių sąvartas; visi Vidurio Lietuvos fazės dariniai išsiskiria atokesne nuo aukštumų padėtimi. Jos pakraštys driekėsi tarp Kamajų - Svėdasų, paliko ryškesnius kalvagūbrius ties *Viešintomis* ir tarp *Veprių* – *Bukonių*, kur skilo į du srautus, ryškesnį kalvagūbrį sukrovė ties *Lapėmis* – *Kaunu* bei *Vilkija* – *Čekiške* ir vėl ryškesnį gūbrį paliko ties *Radvilišiu*. Šiaulių – Kuršėnų ruože pakraštines morenos prišlietos prie Rytų Žemaičių plynaukštės, o ties Tryškiais jos yra atokiau, neaukštos, neišraiškingos ir tik *Sedos* apylinkėse vėl susidarė ryškesnis kalvagūbris. Iškilus kalvagūbriui Sedos – Kuršėnų ruože, tarp jo ir Žemaičių aukštumos vis dar trvenkėsi baseinai; Užvenčio dubumoje priedyninis ežeras paliko iki 18 m storio limnoglacialinių nuogulų storumę (Kazakauskas, Gaigalas, 2004).

Baltijos ledyninė plaštaka ties *Endriejavu* kalvagūbrį prišliejo prie Vakarų Žemaičių plynaukštės, o kitą ryškesnį ruožą sukrovė plaštakos gale Nemuno žemupyje ties *Vilkyškiais*; šio kalvagūbrio tęsinys dabartinėje Kaliningrado srityje esantis Įsručio kalvagūbris; tarp juodviejų vėliau prasiveržė Nemunas. Tiesa, dėl abiejų plaštakų paliktų darinių vienalaikiškumo (Vilkyškų ir Vidurio Lietuvos) vis dar vieningai nesutariama.

Nevėžio ledyniniam liežuviui tirpstant, vandens nutekėjimas Šiaurės rytinėje pusėje vyko koncentruotais srautais, palikusiais nuosruvos latakus: pro Obelius Kriaunos senslėniu į Sartų duburį, Dauguvos aukštupio link, Audros senslėniu į Sartų duburį, išsiplovė Šetekšnos–Jaros senslėnis iki Svėdasų ir susidarė daug kitų trumpesnių protakų (Basalykas, 1965; Kudaba, 1983). Vandens kaupėsi Sartų, Šventosios (kilpos) – Vyžuonos ledyniniame ežere, kuris pasitvenkė ledyno pakraščiu atsirėmus ties Anykščiais į Storių (Rubikių) kalvyną. Giliausioje baseino vietoje sėdo moliai, iš viršaus užklostomi upių suneštais smėliais. Ilgainiui vandens prasigrauzė pro kliūtį ir ledyno plaštakos pakraščiu ištekėjo į pietus, išplaudami Šventosios senslėnį, kurio gale (į pietus nuo Jonavos) suplovė fluvio-glacialinę deltą.

Nevėžio ledyninis liežuvis Vidurio Lietuvoje atsitraukė lėtai, apie 120–140 metrų per metus, tirpsmo vandenims nutekant laisvai (Строение, 1971). Taip išledėjusi morena nesikaupdavo į kalvas, bet nugulė pasiskirstydama lygiai kaip dugninė morena. Tik Raguvos – Siesikų ir Kulvos – Žemių ruožuose susiklojo pavienių gūbriškų moreninių kalvų ir ozų grandinės; dėl aukštesnio paklotinio paviršiaus susidarius nevienodam ledo tekėjimo greičiui, nuo ledyno plaštakos skilo mažesnis ledo liežuvis, tekėjęs šiek tiek lėčiau.

Manoma, jog Nevėžis nuo pat pradžių turėjo nutekėjimą į Nemuno pusę, todėl atsilaisvinančioje Nevėžio lygumoje ilgalaikės patvankos nebuvo. Trumpalaikės patvankos pietinėje lygumos dalyje, buvusios iki Nevėžio senslėnio atsikūrimo, paliko nestorą limnoglacialinę dangą, o į juos įtekėję trumpalaikiai srautai vietom suklojo nedideles fluvioglacialines deltas, pvz. ties Kėdainiais. Ilgainiui labai suplonėjęs ledyninio liežuvio galas atitrūko nuo pagrindinio ledyno kūno ties Panevėžiu ir toliau tirpo kaip negyvas ledas.



23 pav. Ledyno pakraštys Vidurio Lietuvos fazės metu (pagal Guobytę). (Rudnickaitė, 2011)

Vidurio Lietuvos fazės laikotarpiu pasitvenkė didieji Kauno - Kaišiadorių ir Karšuvos - Šešupės lygumų limnoglacialiniai baseinai. Molių sedimentacija Kauno - Kaišiadorių baseine vyko apie 250 metų, nusėdo iki 26 m storumė, Nemuno žemupio baseine ji siekia 2-15 m (Kazakauskas, Gaigalas, 2004).

Nevėžio ledyninei plaštakai kalvagūbrį sukrovus prie Veiverių kalvagūbrio šiaurinio galo, kurį laiką rytinėje pusėje besitvenkiantys vandenys neturėjo nutekėjimo į vakarus, bet jiems prasiveržus susidarė didelė Kazlų rūdos delta;

gal būt jos susidarymas sutampa su Šventosios baseino prasiveržimu. Baseinui slūgstant jo pakraštys ilgiau užsilaikė ties Jurbarku, o atsikūręs Nemunas čia suklostė dar vieną deltą. Prie jos formavimo prisidėjo ir Jūra.

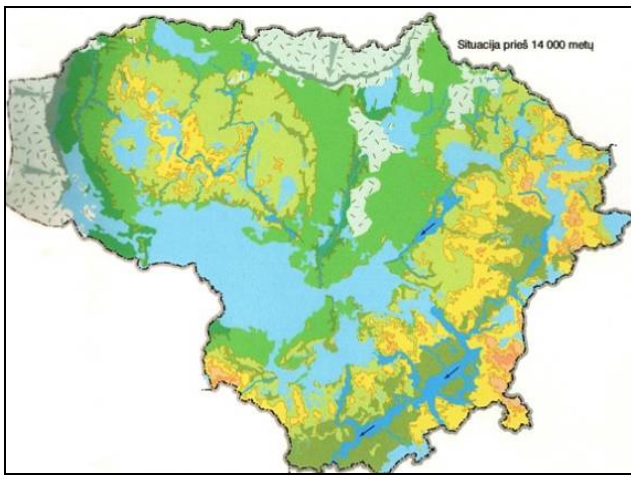
Ledyno Baltijos plaštakos pakraščiu atsitraukiant nuo Endriejavo kalvagūbrio, tirpsmo vandenys nutekėdavo į pietinėje dalyje besitvenkusius priedyninius baseinus, paviršiuje palikusius apskalautus atabradas; ryškesni randami 80 m, 60 m, 40 m absoliutinio aukščio. Didesniais ir mažesniais srautais plūdę fluvioglacialiniai vandenys klaidžiojo tarp pakilesnių vietų, išplovė daug latakų, kurie ryškesni ir riedulingi šiaurinėje dalyje, o pietinėje užsibaigia smulkių bei aleuritingų smėlių laukais.

Kurį laiką didesnis ežeras buvo pasitvenkęs Skuodo dubumoje, kur 40 m aukštyje matomos jo krantų žymės; jis labai performavo Latvijos pajūrio žemumą (Basalykas, 1965). Šio laikino ežero vandenys prasiveržė į pietus pradžioje sruvo paviršiumi sekliais latakais, išplaudami smulkožemį ir palikdami riedulius. Vėliau jie koncentravosi į vieną vandeningą arteriją, išplovusią platų Erlos–Salanto–Minijos senslėnį; priedyninio baseino pakraštys tuo metu laikėsi į pietus nuo Gargždų. Ledynui atsitraukus į vakarus buvo išplautas kitas panašus - Tenžės – Danės fluvioglacialinis latakas, o moreninės lygumos paviršius Mosėdžio – Kartenos atkarpoje buvo nuklotas gausiais iš morenos išplautais rieduliais.

Pietuose tyvuliavęs baseinas buvo gilus ir ant nuklotos dugninės morenos sėdo limnoglacialiniai moliai, o baseinui nusekus iki 40 m aukščio nuo aukštumos įtekančios upės ir srautai sunėšė ir priekrantėse suklostė smulkius, vadinamuosius šilų smėlius (Basalykas, 1965).

Ledyno Nevėžio plaštakai tirpstant į šiaurę nuo Panevėžio, o pietuose vis dar esant negyvo ledo, tirpsmo vandenys pradėjo kauptis atsilaisvinusiam plote. Ypač daug vandens atitekėjo ledyno pakraščiu nuo šiaurės rytinės pusės, kur koncentruoti srautai išgraužė Lėvens ir Pyvesos slėnius ir suklostė smėlingą deltą; dabar joje auga Žalioji giria. Ledyno kraštui atsitraukiant patvankos baseinas sekė iš paskos.

Mūšos – Nemunėlio atkarpoje ledyno tirpimas įgavo ritmišką pobūdį - periodiškai stabtelėjant jo pakraščiu. Tokio traukimosi eigoje susidarė lygiagrečios gūbriškų bangų, gūbrių grandinės, atskirtos plačių, ~1 km pločio tarpubangių (Basalykas, 1965). Tirpsmo vandenys vakarinėje pusėje nutekėjo į pietus, palikdami smėlėtus latakus, o rytinėje tvenkėsi, gūbrius aplygindami ir pažemindami. Tokių lygiagrečių gūbriškų bangų ruožai susidarė ne tik rytinėje pusėje tarp Vabalninko ir Biržų – Pušaloto, bet ir vakarinėje Žiemgalos (Nevėžio) plaštakos pusėje - Ventos vidurupio lygumoje į šiaurę nuo Akmenės.



24 pav. Ledyno pakraštys Šiaurės Lietuvos fazės metu (pagal Guobytę). (Rudnickaitė, 2011)

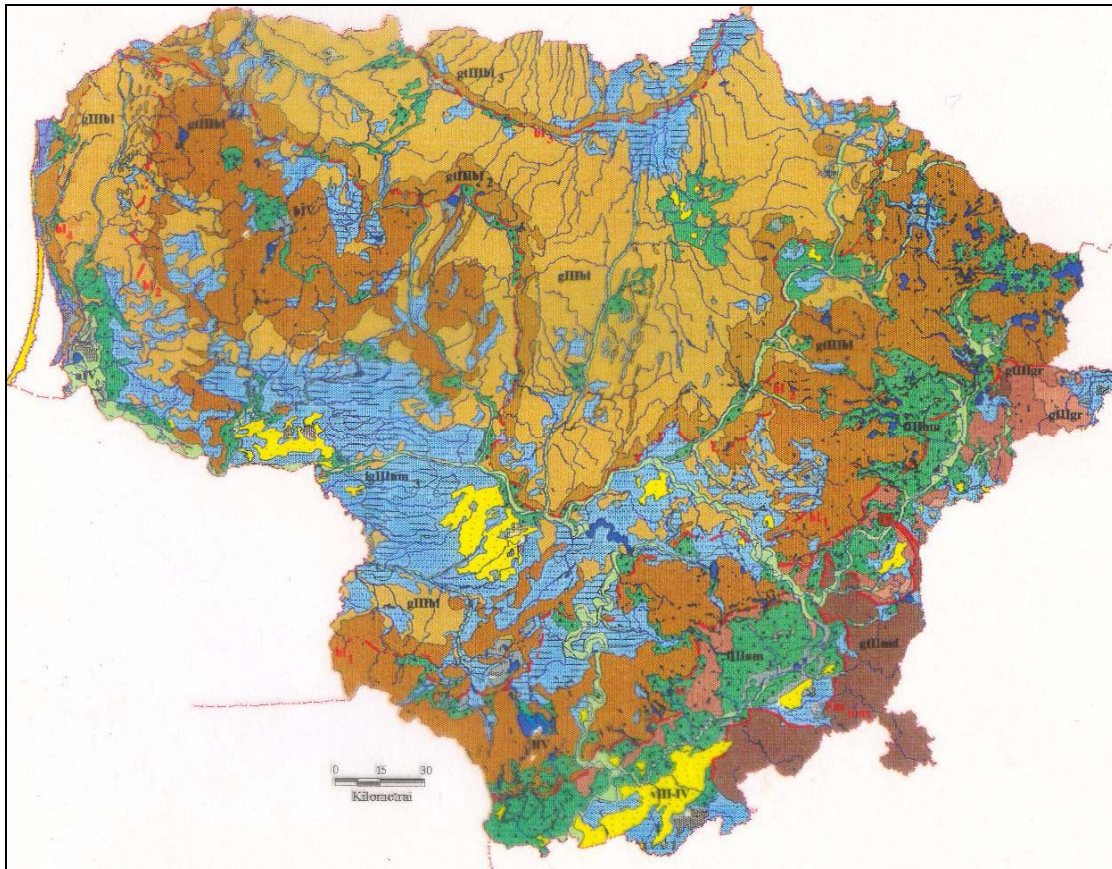
Ilgesnį laiką ledyno pakraščiu apsistojus **Šiaurės Lietuvos** pakraštinių darinių ruože buvo suformuotas neaukštas, bet gana išraiškingas *Linkuvos kalvagūbris*. Kadangi Vidurio Lietuvos lygumų paviršius žemėja į šiaurės pusę, ledyno pakraštyje pasitvenkė Mūšos limnoglacialinis baseinas; varviniai moliai ties Joniškėliu, Pasvaliu klojosi apie 160 metų, o susidariusi storumė siekia iki 10 m (Kazlauskas, Gaigalas, 2004).

Pajūryje ledyno pakraštys paskutinį kartą sustojo Lenkimų – Darbėnų – Klaipėdos – Priekulės – Ventės rago ruože ir paliko labai

neaukštą kalvagūbrį. Ties vadinamąja Olando kepure Nemuno žemupio plašta skyrėsi į du srautus (liežuvius), suformuodama ten kiek išraiškingesnę kampinę saramą (Basalykas, 1965). Nuo Ventės rago ledyno kraštas tęsėsi link Sembos pusiasalio ir pakraštinius darinius paliko dabartiniame Kuršių marių dugne; aukščiausios atkarpos ten sudaro Kalvos ir Akmenės seklumas.

Pakui atsitraukiantį ledyną sekę Nemuno žemupio prieledyniniai baseinai telkėsi pietinėje dalyje, sėmė Vilkyškių kalvagūbrį ir slūgdami paliko abraduotas pakrantes 40 m, 16–20 m aukštyje (Basalykas, 1965). Į šį baseiną nuo Žemaičių aukštumos įtekėjusios upės sunėšė ir suklostė 4–5 m storio smulkiagrūdžių smėlių storumę. Kalvagūbris buvo patvenkatas iš abiejų pusių, bet slūgimo eiga nėra iki galo aiški, ypač rytinėje pusėje buvusio Nemuno žemupio baseino. Ne visai aiškus ir Jūros slėnio įsirėžimo į smėlingosios deltos paviršių laikas ir jos nutekėjimas toliau į pietus palei Vilkyškių – Įsručio kalvagūbrį, kol dar nebuvo atsikūrusi Nemuno slėnio pralauža per jį.





25 pav. Kvartero geologinis žemėlapis (Guobytė, 2002)  
tamsiai bordo - senojo apledėjimo pakraštiniai dariniai, šviesiau bordo - Grūdos stadijos pakraštiniai dariniai, šviesiai bordo - Žiogelių fazės pakraštiniai dariniai, tamsiai ruda - Nemuno apledėjimo pakraštiniai dariniai, šviesiai ruda - Nemuno apledėjimo dugninė morena, mėlyna - limnoglacialiniai dariniai, geltona - eoliniai dariniai, violetinė - mareogeniniai (jūriniai) dariniai, šviesiai žalia - fluvialiniai dariniai.

Atsitraukus kvartero ledynams Lietuvos pavirius liko nuklotas jo nuogulomis, kurios iš jo kūno išledėjo skirtingai, todėl skiriasi granulimetrine ir mineraline sudėtimi. Priemoliai, smėliai, moliai skirtingose vietose yra padengę nevienodo dydžio plotus. Be to skiriasi ir ledyno paliktos medžiagos slūgsojimo pobūdis - vienur ji nuklota lygiai, kitur suversta į sąvartas. Pagal tai skiriami keli genetiniai Lietuvos glacigeninio paviršiaus tipai:

*glacialinių darinių* reljefas:

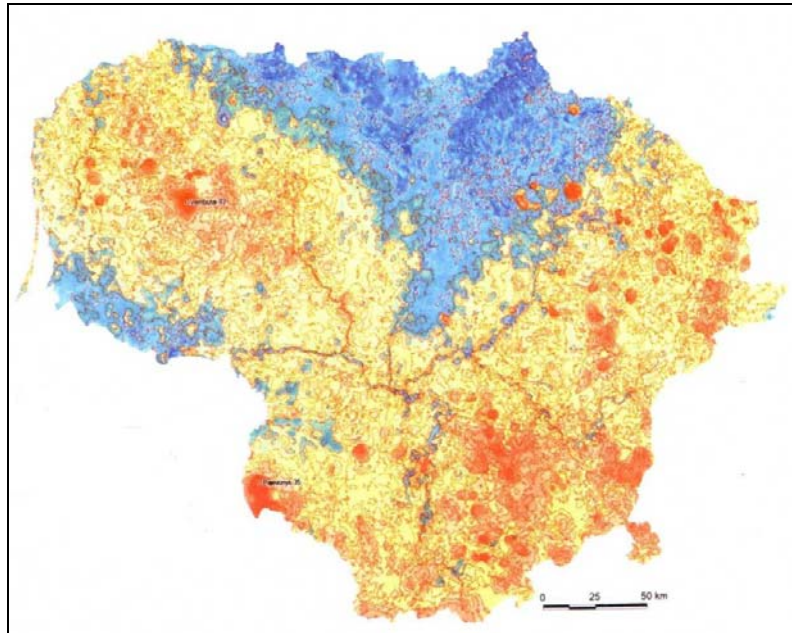
- *pakraštinių moreninių darinių* (senojo ir jaunojo apledėjimo) ir
- *duginės morenos paviršiai*,

akvaglacialinių darinių reljefas:

- *fliuvioglacialiniais dariniais* padengti paviršiai ir
- *limnoglacialiniais dariniais* padengti paviršiai.

Ledynams atsitraukus Lietuvos paviršius paaukštėjo vidutiniškai apie 90 m, bet jų paliktoji uolienų danga Lietuvos teritorijoje pasiskirstė labai netolygiai. Pagal nuogulų pasiskirstymą išskiriamos dvi skirtingos ledynų poveikio zonos. Šiaurinėje dalyje, per kurią

slinko ledynai, vyko paviršiaus egzracija ir ledyninių sąnašų danga liko ploniausia; storis Akmenės - Kėdainių - Pandėlio plote siekia nuo kelių iki 40 metrų. Toks pat plonas (<40 m.) ledyninių sąnašų sluoksnis pasiliko ir Nemuno žemupyje Šilutės - Pagėgių ruože Tai egzracijos zonos. Likusi šalies dalis laikoma sedimentacijos zona, kur ledyninių nuogulų storis didesnis. Dažniausiai pasitaikantys storai - 80–120 m. Baltiškųjų aukštumų ruože kvartero dangos storis siekia apie 200 m, o stambiausia - ~300 m - danga yra ten, kur užpildytos dubiosios kvartero aslos formos po susiformavusiomis Žemaičių ir Sūduvos aukštumomis bei paleojėžiuose.



26 pav. Kvartero nuogulų dangos storis (Aleksa, 2007).  
Tamsiai mėlyna - iki 20 m storio, mėlyna - iki 30 m, geltona - iki 160 m,  
raudona - iki 200 m, tamsiai raudona -200–360 m.

### Literatūra

- Aleksa P. (2007). Kvartero nuogulų storis Lietuvoje. *Geologijos akiračiai*, Nr. 1, 64-68.
- Baltrūnas V. (2004). Glacialinių nuogulų sedimentacija ir paleogeografija. *Lietuvos žemės gelmių raida ir išteklių*. V., 261-267.
- Baltrūnas V. (1995). *Pleistoceno stratigrafija ir koreliacija*. V.
- Basalykas A. (1965). *Lietuvos TSR fizinė geografija*, T. II, V.
- Bitinas A. (2011). *Paskutinis ledynmetis Rytinės Baltijos regione*. V.
- Galvydytė D. (1958). Preliminariai duomenys apie Žemaičių aukštumos limnoglacialinius baseinus ir jų terases. *Geografinis metraštis*, T. 1, 297–306.
- Guobytė R. (2002). *Kvartero geologinis žemėlapis*. V., Lietuvos Geologijos tarnyba.
- Kazakauskas V., Gaigalas A. (2004). Varvometric estimation of the duration of Daniglacial glaciolacustrine sedimentation in Lithuania. *Geologija*, T. 48, P. 44 - 54.
- Kondrotienė O. 2004. Tarpledynmečių augalijos bei klimato kaitos ypatybės. *Lietuvos žemės gelmių raida ir išteklių*, 278-291.
- Kondratienė O., Vonsavičius V. (1994). Kvarteras. *Lietuvos geologija*. V.
- Kudaba Č. (1983). *Lietuvos aukštumos*. V.
- Lietuvos stratigrafiniai padaliniai* (1999). V.

- Rudnickaitė E. (2011). The reconstructions of the PalaEOClimatic conditions from LGM in the Northwest Lithuania Based on carbonate analysis data. XVIII. INQUA. Bern.
- Satkūnas J., Grigienė A., Bitinas A. (2007). Lietuvos kvartero stratigrafinio suskirstymo būklė. *Geologijos akiračiai*. Nr. 1, 38 - 46.
- Šinkūnas P., Satkūnas J., Stančikaitė M. (2004). Kvartero paleogeografinių ir paleoekologinių sąlygų raida ir galima ekstrepoliacija ateičiai. *Lietuvos žemės gelmių raida ir išteklių*, 613-618.
- Šinkūnė E., Šinkūnas P. (2011). Kvartero riba ir chronostratigrafija. *Geologijos akiračiai*, Nr. 3-4, 26 -31.
- Šliaupa A. (2004). Prekvartero uolienų paviršius. *Lietuvos žemės gelmių raida ir išteklių*. V., 254-258.
- Басаликас А., Дварецкас В., Дицевичене Л., (1984). Песчаная равнина Юго Восточной Литвы и ее место в системе Европейских урштромов. *Geographia Lithuanica*, V.
- Кондротене О. (1996). *Стратиграфия и палеогеография квартера Литвы по палеоботаническим данным*
- Микалаускас А. (1985). *Флювиоглациальные равнины Литвы*. В.
- Строение и морфогенез средне Литовской моренной равнины*. (1971) В.

## 2.4. Neotektoninis paviršiaus aktyvumas

Geologiniai tyrimai rodo, jog viduriniajame ir vėlyvajame *kvartere* Lietuvos gelmės buvo veikiamos labai intensyvių Žemės plutos judesių. Suintensyvėjus neotektoniniam (per pastaruosius milijoną metų vykusiam) aktyvumui Rytų Europos platformos paviršius judėjo diferencijuotai. Pabaltijys ir Baltarusijos teritorija iškilo apie 100 m, tuo tarpu Gotlando–Botnijos ir Suomijos grabenų zonoje paviršius įdubo apie 250 m. Skandinavijos kalnai pakilo vietomis 0,5–1,2 km, Suomijos–Karelijos teritorija – 100–200 m. Ukrainos Karpatai pakilo 1,5 km, Ukrainos anteklizė – apie 300 m, o Priekarpatė nugrimzdo 3–5 km.

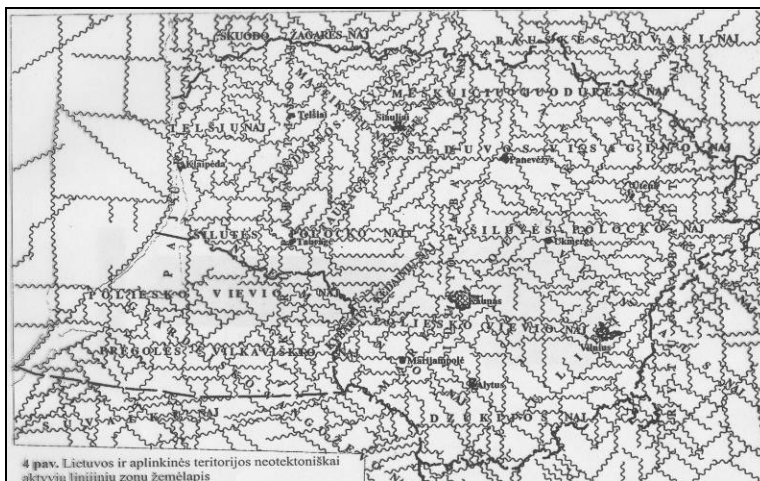
Pleistoceno metu vykstant intensyviems neotektoniniams judesiams susiformavo ir *Baltijos jūros* rytinė ir šiaurinė dalis. Ji pradėjo dubti Butėnų (Holšteino) tarpledynmečio metu; nuo paleogeno čia buvo sausuma, o pietinėje dalyje iki Sambijos pusiasalio buvo sekli jūra. Merkinės (Emio) tarpledynmečiu susidarė Botnijos ir Suomijos įlankos, per kurią bei Ladogos ir Onegos ežerus Baltijos jūra tuo laikotarpiu susisiekė su Baltąja jūra. Vėliau, Nemuno ledynmečio metu, šis ruožas pakilo ir dabar jūrinės nuogulos randamos 100–140 m aukštyje.

Neotektoniniai judesiai lėmė ir Lietuvos prekvarterinio paviršiaus pakopiškumą. Jis žemėja vakarų-pietvakarių (Baltijos sineklizės) kryptimi, o pakopas vieną nuo kitos skiria gana ryškūs – 15–25 m, vietomis 35–45 m aukščio ir 0,5–1 km pločio šlaitai; jie daug kur sutampa su tektoniniais lūžiais. Aukščiausia (+80–90 m) pakopa yra šiaurės rytinėje Lietuvos dalyje, o žemiausia (+10–15 m) – pietvakarinėje. Manoma, kad šios pakopiškos struktūros susidarė kvartero metu. Lietuvos prekvarterinio paviršiaus reljefo formas atitinka neotektoninės struktūros:

- Pajūrio žemuma – *Pajūrio monoklina, Vakarų Žemaitijos struktūrinė terasa,*
- Šiaurės Žemaitijos aukštuma – *Šiaulių pakiluma,*
- Lietuvos Didžioji žemuma – *Kauno terasa ir*
- Lietuvos Didžiosios žemumos įdauba – *Šiaurės Rytų Prūsijos struktūrinė terasa,*
- Rytų Lietuvos aukštuma – *Utenos pakiluma, Vilniaus ir Alytaus struktūrinės terasos.*

Lietuvos žemės gelmes raižantys įvairialaikiai ir įvairiakrypčiai lūžiai sudaro ištisą tinklą. Vieni randami tikrai kristaliniame pamate, tokie susiformavę ikiplatforminiu raidos laikotarpiu, kiti buvo aktyvūs vėlesniais geologiniais periodais ir skaido nuosėdinę uolienų storumę (Suveizdis, 2003). Toks, pavyzdžiui, yra labai gilus Pietų Šilalės lūžis, kertantis kristalinį pamatą iki pat mantijos bei apimantis apatinę dalį nuosėdinės storumės; prie jo susiformavusi

geoterminė anomalija. Su kita, šiaurės rytinės krypties Suvalkų–Dzūkijos (Merkio) lūžių zona sutampa pagrindinė Merkio upės kryptis; ją kerta lokalūs priešingos krypties lūžiai. Zona riboja dvi stambiausias Pabaltijo tektonines struktūras – Baltijos sineklizę nuo Mozūrijos–Baltarusijos anteklizės. Lūžių zonos ilgis siekia apie 250 km. Dzūkijos sprūdis vakarinėje dalyje kristalinio pamato paviršiuje turi 270 m amplitudę, rytuose – apie 50 m (Suveizdis, 1994, 2003).



27 pav. Lietuvos neotektoniškai aktyvių linijinių zonų žemėlapis (Šliaupa, 2004).

Nors Baltijos regionas laikomas labai žemo seismingumo sritimi, kai kurios lūžių zonos tebėra tektoniškai aktyvios ir dabartiniu metu. Lietuvoje ir aplinkinėse teritorijose priskaičiuojama apie 20 neotektoniškai aktyvių lūžių juostų, sutampančių su ryškiais giluminiais Žemės plutos lūžiais. Išskiriamos 5 potencialios seismogeninės zonos:

1. **Telšių** skalūnavimo zona eina nuo Baltijos jūros į šiaurės rytus pro Plungę, Telšius ir tęsiasi apie 200 km. Sprūdžių, formuojančių antsprūdį, vertikali amplitudė kristaliniame pamate siekia 200 m, o devono sluoksniuose – 100 m. Virš jo yra susidariusių naftos telkinių (Girkaliai, Genčiai, Nausėdis, kt.). Šioje lūžių zonoje yra pasireiškęs šiuolaikinis seisminis aktyvumas.

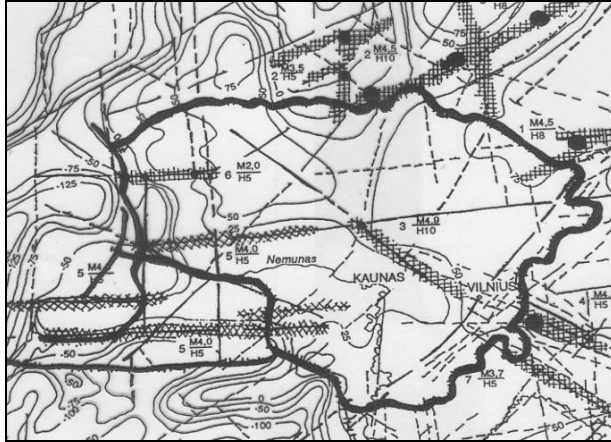
2. **Tauragės–Nemuno žemupio** zonoje išsilėtojusi iki 15 km pločio grabeną formuojanti sprūdžių zona sutampa su ikiplatforminiu laikotarpiu susidariusiais lūžiais.

3. **Vilniaus–Ašmenos** lūžių zona sutampa su 300 km ilgio Mažeikių–Kėdainių–Vilniaus–Ašmenos lūžiu. Su ja sutampa Neries žemupio atkarpa Vilniaus–Jonavos ruože. Rumunijoje 1977 m. vykęs žemės drebėjimas Vilniaus–Mažeikių lūžių zonoje netoli Kėdainių buvo sukėlęs rezonansinį epicentrą (Ilginytė ir kt., 1994).

4. **Kaliningrado–Lietuvos** tektoninių lūžių zona driekiasi apie 175 km, o sprūdžių vertikalios amplitudės siekia iki 100–150 m.

5. **Drūkšių–Daugpilio** platuminę lūžių zoną ties Drūkšių ežeru kerta mažesni statmeni lūžiai, sukuriantys eilę nedidelių subregioninių struktūrų, pavyzdžiui, Drūkšių gabeną. Šioje seismogeninėje zonoje ties Daugpiliu 1908 m. yra buvęs stiprus žemės drebėjimas (Ilginytė, 1998; Suveizdis, 2003).





28 pav. Tektoniškai aktyvių lūžių zonos Lietuvoje (Ilginytė, 1998).

Praeityje vykę žemės drebėjimai minimi rašytinėse žiniuose. Apie 1303 m. įvykusį žemės drebėjimą Prūsijoje P. Dusburgietis rašė: „Tris kartus suvirpėjo žemė kartu su pastatais, kurių retas išliko nesugriuvęs“. Per tris šimtus metų Estijoje ir Latvijoje paminėta apie 18 gana stiprių žemės drebėjimų (Pačėsa ir kt., 2005). Lietuvos seisminis aktyvumas, palyginti su kitomis šalimis, yra pats mažiausias. Ją dažniausiai pasiekia kitur vykususių drebėjimų virpesiai: nuo Skandinavijos, Karpatų. Instrumentiniai seismologiniai stebėjimai vykdomi nuo 1970 m., o nuo 1999 m. Ignalinos apylinkėse veikia 4 seismologinio monitoringo stotys (Pačėsa ir kt., 2005). Nuo Rumunijoje vykususių drebėjimų atsklidę virpesiai buvo jaučiami 1940, 1977, 1986, 1990 m.

Pastarasis žemės drebėjimas Lietuvoje buvo jaučiamas 2004 m. Jo epicentras buvo Kaliningrado srityje, 10 km gylyje, ir siekė 6 balus pagal Richterio skalę. Lietuvą pasiekusių grunto virpesių stiprumas Klaipėdoje siekė 5, Vilniuje – 3 balus. Aukštesnis (iki 5 balų) seisminis aktyvumas galimas Telšių lūžių zonoje ir Drūkšių apylinkėse (iki 7 balų), patenkančiose į Daugpilio seismogeninę zoną (Suveizdis, 2003).

Geodeziniais matavimais nustatyta, jog atskiros Lietuvos paviršiaus dalys, atskiri blokai juda skirtingais greičiais ir skirtingomis kryptimis nuo -2,7 mm/metus iki +3,5 mm/metus. Labiausiai – 5–6 mm/metus – kyla šiaurės rytinis šalies pakraštys (Zarasų–Utenos–Ignalinos kampas), o pietinė dalis turi bendrą tendenciją žemėti. Čia formuojasi dvi – Lazdijų ir Trakų – depresijos ir dvi – Alytaus ir Vilniaus – iškilumos. Pajūrio paviršius taip pat žemėja (Zakarevičius ir kt., 2008).

### Literatūra

Ilginytė V. *Lietuvos seismiškai aktyvios tektoninės zonos*. Geologija, N. 23, 1998, 61–64.

Pačėsa A., Šliaupa S., Satkūnas J. *Naujausi žemės drebėjimai Baltijos regione ir Lietuvos seisminis monitoringas*. Geologija, Nr. 50, 2005, 8–18.

Suveizdis P. *Lietuvos tektoninė sandara*. V., 2003.

Suveizdis P. *Tektonika. Lietuvos geologija*, V., 1994, 213–227.

Šliaupa A. *Neotektoninis etapas. Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*. V., 2004, 105–110.

Zakarevičius A., Šliaupa S., Anikėnienė A., Dėnas Ž., Šliaupienė R. *A model of recent vertical movements of the earth's surface in Lithuania: integration of geodetic levelling data and geological parameters*. Geologija, Nr. 50, 2008, 254–263.

### 2.5. Paviršiaus formavimasis holocene

*Vėlyvasis ledynmetis ir holocenas savo trukme ir klimatinėmis sąlygomis prilygsta eilinei tarpledynmetinei epochai (Kabailienė, 2006). Holocenu vadinami paskutiniai 10 000 metų /C<sub>14</sub> nekalibruota/ arba 11 700 m. /C<sub>14</sub> kalibruota/ (Guobytė, Rudnickaitė, 2008). Holoceno periodizacija pateikiama pagal (Kabailienė, 2006; Šinkūnas ir kt., 2004).*

Ledynui traukiantis, jo pakraštyje buvusios arktinės dykumos traukėsi kartu su tirpstančio ledyno pakraščiu, o jas keitė tundra. Ant atsilaisvinusio paviršiaus kūrėsi ir plito žoliniai augalai (varpiniai, viksviniai, balandiniai, kiekiai), augo beržai keružiai, liekniniai beržai, poliariniai gluosniai (Kabailienė, 1990). Matyt, dar vėlyvajame ledynmetyje, kol augalijos danga buvo itin menka, prasidėjo žemyninių kopų formavimasis – pirmiausia Pietryčių smėlėtoje lygumoje, vėliau kituose smėlynuose. Šis pirmasis šalto arktinio klimato periodas (14 000–13 000 m.) vadinamas **seniausiuoju dryasu**.

Prieš 13 000–12 300 metų klimatas labiau atšilo. Prasidėjo nedidelis vos kelis šimtmečius trukęs **biolingo** laikotarpis, kurio metu išplito miškatundrė. Augo beržynai, pušynai, sumažėjo bemiškių vietovių plotas. Biolingo pašiltėjimo metu prasidėjo pirmasis negiliai esančių ledo luistų tirpimo etapas, vyko intensyvi solifliukcija. Biolingo ežerai dar buvo labai seklūs (10–12 m gylio), ir besikaupiančio vandens perteklius pertekėdavo iš vieno ežero į kitą, suformuodami trečią upinę terasą (Дварецкас, 1976).

Su biolingo atšilimu siejama Baltijos jūros raidos pradžia. Iš ledo atsilaisvinusioje pietinėje duburio dalyje telkėsi **Baltijos priedyninis ežeras**. Iš pradžių jo lygis buvo aukštas – pietrytinėje pakrantėje buvo 12–16 m aukščiau dabartinio lygio, jam būdingas daugkartinis ir nemažas vandens lygio svyravimas (Kabailienė, 1990).

**Senajame (ankstyvajame) dryase** (12 300–11 900 m.) klimatas trumpam vėl atšalo, tapo sausiau, vėl įsivyravo tundros augalija. Išsausejusiose smėlėtose lygumose vyko intensyvus žemyninių kopų formavimasis (Baltrūnas, Pukelytė, 2001).

Prieš 11,9 tūkst. m. klimatas labai atšilo. **Alerodo** (11 900–10 900 m.) pradžioje ėmė sparčiai plisti beržai, vėliau – pušys, alksniai, eglės, derlingesnėse ir šiltesnėse pietvakarių vietose – liepos, guobos, ąžuolai, lazdynai. Miškai buvo reti ir šviesūs. Nyko amžinasis įšalas, vyko intensyvus giliau palaidotų ledo luistų tirpimas – termokarstas, reljefas persiformavo – susidarė įvairaus dydžio ir formos daubos, telkėsi nauji ežerai, atsikūrė rinos (dubakloniai), formavosi erozinės griovos, lėkštėjo šlaitai. Formavosi antra upinė ir trečia ežerinė terasa (Дварецкас, 1976).

Lig tol buvęs aukštas požeminių vandenų lygis intensyviai žemėjo. Biržų apylinkėse pradėjo atsiverti karstinės įgriuvos. Tarpukalvių daubose prasidėjo pelkėjimas, kuris ypač intensyvus buvo antrojoje alerodo pusėje.

Klimatui atšilus ir ledo dangai ištirpus šiaurinėje Baltijos duburio dalyje, besiplėsdamas priedyninis ežeras pamažu virto **Baltijos ledyniniu ežeru**. Tai buvo šaltas oligotrofinio tipo vandens baseinas, nes pakilus vandens lygiui šiaurės rytuose jis susijungė su Narvos, Nevos ir Volchovo upių baseinuose tyvuliavusiu ežeru (Trimonis, 2002). Palangos–Šventosios ruože, 7 m aukštyje, išlikę krantiniai šio ledyninio ežero dariniai (Kabailienė, 1990), vėliau nuslūgo atidengdami dabartinę pakrantę (Damušytė, 2011).

Prieš 10 900 m. klimatas vėl atšalo. **Vėlyvojo (jaunojo) dryaso** laikotarpis (10 900–10 000 m.) Lietuvoje buvo atšiaurus ir sausas. Sumažėjo miškų, ypač pušynų, plotai, vėl išplito miškatundrė. Augo beržai, beržai keružiai, įsivyravo žolinė danga. Sumažėjus kritulių ežerai nuseko, o seklesniųjų pakraščiai ėmė pelkėti. Nustojo vystytis termokarstas.

Padidėjus neotektoniniam aktyvumui ir Skandinavijos pusiasalio pietinėje dalyje atsiradus sąsiauriui, Baltijos ledyninis ežeras nuseko ir virto **Joldijos jūra**. Išplito jūrinių

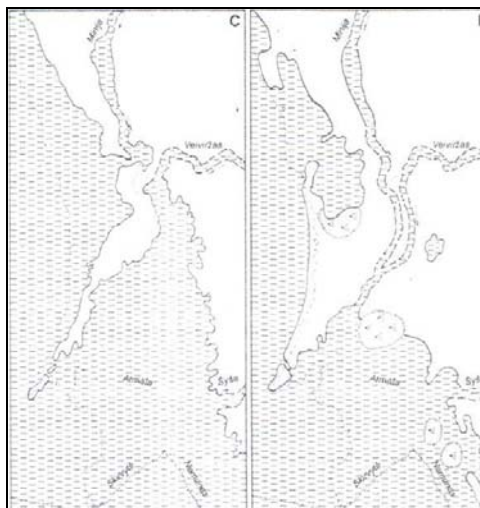


dabartinės Rusnės salos, kuri preborealio metu, atrodo, neotektonikos jėgų buvo keliama (Bitinas ir kt.). Pakilus jūros vandens lygiui, Nemunui sunkiau buvo išnešti savo sąnašas ir jis pradėjo užklostyti savo įgilintą slėnį, o išsiliedamas ėmė formuoti delta (Basalykas, 1965).

**Borealyje** (9 000–8 000 m.) klimatas dar labiau atšilo, ir vidutinė metinė temperatūra galėjo būti panaši į dabartinę – apie 6 °C. Išplito pušynai, augo alksniai, guobos, lazdynai. Laikotarpio pradžioje vis dar buvo sausa, metinis kritulių kiekis galėjo siekti apie 550 mm, todėl išliko itin žemas, beje, žemiausias per visą holoceno laikotarpį gruntinių vandenų lygis.

Borealio antrojoje pusėje tapo drėgniau, dar labiau atšilo. Gerokai pakito miškų sudėtis. Atsirado daugiau šilumamėgių medžių – guobų, liepų, ypač lazdynų. Laikotarpio pabaigoje metinis kritulių kiekis galėjo siekti 650 mm. Pakilus gruntinių vandenų lygiui, padidėjo ežerų pratakumas, susilpnėjo apyežerių pelkėjimas. Vyravo žemapelkės, tačiau dalis pelkių jau buvo pasiekusios tarpinę raidos stadiją, o Pietryčių smėlėtoje lygumoje randama aukštapelkių užuomazgų. Tiek preborealyje, tiek borealyje vyko vėlyvasis glaciokarstas (pseudotermokarstas), kai įdubdavo ištirpusių ledo luistų vietose atsiradusios ertmės (Seibutis, 1962).

Borealio pabaigoje žemės plutai dumbant, susidarė Danijos sąsiauriai, vėl atsirado ryšys su vandenynu (Kabailienė, 2006; Bitinas ir kt., 2003). Ancyliaus ežeras tapo **Litorinos jūra**. Vandens lygis pakilo ir svyravo. Iš pradžių buvo ~9 m žemesnis nei dabar, vėliau – aukštesnis, po to vėl nuslūgo ir vėl kilo. Pakilęs vandens lygis ardė Sembos pusiasalį, o srovės sąnašas klostė palei moreninį gūbrį.



30 pav. Baltijos baseino raida Litorinos (C) ir Post - Litorinos (D) jūros transgresijų metu (Bitinas ir kt., 2003 )

Nuo 8 000 iki 5 000 metų įsivyravo šilčiausias ir drėgniausias per visą holoceno laikotarpį **atlančio** klimato tarpsnis. Vidutinė metinė oro temperatūra pasiekė 7–9° C, o kritulių padaugėjo iki 800–1000 mm, vegetacijos periodas tapo 3–4 savaitėmis ilgesnis (Bukantis, 1994). Suvešėjo plačialapiai ir antrojoje atlančio pusėje jie sudarė iki 16–25%. Vyravo liepos, mažiau buvo guobų, dar mažiau – ąžuolų, uosių, lazdynų (Kabailienė, 1990).

Pakilo gruntinių ir ežerų vandens lygis, vandenines tapo upės, prasidėjo apyežerių pelkių ardymas. Atlančio laikotarpiu aukštapelkės išplito po visą Lietuvą (Григялите, 1975). Šiaurės rytinėje dalyje intensyviau ėmė vystytis karstas. Upių slėniuose formavosi aukštesnioji salpa.

Litorinos jūros antroji transgresija buvo didžiausia, bet truko trumpai, apie 100–200 m. (Bitinas ir kt.). Kranto linija buvo vingiuota su daug nedidelių įlankų. Palangos–Šventosios ruože jūra paliko ~4 km pločio pelkėtą akumuliacinę terasą, esančią 5–6 m aukščiau nei dabartinis jos lygis; nuogulų storis – 1–2 m. Daug siauresnę terasą paliko pietinėje pajūrio dalyje, prišliedama ją prie vakarinės Klaipėdos–Priekulės–Ventės kalvagūbrio pusės. Lietuvoje esančios deltos rajone jūra užliejo maždaug tokį pat plotą, kokį buvo užliejęs Baltijos ledyninis ežeras (Bitinas ir kt.), o Kaliningrado pusėje paliko aiškį kranto pakopą (Атлас, 2002). Nemuno slėnyje susidarė estuarija, įsiterpusi į sausumą iki Vilkyškių kalvagūbrio, kurioje upė ėmė klostyti savo sąnašas (Basalykas, 1977). Pakilęs vanduo nuardė pelkes, perklostė durpes ir užpylė smėlingomis nuogulomis. Manoma, kad nuardė ir Aukštumalės dalį (Seibutis, 1962), o gal net visai panardino ją po vandeniu (Bitinas ir kt., 2003).

Jūrai kiek atsitraukus, iš vandens iškilo salos – nuo Sembos pusiasalio pusės smėliu apneštos pavienės čia esančio gūbrio viršūnės, kuriose prasidėjo eoliniai procesai, o šiauriniame salų tęsinyje formavosi seklumos. Tai pirmasis Kuršių nerijos formavimosi etapas. Kuršių marių įdubose nusėdo 8–13 m storio nuogulų storumė, kuri po Kuršių nerija randama 5 m žemiau dabartinio jūros lygio (Kabailienė, 2006).

**Subborealis** (5 000–2 500 m.), palyginti su atlančiu, buvo vėsus ir sausas. Vidutinė metinė temperatūra tapo panaši į šiuolaikinę. Miškuose sumažėjo plačialapių, išplito eglynai, alksnynai, pušynai, beržynai. Dėl sumažėjusių kritulių antroje subborealo pusėje labai sumažėjo eglynų – jų vietą užėmė beržai ir baltalksniai. Sumažėjus kritulių, pažemėjo gruntinių vandenų lygis, nuseko ežerai, intensyvėjo jų pelkėjimas. Daugelis seklesnių ežerų virto pelkėmis. Stipriai pelkėti pradėjo ligi tol gilus buvęs Tytuvėnų tyrelis ežeras, smarkiai ėmė seklėti Žuvintas, kurio apylinkėse išplito aukštapelkės.

Subborealo pirmojoje pusėje vyko nedidelis žemės plutos kilimas, sukėlęs Litorinos jūros regresiją, todėl susiaurėjo ir nuseko protaka į Šiaurės jūrą, o vandens lygis pažemėjo. Jis tapo gėlesnis, ir maždaug prieš 4 200 m. prasidėjo **Baltijos jūros** stadija (Trimonis, 2002). Atsitraukdama jūra ilgiau buvo 1–2 m aukščiau nei dabartinis jos lygis ir apytiksliai prieš 4 000 m. paliko priekrantinius pylimus.

Litorinos jūrai regresavus, iš vandens išniro smėliu užklota Kuršių nerijos gūbrio pietinė dalis iki Pilkopos (Morskoje), o šiaurinėje jo tasoje į vandens paviršių iškilo salos. Didžiausia jų buvo tarp Nidos ir Juodkrantės (Kabailienė, 1990). Iš ardomo pusiasalio plukdomas ir priekrantėse akumuliuojamas sąnašų srautas krante sąlygojo eolinius procesus – ilgėjančioje nerijoje formavosi kopos. Sąnašomis užpildęs estuariją Nemunas atsitraukiančioje priekrantėje ėmė klostyti deltą – pagrindinė vaga vis dar buvo Gilija.

**Subatlančio** (nuo 2 500 m. iki šių dienų) pirmojoje pusėje seklumos ir salos nerijos šiaurinėje dalyje susijungė ir virto vientisa grandine – baigė formuotis Kuršių nerija, nuo jūros galutinai atskirdama Kuršių marias (Kabailienė, 1990). Likus vieninteliam Klaipėdos sąsiauriui, sulėtėjo nuotėkis į jūrą, paspartėjo sąnašų kaupimasis jose, pagreitėjo Nemuno ir Minijos deltos augimas. Greičiausiai prasidėjus lokaliai paviršiaus kilimui tarp Tilžės (Soviecko) ir Kuršių marių pietrytinio pakraščio (Lietuvos..., 1981), didesnis vandens kiekis ėmė nutekėti šiaurine Nemuno protaka ir pagrindine arterija tapo dabartinė vaga, kurios gale intensyviau ėmė klostytis delta. Per pastaruosius pusantro tūkstančio metų ji pailgėjo apie 5–10 km ir nuo marių atskyrė Krokų Lankos ežerą (Basalykas, 1977). Rusnės sala sausuma tapo vos prieš 1000 metų (Bitinas ir kt.).

Klimatas Lietuvoje tapo drėgnesnis, pakartotinai išplito eglynai, padaugėjo pušų, sumažėjo alksnių, augo daug ąžuolų ir liepų. Pelkėse formavosi aukštapelkių išgaubtumai. Laikotarpio pabaiga susijusi su gamtą smarkiai keičiančia išaugusia visuomenės ūkine veikla.

Bendras holoceno nuosėdų storis Lietuvoje dažniausiai siekia kelis metrus ir tik retais atvejais randamas didesnis nei 10 m. Tai ežerinės, pelkinės, upinės, jūrinės, eolinės, deliuvinės ir technogeninės nuogulos.

#### Literatūra

- Baltrūnas V., Pukelytė V. (2001) Eolinių darinių susidarymo ir paplitimo ypatybės. *Akmens amžius Pietų Lietuvoje (geologijos, paleogeografijos ir archeologijos duomenimis)*. V.
- Basalykas A. (1977). *Lietuvos TSR kraštovaizdis*. V.
- Basalykas A. (1965). *Lietuvos TSR fizinė geografija*. T. 2. V.
- Bitinas A., Damušytė A., Aleksa P., Stančikaitė M. (2003) Nemuno deltos regiono geologinė raida. *Geologijos akiračiai*, Nr. 1, 17–27.
- Bukantis A. (1994). *Lietuvos klimatas*. V.
- Damušytė A. (2011). *Lietuvos pajūrio geologinė raida poledynmečiu*. Autoreferatas. V.,
- Guobytė R., Rudnickaitė E. (2008) XVII INQUA kongresas Australijoje. *Geologijos akiračiai*, Nr. 2, 50–57.
- Kabailienė M. (2006). Gamtinės aplinkos raida Lietuvoje per 14000 metų. V.
- Kabailienė M. (1990). *Holocenas Lietuvoje*. V.
- Kabailienė M., Purvinas M. (2000) Aukštumala. *Mažosios Lietuvos enciklopedija*. V., 96.
- Žemės plutos dabartiniai vertikalūs judesiai. (1981). *Lietuvos TSR atlasas*. Maskva.
- Seibutis A. (1962) Nemuno delta. *Mokslas ir gyvenimas*. Nr. 6.
- Seibutis A. (1963–4) Borealinio ledo lūštų tirpimo pėdsakai pelkių sluoksnyne. *Geografinis metraštis* T. 6–7.
- Šinkūnas P., Satkūnas J., Stančikaitė M. (2004) Kvartero paleogeografinių ir paleoekologinių sąlygų raida ir galima ekstrapoliacija ateičiai. *Lietuvos žemės gelmių raida ir išteklių*. V., 613–617.
- Trimonis E. (2002). *Jūrų ir vandenynų geologija*. Vilnius, Vilniaus universiteto leidykla
- Географический атлас Калининградской области*. (2002). Калининград.
- Григялите М. Р. (1975). Стратиграфия и строение приозерных болот. *Накопление еществ в малых озерах Юго восточной Литвы*. В.
- Дварецкас В. (1976). Строение и развитие речных долин Литвы в позднеледниковье и голоцене. *Geographia Lithuanica*. Vilnius.



### 3. PAVIRŠIAUS REGIONINIAI YPATUMAI

Lietuvos paviršiaus aukščių skalė labai nedidelė ir apima vos 300 metrų. Vidutinis teritorijos aukštis – 99,8 m virš jūros lygio. Kaimyniniai kraštai aukštesni: Baltarusijos vidutinis aukštis – 159 m, Lenkijos – 169 m.

Aukščiausi taškai yra senojo apledėjimo *Medininkų (Ašmenos, Pietų Nalšios)* aukštumoje: **Aukštojo** kalva (kalnas) – **293,84 m** – aukščiausias taškas Lietuvoje (altitudė nustatyta 2004 m.), *Žibartonių* kalva – 293,57 m, *Kruopinės* kalva – 293,4 m, *Juozapinės* kalva – 292,83 m.

*Baltiškųjų aukštumų* lanko kalvos šiek tiek žemesnės. Aukščiausiai iškilusi *Švenčionių (Šiaurės Nalšios)* aukštumos šiaurinė dalis – *Daugėlišio kalvynas*, kuriame aukščiausias yra *Nevaišių* – 289,69 m ir *Ažušilės (Būdakalnio)* – 284,78 m kalvos. Panašaus aukščio yra ir pati pietinė lanko dalis – *Vištyčio–Gražiškių kalvynas Sūduvos aukštumoje* (kitais – *Suvalkų aukštuma*). Jos aukščiausios kalvos: Janaukos kalnas – 284,81 m, *Dunojaus* – 284,75 m ir *Pavištytis* – 282,4 m. *Dzūkų aukštumoje Aukštadvario* kalvyne esanti Gedanonių kalva siekia 257,4 m, Nuobariškių – 228,7 m, Aukštaičių aukštumoje – Žiezdrių (Piliakalnių) kalnas – 247,39 m, Pratkūnų – 239,65 m, Klykių kalvos – 235,1 m.

*Žemaičių aukštumoje* aukščiausiai iškilęs Vandenskyrinis kalvynas ir jo aukščiausi kalnai (kalvos): Medvėgalis – 234,6 m, *Šatrija* – 228,7 m, *Girgždutė* – 228 m.

Žemiausia Lietuvos paviršiaus vieta yra Rusnės saloje Nemuno deltoje ir siekia 0,27 m žemiau jūros lygio (Lietuvos..., 2008).

Lietuva – žemumų (lygumų) kraštas, jos užima 52% teritorijos, o kartu su nuolaidumomis (plynaukštėmis) sudaro apie  $\frac{3}{4}$  paviršiaus ploto (Basalykas, 1977); žemumomis vadinami paviršiai, pakilę virš jūros lygio iki 100 m. Iki 40 m absoliutinio aukščio iškilusios **žemosios žemumos (lygumos)** užima vos 6% visos teritorijos (Kudaba, 1983), vyrauja (46%) **pakiliosios žemumos (lygumos)**, siekiančios 40–100 m absoliutinį aukštį. Į tą plotą įeina ir neaukšti lygumas skiriantys kalvagūbriai, kurių tik pavienės viršūnės pasiekia 100 m absoliutinį aukštį. Aukštesnę hipsografinę pakopą sudaro **aukštosios lygumos** (100–150 m NN), esančios rytinėje Lietuvos dalyje: Ančios (vidutinis aukštis – 130 m), Dainavos (135 m), Žeimenos (149 m), Dysnos lyguma (125 m). Dar apie 33% Lietuvos teritorijos sudaro banguotos aukštumų nuošlaitės – **nuolaidumos** ar **plynaukštės. Kalvotosios aukštumos** – paviršiai, iškilę aukščiau nei 150 m NN, užima vos 15% teritorijos ploto.

Lietuvos paviršius yra pasviręs jūros link, todėl skiriasi ne tik atskirų lygumų vidutinis aukštis, bet ir nevienodai aukštai virš jūros lygio iškilusios aukštumos. Žemaičių aukštumos vidutinis aukštis yra 119 m, Aukštaičių aukštumos – 152 m, o Švenčionių ir Medininkų aukštumų vidutiniai aukščiai siekia atitinkamai 173 ir 178 metrus (Kudaba, 1983).

#### 3.1. Senojo apledėjimo aukštumos

Seniausias Lietuvos paviršius daugiau kaip 120 tūkstančių metų yra veikiamas denudacijos procesų – pergyvenęs ne tik 20 tūkst. m. trukusį Merkinės tarpledynmetį, bet ir apie 90 tūkst. metų besitęsusias preglacialines Nemuno ledynmečio sąlygas. Per tą laiką paviršius stipriai pakito. Jame vyko intensyvi solifliukcija, itin stipri paviršiaus erozija ir denudacija. Vasaromis atitirpstantis paviršinis 5–7 m veiklusis sluoksnis dūlėjo. Išsiplovus molingosioms dalelėms moreniniai dariniai susmėlėjo, išsiplovė karbonatai, susidarė priesmėlio ir dulkių pavidalo medžiagos dengiamieji dariniai. Juose vietomis išsiskiria 3–4 medžiaga, spalva, geležies kiekiu, kriogeninėmis struktūromis besiskiriantys sluoksniai,

atitinkantys skirtingo klimato laikotarpius (Švedas, Baltrūnas, Pukelytė, 2004). Erozijai nuo kalvų viršūnių šalinant smulkožemį, kalvos darėsi kuplios, lėkštašlaitės. Nenuotakiose daubose buvę ežerai ir pelkės užnešti 5–8, o vietomis iki 20 m storio denudacinių uolienų storenėse (Basalykas, 1965). Buvęs kalvotas, daubotas reljefas virto banguotai slėniuotu.

### 3.1.1. Medininkų (Pietų Nalšios) aukštuma

Į Lietuvos teritoriją įsiterpanti *Ašmenos* aukštumos šiaurinė dalis - **Medininkų, Pietų Nalšios aukštuma** su atitolusiu *Buivydžių* kalvagūbriu ir *Eišiškių* (Lydos) plynaukšte yra seniausia Lietuvos paviršiaus dalis, suformuota priešpaskutinio Medininkų apledėjimo. Kvartero nuogulų storis čia siekia apie 150–200 m, o prekvarterinis paviršius po ja pakilęs iki 80–120 m abs. Aukščio. Bendras Ašmenos aukštumos ilgis – 200 km, plotis 30–40 km (Kudaba, 1983). Masyvai sudaryti iš lengvo moreninio priemolio su fliuvioglacialinių smėlingų ir žvyringų intarpų storenėmis.

Kriogeniniai procesai į paviršių išskėlė gargždą ir riedulius, o gūbrių vietose susidarė didžiuliai riedulynai. Išryškėjo būdingiausias senojo apledėjimo aukštumų reljefo bruožas – slėniuotumas. Gūbrius ir masyvus skiria platūs plokščiadugniai kloniai, kurių viršūnės yra buvusios ledoskyros tarpgūbriuose apie 200 m aukštyje. Kloniai buvę gilūs, bet vėliau užnešti vandens tėkmių nuogulomis, todėl laikomi vienalaikiais su kalvagūbriais.

Medininkų aukštumos papėdėje esanti plynaukštės dalis yra kur kas aukštesnė. *Akmėnynės kalvyne* kalvagūbriai pereina į bangagūbrius ir tik atskiros viršūnės siekia iki 200 m. Šios dalies, ypač Dieveniškių iškyšulio paviršius (tarp jų ir šiaurės rytinėje pusėje iškilęs kalvagūbris), susidarė intensyvaus atotirpio metu, todėl nemažai kalvų sudarytos iš žvyringų, gargždingų vidinio ledo fliuvioglacialinių sąnašų (Guobytė, 1999).

Medininkų aukštumoje, kur smulkaus smėlio ir aleurito tarpfluoksninės storenės yra ant nelaidžių vandeniui pamatų, susiformavo ištisi eroziniai kalvynai. Didžiausi – Sapieginės, Rybiškių, Panerių, Platiniškių, atsiveriantys į Vilnelės ir Neries slėnius Vilniaus mieste. Ypač stipriai erozijos suskaidyti Buivydžių kalvyno šlaitai. Linijinė erozija yra paveikusi visą paviršių nuo papėdės iki viršūnių, todėl čia vyrauja reljefo forma.

*Buivydžių kalvynas* išsiskiria ypač lengva uolienų mechanine sudėtimi. Vyrauja mažai rūšiota smėlio, gargždo su rieduliais storenė.

### 3.1.2. Eišiškių (Lydos) plynaukštė

Ji sudaro žemesnę, apytikriai 140–180 m NN orografinę pakopą. Šalčios dubumoje į plynaukštę įsiterpanti fliuvioglacialinė lyguma nuo Medininkų aukštumos atskiria į Lietuvos teritoriją patenkančią šiaurės vakarinę plynaukštės dalį, kurios paviršiuje išskiriami trys struktūriniai vienetai: *Butrimonių pakiluma* šiaurinėje pusėje, *Versekos dubuma* centrinėje dalyje ir *Kalesnikų pakiluma* vakarinėje pusėje.

Preglacialinių procesų ir paskutinio ledyno tirpsmo vandenų paveiktame stambiai lėkštai banguotame plynaukštės paviršiuje vyrauja itin riedulingos priemolio ir lengvo priemolio nuogulos, įlomėse, nuošlaitėse nuklotos perplautu smėliu ar žvyru. Vietomis išlikę aukštesni pirminiai paviršiai, lėkšti riedulingi moreniniai ruožai, 10–15 m iškylantys virš pelkėtų tarpgūbrių. Paviršiaus reljefui būdingi platūs tarpgūbriai, 1–2 km pločio lėkštašlaitėiai slėniai, kurių formavimėsi upės menkai dalyvavo, pilni solifluokcinių, aliuvinių nuogulų (Basalykas, 1965).

## 3.2. Rytų smėlėtosios lygumos

Rytinėje šalies dalyje esantis zandrinių lygumų ruožas įsiterpęs tarp aukštumų: iš rytų pusės jas riboja Švenčionių (Šiaurės Nalšios aukštuma) ir Medininkų aukštuma su Eišiškių plynaukšte (Pietų Nalšios aukštuma), iš vakarinės-šiaurės vakarinės pusės riboja Baltiškosios aukštumos. Lygumos yra nevienodo pločio: *Šiauryčių lyguma* yra siauresnė ir pasižymi labai netolygiu plociu, o *Pietryčių lyguma* yra kur kas platesnė ir einant į pietus vis labiau plėtėja. Smėlingą ruožą kertantys moreniniai aukštumų gūbriai dalina jį į atskiras lygumas: šiaurės rytuose į *Žeimenos* ir *Neries vidurupio*, o pietryčiuose į *Merkio vidurupio*, *Merkio žemupio* ir *Ančios* (esančios kitapus Nemuno). Visa ši pietrytinė lygumų dalis dažnai vadinama *Dainavos lyguma*. Lygumų paviršius žemėja einant iš šiaurės į pietus: šiaurinėje dalyje iškilęs iki 140–150 m absoliutinio aukščio, pietinėje – iki 100–130 m aukščio. Jos nuklotos nevienodo storio smėliu. Baltiškųjų aukštumų papėdėje driekiasi zandrų ruožas, sudarytas iš rupesnio smėlio ir žvyro, o rytiniuose pakraščiuose suneštas smulkesnis limnoglacialinis smėlis. Virš Merkio tektoninių lūžių zonos susidaręs pažemėjimas (Suveizdis, 2003) užpildytas storiausia flivioglacialinių sąnašų storyme.

### 3.2.1. Šiauryčių lyguma

Ji pradeda ryškėti tarp Pratkūnų ir Daugėlišio kalvynų įsiterpusioje dubumoje, kur dugninė morena padengta nestoru smėlio sluoksniu. Dubuma teka Švoginos upė. Piečiau banguotoje, vietomis kalvotoje lygumos dalyje telkiasi Ignalinos ežerynas.

Į pietus nuo Žeimenio ežero smėlėta *Žeimenos lyguma* išplatėja, nes iš vakarų pusės prie jos prisiglaudžia Labanoro ir Dubingos dubumos, užklotos žvirgždingu zandru, fluvioglacialiniu smėliu. 5–10 km pločio banguotos lygumos paviršius išraižytas rinų, atsikūrusių senslėnių fragmentų, virtinėmis išsidėsčiusių termokarstinių daubų, atsiradusių ištirpus po smėlio sąnašomis palaidotiems ledo luistams (Basalykas, 1965). Vietomis išryškėja pakilesni moreninio reljefo ruožai. Vidutinis nuogulų storis Žeimenos lygumoje siekia iki 10 m (Микалаускас, 1985).

Žeimenos slėnis dalina lygumą į dvi dalis, atskirdamas nuo Aukštaičių aukštumos pusės suklostytą zandrą ir kairiakrantę, smulkiu limnoglacialiniu smėliu užklotą lygumos dalį. Po jais slūgso juostuotieji alevritai. Moreninio pagrindo nepasiekusi Žeimena laisvai meandruoja smėlyje išgraužtu senslėniu, vietomis kerta rinas. Iki 5 km pločio siekiantis senslėnis susideda iš 4 terasų ir salpos.

Žeimenos lyguma tęsiasi iki santakos su Nerimi, žemiau kurios šiaurinių smėlingųjų lygumų ruožą „uždaro“ Buivydžių kalvynas. Pro jį ties Skersabaliais prasiveržusi upė patenka į smėlingųjų lygumų tęsinį – Neries vidurupio lygumą, besitęsiančią iki Vilniaus, ties kuriuo ją vėl „uždaro“ moreninis ruožas.

*Neries vidurupio (Vilnios)* lygumos paviršiui būdingi keli skirtingi pakopiški ruožai. Palei Neries senslėnį eina žemesnioji (jauniausia) lygumos dalis (145 m aukščio). Už jos į rytus driekiasi apie 10 km ilgio kopų ruožas, sudarytas iš retų, ilgų stačiašlaičių smėlio pylimų. Rytiniame pakraštyje plyti aukštesnioji (155–160 m aukščio) smėlingos lygumos dalis, dėl sudėtingesnio nuotėkio daugelyje vietų labai šlapia. Toliau lyguma pereina į aukštumos papėdėje esančią moreninę pakilumą, kurios paviršius irgi užneštas plona smėlio danga (Basalykas, 1965).

Abi lygumas pakraščiais skrodžia Neries vidurupio slėnis. Ypač sudėtingas jis tampa kirsdamas aukštumų ruožus. Vilniaus miesto teritorijoje susidariusios net septynios terasos. Manoma, kad slėnis buvo giliai išeroduotas dar tarpledynmečiu.

### 3.2.2. Pietryčių lyguma

Žemiau Vilniaus prasidėjusi Vokės senslėniu Pietryčių lyguma pietų link labai išplatėja. Ties Valkininkais atstumas tarp Eišiškių plynaukštės kyšulio ir Baltiškųjų aukštumų susiaurėja, atskirdamas šią *Merkio vidurupio* smėlingos lygumos dalį nuo piečiau esančios *Merkio žemupio* lygumos. Jose išsiskiria keturi skirtingi ruožai: zandrinė lyguma nuo Baltiškųjų aukštumų pusės, centrinėje dalyje senslėnio ruožas, palei jį iš rytų pusės nusidriekę kopų masyvai ir lygumos limnoglacialinis ruožas, prisiglaudžiantis prie senojo apledėjimo aukštumų.

*Merkio vidurupio lygumoje* iš Dzūkų aukštumos išeinantys *zandriniai laukai* ypač platūs. Tarp Lentvario ir Rūdiškių jie driekiasi 10–15 km pločio ruožu. Einant į pietus siaurėja ir prie Merkinės siekia vos 1–2 km. Jie plyti 160 m abs. aukštyje, nes susidarę ant išardytų, žvirgždingomis, žvyringomis smėlio sąnašomis užklotų (Žiogelių fazės) moreninių grandinių likučių. Fliuvioglacialinių sąnašų storis užneštuose tarpgūbriuose siekia iki 20–30 m (Basalykas, 1965). *Rūdiškių pakilumos* zandrų paviršius banguotas, rumbėtas, duburiuotas su vietomis išlikusiomis neaukštomis, vos kelis metrus iškilusiomis kalvomis, kurios ypač riedulingos. Šį pereinamąjį ruožą kerta nemažai senslėnių, įlomių, atsiradusių didelio vandens srauto vietose: Luknos, Cirvijos, Spenglos.

Centrinė – senslėnio lygumos dalis yra žemesnė (140–150 m aukščio), suplauta iš žvirgždingo smėlio, palikto palei ledyno kraštą klaidžiojusios ledyninės upės. Nuo zandrinės lygumos dalies senslėnio lyguma atribota ryškia erozine paleoslėnio pakopa. Ties Matuizomis senslėnis skyla į dvi atšakas, apeidamas aukštesnio fliuvioglacialinio lygio „salą“ – apardyto moreninio gūbrio likučius su rieduliais ir kreidos luistais. Daugelyje vietų senslėnis užpelkėjęs. Jame telkšo Baltosios Vokės ir kitos pelkės. Šiame lygyje dabartinis Merkys „įklojo“ savo slėnį.

Rytinėje-šiaurės rytinėje lygumos pusėje, kur ji labai išplatėja įsiterpdama tarp Medininkų aukštumos ir Eišiškių plynaukštės, senslėnis atsiremia į žemyninių kopų ruožą, nusitęsiantį per 10 km prie Rūdininkų (Basalykas, 1965). Už kopų ruožo plyti plokščia, iš smulkaus limnoglacialinio smėlio suplauta lyguma, laipsniškai pereinanti į Eišiškių plynaukštę.

Valkininkų–Varėnos ruože, kur dėl Eišiškių plynaukštės kyšulio smėlėtoji lyguma susiaurėja, limnoglacialinės lygumos dalies nėra, tik zandrų ruožas nuo Dzūkų lygumos pusės ir senslėnis. Varėnos apylinkėse smėlio nuogulų sluoksnis dar labiau sustorėja ir siekia <15 m, o einant toliau į pietus vėl yra plonesnis.

Analogiška sąranga pasižymi ir dar labiau išplatėjusi *Merkio žemupio lyguma*, tik joje zandrų ruožas siauresnis (2–4 km pločio), bet daug platesnės senslėnio, kopų ir limnoglacialinės lygumų dalys. Arčiau Merkinės zandrų ruožas visai nutrūksta, nes čia juos sulaukė Žiogelių fazės metu likęs galinių morenų kalvagūbris. Labai išplatėja Merkio senslėnis, kurio tęsiniu teka Nemunas ir Baltoji Ančia. Plačios terasinės lygumos duburiuose telkšo termokarstiniai Gluko, Glėbo, Lavyso ežerai.

Rytinėje senslėnio pusėje driekiasi itin išplatėjęs kopų ruožas. Jis yra viename lygyje su limnoglacialine lygumos dalimi ir tarsi su ja susilieja (Kudaba, 1983). Šiaurinėje dalyje kopynai atsiremia į Eišiškių plynaukštę, o pietinėje driekiasi toli į pietus, iki pat Gardino aukštumos. Kopų santykiniai aukščiai vietomis siekia iki 20 m. Kopų ruožą kai kur skrodžia rininiai slėniai, įvairaus ilgio rinos – Ūlos, Grūdės, Skroblaus ir dalina į kelis masyvus. Liškiavos–Vilkiautinio rina tęsiasi per visą lygumą net iki Gardino aukštumos (Basalykas, 1965).

Į rytus-pietryčius už kopų ruožo driekiasi linmoslacialinė lygumos dalis, žemėjanti ir labai išplatėjanti pietų link. Ji suklota iš smulkaus, vietomis vidutinio rupumo smėlio, po kuriuo slūgso juostuotasis molis ir aleuritai. Čia didelį plotą užima Čepkelių raistas.

Kitapus Nemuno esanti *Ančios lyguma* susiformavo žemiausiame lygyje – 110–115 m absoliutinio aukščio. Ties Sūduvos aukštuma zandriniai laukai vėl išplatėja ir tarp Leipalingio–Kapčiamiesčio pasiekia 10–12 km plotį (Микалаускас, 1985). Zandrinių nuogulų storis čia nedidelis – 6–8 m, o paviršiaus reljefas itin sudėtingas, nes ruožą kerta daugybė rinų, kurių tinklas tankiausias nei kitur Lietuvoje (Basalykas, 1965). Pietinėje dalyje rinos baigiasi smėliu užpildais galinių morenų gūbriais. Už jų į pietus susidaręs nedidelis kopų ruožas, kuriame parabolinės kopos išsidėsčiusios atokiai viena kitos. Žemyninių kopų formavimasis Lietuvoje, manoma, baigėsi atlančio metu, maždaug prieš 6 tūkstančius metų, kai padaugėjo kritulių ir itin suvešėjo augalija (Bitinas, 2004).

### 3.3. Dysnos lyguma

Švenčionių lygumos šiaurės rytinėje pusėje driekiasi Dysnos lyguma. Tai vakarinė Polocko lygumos dalis, patenkanti į Lietuvos teritoriją. Lyguma žemėja rytų kryptimi nusileisdama iki 125 m absoliutinio aukščio. Tai tipiška limnoglacialinė lyguma, nuklota 10–15 m storio molio sluoksniu. Vakarinėje ir pietinėje dalyje paviršius banguotas, o rytiniame pakraštyje – plokščias. Išimtį sudaro Didžiasalio gūbriška pakiluma, nuo Tverečiaus besitęsianti 9 km į rytus. Nuo aukštumos nusileidusios upės į lygumos paviršių įsigrauzusios menkai, todėl dažnai išsilieja iš negilių slėnių, užtvindydamos didžiulius lygumos plotus.

### 3.4. Švenčionių (Šiaurės Nalšios) aukštuma

Šiaurės rytinėje dalyje esanti Švenčionių aukštuma nutįsusi ta pačia šiaurės vakarų-pietryčių kryptimi kaip ir Medininkų aukštuma. Šis ryškus tarpplaštakinis moreninis masyvas driekiasi nuo Daugėliščio iki Naručio ežero dabartinėje Baltarusijoje, todėl kartais vadinama Švenčionių–Naročiaus aukštuma (Basalykas, 1965; Kudaba, 1968). Aukštumos struktūroje yra du stambūs kalvynai – Cirkliščio ir Daugėliščio, atskirti gilia Ceikinių rina. Aukštumos keterą sudaro 5–8 km pločio ir 60–140 m santykinio aukščio gūbrių eilės, kurias vietomis skiria gilūs, erdvūs, pailgi pažemėjimai. Kalvynuose, kur paviršius iškilęs aukščiausiai – 289 m prie Nevaišių ir 285 m Būdakalnio kalva prie Ažušilės – kalvų gretos suartėja ar net yra užstumtos vienos ant kitų.

Švenčionių aukštumos padą sudaro ikikvarterinio paviršiaus pakiluma, iškilusi iki 80 m virš dabartinio jūros lygio. Nuo pat apledėjimų pradžios ji tapo ledoskyra, virš kurios atsirado iki 200 m storio įvairialaikių moreninių nuogulų storymė. Paviršių baigė formuoti Nemuno ledynmečio Grūdės ir Baltijos stadijų ledyno antslinkiai. Ties Ignalina Švenčionių aukštuma liečiasi su Baltiškųjų aukštumų lanku. Šiaurės rytiniai aukštumos šlaitai iki 170 m absoliutinio aukščio yra aplyginti Dysnos lygumoje besikaupusio patvankos vandens.

### 3.5. Baltiškiosios aukštumos

20–60 km pločio kalvotas ruožas lanku tęsiasi visą rytinę ir pietinę Lietuvos dalį. Nevienodą Baltiškųjų aukštumų plotį lėmė priekvarterinis paviršius. Jis darė tiesioginę įtaką ledyno tėkmių slinkčiams. Aukštumos plačios šiaurėje, o pietinė dalis yra perpus siauresnė. Praplatėjimuose iškyla 230–250 m abs. aukščio kampiniai moreniniai masyvai: *Pratkūnų, Tauragnų, Antalgės, Bijutiškio, Sužionių, Sudervės* – šiaurinėje dalyje, *Trakų, Aukštadvario ir Daugų* kalvynai iškilę tarp Neries ir Nemuno, Užnemunėje iškyla smulkūs *Seirijų, Krosnos,*

*Rudaminos, Sangrūdės, Salaperaugio* kalvynai ir lanką užbaigiantis kompaktiškas *Gražiškių (Vištyčio)* masyvas. Juos skiria ledo liežuvinės dubumos. Jos neaukštos, siekia 130–150 m abs. aukštį, o jų galuose susiformavusios aukštumų siaurumos yra tarpinio aukščio.

Išorinė (distalinė) aukštumų pusė aiški, tolygiai žemėjanti. Kalvos čia dažniausiai sudarytos iš praplautų (lengvesnių) moreninių priemolių, žyminčių buvusį ledyno pakraščio postūmį, ir iš itin riedulingo priesmėlio, smėlingų-žvyringų darinių, susidariusių ledynui intensyviai tirpstant. Čia buvo susidarę didžiausi šių aukštumų riedulynai – Tauragnų, Ambraziškių (Bijutiškio masyve), Beižonių (Aukštadvario kalvyne), Žvirgždėnų (Daugų kalvyne), kiti.

Vidinis (proksimalinis) aukštumos šlaitas pereina į plynaukštę, primenančią banguotą laiptą ar plačią terasą (Kudaba, 1983). Plačiausia ir aukščiausia (iki 140 m virš jūros lygio) yra Vakarų Aukštaičių plynaukštė. Pietinėje aukštumų lanko dalyje prieškalvės daug siauresnės ir žemesnės (iki 120 m NN). Daugelyje vietų paviršius į Vidurio lygumas pereina laipsniškai, todėl aukštumų sutartine riba šiaurinėje dalyje laikoma 100 m izohipsė, o pietinėje dalyje – 80 m izohipsė (Basalykas, 1965).

### 3.5.1. Aukštaičių aukštuma

Aukštumos struktūroje labiausiai išsiskiria 6 stambūs, aukšti kalvynai. Šiaurinėje dalyje iškilęs Pratkūnų kalvynas. Aukščio skirtumas tarp jo ir papėdės dubumoje esančio Luodžio ežero siekia apie 90 m. Vienas šalia kito esantys Daugailių ir Tauragnų kalvynai formuoja stambų šiaurės-pietų krypties masyvą, kurį per vidurį kerta Tauragno ir Klykių rinos. Jame išskyla aukščiausios aukštumos viršūnės – Piliakalnio, Klykių kalvos, nemažai plokščiaviršių limnokeimų. Vakariniai kalvyno šlaitai nusileidžia į gilią amfiteatro pavidalo Vyžuonos dubumą, įsiterpiančią į aukštumą iš šiaurės. Kitoje jos pusėje iškilęs žemesnis Antalgės kalvynas. Aukščių skirtumas tarp dubumos ir Tauragnų kalvyno siekia daugiau nei 130 m. Pietinėje dalyje lanku aplink Širvintos dubumą išsidėstę Bijutiškio, Sužionių ir Sudervės kalvynai.

Senesnis rytinės dalies paviršius sudarytas iš labai akmeningų susmėlėjusių moreninių priemolių, tarpgūbriai pripildyti smėlio, vyrauja keiminės kalvos. Ypač dideliu riedulingumu išsiskiria Suginčių, Saldutiškio–Kuktiškių, Vajasiškio apylinkės, esančios aukštumų pertvarose. Aukštuma gausiai išraižyta įvairaus dydžio ir įvairios krypties rinomis. Kai kurios jų aukštumą kerta skersai. Vakarinėse dalyse jos sausesnės, rytinėse – ežeringos (Asvejos, Tauragno, kt.). Rytiniai aukštumos pakraščiai ties aukštumės pertvaromis labiausiai išraižyti ežerų duburiais, kurie sudaro du ežerynus – Molėtų su Galuono (Galuonų), Išnarų, Kertuojų, Lakajų, Stirinių ir kt. ežerais ir Ignalinos ežeryną su Baluošo, Dringio, Lūšių, Žeimenio ežerais. Trečiasis – Zarasų – ežerynas susiformavęs aukštumos šiaurinėje dalyje. Ežerai čia patvinę tarpgūbriniuose pažemėjimuose: Avilys, Čičirys, Samavas, Šventas, Luodis, Drūkšiai, Dysnai.

Vakarinė aukštumų pusė sudaryta iš sunkesnio (molingesnio) moreninio priemolio, jos paviršius pasižymi mažesniu kalvotumu, didesniu banguotumu. Pietiniame aukštumos gale susiformavęs išraiškingas, į Neris slėnį atsiveriantis periglacialinis erozinis Platiniškių raguvynas, identiškas susidariusiems senojo apledėjimo dariniuose.

Aukštaičių aukštumos šiaurinė dalis, esanti į šiaurę nuo Virintos ir Labanoro dubumos, dar vadinama Sėlių aukštuma (Kudaba, 1983).

### 3.5.2. Vakarų Aukštaičių plynaukštė



Vakarų plynaukštė – tai Aukštaičių aukštumos šlaitas, besileidžiantis į Vidurio Lietuvos lygumas. Jam priskiriama aukštumos papėdė, prieliedyninių baseinų aplyginta iki 140–150 m aukščio ir lygumos pakraščiuose iškylantys šoniniai moreniniai kalvagūbriai (Basalykas, 1965). Plynaukštės plotis labai nevienodas: plačiausias šiaurinėje dalyje, o einant į pietus siaurėja. Ryškiausia sąsmauka susidariusi prie Anykščių, o ties Virintos ir Siesarties dubumomis vėl labiau išplatėja. Ryškiausios orografinės dalys – Sartų duburys, Rokiškio ir Jūžintų pakilumos, Viešintų kalvagūbrio lankas, Šventosios–Vyžuonos dubuma ir Pabaisko pakiluma.

Jūžintų pakilumos paviršius labai kalvotas, o Rokiškio, priešingai, labiau aplygintas, kalvotas lėkštai ar tik banguotas, laipsniškai pereinantis į moreninę lygumą, kurios įlomės daug kur užpelkėjusios. Vienoje tokių susidariusi Notigalos pelkė, Šepeta prisiglaudusi kalvagūbrio papėdėje. Protakos, senslėniai – išskirtinis plynaukštės, ypač jos šiaurinės dalies, bruožas. Jų daug, jie įvairiakrypčiai: apie 1 km pločio Juodupės–Vyžuonos, Kriaunos aukštupio, Šetekšnos, Nemunėlio, Audros senslėniai yra labiau platuminės krypties, o Kupos aukštupio–Aluočio, Vaduvos–Mituvos, Šetekšnos–Jaros ir kiti trumpesni yra labiau šiaurės-pietų krypties. Jūžintų pakilumą iš šiaurės į pietus kerta gili Jūžinto ežero rina.

Sartų rininio ežero suraižytas duburys išklotas limnogalcialinėmis, vietomis fluvio-glacialinėmis sąnašomis, išlaikęs ryškias slūgstančio baseino krantų žymes. Šventosios didžiosios dubumos paviršius nuklotas smėliu, kurio sluoksnis storesnis ties buvusiomis Šventosios, Jaros žiotimis, o kitur visai plonas ar net į paviršių iškyla juostasis molis, todėl paviršius daug kur įmirkęs. Molis nuklojęs ir apatinę aukštumos šlaito dalį.

Plynaukštės vidurinė dalis tarp Virintos ir Siesarties labiau nuklota banguotomis dugninėmis morenomis, mažiau kalvotų ruožų, išraižyta seklių nedidelių srautų latakų. Pabaisko pakiluma vėl aukštesnė, vietomis smulkiai kalvota.

Vakarinių plynaukštės pakraščiu einantis kalvagūbris šiaurinėje dalyje iškyla iki 125–108 m aukščio, siekia 5–7 km pločio, o pietuose pakraštinių darinių ruožas siaurėja iki 2–3 km ir ties Ukmerge driekiasi jau tik pavienės gūbriškos bangos. Į Vidurio lygumas kalvagūbris pereina laipsniškai. Dar vienas išskirtinis plynaukštės komponentas yra Šventosios slėnis.

### 3.5.3. Neries žemupio plynaukštė

Didžiąją teritorijos dalį užima Neries dešiniajame krante esanti Širvintos dubuma, kurios paviršiuje vyrauja banguotoji lyguma. Ji pakopomis žemėja į vakarus: aukštumų papėdėje esanti rytinė dalis plyti 130 m aukštyje, centrinėje dalyje vyrauja 100–110 m aukštis, trečiasis ruožas iškilęs iki 80–90 m absoliutinio aukščio. Aukščiausiam ruože iškyla pavienės, atokiai vienos nuo kitų išsidėsčiusios neaukštų gūbrių grandinės, vietomis pakylančios iki 140–150 m absoliutinio aukščio. Duginės morenos paviršius ir gūbriai apskalauti buvusio patvankos vandens, o slėnesni paviršiai užklostyti limnogalcialiniu moliu (Basalykas, 1965).

Neries–Nemuno tarpupyje esančios Dzūkų aukštumos prieškalvės (plynaukštės) paviršius, besitęsiantis iki Kaišiadorių, daug sudėtingesnis nei Aukštaičių aukštumos, kur perėjimas į Širvintos dubumą yra staigus ir labai ryškus. Čia paskutinės kalvų grandinės ir nedideli kalvynai (Strėvininkų – 180 m NN, Kruonio – 170 m NN) išsidėstę atokiau ir nuo aukštumos juos skiria platūs limnogalcialinėmis nuogulomis užklostytų dubumų ruožai. Toliausiai į aukštumą įsiterpia Strėvos dubuma.

Nuo Kaišiadorių į vakarus paviršius pereina į limnogalcialinę Šešuvos lygumą, plytinčią 90 m aukštyje sąlytyje su plynaukšte, o Neries–Nemuno santakoje nusileidžiančią iki

7580 m absoliutinio aukščio. Ten priešais Šventosios žiotis driekiasi senovinės aliuvinės deltos (Gaižiūnų) smėlynai, suklostyti ant limnoglacialinio molio. Silpnai banguotas smėlynų paviršius lengvai supustytas vėjo, daug kur įmirkęs (Микалаускас, 1985).

Plynaukštę kerta Neris slėnis, kuris labai išplatėja toliau už aukštumų.

#### 3.5.4. Dzūkų aukštuma

Tarp Neris ir Nemuno esanti Baltiškųjų aukštumų ruožo atkarpa nėra vienalytė. Aukštumos struktūroje išsiskiria trys stambūs aukšti kampiniai moreniniai masyvai – *Trakų*, *Aukštadvario* ir *Daugų* kalvynai. Pirmieji du iškilę arčiau vienas kito, todėl šiaurinė dalis yra aukštesnė, o pietinė su giliai į aukštumą įsiterpusia Verknės dubuma ir atokiau iškilusiu Daugų kalvynu – žemesnė (Basalykas, 1965). Aukštumos rytinis pakraštys užsibaigia neaukštais lygiagrečiais moreninių gūbrių ruožais. Paskutinis ryškesnis driekiasi nuo Trakų link Vilkokšnio ežero ir eina toliau į pietus pro Daugų ežero pietinį pakraštį link Merkinės. Tai priesmėlingas, žvirgždingas-gargždingas Žiogelių fazės pylimas, ypač ryškus Nedzingės–Merkinės atkarpoje. Tarp kalvynų ir kalvagūbrio likusiuose tarpgūbriuose, vietomis siekiančiuose iki 4–5 km pločio, plyti ežerai: Skaistis, Galvė, Akmena, Daugų Didžiulis, Nedzingis, Ilgis ir kt.

Aukščiausiai iš visų iškilęs Aukštadvario kalvynas. Gedanonių kalva (kalnas) jame siekia 257 m aukštį, kiek žemesnis Trakų (228 m), o žemiausias yra Daugų kalvynas (204 m). Pastarasis yra susiformavęs virš priekvarterinio paviršiaus pakilumos. Kalvynų viršūnėse vyrauja didelės plokščiakalvės, keiminės struktūros dariniai, smulkus kalvotumas labiau paplitęs šlaitinėse dalyse.

Į pietus nuo Verknės dubumos einanti žemesnė aukštumos dalis iškilusi vos iki 160 m absoliutinio aukščio, tik nedidukas Pivašiūnų kalvynas pasiekia 179 metrus. Moreniniai gūbriai sukrauti atokiau vieni nuo kitų, vietomis juos skiria priesmėlingais, smėlingais dariniais nukloti plotai, kitur – buvusios patvankos vandens aplyginti užpelkėję priemolingi tarpgūbriai.

Daugelyje vietų aukštumą skrodžia rininiai kloniai: Bražuolės, Verknės–Vilkokšnio ežero, Ilgio. Rininis erozinis Stėvos aukštupio klonis jungiasi su Strėvos aukštupio rina, sujungdamas Strėvos dubumą su Verknės dubuma.

#### 3.5.5. Sūduvos aukštuma

Į vakarus nuo Nemuno esanti Sūduvos aukštuma išsiskiria iš Baltiškųjų aukštumų lanko smulkiausiai kalvynais. Dusios–Metelio duburį juosiantys Miroslavo (175 m), Seirijų (185 m) ir Krosnos (182 m) kalvynai sudaro žemiausią viso ruožo atkarpa. Ji prasideda dar dešiniajame krante į pietvakarius nuo Daugų kalvyno, kur Nemunaičio apylinkėse aukštumos paviršius iškilęs vos iki 160 m absoliutinio aukščio.

Kiti trys šalies pasienyje esantys smulkūs kalvynai – Rudaminos (201,6 m), Sangrūdės (199,8 m), Salaperaugio (210,8 m), kaip ir pačiame pietvakariniame pakraštyje stūksantis masyvus Gražiškių–Vištyčio kampinis moreninis kalvynas, yra Lenkijos pusėje iškilusios Suvalkų aukštumos pakraščiai, o pastarasis – jos šiaurės rytinis kampas. Jis aukščiausias, siekia iki 284,8 m. Skirtingai nei visi kiti Baltiškųjų aukštumų kalvynai, Gražiškių kalvynas išsiskiria ypač ryškiais stačiašlaitiais kontaktiniais šlaitais, rodančiais stiprų ledyno įsiremimą. Kaip ir kitų kalvynų proksimaliniuose (buvusiuose nuo ledyno pusės) šlaituose, daug kur aiškūs plokščiaviršiai keiminių terasų fragmentai, pakopomis nusileidžiantys į gretimas

dubumas, o mažųjų kalvynų distaliniai šlaitai į fluvio-glacialinių lygumų pusę žemėja laipsniškai.

Iš visų į aukštumą įsiterpiančių dubumų išsiskiria Šešupės dubuma. Jos pakraščiuose susidariusios keiminės terasos, o orografiškai ji panašesnė į gilų, stačiašlaitį, apie 2 km pločio ledyno išraustą klonį, besidriekiantį toli į aukštumą.

Pietinė Sūduvos aukštumos riba ypač neryški, nes pakraštiniai gūbriai panirę gausiose fluvio-glacialinėse sąnašose, iš kurių vietomis išnyra tik pavienės moreninės atkarpos. Aukštumos pakraštys tapatinamas su zandro pradžia ir itin tankiu rinų tinklu, prasidedančiu maždaug ties Veisiejais. Į aukštumos pakraštį įsirėžusios Akmenos, Galsto, Šlavanto rinos.

### 3.5.6. Nemuno vidurupio plynaukštė

Itin sudėtingas Nemuno vidurupio plynaukštės paviršius – perėjimas nuo Dzūkų ir Sūduvos aukštumų į Vidurio Lietuvos lygumas. Prieškalvių paviršiuje kaitaliojasi ledo liežuvinės dubumos ir juos skiriančių gūbrių bei kalvagūbrių ruožai. Dešiniajame Nemuno krante į Dzūkų aukštumą įsiterpia Verknės dubuma, kairiajame krante išsidėsčiusios Peršėkės, Žuvinto, Amalvo, Dusios–Metelio ir Kirsnos dubumos, viena nuo kitos atskirtos gūbrių grandinių. Dubumos nuklotos limnoglacialinėmis nuosėdomis, jose išlikę didieji liekaniniai ežerai, apsupti dar didesnių pelkynų. Iš šiaurės dubumas uždaro Šilavoto kalvagūbris, už kurio driekiasi plokščia limnoglacialinė Jiesios lyguma, iš vakarų pusės (nuo Šešupės lygumos) atitverta Veiverių kalvagūbrio. Kalvagūbrių ir gūbrių paviršius, apskalautas patvankos vandens, stipriai sulėkštėjęs dėl buvusio povandeninio slysmo. Prieledyninio ežero vandens apskalauti Dzūkų aukštumos šlaitai Verknės dubumoje matomi 125 m aukštyje (Basalykas, 1965).

### 3.6. Lietuvos Vidurio žemumos

Vidurio lygumų šiaurinėje dalyje paviršius žemėja į šiaurę. Jis atkartoja prekvarteriniame paviršiuje išsiskiriantį ryškų meridianinės krypties lomos pavidalo pažemėjimą, kurio ašis tęsiasi pro Vaškus link Panevėžio. Jį juosia +40 m izohipsė. Tarp Pumpėnų ir Pušaloto jo plotis siekia apie 30 km, ties Panevėžiu susiaurėja iki 20 km (Baltrūnas, ir kt., 2005). Paviršius gausiai išraižytas negiliai įsigrauzusių upių, kurių slėniai sutampa su prekvarterinio paviršiaus paleoįrėžiais. Pietinėje dalyje žemumų paviršius žemėja į vakarus. Šiaurinės lygumos - Ventos vidurupio, Žiemgalos, Mūšos–Nemunėlio, Nevėžio - padengtos dugnine morena, o pietinės - Karšuvos ir Šešupės - limnoglacialinėmis nuogulomis.

#### 3.6.1. Žiemgalos žemuma

Į šiaurinę šalies pakraštį įsiterpanti Žiemgalos žemumos pietinė dalis turi neryškų nuolydį į šiaurę. Lygumą dengiantis labai karbonatingų moreninių nuogulų sluoksnis yra itin plonas ir svyruoja nuo kelių metrų storio virš aukščiau pakilusių prekvarterinio paviršiaus egzracinių gūbrių iki 20 m tarpgūbrių lobuose, o paleoįrėžiuose siekia 30–40 m. Dugnine morena nuklotos paviršius yra smulkiai banguotas, pasitaiko pavienių ozų. Išraiškingiausias Žagarės ozas paskelbtas gamtos paminklu. Žemiausioje lygumos vietoje ties Mūšos pralauža paviršius nuklotos beveik ištisiniu limnoglacialinių nuogulų sluoksniu.

Lygumoje užsimezge upelių aukštupiai įsigrauzę vos 2–4 m ir ryškesnių slėnių nesuformuoja. Čia nėra ežerų.

Iš pietų pusės lygumą juosia *Linkuvos kalvagūbris*. Galinės morenos ruožas prasideda ties Rytų Kuršo aukštuma ir driekiasi apie 130 km ilgio lanku, išgaubtu į pietų pusę. Ryškiausioje atkarpoje ties Linkuva jis pasiekia didžiausią – 20 m santykinį aukštį (80–90 m

NN), bet yra vos 2 km pločio. Kitur jis pakilęs vos apie 10 m. Einant į rytus išplatėja, stipriai pažemėja ir tampa menkai pastebimas.

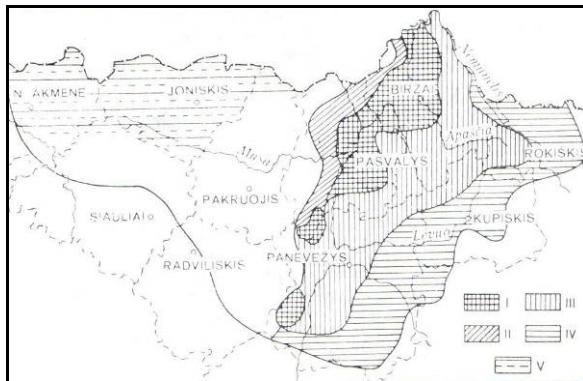
### 3.6.2. Ventos vidurupio žemuma

Ventos vidurupio lygumą šiaurės vakaruose riboja Vakarų Kuršo plynaukštė, iš pietų – Žemaičių aukštuma, o rytuose ji pereina į žemesniame lygyje plytinčią Žiemgalos lygumą. Ventos lygumoje vyrauja – 70 m aukštis, Žiemgalos lygumoje – 50 m. Riba tarp abiejų gana aiški – 80–90 m aukščio Žagarės–Šakynos balnas, kažkada buvęs ledyno plaštakų sąlytyje. Dabar per vidurį jį kerta Švėtės aukštupys. Latvijos pusėje Ventos vidurupio lygumą (ten ji vadinama Vadaksties lyguma (*Vadakstes lidzenums*)) iš šiaurės riboja Rytų Kuršo aukštuma (Latvijas..., 2007).

Ventos vidurupio lyguma, kaip ir gretimos šiaurinės lygumos, nuklota labai plonu moreninių nuogulų sluoksniu, kuris storėja artėjant prie aukštumų. Svyruoja nuo kelių iki 10–20, kai kur 30 m storio, todėl daug kur jį upės prarėžia, šlaituose atidengdamos permio, jūros laikotarpių nuogulas. Kitas būdingiausias paviršiaus bruožas – lygiagrečių bangagūbrių virtinės rytinėje lygumos pusėje. Pietvakarių–šiaurės rytų krypties moreninės, kitur smėlingos grandinės atskirtos panašaus pločio tarpgūbriais (kloniais), išklotais fliuvioglacialinėmis, vietomis užpelkėjusiomis nuogulomis. Čia susidariusi ir Kamanų pelkė. Šiaurės vakarinėje, žemiausioje lygumos dalyje, kur susieina Ventos, Varduvos ir Vadaksties upės, ilgiau plytėjusio limnoglacialinio baseino vietoje, paviršius visai suplokštėjęs, o likęs molis paviršiuje pridengtas plonu limnoglacialinio smėlio sluoksniu.

### 3.6.3. Mūšos–Nemunėlio žemuma

Šiaurėje ją riboja Linkuvos kalvagūbris, pietuose itin neryški orografinė riba vedama Nevėžio ir Mūšos upių vandenskyra, esančia į šiaurę nuo Panevėžio. Rytinėje pusėje ji taip pat labai neryški ir netgi labiau sutartinė. Skiriamąją riba laikytinas plynaukštės papėdėje išplautas platus šiaurės-pietų krypties klonis, kuriuo naudojasi Nemunėlis aukštupyje (nedidele atkarpa teka į šiaurę) ir Šetekšna–Jara (pasukdama juo į pietus), ją rodo plynaukštės papėdėje susidariusios didžiosios Notigalos ir Šepetos pelkės.



31 pav. Karstinio regiono schema (Narbutas, 1979). I – aktyvus karsto zona, II – aktyvus požeminio karsto zona, IV – paleokarsto zona, V – karstinio regiono požeminių vandenių maitinimo sritis, V – karbonatinio karsto zona

Žemumos paviršius nuklota itin nevienodo storio kvarterinių nuogulų danga: šiaurinė dalis apklotą ploniausia danga, kuri storėja einant į pakraščius. Likusių morenų storis panašus kaip ir Žiemgalos lygumoje, jas sudaro medininkų ir nemuno ledynų nuogulos. Rytinėje lygumos dalyje (Biržų ir Pasvalio r.) dėl arti paviršiaus (1–15 m gylyje) esančio gipso tirpimo formuojasi karstinės – sufozinės įgriuvos – smegduobės. Šis gipsingų darinių ruožas tęsiasi iki pat Panevėžio rajono pietinės ribos, apimdamas labiau vakarinę jo dalį (Narbutas, 1979). Plonu iki 5 m storio moreniniu sluoksniu dengtame paviršiuje susidarę aktyviausio sukarstėjimo

plotai, stipriai sukarstėjusiuose plotuose gipsingi sluoksniai slūgso 5–10 m gylyje, vidutiniškai sukarstėjusius plotus užklojusi 10–15 m storumė. Paviršiuose, kur dengiamasis sluoksnis siekia 25–40 m, virš požeminių tuštumų formuojasi žemės paviršiaus įslūgos (Dėnas, Račkauškas, 2005). Įgriuvų, įslūgų skersmuo – 10–30 m, gylis svyruoja nuo 5 iki 15 m.

Lygumos vakarinės dalies paviršius labai skiriasi nuo rytinės ne vien žemesniais absoliutiniais aukščiais. Ji kur kas lygesnė, bet turi keletą ryškių itin akmeningų ruožų, matomų į šiaurę ir vakarus nuo Meškuičių ir besidriekiančių pro lygumas link Gruzdžių. Šiame ruože, be riedulių, gausu fluvoglacialinio smėlio ir žvirgždo antberio. Rytinės dalies paviršiuje ypač ryškus gūbriuotas-įlomėtas paviršiaus ruožas, besidriekiantis per 30 km tarp Rozalimo ir Pumpėnų; 4–8 santykinio aukščio gūbriškos bangos kaitaliojasi su tarpgūbriniais kloniais (Basalykas, 1965). Kitas panašus, bet dar ryškesnis, apie 20 km pločio šoninių morenų ruožas tęsiasi tarp Krinčino–Biržų ir Vabalninko pietuose. Jis susideda iš 25–30 šiaurės-pietų krypties gūbrių virtinių, atskirtų sekliais užpelkėjusiais kloniais. Einant toliau į rytus jos sumenksta ir pereina į dugninės morenos banguotus ir patvankos vandens vietomis aplygintus paviršius. Nemunėlio vidurupyje bangos irgi driekiasi ryškesniais lankais.

Į šiaurės vakarus nuo Panevėžio atskirą geomorfologinį vienetą sudaro Lėvens–Pyvesos deltos smėlynai, apaugę Žaliąja giria. Jų paviršius perpustytas vėjo. Kopų aukštis svyruoja nuo 2–3 iki 10–12 m, ilgis – nuo 10 metrų kauburių iki 0,5–0,8 km gūbrių (Микалаускас, 1985). Jie išsidėstę atokiai vieni kitų, atskirti šlapių įlomių. Deltą suplovusios Lėvens ir Pyvesos upės šioje atkarpoje išsiskiria plačiais giliais senoviniais slėniais.

#### 3.6.4. Nevėžio žemuma

Ji yra centrinėje Lietuvos dalyje, pakraščiuose įrėminta kalvagūbrių: Radviliškio ir Čekiškės–Vilkijos iš vakarų-pietvakarių pusės ir Lapių bei Bukonių–Veprių kalvagūbrių iš pietryčių-rytų pusės. Kalvagūbriai žemi, susideda iš lėkštų gūbrių, gūbriškų bangų ir tik vietomis turi lėkštai kalvotą reljefą. Išorinėje pusėje kai kur pasitaiko nedidelių žvirgždingų zandrių kūgių (Basalykas, 1965). Pietiniame gale kalvagūbrių lankas praardytas plūdusio tirpsmo vandens.

Žemumos paviršius lygus, tik rytinėje dalyje buvusioje ledoskyroje nuo Raguvos link Siesikų–Panoterių driekiasi nedidelis moreninis ruožas ir neplatus Kulvos–Šėtos gūbrys bei pavienių meridianinės krypties ozų grandinės. Duginėmis morenomis nuklota lyguma plyti trijuose lygiuose. Rytinėje pusėje ji yra 80–90 m aukštyje ir šiaurės rytuose (maždaug ties Subačiumi) laipsniškai pereina į Nemunėlio lygumą. Šiaurėje riba eina itin neryškia Nevėžio ir Mūšos upių vandenskyra. Šią aukščiausiai iškilusią lygumos dalį raižo gausūs nuosruvos ir termokarstiniu būdu atsikūrę senslėniai. Jie neturi fluvio-glacialinių nuogulų. Kairiajame Nevėžio krante didesnius plotus (15–20 km ruožą) užima 70–80 m aukščio lyguma, dešiniajame krante jis daug siauresnis. Didžiausią plotą užima žemiausio lygio – iki 65 m aukščio žemumos ruožas abipus Nevėžio slėnio. Duginės morenos vietomis nuklotos smėlio, dulkiško priemolio ar net molio. Joje taip pat yra meridianinės krypties lėkštų gūbriškų bangų, gūbrių.

Centrinę lygumos dalį skrodžiantis Nevėžio senslėnis panašus į kitus Lietuvos upių senslėnius, yra 0,8–1 km pločio, turi plačias dviejų lygių salpas ir kartu yra skirtingas. Kadangi Nevėžio lyguma žemėja į šiaurę, senslėnis gilėja einant į pietus, t. y. žemupio link, ir nuo 15–20 m pasiekia 50 m gylį.

#### 3.6.5. Nemuno žemupio žemuma

Nemuno žemupyje abipus upės plyti plokščios limnoglacialinės lygumos: šiaurinėje pusėje – Karšuvos lyguma, pietinėje – Šešupės lyguma. Šiaurėje ir pietuose jos remiasi į aukštumas – Žemaičių ir Sūduvos, rytuose uždaro Čekiškės–Vikijos ir Veiverių kalvagūbriai, o vakaruose užsibaigia Vilkyškių–Įsručio (Kaliningrado pusėje) kalvagūbriu. Limnoglacialinio molio sluoksniu nuklotas paviršius pamažu žemėja į vakarus nuo 70 m iki 30 m. Vyraujantis nuogulų storis 2–5 m, vietomis siekia iki 10–15 m storio.

Molingoje plokščioje lygumoje išsiskiria dvi smėlingos senovinės aliuvinės deltos – Kazlų Rūdos ir Karšuvos (Smalininkų–Viešvilės). Pastarojoje fluvio-glacialinių nuogulų storis siekia iki 10 m. Abiejose išlikusios stambios pelkės: Ežerų plynė (Strukbalis) Kazlų Rūdos lygumoje, Artoji su liekaniniais ežerais ir Laukesos pelkė Karšuvos smėlynuose. XIX a. liekaniniai ežerai dar buvo neužakę ir tose dviejose. Abiejų lygumų centrinėse dalyse supustytos į kopas, o pakraščiuose vyrauja plokščias pelkėtas arba silpnai kauburiuotas paviršius (Микалаускас, 1985), smėlingos nuogulos. Kopų aukštis – nuo 2–3 iki 6–8 m. Ypač aukštas Kaskalnio kopų masyvas netoli Viešvilės, kur susiformavusios aukščiausios – >15 m kontinentinės kopos.

Lygumą kerta stačiašlaitis Nemuno žemupio slėnis, siekiantis iki 1 km pločio. Aukštesnės terasos jame išreikštos menkai, o plačiausia – salpinė terasa, siekianti iki 500–700 m abiejuose krantuose.

### 3.7. Žemaičių aukštuma

Žemaičių aukštuma savo sąranga gerokai skiriasi nuo pakraštinių Baltiškųjų aukštumų, nes čia ryškesni sališkos (koncentrinės) akumuliacijos bruožai. Aukštuma iškilusi virš nelygaus į vakarus žemėjančio paviršiaus. Kalvotoji aukštumų dalis susidariusi virš neotektoninių pakilimų, siekiančių 60 m absoliutinį aukštį. Aukštumos pietvakarinis šlaitas sutampa su šiame ruože praeinančia tektoninių sprūdžių sistema, o ir Rietavo, Užvenčio dubumos yra virš tektoninių lūžių ribojamų prekvarterinio paviršiaus pažemėjimų (Kudaba, 1983). Tuo tarpu kalvynų pietinė dalis iškilusi virš gilių priekvarterinės aslos duburių, ties Varniais siekiančių 142 m žemiau jūros lygio. Vidutinis ledyninių nuogulų storis čia 150 m, pietinėje dalyje – 300 m.

#### 3.7.1. Žemaičių Vidurio kalvynai

Centrinė aukštumos dalis orografiškai aukščiausia, o ją sudaro dvi kalvynų grandinės, atskirtos ežeringu pažemėjimų ruožu tarp Platelių ir Biržulio–Lūksto ežerų. Šiaurės rytinį ruožą sudaro *Gegrėnų, Telšių, Viešvėnų kalvynai* ir *Vandenskyrinis kalvyngūbris*, o pietvakariniame išryškėja *Platelių, Kontaučių ir Tverų kalvynai* bei į pietus nutįstantis *Laukuvos gūbrys*.

Vandenskyrinis kalvyngūbris yra pats ryškiausias ir aukščiausias. Tai apie 10 km pločio ir 40 km ilgio ŠŠR-PPV krypties ruožas tarp Kaltinėnų ir Luokės. Čia yra aukščiausios aukštumos viršūnės – Medvėgalis (234,6 m), Girgždutė (228 m) ir Šatrija (228,7 m). Kiti didieji kalnai – *Sprūdė, Moteraitis, Aukštagirė, Bilionių*. Kalvyngūbris yra Ventos, Dubysos ir Jūros, Minijos baseinų takoskyra. Paviršiuje vyrauja stambios kalvos iš sunkaus priemolio. Nemažai plokščiakalvių iš sluoksniuotų smėlingų, žvyringų nuogulų (fluviokeimai), pakraščiuose yra limnokeimų. Pastarųjų viršūnės padengtos 2–3, kai kur 10–12 m molio sluoksniu. Nors mezofর্মų santykinis aukštis 20–30 m, kalvyngūbris labiau panašus į 180–200 m aukščio plato, kurio tarpukalvių pažemėjimai platūs, sekliadugniai, dažnai užpelkėję, nėra aklinų ežeringų daubų. Mezofর্মų šlaituose įvairiuose aukščiuose (190, 180, 160, 150,



140 m abs. aukščio) išlikusios abrazinės akumuliacinės terasinės aikštelės, suformuotos ledyninės patvankos ežerų, kalvos išraižytos lėkštomis periglacialinėmis raguvomis.

Pietinis Vidurio kalvynų, o kartu ir visos aukštumos šlaitas staigus – 30 km atkarpoje jis nusileidžia apie 150 m. Toks pat staigus aukštumos šlaitas yra ir šiaurės vakaruose – tarp Platelių ir Salantų, kur kelių kilometrų ruože paviršius pažemėja 70 m. Šiose vietose nėra plynaukščių pakopos, ir Vidurio kalvynai pereina į gretimas žemumas.

Centrinis pažemėjimas susideda iš didelių vienas su kitu susijungiančių duburių, pripildytų fluvio-glacialinių ir limnoglacialinių sąnašų, iš po kurių vietomis kyšo kalvagūbrių grandinės. Jo paviršius esti 50 m žemiau nei aplink stūksantys kalvynai. Duburių ruožas tęsiasi nuo Platelių per Lieplaukę, Janapolę, Varnius, Požerę. Čia tyvuliuoja Platelių ežeras, Biržulio likučiai, Stervas, Lūkstas, Paršežeris ir pačiame pietiniame gale – nedidelis Dievyčio ežeras.

Šiaurinė pažemėjimo atkarpa, apimanti Platelių ir Lieplaukės duburius, pripildyta fluvio-glacialinių deltų sąnašų, išvarpyta termokarsto. Pietinė dalis apima Biržulio ir Lūksto duburius, nuklota daugiausia limnoglacialinių nuogulų, nusėdusių čia sutekėjusių ledyninių vandenų baseinuose. Duburių šlaituose 172–155 m abs. aukštyje išlikusios ryškios abrazinės terasos, žyminčios slūgsančio baseino krantus. Dabartiniai ežerai tyvuliuoja 15 m žemiau jų lygio. Jų apyžeriuose plyti dideli pelkynai.

### 2.7.2. Rytų Žemaičių plynaukštė

Rytų Žemaičių plynaukštės paviršius itin sudėtingas dėl jos struktūroje išsiskiriančių išraiškingų darinių. *Kurtuvėnų kalvynas* dalina plynaukštę į dvi dalis – šiaurinę kalvotą ir rytinę lygesnę. Jis iškyla iki 196 m aukščio ir pasižymi smulkiu stačiu kalvotumu. Vakarinėje moreninio masyvo pusėje plyti Užvenčio dubuma, įsiterpanti tarp jo ir Vandenskyrinio kalvyno. Limnoglacialiniu moliu išklotas beveik plokščias jos dugnas yra 105–110 m aukštyje. Likusioje dalyje vyrauja 130–140 m santykiniai aukščiai. Dubumos pietuose iškilę kiti du labai nedideli, bet aukšti kalvynai: ypač išraiškingas 196 m aukščio Kalnų (Šaltinių) kalvynas, esantis į šiaurę nuo Kelmės, kitas – Akmenių (190 m). *Kražių kalvynas*, kuriame vyrauja plokščiaviršės kalvos, fluvio-, limnokeimai, sudaro pereinamąją tarpinę pakopą tarp takoskyrinio kalvyno ir žemesnio plynaukštės paviršiaus (Kudaba, 1983). Šiaurėje plynaukštės pakraštį formuoja atokiau esantis Sedos kalvagūbris, mažiau išraiškingu ruožu einantis toliau į rytus Kuršėnų link ir prisiglaudžiantis prie Kurtuvėnų kalvyno. Tarp jo ir piečiau esančių Žemaičių vidurio kalvynų likęs dubumų ruožas – Varduvos aukštupio, Sruojos, Tausalo, Masčio, Virvytės, kaip ir Užvenčio dubuma, išklotas limnoglacialinėmis nuogulomis. Jose telkšo Plinkšių, Tausalo, Masčio ežerai.

Išskirtinis Rytų Žemaičių plynaukštėje yra Ventos–Dubysos senslėnis. Jis perskrodžia šiaurinę Kurtuvėnų kalvyno dalį iš vakarų į rytus ir apeina ją iš rytų leisdamasis į pietus, o pasiekęs kalvočiausios plynaukštės dalies pakraštį ties Lyduvėnais pasisuka į pietrytinį jos kampą. Visose trijose atkarpose Dubysos slėnis išlieka vienodas – 500 m pločio, tik žemupyje įsirižia giliau. Jame atsekamos penkios terasos, iš kurių aukščiausia yra 40 m santykinio aukščio (Basalykas, 1965).

Rytuose plynaukštė užsibaigia prišlietu kalvagūbrių ruožu, nuo Šiaulių pro Radviliškį, Šeduvą, Baisogalą nusitęsiančiu link Krakių–Pernaravos ir sudarančiu jos rytinį šlaitą. Tai lėkštai kalvotas, vietomis tik banguotas 5–7 km pločio moreninis ruožas, aukščiausiai iškilęs tarp *Radviliškio* ir Baisogalos (130 m NN). Tolimesnis šio gūbrių ruožo tęsinys yra Čekiškės–Vilkijos kalvagūbris. Ši rytinė plynaukštės pusė žemesnė ir lygesnė. Vyrauja 110–130 m absoliutiniai aukščiai. Jos paviršiui būdingi ilgi kalvagūbriai, vietomis netaisyklingi kalvynai,

tarp kurių plyti dideli, limnoglacialiniu moliu iškloti duburiai arba tarpgūbriai. Vieno tokio pažemėjimo šiaurinėje dalyje tyvuliuoja *Rėkyvos ežeras* ir jį supanti pelkė. Rytų pusėje jį uždaro išraiškingas 1 km pločio gūbrys, nusitęsiantis per Pakapę, Kiaunorius į pietvakarius ir toliau krypstantis į pietus (Basalykas, 1965). Jis iš abiejų pusių abraduotas, šlaituose turintis akmeningus senovinius atabradus. Gūbrio viršūnėje iškyla abraziniai palikuonys – nedidelės piliakalnius primenančios kalvos (140 m NN). Į rytus nuo šio gūbrio plyti kitas duburys, kuriame yra *Didžiojo Tyrulio* pelkė. Pastarąjį užbaigia platokas pakraštinių moreninių darinių ruožas, už kurio plyti dar viena duburių juosta su *Šiluvos Tyrelio*, *Tytuvėnų Tyrelio* ir *Sulinkių* pelkėmis.

Centrinėje dalyje iškilęs platus ir aukštas *Šaukoto kalvynas*, sudarytas daugiausia iš gūbriškų formų, pakylančių iki 180 m aukščio. Kalvyno pakraščiai vienur stipriai išraižyti raguvų, kitur labai aplyginti buvusios ledyno patvankos vandenų. Rytinėje kalvyno pusėje tęsiasi tarpgūbrinė juosta, kurioje plyti *Praviršulio Tyrulio* pelkė, o užbaigia vėl ryškesniu pakraštinių darinių ruožu. Paskutiniu pažemėjimu teka Šušvė ir Beržė, pastarasis išklotas dugnine morena.

### 2.7.3. Vakarų Žemaičių plynaukštė

Tai maždaug 110 m aukštyje plytinti aukštumos žemesnė pakopa, kurią iš vakarų įrėmina pakraštinių moreninių darinių lankas, aukščiausiai pakylantis ruožo viduryje ties Endriejavu. Kalvagūbris sudaro vakarinę aukštumos briauną, tuo tarpu aukštumos šlaitas labai nevienodo statumo ir pločio. Siauriausia plynaukštė yra šiaurinėje dalyje, kur susilieja su aukštumos šlaitu, nesudarydama aiškesnės pakopos, kaip, pavyzdžiui, Platelių–Salantų ruože. Plynaukštė beveik išnyksta ir pietiniame aukštumos šlaite. Tuo tarpu šiaurės vakarinėje dalyje Vakarų Žemaičių plynaukštės, o ir visos aukštumos šlaitas yra itin lėkštas, nusitęsiantis iki pat Salanto senslėnio. Todėl plynaukštės ir Vakarų Žemaičių lygumos riba čia yra sutartinė ir veda 50 m aukščio izohipsėmis.

*Endriejavo kalvagūbris* iškyla iki 148 m absoliutinio aukščio, gūbriai išsidėstę glausčiau, kalvotumas statesnis. Einant į pietus ir į šiaurę ruožas praplatėja, pažemėja, pereina į pavienių gūbriškų kalvų, kitur tik į nedidelių kalvelių ruožą.

Kalvagūbrio atribota plynaukštė sudaro dubumą, kurios paviršius plokščias, bet nuolaidėjantis į pietus. *Rietavo dubumos* pakraščiuose (110–120 m NN) vyrauja moreninė lyguma, kalvynų papėdėje nuklota iš jų atitekėjusių upelių smėlingomis senovinėmis deltinėmis sąnašomis. Žemesnė pietinė dalis (90–100 m NN) nuklota limnoglacialinėmis nuogulomis. Arčiau Vidurio kalvynų pasitaiko pavienių didokų lėkštų smėlėtų kalvų, kaip Alkos kalnas į šiaurę nuo Rietavo, iškilęs iki 150 m absoliutinio aukščio.

### 3.8. Vakarų Kuršo aukštuma

Į Lietuvos teritoriją patenkančią labai nedidelį (~18×20 km ploto) aukštumos pakraštį labiau tiktų vadinti plynaukšte. Patvankos vandenų stipriai aplyginto banguoto paviršiaus vyraujantis aukštis 120–130 m ir tik aukščiausiai iškilęs (šiaurės-pietų krypties) Įlakių–Pašilės gūbrys pasiekia 140 m. Jos ribos apytikslės: 80 m abs. aukščio iš rytų ir 40 m abs. aukščio iš vakarų, nes į gretimas lygumas pereina laipsniškai. Taip skaičiuojant jos plotas sudaro apie 550 km<sup>2</sup> (Basalykas, 1965). Išraiškiau Kuršo aukštuma atrodo iš vakarų pusės, kur aukščių skirtumas tarp Luobos dubumos ir plynaukštės per kelis kilometrus išauga iki 80 m. Nuo Žemaičių aukštumos ją skiria labai siauras – 4 km pločio ir 110 abs. aukščio lygumos ruožas.

Tarp atokiai likusių neaukštų kalvagūbrių esančios dubumos vietomis užpelkėjusios, didžiausia čia Gedrimų pelkė.

### 3.9. Pajūrinės lygumos

Į vakarus nuo Žemaičių aukštumos besidriekianti Pajūrio žemuma yra išskirtiniausia iš visų Lietuvos lygumų. Didžiąją jos dalį užima *moreninė* Vakarų Žemaičių lyguma, rytuose pereinanti į Žemaičių aukštumą ir sudaranti jos šlaitą. Vakarinė moreninės lygumos riba labiau sutartinė ir laikoma ties ~40 m aukščio izohipsėmis, nes iki tokio lygio paviršius pietinėje dalyje apskalautas buvusio ir nuosėdų palikusio priedyninio baseino, o šiaurės vakarinėje pusėje vedama paskutinio moreninio gūbrio pakraščiu. Žemiausiame lygyje Baltijos pakrante driekiasi *jūrinė* žemuma, einanti siauru ruožu iki Klaipėdos, o nuo jos į pietus žemiausią lygį sudaro *deltinė* Minijos–Nemuno žemuma, paprastai vadinama tiesiog Nemuno delta. Jos visos sudaro vieną orografinį, bet genetiškai itin skirtingą darinį. Pietuose lygumas uždaro nuo Žemaičių aukštumos atsišakojantis Vilkyškių kalvagūbris.

#### 3.9.1. Vakarų Žemaičių lyguma

Lygumos paviršius nuolaidus. Jis žemėja einant iš rytų į vakarus ir iš šiaurės į pietus. Rytinė lygumos dalis, laipsniškai pereinanti į Žemaičių aukštumą, yra banguotesnė, arčiau aukštumos – kalvotesnė, o vakarinė dalis lygesnė. Šiaurinė lygumos pusė daugiausia nuklota dugninės morenos priemolio, išskyrus labai neryškią Skuodo dubumą, kurioje didesnius plotus užima ir molynai, o pietinėje vyrauja limnoglacialinis molis ir smėlis. Buvę ledyno postoviai lygumos paviršiuje paliko ne tik ryškesnį gūbriškų bangų ruožą Mosėdžio–Gargždų atkarpoje, bet ir Erlos–Salanto–Minijos, Tenžės–Akmenos (Danės) senslėnius. Vakariniu pakraščiu driekiasi paskutinis ir menkiausias pajūrio galinių morenų ruožas, nueinantis pro Laukžemę–Darbėnus–Klaipėdą, tolimesnėje Priekulės–Ventės rago atkarpoje jis panyra į jūrines ir aliuvines sąnašas.

Iš visos lygumos paviršiaus labiausiai išsiskiria Mosėdžio–Kartenos ruožo atkarpa, kurioje vyrauja eroduota moreninė lyguma – buvęs riedulingiausias rajonas Lietuvos lygumose, kurio etaloniniai arealai saugomi kaip geologiniai gamtos paminklai. Šauklių riedulyne priskaičiuojama iki 2500 riedulių viename hektare.

Pietrytinė Vakarų Žemaičių lygumos dalis, kurios didžiąją dalį apima Tenenio upynas, nuklota limnoglacialinio molio, įmirkusi, o pietvakarinės dalies paviršius nuklotas puriu, smulkiu šilo smėliu.

Lygumą iš pietų uždarantis Vilkyškių kalvagūbris iš abiejų pusių apskalautas buvusio patvankos vandens ir tik 0,5–1 km pločio viršūnių ruožas išlaikęs statesnį kalvotumą. Jis iškyla iki 60 m absoliutinio aukščio, šlaituose ryškios patvankos pakopos, jie išraižyti raguvų.

#### 3.9.2. Baltijos jūrinė žemuma

Žemosioms lygumoms priskiriama lyguma, iškylanti iki 40 m aukščio. Ji padengta slūgstančių priedyninių ežerų sąnašomis, o žemiausios dalies paviršius nuklotas jūros smėliu. Ties Būtinge litorininė terasa (palvė) virš jūros lygio pakilusi vos 3–4 m, ties Palanga, Klaipėda bei Ventės rago – apie 5 m, o priekrantiniai jos pylimai išlikę 8 m aukštyje (Damušytė, 2011). Plačiausia jūrinė lyguma yra ties Šventąja, kur siekia apie 4 km, o ties Olando kepure visai išnyksta. Palei krantą eina 40–60 m pločio ir 5–12 m aukščio paplūdimio kopų ruožas, kurio aukščiausios viršūnės – Birutės ir Naglio „kalnai“, išlikę Palangoje.

Jūros pakrantėje vyrauja akumuliaciniai krantai. Pakrantę sudaro paplūdimiai ir kopos. Paplūdimių plotis įvairus ir svyruoja nuo 10–15 m ties Karkle iki 30–70 m ties Palanga. Žiemomis didesnis bangavimas, pasitaikantys štormai apskalauja paplūdimius ir per žiemą jie susiaurėja, o vasaromis tampa platesni. Plačiausių paplūdimių susidarymą Smiltynėje ir Šventojoje lėmė Klaipėdos ir Šventosios uostų molai, Palangoje – jūros tiltas, veikiantys išilginį (P–Š krypties) priekrantės nešmenų srautą, dėl ko priešsrovėjinėse pusėse susikaupia daugiau nešmenų. Paplūdimiuose vyrauja smėlis, o ruožuose, kur srovės mažiau prisotintos nešmenų, jūros krantas yra ardomas (abraduojamas). Krantai labiau išplaunami atkarpomis į pietus nuo Nidos, Preilos–Juodkrantės ruože bei į šiaurę nuo Šventosios. Šie išplovimo židiniai nėra dideli ir keičia vietą, pasislinkdami į vieną ar į kitą pusę. Tokiuose paplūdimiuose atsiranda žvyro, žvirgždo, gargždo. Ties Olando kepure, kur išskalautas moreninis priemolis, esti riedulių. Girulių–Karklės ruože skardžio (klifo) aukštis 9–16 m, nes arti kranto paviršius pakyla iki 24 m. Sembos pusiasalio (Kaliningrado sr.) krantų klifai siekia iki 60 m aukščio. *Štormų metu, kai vėjo greitis siekia iki 36–40 m/sek. ir išskirtinai didelė audra siaučia kelias dienas, nuskalaujami ne tik paplūdimiai, bet ardomas ir kopų ruožas, pvz., 1963 m. ties Palanga kopagūbris atsitraukė 4–6 m, Nerijos ruože vietomis iki 15 m pločio, o Kaliningrado srities pusėje net iki 15–20 m (Gudelis, 1998).*

*Įkrantė* – priekrantinis jūros dugno ruožas, kurio nuolydis šiaurinėje (žemyninėje) atkarpoje ir pietinėje (palei akumuliacinę Kuršių neriją) yra nevienodas. Pietinei atkarpai būdingas santykinai didelis dugno nuolydis (priekrantė gilesnė), t. y. 10 m izobata nutolusi nuo kranto per 450–900 m, o šiaurinėje dalyje priekrantė seklesnė. Ties Nida dugnas 1 metru vidutiniškai pagilėja kas 90 m, o ties Palanga – kas 180 m. Prie kranto jūros dugną iki 5–10 m gylio sudaro judrus smėlis, su 2–3 smėlio sėkliais – išilgai kranto nutįsusiais povandeniniais smėlio gūbriais, giliau – dugno nuolaidumos paviršius, sudarytas iš žvirgždo, gargždo, riedulių, išskalautų jūros erozijos iš ten slūgsančio moreninio priemolio. Virš sėklių vyksta bangų goža – bangų irimas priekrantėje ir virtimas plūsmo srautu.

### 3.9.3. Kuršių nerija

Stambi kranto akumuliacinė forma, kurios ilgis 98 km. Vakarinis (jūrinis) krantas išlygintas, rytinis (pamario) – labai vingiuotas su gausiais ragais ir įlankomis. Didžiausias plotis – 4 km ties Bulvikio ragu, siauriausia vieta – apie 370 m Kaliningrado srityje ties Liesnoj (Šarkuva). Nerijos paviršiuje ryškūs skirtingo reljefo ruožai einant nuo jūros link marių: paplūdimys, apsauginis kopagūbris su pajūrio kopų ruožu, pajūrio palvė, Didysis Nerijos kopagūbris, pamario palvė ir marių paplūdimys.

*Paplūdimys* – jūros ir sausumos sąlyčio zona, keliasdešimt metrų pločio ruožas, kuriame pasireiškia vandens veikla. Nuklotas jūros išmetamu smėliu, vietomis su žvirgždo priemaišomis, užsibaigia 4–6 m aukščio krantu su *pakrantės pylimu* ir ~50 m pločio kopų ruožu. Tai pusiau natūralus, pusiau antropogeninis darinys, XIX a. pradėtas formuoti dirbtinai, siekiant smėlio srautą sulaikyti pakrantėje. Žinių apie kopų tvirtinimą Kuršių nerijoje yra nuo XV a. pabaigos.

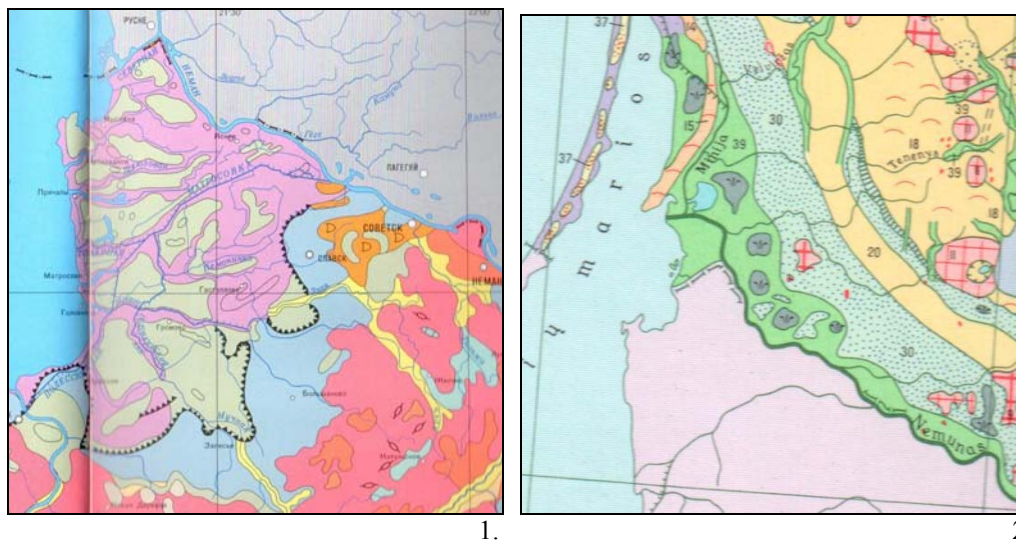
*Pajūrio palvė* – 2–4 m virš jūros lygio pakilusi smėlinga lyguma. Joje smėlis nupustytas iki gruntinio vandens lygio, todėl vietomis įmirkusi. Tolstant nuo jūros ji kyla ir didžiųjų kopų papėdėje pereina į kupstyne – išpustytas senąsias kopas, o pastarosios į 0,5–1,5 km pločio ir ~30–40 m aukščio kopas, sudarančias *Didįjį Nerijos kopagūbrį*. Jis susideda iš paraboliskų kopų, į marias nutįstančiais pavėjiniais „ragais“ ir juos skiriančių defliacinių spragų, vadinamųjų raguvų, slėnių, klonių. Aukščiausios kopos iškyla iki 50–60 m.: Raganų kalnas prie Juodkrantės – 53 m, Grobšto rago kopa prie Nidos – 66 m, Senosios smuklės kopa prie Preilos – 67 m. Į vakarus nuo Nidos iškilęs mišku neapsodintas kopagūbrio judrus jaunas

(pustomas) ruožas, o ties Juodkrante beveik 4 km atkarpoje išlikusios senovinės aukštos parabolinės kopos, atskirtos gilių tarpkopinių daubų (Basalykas, 1965). Vakariniai kopagūbrio šlaitai yra lėkštesni ir ilgesni, rytiniai – trumpesni, statesni, pakopiški. Didžiosios kopos pereina į *pamario palvę* – žemiausiai virš marių pakilusią ir jos potvynių užliejamą pakrantės dalį, ji daug kur užpelkėjusi.

Kopų aukščiai dėl išpustymo ir smėlio neprietakos iš jūros sparčiai mažėja, šlaitai lėkštėja, nes pajūrio palvė yra apželdinta. Metinis kopų slinkimo greitis sumažėjo nuo 4–5 metrų per metus XX a. pirmojoje pusėje iki 2–3 m per metus jo pabaigoje (Povilanskas ir kt., 2006).

### 3.9.4. Deltos žemuma

Į Lietuvą patenka tikrai siauras šiaurinis deltinės lygumos pakraštys, esantis dešiniajame Nemuno krante, o visa likusi deltos dalis priklauso Kaliningrado sričiai. Tai žemiausia, iki 20 m santykinio aukščio iškilusi lygumos dalis. Delta prasideda Rambyno–Pagėgių atkarpoje plačiu salpiniu slėniu. Toliau į vakarus (tarp Pagėgių ir Plaškių) slėnio bruožai ima nykti, salpinė (su senvagėmis) lyguma plėtėja, rytinėje pusėje laipsniškai pereidama į tokią pat žemą, smulkiu ežero smėliu nuklotą šilo smėlio lygumą. Joje daug kur po 1–2 m smėlio sluoksniu slūgso durpės. Nuo Gėgės žiočių (ir Gilijos –Matrosovkos atsišakojimo kairiajame krante) iki Minijos žemupio tęsiasi plačiausia deltinės lygumos dalis, kurioje vyrauja gausios pelkės – Aukštumalė, Rupkalviai, Medžioklės, Berštų, o smėliai supustyti į neaukštus eolinius gūbrius. Delta yra pelkingiausias Lietuvos rajonas. Pelkės įdomios tuo, kad jų dubenys yra žemiau jūros lygio: Aukštumalės paviršius išsigaubęs apie 5 m, o dugnas yra 3 m žemiau dabartinio vandens lygio, Rupkalvių pelkė iškilusi apie 3 m virš marių, o dugnas su durpėmis nusileidžia iki 4 m žemiau jūros lygio. Potvynių apsemiamą paviršių raižo kanalų ir pylimų sistema – polderiai. Šiaurinę šios lygumos dalį formavo ir užlieja Minijos potvyniai.



32 pav. Nemuno delta Kaliningrado srities (1) ir Lietuvos (2) pusėje.

1) violetinė spalva - aliuvinė-jūrinė lyguma, pilka - žpelkinės lygumos, mėlyna – limnoglacialinės lygumos, juoda dantyta linija - abrazinės pakopos.

2) žalia - aliuvinės sąnašos, pilka - pelkės, mėlyna - ežeriniai „šilų smėliai“.

Šiaurės vakarinėje dalyje į lygumą įsiterpia paskutinis moreninis lankas, ateinantis nuo Klaipėdos pro Priekulę, ir užsibaigia sudarydamas Ventės ragą. Jūrinių transgresijų apskalautas 2 km pločio kalvagūbris aukščiausiose vietose pakyla vos iki 10 m, jo paviršius banguotas. Prie jo iš vakarų pusės glaudžiasi siaurutis, vos kelis metrus virš jūros pakilęs jūrinės lygumos ruožas, plačiausioje vietoje siekiantis 2 km, Klaipėdos šiaurinėje dalyje siekia 250–500 m. Joje susidariusios didelės Svencelės ir Tyrų pelkės, jų dugnas irgi nusileidžia žemiau jūros lygio.

Jauniausioji deltos dalis – Rusnės sala, susiformavusi gal tik per pastarąjį tūkstantį metų (Basalykas, 1965). Tai lygiausia ir žemiausia lygumos dalis, virš jūros pakilusi vos iki 1,5 m. Plokščias paviršius išvagotas smulkių upelių, kanalų tinklu sparčiai plečiasi į marias, Skirvytės ir Atmatos žiotys stumiasi iki 20 m per metus. Kairiakrantę deltos pusę dar viduramžiais pertvarkius į polderius, dešiniąją (Lietuvos pusės) deltos dalimi nuteka didžioji Nemuno potvynių vandens dalis, joje lieka ir didžioji nešmenų dalis.

#### Literatūra

- Baltrūnas V., Karmaza B., Karmazienė D. Pleistoceno nuogulų sandaros ir formavimosi ypatybės Šiaurės Lietuvoje. *Geologija*. 2005, T. 52, 22–33.
- Basalykas A. *Lietuvos TSR fizinė geografija*. 1965, T. II, V.
- Bitinas A. Lietuvos eolinių nuogulų amžius. *Geologija*, 2004, T. 45, 1–5.
- Damųšytė A. *Lietuvos pajūrio geologinė raida poledynmečiu*. Autoreferatas. V., 2011.
- Dėnas Ž., Račkauskas V. Šiaurės Lietuvos karstinio rajono karstėjančių uolienų dangos storio ir petrografinės sudėties žemėlapis M 1:50 000: GIS sluoksnių sudarymas ir analizė. *Inžinerinė geologija*. 2005, Nr. 50, 48–58.
- Gudelis V. Lietuvos jūris ir pajūris. V., 1998, 439.
- Guobytė R. Kvartero geologinis žemėlapis. V. Lietuvos geologijos tarnyba, 1999.
- Kudaba Č. *Lietuvos aukštumos*. V., 1983.
- Latvijas geografijas atlants. Riga, 2007.
- Narbutas V. Lietuvos karstinio regiono geologiniai savitumai ir apsaugos problemos. *Geografinis metraštis*, T. XVII, 155–166.
- Povilanskas R., Satkūnas J., Taminskas J. Results of cartometric investigations of dune morphodynamics on the Curonian Spit. *Geologija*. 2006, Nr. 53, 22–27.
- Suveizdis P. *Lietuvos tektoninė sandara*. V., 2003.
- Švedas K., Baltrūnas V., Pukelytė V. Pietų Lietuvos paleogeografija vėlyvojo pleistoceno Nemuno (Weichselian) apledėjimo metu. *Geologija*. 2004, T. 45, 6–15.
- Микалаускас. *Флювиоглациальные равнины Литвы*. 1985, В. 207.
- Географический атлас Калининградской области*. (2002). Калининград,



## 4. NAUDINGOSIOS IŠKASENOS

Lietuvoje randama kelios dešimtys naudingųjų iškasenų rūšių. Pagal susidarymo laiką jas įprasta grupuoti į priekvarterines ir kvarterines, tačiau tik 17 įtraukta į naudingųjų iškasenų balansą, o eksploatuojamos vos 7–9 iškasenų rūšys.

1 lentelė. Lietuvos naudingosios iškasenos

Nr.	Iškasenos	Susidarymo laikas	Naudojimas	Telkiniai	Išnaudoti
1.	Durpės	Holocenas	E	348	59
2.	Sapropelis	Holocenas	E*	3–6	
3.	Gėlavandenė klintis	Holocenas	–	3–10	
4.	Smėlis	Pleistocenas	E	118	
5.	Žvyras	Pleistocenas	E	304	
6	<i>Rieduliai</i>	<i>Pleistocenas</i>	<i>(E)</i>		
7.	Molis	Pleistocenas	E	55–20	
8	Kvarcinis smėlis	Neogenas	E	1	2 slypai
9.	Gintaras	Paleogenas	<i>(E)</i>	1	
10.	Kreidos mergelis	Kreida	<i>(E)</i>	7 (9)	1 (2 užstatyti)
11.	Opoka	Kreida	<i>(E)</i>	1	–
12	Molis	Devonas, triasas	E	2	Šaltiškių I
13.	Akmens druska	Permas	–	1	
14.	Anhidridas	Permas	–	1	–
15.	Klintis	Permas	E	8	2
16	Gipsas	Devono	<i>(E)</i>	1	3
17.	Dolomitas	Devonas	E	11	2
18	Nafta	Kambras, ordovikas, silūras	E	10	–
19	<i>Granitas</i>		–		
20.	<i>Geležies rūda</i>		–		
21	Mineralinis vanduo		E	?	

\* Tik valant ežerus

Klinteris, dolomito, žvyro, smėlio, molio, geros skaidos durpių (tarpinio tipo ir žemapelkinių) bei sapropelio išteklių yra dideli ir keletą artimiausių dešimtmečių jų stygiaus neturėtų būti. Greičiausiai bus sunaudota nafta, kvarcinis smėlis, devoninis molis ir aukštapelkinės durpės.

### 4.1. Kvartero naudingosios iškasenos

**Durpės** – organinės kilmės degi uoliena, susidariusi pelkėse iš sunykusių augalų. Vidutinis durpių klodo storis – 3 m, didžiausias – 16 m Didžiojo Raisto pelkėje Jonavos rajone. Iširti 6685 durpynai, tačiau intensyviai pramoninei kasybai tinkami tik 348 telkiniai, sudarantys 18% visų durpynų išteklių – 100 pramoninių ir 248 vietinės reikšmės telkiniai. Kiti rentabiliai gavybai netinkami dėl mažo ploto arba plono durpių sluoksnio, 785 patenka į saugomas teritorijas (Jonynas, 2004). *Pramoniniais telkiniais laikomi didesni nei 100 ha ploto, o vietinės reikšmės telkiniais – 10–100 ha ploto ir turintys >1 m storio durpių sluoksnį. Didesnių nei 1000 ha durpynų yra 13, 500–1000 ha – 8 (ir 3 natūralūs), 100–500 ha ploto – 36 (ir 40 natūralių). Ateityje gali būti kasami ir dabar nerentabiliais laikomi, bet potencialiai vertingi telkiniai.*

Palyginti su kitomis šalimis durpių išteklių Lietuvoje nėra labai dideli. Didžiausius pramoninius išteklius turi **Aukštumala, Mūšos Tyrelis, Didysis Tyrulis** (žr. 2 lentelę).

Durpių likutis yra nepakankamai tikslus. Iki 1988 m. apleisti išekspluatuoti 59 durpynai, iš jų 20 buvo pramoniniai. Pramoniniuose telkiniuose jau išekspluatuota 30% išteklių. Labiausiai išekspluatuoti didžiausi >1000 ha ploto telkiniai, kuriuose iškasta 36% visų durpių atsargų (63% mažaskaidžių durpių). Vietinės reikšmės telkiniuose išekspluatuota tik 4% visų durpių išteklių. Iš mažesnių durpynų (500–1000 ha ploto) daugiausia atsargų iškasta Plačiavoje (Ukmergės r.) – 50%, Paraisčių durpyne (Anykščių r.) – 51% ir Gelžėje (Šiaulių r.) – 47%. Išekspluotavus priedugnyje paprastai paliekamas 0,5 m storio durpių sluoksnis, reikalingas durpyno rekultivacijai.



33 pav. Šiluvos tyrelio durpynas

Didelio susiskaidymo (žemapelkinės) durpės naudojamos kurui, substratams, trąšoms, mažai suirusios aukštapelkinės durpės tinkamos kraikams. Penkiuose telkiniuose išžvalgytos durpių atsargos gydymo tikslais. **Gydomosios durpės** kasamos **Mašnyčios** (Druskininkų sav.), **Palaitės** (Prienų r.), **Tenžės** (Kretingos r.) ir **Likėnų** telkiniuose (Biržų r.).

11 eksploatuojamų durpynų patenka į saugomas teritorijas. Tai – Aukštumala, Laukesa, Šiluvos tyrelis, Tytuvėnų tyrelis, Didysis Tyrulis, Sulinkiai, Rėkyva, Mūšos Tyrelis, Palios, Liminėlis, Purvai (Lietuvos gamtinė, 2008).

2 lentelė. Didžiausias durpių atsargas turėję ir turintys durpynai

Nr.	Pavadinimas	Rajonas	Pramoninis plotas ha	Naudingieji ištekliai tūkst. t			Sunaudota atsargų %
				Pirminiai	Likutis**		
1	Didysis Tyrulis	Radviliškio	3773	93,6	25142	16273	40
2	Aukštumalė	Šilutės	2471	75,0	18782	16523 (1)	13 + saugoma
3	Baltosios Vokės	Vilniaus	2924	72,9	14451	4008	<b>72</b>
4	Mūšos Tyrelis	Joniškio	2084	72,6	13312	12404 (2)	?
5	Rėkyva	Šiaulių	2432	94,3	13201	7901	41
6	Tytuvėnų Tyrelis	Kelmės	2222	54,8	9380	4954	47
7	Palios	Prienų	1324	59,9	8695	5449	37
8	Ežerėlis (Strukbalis)	Kauno	1650	49,4	7816	1727	<b>77</b>
9	Laukesa	Tauragė	1812	75,3	7234	5232	?
10	Šepeta	Kupiškio	1389	49,0	6737	3172	<b>53</b>
11	Galų	Ignalinos	1040	37,7	5192	4973	?
12	Susios	Marijampolės	1246	20,4	4644	3635	?
13	Sulinkiai	Radviliškio	1823	60,7	?	?	?

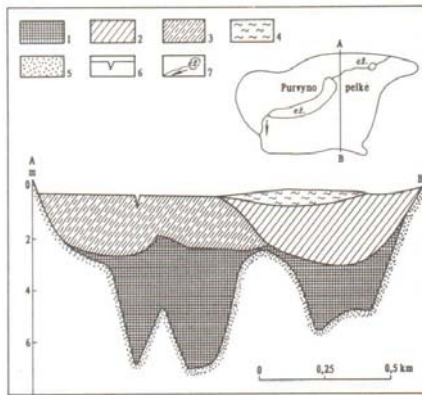
\* Eilės numeris pagal pirminius naudingus išteklius (tūkst. t); \*\* 1994.XII.31 būklė

3 lentelė. Didžiausius pramoninius durpių išteklius turėję (1994 m.) rajonai (Lietuvos durpių..., 1996)

Nr.	Rajonai	Pirminiai ištekliai tūkst. t	Likutis tūkst. t	Pastabos
1	Radviliškio	25 819	16 950	27 telkiniai, iš jų 25 <500 ha
2	Rokiškio	21 382	18 908	3 telkiniai, iš jų 2 >1000 ha
3	Šilutės	19 080	16 778	3 telkiniai
4	Vilnius	17 642	?	7 telkiniai
5	Šiaulių	17 290	10 161	1 telkinys
6	Kelmės	15 518		
7	Joniškio	13 312	12 404	
8	Švenčionių	10 619	?	

**Sapropelis** (gr. supuvęs dumblas) – *holoceno* laikotarpio organinės kilmės ežerinės nuosėdos. Tai bestruktūrė masė, kurią sudaro žemesniųjų augalų ir gyvūnų liekanos. Sapropelis būna grynas (~95% organinės medžiagos) arba organinis-silicinis (~55%).

Sapropelio ištekliai išžvalgyti 70–80 ežerų, bet manoma, jog pramoninių sancaupų galima rasti apie 500 ežerų (Linčius, 1994; Jonynas, 2004). Didžiausi pramoniniai telkiniai randami Rėkyvoje ir Paežerės (Požerės) ežere Šilalės rajone. Sluoksnių storis įvairus – nuo 0,5 iki 5–7 m, kartais iki keliolikos metrų.



34 pav. Sapropelio klodas Purvyno pelkėje (Švenčionių r.) 1 - sapropelis, 2– 5 - durpės.

Storiausias 26 m klodas aptiktas netoli Molėtų Padvarių ežere. Sapropelio randama 1,5–2 m gylyje. Nemaži ištekliai yra pelkėse po durpėmis; storis 1–5 m, bet rasta ir 11 m. Kasamas ežerų valymo metu. 1974 m. buvo išvalyti Druskonio, Mergelių akelių ežerėliai. 1991 m. buvo kasamas 9 ežeruose. Šiuo metu neeksploatuojamas. Kaip trąša ir priedas naudojamas pašarų gamybai, nes jame randama B, C, D grupės vitaminų, karotino ir kitų medžiagų. Sapropelis džiūdama kietėja ir praranda ~90% pirminio tūrio, bet po to net ir virinamas netirpsta, todėl naudojamas keramikos pramonėje (mažina gaminių susitraukimą). Gali būti naudojamas statyboje kaip rišamoji medžiaga, medicinoje kaip gydomasis dumblas.

**Gėlavandenė klintis** (ežerų, šaltinių kreida, klintinis tufas) – *holoceno* amžiaus ežerų nuosėdos, randamos ežerinėse terasose. Puri, kartais kietoka karbonatinė uoliena, sudaryta iš mineralo kalcito ( $\text{CaCO}_3$ ) ir priemaišų; panaši į kreidą, pilka, rečiau balta. Jai susidaryti būtina sąlyga –  $\text{HCO}_3^-$  kiekis atnešamuose į ežerą vandenyse, laisvo anglies dioksido kiekis vandenyje ir vandens temperatūra. Intensyviai karbonatinės nuosėdos kaupėsi preborealyje, borealyje ir pirmojoje atlantio pusėje. Didžiausia karbonatinių nuosėdų sedimentacija vyksta sekliuose 2–8 m gylio ežeruose ar sekliose įlankose požeminių vandenų pjezometriniame lygyje arba žemiau jo. Aptinkama apyežerio zonoje, dažnai padengta durpių.

Išžvalgyta apie 500 telkinių. Vyraujantis *klodų storis 2–4 m*, tačiau rasti ir keli nedideli duburiai, kur ežerinių klinčių sluoksniai siekia 5–10 metrų. Išžvalgyti 245 telkiniai, didesni nei po 5 tūkst.  $\text{m}^3$ , ir antra tiek mažesnių. Daugiausia telkinių yra Baltiškose ir Žemaičių aukštumose. Didžiausi telkiniai Lazdijų (Orijos, Kirsnos, Šešupės), Zarasų (Aukštakalnio, Dumblynės), Švenčionių rajonuose (Kretuono, Perveniškių).

Tinka kalkių gamybai, dirvoms kalkinti. Tam jos naudotos iki XX amžiaus vidurio. Nemažai telkinių buvo iškasta. Beveik visi jie yra apyežeriuose, pauzėse, t. y. vaizdingiausiose vietose, todėl dalis pateko į saugomas teritorijas (Jonynas, 2004). Tokius telkinius sunku eksploatuoti, nes jie labai maži, be to, eksploatuojant suardoma apyežerė. Perspektyviausi telkiniai – **Viešintos** (Anykščių r.), **Gineitiškės** (Trakų r.) ir **Minikiai** (šaltinių klintis Ukmergės r.).

**Žvyras** – Nemuno ledynmečio nuosėdinė stambianuolaužinė uoliena, susidedanti iš riedulių (>70 mm), žvirgždo (5–70 mm) ir smėlio (0,1–5 mm), taip pat aleurito ir molio priemaišų. Lietuvoje yra 787 žvyro telkiniai, 304 išžvalgyti detalai. Didžiausius žvyro išteklius turi Trakų, Jonavos, Vilniaus, Utenos, Anykščių bei Lazdijų rajonai (Juozapavičius, 1994).

Didžiausi žvyro telkiniai – **Rizgonių** (Jonavos r.), **Serafiniškių** (Trakų r.) ir **Kalnėnų** (Jurbarko r.). **Serafiniškių** telkinys yra 3 km į rytus nuo Trakų fluvio-glacialinėje lygumoje. Žvyras čia sluoksniuojasi su plonais smėlio tarp sluoksniais, žvirgždas ir gargždas susideda iš nuosėdinių, mažiau – magminių uolienu. Žvyro sluoksnis siekia iki 13 m. Giliau slūgso smėlis ir moreninis priemolis. **Rizgonių** telkinys yra 6 km į pietvakarius nuo Veprių. Žvyro sluoksnis jame siekia iki 11 m. Žvirgždas ir gargždas žvyre sudaro iki 70%. Fluvio-glacialinių ir aliuvinių nuogulų **Kalnėnų** telkinys yra į vakarus nuo Jurbarko. Jį sudaro du slypai, kuriuose žvirgždo ir gargždo kiekis nevienodas – 70 ir 55%. Sluoksnio storis siekia 17 ir 9 m (Lietuvos TSR, 1964).

Esant tokioms gamybos apimtims detalai išžvalgytų žvyro išteklių užtektų 70 metų, smėlio – 150 m. (Lietuvos gamtinė, 2008).

**Smėlis** – nuosėdinė uoliena, sudaryta iš 0,1–5 mm skersmens dalelių, o žvirgždo (>5 mm) kiekis neviršija 10% uolienos tūrio. Pagal mineraloginę sudėtį vyrauja kvarcas (50–80%, eoliniuose smėliuose >80%), karbonatai (10–30%) ir lauko špatai (5–10%). Didžioji išžvalgytų telkinių dalis yra fluvio-glacialinių srautų suklostytose deltose, fluvio-glacialinėse terasose, lyguminių zandrų nuogulose. Žvyras ir smėlis taip pat randami keimuose ir ozuose, supiltiniuose kraštiniuose gūbriuose, lateralinių klonių fluvio-glacialinėse ir žemesnėse fluvialinėse (aliuvinėse) terasose. Lietuvoje išžvalgyti 223 smėlio telkiniai, iš jų 118 išžvalgyti detalai (Juozapavičius, 1994).

Didžiausius smėlio išteklius turi Vilniaus, Trakų, Zarasų, Varėnos, Jurbarko rajonai. Didžiausi smėlio telkiniai Varėnos rajone – **Sandrupio**, **Giraitės**, **Beržupio**. Sandrupio telkinys yra 5 km į šiaurės rytus nuo Varėnos. Paviršius supustytas į kopas, todėl naudingojo sluoksnio storis, priklausomai nuo reljefo, svyruoja nuo 7 iki 12 m. Iki 7 m gylio smėlis vidutinio grūduotumo ir smulkus, giliau – smulkus. Dar giliau slūgsantis smėlis yra apvandenintas ir prastesnės kokybės ( $\text{SiO}_2$  >90%). Yra dar **Juodbalių** (Anykščių), **Vaišvydavos** (Kauno) telkiniai. Beveik ketvirtadalyje Lietuvos teritorijos pramoninių smėlio ar žvyro telkinių beveik nėra, kadangi kvartero dangą iki 15–20 m gylio ten sudaro moreninės nuogulos, molis arba aleuritas.

**Molis** – nuosėdinė plastiška uoliena, sudaryta iš molio mineralų (kaolinito, montmorilonito, hidrožeručio, kt.). Lietuvoje iš viso žinoma per 630 kvartero laikotarpio telkinių, iš jų pramoniniais laikomi 52 didžiausi. Svarbiausi ir didžiausi telkiniai susiję su Pietų ir Vidurio Lietuvos fazių didžiaisiais limnoglacialiniais baseiniais (28 telkiniai), lokaliomis limnoglacialinėmis lygumomis (6), limnokeimais (10) ir pakraščiniais

limnoglacialiniais gūbriais (11) aukštumose, aukštumų pašlaičių glaciodepresijomis (28 telkiniai).

Didžiausi kvartero periodo limnoglacialiniai baseinai buvo Jūros–Šešupės, Simno–Balbieriškio, Kauno–Kaišiadorių. Kiti mažesni – Vievio–Širvintų, Dysnos–Bervytės, Linkuvos–Pasvalio. Nedidelių molio telkinių yra dugninės morenos lygumų įlomėse ir aukštumų tarpkalvinėse dubumose. Vidutinis molio sluoksnio storis limnoglacialiniuose baseinuose svyruoja nuo 5 iki 8 m. Didžiausios kvarterinio molio atsargos išžvalgytos Šakių, Tauragės, Šiaulių, Kauno ir Marijampolės rajonuose (Juozapavičius, 1994). Tačiau 14-oje administracinių rajonų neišžvalgyta nė po vieną telkinį ar prognozinį plotą (Jonynas, 2004).

Nedideli telkiniai susidarę aukštumų limnokeimuose – kartais net iki 30 m aukščio kalvų viršūnėse. Negyvo ledo ežeruose nusėdusio molio sluoksnio storis vietomis siekia iki 9 m, o kraštiniuose gūbriuose aptinkama net iki 43 m storio. Daug limnokeimų yra Žemaičių aukštumos Vandenskyriniame kalvyne ir šiaurės rytinėje Baltiškųjų aukštumų dalyje. Panašiai susidarę keiminių ežerinių terasų bei aukštumų morenoje randami vidiniai (intramoreniniai) molio telkiniai. Daug giliau slūgso tarpmoreniniai moliai, susidarę ežeruose tarp skirtingų laikotarpių morenų.

Nedideli lėšių pavidalo molio telkiniai kai kur randami aukštesniosiose upinėse Nemuno, Neries, Šventosios terasose; 3–10 m storio sluoksniai čia įsiterpę aliuvinėse sąnašose. Dar mažesni, plonesni (iki 3 m) telkinukai randami Nevėžio, Dubysos salpų senvagėse. Jie susidarę jau holocene.

Didžiausi telkiniai – **Didžiasalio** (Ignalinos r.), **Šatijų** ir **Lapių** (Kauno r.) ir **Molupių**. *Didžiasalio* telkinys yra šalia Didžiasalio kaimo. Tamsiai rudo juostuoto nemuno amžiaus klodo storis jame kinta nuo 2 iki 7 m. *Šatijų* telkinys yra 9 km į šiaurės rytus nuo Kauno, galinių morenų ruože esančioje nedidelyje limnoglacialinėje lygumoje. Rausvai rudo klodo storis kinta nuo 1 iki 11 m, vidurkis – 8,7 m.

#### 4.2. Pokvarterinės naudingosios iškasenos

**Monomineralinis kvarcinis smėlis** suklostytas *neogeno* laikotarpio ežero pakrantėje, sudarytas iš opalinio silicio oksido (97,8%). Klodas buvo smarkiai nuardytas ledynų ir išliko tik nedidelėmis salomis. Randamas *Anykščių* rajone tarp Aknystos žiočių ir Kavarsko. Išžalgyti 7 pramoniniai sklypai, plytintys 3–20 m gylyje. Smėlio sluoksnio vidutinis storis – 4–5 m, vietomis siekia iki 13 m. Du sklypai jau išekspluatuoti, trečias – įpusėtas. Esant ankstesniam gamybos intensyvumui išteklių turėtų užtekti 150 m. Netoli Anykščių esančiame *Pavarių* telkinyje esantis kvarcinis smėlis yra prastos kokybės, o ištekliai nedideli (Juozapavičius, 1994).

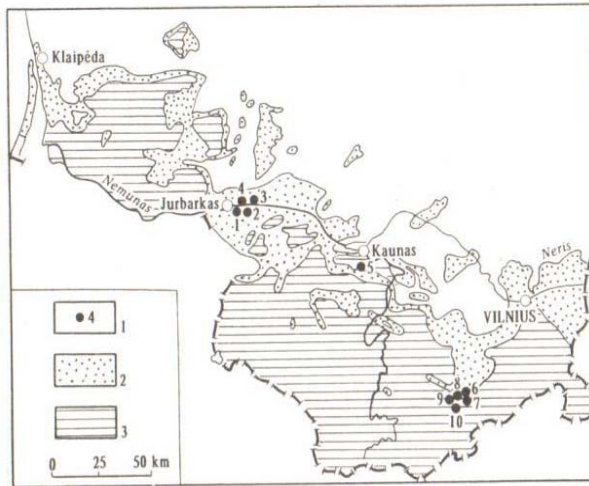
Prastesnės kokybės jūros laikotarpio kvarcinis smėlis ateityje galės būti kasamas Akmenės rajone. Dėl jame esančių organinių priemaišų šis tiktų cemento pramonėje, norint naudoti stiklo gamybai reikėtų sodrinti. Galima naudoti namų fasadų apdailai.

**Gintaras** – organinės kilmės uoliena iš *paleogeno* laikotarpio. Kuršių marių šiaurinėje dalyje yra 5 gintaro turtingi plotai, susidarę holoceno metu, perklostant abraduojamo Sambijos pusiasalio nuogulas. Nuogulų storis siekia iki 20 m. Perspektyviausias prognozinis *Juodkrantės* telkinys. Gintaras čia randamas po 1–2 m marių dumblo sluoksniu slūgsančiame aleuritingame smėlyje; marių gylis toje vietoje svyruoja nuo 1 iki 4,5 m. 1 m<sup>3</sup> smėlio yra nuo 25 iki 130 g gintaro; dumblo sluoksnyje esama smulkaus gintaro, smėlyje

randama stambesnių. Juodkrantės telkinio prognoziniai ištekliai – 112 t, gretimame gali būti apie 76 t, kituose trijuose ištekliai apskaičiuoti labai apytikriai. Prognoziniai ištekliai siekia 220 tonų.

Ties Juodkrante gintaras buvo kasamas 1854–1899 m. Pradžioje per metus buvo iškasama apie 7,5 t gintaro, vėliau – iki 85 t per metus. 1862–1890 m. vokiečiai čia iškasė 2250 tūkstančių kilogramų (Katinas, 1983, Lietuvos TSR, 1964).

**Kreidos mergelis** (molinga kreida) – kreidos periodo naudingoji žaliava. (Baltoje kreidoje ( $\text{CaCO}_3$ ) molio priemaišoms viršijant 25%, uoliena vadinama kreidos mergeliu arba mergeliu.) Išvalgyti 7 telkiniai, iš kurių didžiausias **Karališkių** telkinys, slūgsantis Nemuno slėnyje prie Gelgaudiškio (Šakių r.) po 1–18 m storio kvarterinių nuogulų danga. Klodo storis svyruoja nuo 8 iki 23 m. Šio telkinio mergelis laikomas prastos kokybės ( $\text{CaCO}_3$  79%) ir eksploatacijai prastoje vietoje – užliejamoje Nemuno terasoje. Kitas nedidelis blokas – *Molynės* telkinys yra priešingame Nemuno krante prie Skirsnemunės (Jurbarko r.).



35 pav. Kreidos uolienų paplitimas ir kreidos mergelio telkiniai (Kadūnas, 1994).

Kiti 5 telkiniai išvalgyti Varėnos rajone. Panašūs kreidos luistai randami Kauno rajone prie Pajieslio ir Šalčininkų rajone. Kreidos mergelis tinka rūgščioms dirvoms kalkinti. Gali būti naudojamas statybinių kalkių ar cemento gamybai. Nuo 1913 m. kurį laiką cemento gamybai buvo naudojamas *Mielupių* telkinys Varėnos rajone. Su pertraukomis buvo eksploatuojamas *Skirsnemunės* telkinys (Jurbarko r.). Dabar Skirsnemunės ir Šiaudinės (Šakių r.) telkinių plotai užstatyti (Jonynas, 2004). *Juodžių* telkinys (Vilniaus r.) baigiamas išnaudoti. Šiuo metu kreida Lietuvoje neeksploatuojama.

**Opoka** – kieta, poringa *kreidos periodo* uoliena, kurios sudėtyje vyrauja (90%) opalinis silicio oksidas. Opokos susidarymas dažniausiai susijęs su tektoniškai aktyviomis zonomis. Vienas telkinys rastas Šilutės rajone, 9–17 m gylyje. Jį sudaro du – *Stoniškių* ir *Žemaitkiemio* – sklypai, kuriuose naudingo sluoksnio storis 14–34 m, bendras plotas – 36 ha (Katinas, 1994). Gali būti naudojamas kaip statybinis akmuo, dekoratyvinio cemento, silikatinių plytų, akytojo betono, portlandcemenčio gamyboje. Išteklių – 33,7 mln. t. Opoka pradėta eksploatuoti 1989 m.

**Molio** yra visų geologinių sistemų nuogulose, tačiau eksploatuojami arčiausiai žemės paviršiaus slūgsantys *triaso ir devono* molio telkiniai. Akmenės rajone, **Šaltiškių II (Eglėsių)** telkiniuose, randama *triaso* laikotarpio nemuno svitos molio. Klodas slūgso po ~16 m storio kvartero nuogulų danga, jo storis siekia 100 m; giliau – permo klintys. Šaltiškių II karjero gylis dabar siekia 50 m. Tai yra giliausias karjeras Lietuvoje. Jo plotas siekia apie 50 ha. Rudos, raudonai rudos spalvos su melsvai pilkais intarpais molis labai geležingas, pasižymi



dideliu montmorilonito kiekiu. Riebus, plastiškas, vienalytis. Naudojamas kaip priedas cemento gamybai (Kadūnas, 1994; Jonynas, 2004). **Alkiškių II** telkinys yra perspektyvinis, apleistas 1972 m. Triaso laikotarpio molis yra radioaktyvus (Lietuvos TSR, 1961). Šaltiškių I telkinys jau išeksploduotas.



36 pav. Šaltiškių molio karjeras

**Ukmergės** rytiniame pakraštyje, Dukstynos kaime, kasamas *devono* laikotarpio molis, randamas I ir II viršsalpinėje Šventosios terasoje po 4–7 m storio holoceno aliuvinių nuogulų danga. 10–15 m storio naudingas klodas sudaro terasų cokolį. Vidutinis storis – 8 m. Ukmergės molis yra liesas, turi smulkaus smėlio ir aleurito frakcijų, todėl pagal granulimetrinę sudėtį priskiriamas aleuritui. Naudojamas glazūruotų interjero plytelių gamybai.

**Klintis** – viršutinio *permo* laikotarpio nuosėdinė karbonatinė uoliena, kurios didžiąją dalį sudaro mineralas kalcitas ( $\text{CaCO}_3 > 50\%$ ). Po kvartero danga slūgsantys ištekliai didžiausi Naujosios Akmenės rajone. Svarbiausi eksploatuojami telkiniai – **Karpėnų** (dabar pagrindinis) ir **Menčių**. Klodas slūgso 3–15 m, rečiau 24 m gylyje po kvartero danga, kartais yra ir po jūros ar triaso nuogulomis. Gelmėja į pietvakarius. Jo storis kinta nuo 3 iki 10–20 m, vietomis net iki 30 m. Klodas sudarytas iš trijų pluoštų, suskaldytas plyšiais, kai kur užkarstėjęs. Kadaisė vientisas klinties klodas paleoerozinių slėnių suskaldytas į blokus. Gretimi perspektyvūs telkiniai: **Narbūčių**, **Vegerių**, **Sablauskų**, **Alkiškių I**, **Bokštų**, **Pakalniškių**, **Bambalų**. Šiaulių rajone perspektyvus **Braziškių** telkinys.

Ištekliai apibūdinami kaip dideli. Tai labai geros kokybės švarios klintys. Naudojamos cemento, statybinių kalkių, klintmilčių (dirvoms kalkinti) gamybai, taip pat kaip priedas technologiniuose procesuose popieriaus, cukraus, odos, metalurgijos pramonėje. Klintis gali būti naudojama ir kaip natūralus statybinis akmuo vienaaukščiams statiniams ir kaip apdailos plokštės (Piepolienė, Gudonytė, 2002). Esant dabartiniam gavybos intensyvumui klinčių turėtų užtekti 200 m.



37 pav. Karpėnų klinčių karjeras

**Anhidridas** ( $\text{CaSO}_4$ ) – *permo* laikotarpio nuosėdinė uoliena, sudaryta iš to paties pavadinimo mineralo, neretai su gipso, dolomito ir molio priemaišomis. Žaliava yra 290–640 m gylyje ir gelmėja vakarų–pietvakarių kryptimi, todėl galima eksploatuoti tiktai šachtiniu būdu. Klodo storis siekia iki 90 m. Į PV nuo Garliavos esančio **Pagirių** telkinio ištekliai apibūdinami kaip dideli – 81,5 mln. t, prognoziniai ištekliai – 350 000 mln. t. Anhidridas čia slūgso 300 m gylyje. Iš viršaus ir apačios jį supa 2–9 m storio gipso sluoksniai. Bendras silikatinės storumės storis 33–35 m. Ji sausa, t. y. izoliuota nuo požeminių vandenų.

Anhidridas kol kas neeksploatuojamas, bet tai perspektyvi naudingoji iškasena. Jį galima naudoti kaip statybinę medžiagą apdailos plokštėms, skaldai, anhidridinio cemento gamybai, kaip papildą kitų medžiagų gamyboje. Išeksploatuotos ertmės galėtų būti naudojamos kaip požeminės saugyklos.

**Akmens druska** (Halitas  $\text{NaCl}$ ) – viršutinio *permo* cheminės kilmės naudinga iškasena, sudaryta iš mineralo halito kristalų su priemaišomis. Aptikta 1995 m. Šilutės rajone – **Usėnų** ir **Gorainių** telkiniai ir Šilalės rajone – **Pajūrio** ir **Žvilių** telkiniai. Didžiausias lėkšto kupolo formos Usėnų telkinys yra 2x3 km ploto, slūgso 460–520 m gylyje. Sluoksnio storis – 56–69 m. Kituose sklypuose druska slūgso 350–400 m gylyje. Natrio chlorido kiekis druskoje kinta nuo 90 iki 98%, todėl norint gaminti valgomąją druską reikėtų sodrinti. Galima eksploatuoti šachtiniu būdu. Ši druska tiktų ir sodos gamybai. Neeksploatuojama. Į Lietuvą patenka ir Kaliningrado srities Gusevo telkinio, apimančio beveik visą srities teritoriją, pakraščiai.

**Dolomitas** – *devono* laikotarpio nuosėdinė karbonatinė uoliena, sudaryta iš padidėjusio druskingumo lagūnose nusėdusio mineralo dolomito (apie 75%). Randama daugelio geologinių periodų nuogulose, bet kasama iš arčiausiai paviršiaus esančių devono sluoksnių. Išžvalgyta 11 telkinių Šiaurės Lietuvoje. Didžiausios atsargos yra **Petrašiūnų II** (250 ha), **Klovainių II** telkiniuose (Pakruojo r.) ir **Skaistgirio telkinyje** (Joniškio r.). Čia kasamas viršutinio devono stipinų ir žagarės horizontų dolomitas. Jį dengia 2–4 m storio kvartero nuogulų danga. Vidutinis naudingojo sluoksnio storis 5–11 m. Dolomitas labai įvairus: tamsiai pilkas kietas, vietomis kristalinis, kaveringas (plyšiuotas), mergelingas, titnagingas, aleuritingas, molingas, su tetrakoralų atspaudais (Narbutas, 1994). Eksploatuojamas nuo 1959 m.

Kiti išžvalgyti telkiniai: *Narbūčių* (Akmenės r., slūgso po klintimis 30 m gylyje), *Savėlišio* (Pakruojo r.), *Vinkšnių* (Biržų r.), *Čedasų* (Rokiškio r.). Dolomitas čia slūgso negiliai – 2–16 m gylyje, tik *Narbūčiuose* aptinkamas po klintimis 30 m gylyje. Dolomitingo sluoksnio storis svyruoja nuo 4 iki 10 m. Beveik visuose telkiniuose naudingojo sluoksnio apačia apvandeninta. Išžvalgyti ir prognoziniai dolomito išteklių apibūdinami kaip dideli, o įskaitant ir giliau esančius – neriboti.

Dolomitas naudojamas kaip statybinis akmuo skaldos gamybai (keliams ir kaip užpildas betono gamyboje), apdailos plokštėms (Petrašiūnuose), taip pat dolomitmilčių (dirvoms kalkinti) gamybai, kaip priedas stiklo, popieriaus, cukraus pramonėje.

Užleisti, išekspluatuoti arba vietiniams poreikiams naudoti dolomito telkiniai: *Žagarės* (Joniškio r.), *Petrašiūnų I*, *Klovainių I*, *Linksmučių* ir *Raudonpamūšio* (Pakruojo r.), *Buivėnų*, *Kupiškio* ir *Stirniškių* (Kupiškio r.), *Vinkšnių*, *Paberžių*, *Medeikių*, *Parovėjos*, *Nemunėlio Radviliškio*, *Kuldūnuose*, *Čeniškiuose* ir *Rumbose* (Biržų r.) bei kiti.

Dolomito atodangos atsidenigia *Lėvens*, *Suosos* slėniuose *Kupiškio* rajone, *Nemunėlio*, *Apaščios* slėniuose *Biržų* rajone.

**Gipsas** ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) susidarė šiltose padidėjusio druskingumo lagūnose *devono* laikotarpiu. *Biržų* rajone tatulos svitos gipsas randamas po 0,5–9 m storio kvarterine danga – *Naciūnų* (4 km į PV nuo Biržų) ir *Karajimiškio* telkiniai, o *Kirdonių* telkinyje ir *Pasvalio* rajono *Rinkūnų* telkinyje slūgso *permo* laikotarpio gipsas. Tatulos svita arti žemės paviršiaus yra siaurame 12–20 km ruože, kuris tęsiasi nuo *Nemunėlio Radviliškio* per *Biržus–Pasvalį* iki *Kėdainių* (Kadūnas, 1994). Svita 46 m storio, o naudingąją gipso storumą sudaro vienas arba du 15–20 m storio gipso pluoštai, savo ruožtu susidedantys iš kelių ~0,5–2 m storio sluoksnių, atskirtų mergelio arba dolomito tarp sluoksniais; gipsas sluoksniuose sudaro 70–80%. Sluoksniai apvandeninti, gipsas vietomis yra paveiktas karstinių reiškinių.

Gipso randama ir *Pietvakarių* Lietuvoje, *Kauno–Prienu* ruože, kur slūgso virš anhidrido sluoksnio 150–700 m gylyje. *Pagirių* angidrito telkinyje gipso sluoksnio storis svyruoja nuo 4,5 iki 11 m. Tai statybinis, medicininis, labai stiprus gipsas, tinkantis portlandcemenčio gamybai.

Praėjusio šimtmečio pradžioje *Kirdonyse*, *Pasvalyje* buvo kasamas vietinėms reikmėms, bet dabar nenaudojamas, nes neapsimoka ekonomiškai, labai suaktyvėtų karstėjimo procesai, būtų padaryta žala aplinkai, nors apskaičiuotos atsargos yra 3 mln. t, prognoziniai išteklių siekia 6,8 mln. t.

**Nafta** randama tik tai *Baltijos* sineklizėje, nuosėdinės storumės apatinėje dalyje slūgsančiose *kambro*, *ordoviko* ir *silūro* periodų poringose uolienose – smiltainiuose, argilituose, aleurolituose, mergeliuose, klintyse, dolomituose. Su smulkiomis antiklinomis susijusios naftingosios struktūros yra nedidelės – kinta nuo 4x3,5 km iki 5x10 km, pakilimo amplitudė – 30–70 m, randamos 1970–2080 m gylyje. Jos išsidėsčiusios išilgai stambesnių lūžių ir ypač aktyviai vystėsi neotektoniniu etapu (viduriniajame ir vėlyvajame kvartere). Tai buvo vienas pagrindinių naftos telkinių susidarymo laikotarpių.

Lietuvoje naftos pradėta ieškoti 1958 m., o 1968 m. prie *Gargždų*, *Šiuparių* kaime, išgręžtas pirmasis naftos gręžinys. Ekspluatuoti pradėta 1991 m. (*Kaliningrado* srityje nafta išgaunama nuo 1975 m.).



38 pav. Naftos telkinių išsidėstymas  
(Zdanavičiūtė, 1998).

Išžvalgyta 16 kambro telkinių, iš jų 10 pramoninių, 3 silūro ir 1 ordoviko nuogulose (pastarieji nepramoniniai). Juose esama apie 15 mln. t naftos. 53% naftos išteklių glūdi kambro nuogulose, 41% – silūro rifogeninėse ir karbonatinėse uolienose, 6% – ordoviko klintyse. Girkalių plote naftos rasta *kristalinio pamato uolienose*. Baltijos jūroje naftos telkinys yra 23 km į pietvakarius nuo Nidos, Rusijai priklausančioje akvatorijos dalyje (pagal išteklius D-6 yra didžiausias Pabaltijyje), kitas aptiktas Lietuvos–Latvijos akvatorijos zonoje. Silūro naftos paieškoms perspektyvi teritorija – Vidurio Lietuva (buvusių rifų ruožas).

Lietuvoje išskiriamos 3 naftingos zonos:

1. **Telšių zona** – Girkalių, Genčių (vienas didžiausių Lietuvoje, išnaudota 80%), Kretingos, Nausodžio ir Plungės telkiniai kambro dariniuose prisišlię prie Telšių regioninio lūžio.

2. **Gargždų zona** – Šiuparių (pirmasis ir vienas didžiausių Lietuvoje, bet 80% jau išnaudota), Agluonėnų (Pietų Šiuparių), Vilkyčių, Vėžaičių, Dieglių, Pocių, Sakučių (prie Ventės rago) ir Ablingos telkiniai kambro dariniuose. Visi jie prigludę prie Gargždų lūžio. Šiai zonai priskiriami Šilalės ir Lauksargių telkiniai, kurių sandara yra analogiška.

3. **Vidurio Lietuvos silūro rifų zona** – Kudirkos Naumiesčio, Šiaurės Bliūdžių, Šaukėnų telkiniai. Šiai zonai gali būti priskirtas Kybartų telkinys, susijęs su rifu-atolu, kurio aukštis 88 m, plotas – per 20 km<sup>2</sup>. Lapgirių (Jurbarko r.) plote nafta susijusi su buvusiu barjeriniu rifu (Zdanavičiūtė, 1998).

Nafta yra aukštos kokybės. Ji turi mažai dervos ir sieros, bet daug parafino. Iš jos gali būti gaminami aukštos kokybės tepalai, o likusios lengvosios frakcijos tinka gaminti kurą vidaus degimo ir dyzeliniams varikliams. Kartu su nafta randamos degiosios dujos, bet tai nėra pramoniniai ištekliai, nors jų kiekis naftoje, einant iš rytų į vakarus, didėja. Suminiai prognoziniai naftos ištekliai kambro naftingame komplekse sausumoje siekia apie 60 mln. t ir apie 25 mln. t Baltijos jūros šelfe. Iki šiol išpumpuota apie 2,5 mln. t naftos, likę 3 mln. t turėtų būti išsiurbti per artimiausius 10 metų.

**Geležies rūdos** (magnetito) telkinys slūgso kristaliniame pamate Varėnos rajone. Aptiktas 1973–1976 m. *Ankstyvojo proterozojaus* rūdos telkinys. Tai 7 rūdingi kūnai, kurių kilmė kol kas nėra aiški, vienas nuo kito atskirti nerūdinių uolienu storumėmis (Jonynas, 2004). Randamas po 360 m nuosėdinių uolienu sluoksniu. Kodų vyraujantis storis – 10–50 m, bet pasitaiko ir iki 142 m. Stambiausia santalka yra apie 500 m skersmens ir 60–70° kampu nyra į

Žemės gelmes (Jonynas, 2004). Klodo padas yra 900–1000 m gylyje. Geležies rūdoje yra nuo >20 iki >45%.

Eksploatacija nenaudinga, netgi utopiška, nes labai brangu, radioaktyvu, būtų sunaikinta santykinai natūrali gamtinė aplinka.

**Granitas** – magminė kristalinė uoliena, aptinkama kristaliniame pamate. Jo randama daugelyje vietų, bet kaip naudingoji iškasena išžvalgytas **Šklėrių** telkinys Varėnos rajone. Granito masyvo viršus slūgso 250–260 m gylyje, einant į šiaurės vakarus gilėja.

Statybinio akmens žaliava, apdailos akmuo. Prognoziniai ištekliai dideli – ~950 mln. m<sup>3</sup>. Eksploatacijos tikslingumas abejotinas: slūgso giliai, yra padidėjusio radioaktyvumo, būtų sunaikinta gamta.

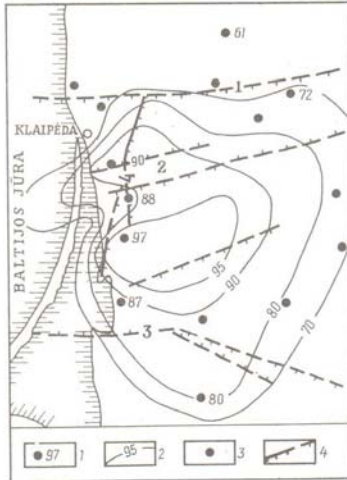
**Mineraliniu laikomas vanduo**, kurio mineralizacija didesnė nei 2 g/l. *Sūrymai* – vandenys, kurių mineralizacija yra >35 g/l. Sūrymai paplitę apatinio paleozojaus nuogulose (kambro–vendo ir ordoviko) bei proterozojaus kristalinių uolienuų dūlėjimo plutoje (Klimas, Zuzevičius, 2004). Tai didelės koncentracijos (>100 g/l) chloro–natrio arba chloro–natrio–kalcio tipo (gilesnėse sineklizės vietose) sūrymai. Juose aptinkamos didesnės koncentracijos įvairių elementų: valgomosios druskos ir magnio (g/l), kalio, bromo, boro, ličio, stroncio, rubidžio (mg/l) ir helio (% tūrio). Padidėjusi naudingųjų elementų koncentracija aptinkama Vidurio ir Vakarų Lietuvos sūrymuose. Druskininkuose ir Birštone per giluminius lūžius, jų susikirtimo vietose, požeminis mineralinis vanduo pakyla į viršutinius sluoksnius ir ten išsiliejęs sudaro mineralinio vandens „kupolus“, kurie vietomis siekia žemės paviršių (Šliaupa, 1986). Sieros vandenilio turtingas – sulfidinis – vanduo aptinkamas Biržų raj., Likėnuose.

Kambro sluoksnių požeminis vanduo, kaip ir aukščiau slūgsantis ordoviko, silūro, devono bei jūros periodo sluoksnių vanduo, yra turtingas *bromo*. Bromo kiekis kambro sluoksniuose didėja vakarų kryptimi iki 780 mg/l. Ordoviko ir silūro vandenys bromo turi mažiau, devono vandenyse jo aptinkama 350–450 mg/l. Tai apatinio paleozojaus ir viršutinio proterozojaus kristalinių uolienuų dūlėjimo plutoje susikaupę vandenys. Jų mineralizacija siekia >100 g/l. Tai perspektyvi hidromineralinė žaliava. Jų gavyba gali būti derinama su naftos ir geoterminės šilumos naudojimu.

**Hidrogeoterminė šiluma** – tai uolienose sukaupta geoterminės energijos dalis, kurią kondensuoja ir perneša požeminis vanduo. Vakarų Lietuvos geoterminė anomalija susijusi su Baltijos sineklizės ašinėje dalyje kambro ir kristalinio pamato uolienose esančiais karštais  $\geq 40$  °C (hidroterminiais) vandenimis. Anomalija apima Klaipėdos ir kaimyninius rajonus. Vandeningo horizonto kraigas slūgso nuo -1700 m ŠV dalyje iki -2170 m NN PV dalyje. Maksimalus bendras kolektorinių uolienuų sluoksnio storis siekia 177 m. Prie kristalinio pamato 2300 m gylyje esančios uolienos įkaitusios iki 92–99 °C. Elektrometrai čia fiksuoja 104 laipsnių temperatūrą. Karščiausias – 97 °C – vanduo kristalinių uolienuų paviršiuje aptinkamas į PV nuo Klaipėdos, Palangos–Kretingos areale jo temperatūra svyruoja nuo 60 iki 80 °C, Vydmantų-2 grėžinyje didžiausia temperatūra pasiekia 74 °C. Vandens apykaita horizonte menka, mineralizacija didelė – 150–200 g/l, todėl paviršiuje vanduo nefontanuoja, nes su požeminio vandens mineralizacija didėja ir jo tankis (Paškevičius, 1994).

Šilumos srauto intensyvumas anomalijoje siekia 90 mW/m<sup>2</sup>, tuo tarpu vidurkinė reikšmė Rytų Europos platformoje ~46 mW/m<sup>2</sup>. Padidėjusį šilumos srautą greičiausiai lemia



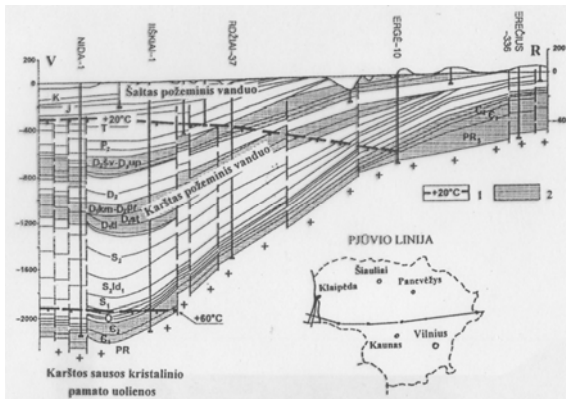


mantijos (Moxo paviršiaus) pakiluma, esanti 40 km gylyje (kitur jis yra 10–15 km giliau) ir čia vykstantis radioaktyviųjų medžiagų skilimas. Giluminiai lūžiai (pvz., 19 km gylyje esantis Šilalės lūžis) padidina šilumos srauto pralaidumą (intensyvumą). 900–1200 m gylyje požeminio vandens temperatūra svyruoja nuo 20 iki 50 °C. Nuo 2000 metų tokios temperatūros vanduo naudojamas Vydmantuose. Kristaliniame pamate esantis šilumos srautas atitinka maždaug 1–3 mlrd. t naftos, nuosėdinėje stovymėje esantis šilumos srautas – 270 mln. t naftos ekvivalentą. Prognozinės atsargos –  $298 \cdot 10^3$  mln. t sutartinio kuro.

39 pav. Vakarų Lietuvos geoterminė anomalija (Paškevičius, 1994).

1 – giliaji gręžiniai, kuriuose išmatuota kristalinio pamato paviršiaus vandens temperatūra,

3 – +95 °C izoterma, svarbesni giliaji gręžiniai, 4 – tektoniniai lūžiai



40 pav. Lietuvos hidrogeoterminis profilis Rastenienė V. (1999)

Geoterminę šilumą galima panaudoti ne tik Vakarų Lietuvoje (Klaipėdoje, Nidoje), bet ir pietvakariuose, pvz., Vilkaviškyje. Sekli hidrogeotermika, t. y. žemos (10–40 °C) temperatūros požeminis vanduo, aptinkamas 150–1000 m gylyje visoje Lietuvoje, laikomas perspektyviu ištekliu ir gali būti naudojamas papildomai jį pašildant iki norimos temperatūros, pavyzdžiui, pavieniams namams šildyti. Perspektyviausi tokios šiluminės energijos vandenys yra permio ir devono sluoksniuose bei kambro–vendo sluoksniuose Rytų Lietuvoje. Einant iš rytų į vakarus vandens temperatūra sluoksniuose kyla (Diliūnas ir kt., 2004).

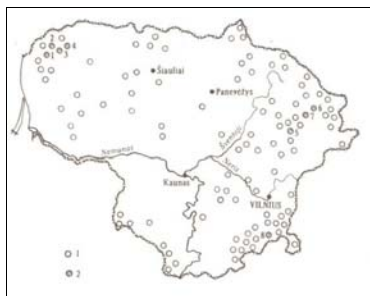
### 4.3. Sunaudotos iškasenos

**Rieduliai** į naudingųjų iškasenų balansą jau neįtraukiami, nes didžioji jų dalis sunaudota. Riedulynai pradėti registruoti ir intensyviai naudoti praėjusio šimtmečio viduryje po Antrojo pasaulinio karo. 1962 m. buvo žinoma per 450 riedulynų (Lietuvos..., 1962). Ilgą laiką Lietuvos riedulynus eksploatavo Baltarusijos, Rusijos, Latvijos statybų organizacijos. Ypač daug riedulynų būta Vištyčio, Seirijų, Miroslovo, Daugų, Aukštadvario, Rykantų, Molėtų, Švenčionių apylinkėse, kur kalvos formavosi aktyvios ledo prietakos ir aktyvios fluvio-glacialinės erozijos sąlygomis. Daug riedulynų susidarė senojo apledėjimo Medininkų aukštumoje ir Eišiškių plynaukštėje dėl preglacialinės denudacijos – nuo kalvų viršūnių, šlaitų



pasišalinus smulkožemiui, viršuje liko rieduliai ir gargždas. Vykstant paviršiaus plokštuminei nuoplovai susidarė Žemaitijos šiaurės vakarų riedulynai (Linčius, 1994).

Daugiausia būta mažų, kelių, keliolikos hektarų dydžio riedulynų (Lietuvos TSR, 1964). Didesnieji siekė nuo kelių dešimčių iki 100 ha, o didžiausieji užėmė 100–300 ha plotus. Didžiausio ploto pramoniniai riedulynai buvo Vakarų Žemaičių lygumoje (Šauklių, Kulalių riedulynai Skuodo rajone ir Pajuodupių, Tūbausių, Akmenės, Daktarų riedulynai Kretingos rajone), Baltiškose aukštumose – Lazdijų rajone (Verstaminų, Ūdininkų riedulynai). Didelio ploto riedulynų būta Kupiškio (300 ha Salamiesčio–Čepėnų) ir Pakruojo (200 ha Moniūnų–Rukonių) rajonuose.



40 pav. Didžiausi buvę riedulynai

Labai didelio riedulingumo plotuose 1 hektare būdavo randama nuo 100 iki 300 riedulių, pavyzdžiui, Dzūkų aukštumoje Malditakalnio riedulyne netoli Daugų būta iki 300, Palaipiškių telkinyje (Prienų r.) – iki 400 riedulių, Laučiūniškių–Bajorų riedulyne Aukštaičių aukštumoje (Ignalinos r.) suskaičiuota iki 500 riedulių 1 ha. Tačiau didžiausias riedulingumas buvo Vakarų Žemaičių lygumoje: Erlėnų riedulyne (Kretingos r.) 1 ha priskaičiuota iki 870 riedulių, o daugiausia – net iki 2500 riedulių – Šauklių riedulyne; pastarasis paskelbtas geologiniu draustiniu. Vyravo 0,5–1,5 m dydžio rieduliai,

mažesnę dalį sudarė 2–2,5 m skersmens, rečiau pasitaikydavo iki 3–4 m dydžio riedulių. Daugiausia mažų riedulynų būta Trakų (53), Zarasų (56) ir Šiaulių rajone (43).

Naudingųjų iškasenų gavybos poveikis bene didžiausią įtaką turi paviršinių ir požeminių vandenių režimui. Karjeruose atidengus gruntinį vandenį ir sausinant karjerus pažeidžiamas paviršinio ir požeminio vandens balansas, todėl slūgsta gruntinio vandens gylis ir pasekmės gamtinei aplinkai išryškėja didesniuose plotuose (Jonynas ir kt., 2004). Sausinamų karjerų vanduo keičia paviršinius nuotėkius ir dažnai blogina paviršinio vandens kokybę.



41 pav. Užleistas dolomito karjeras netoli Žagarės

Lietuvoje naudingųjų iškasenų kasybos metu pažeisti plotai sudaro apie 16 tūkst. ha, iš jų durpynai – 13,6 tūkst. ha, o pridėjus būsimiems karjerams skirtus plotus susidarys apie 22 tūkst. ha, arba 0,4% šalies teritorijos (2006 m. duomenimis), iš jų durpių kasybai – 17 tūkst. ha

(Lietuvos..., 2008). Detaliai išžvalgytų nemetalinių iškasenų, kurių eksploatacija galima atvirais karjeriais, telkinių plotas sudaro apie 75 630 ha, arba 1,2% Lietuvos teritorijos, iš jų durpynai – 56 930 ha, o perspektyvių (parengtinai išžvalgytų) plotas sudaro net 116 840 ha, arba 2% Lietuvos teritorijos, iš jų durpynai – 100 370 ha. Todėl pažeistų žemių rekultivacija – durpynų apvandeninimas, uždarant buvusius sausinimo kanalus, tikslinis miško užsodinimas, kastinių ežerų pakrančių ir atabrado išlyginimas yra būtinas, juolab kad rekultivacija vykdoma tik visiškai išekspluotavus telkinį (o jie kasami ne vieną dešimtmetį), būtina vykdyti laipsnišką rekultivaciją ir sudaryti sąlygas dirvožemiui atsikurti.

**Literatūra:**

- Bitinas A. Paleojūrėžių genezė. *Geologijos akiračiai*, 1999, 1, 24–34.
- Diliūnas J., Rastenienė V., Zuzevičius A. (2004). Hidrogeoterminė energija. V., 382–388.
- Jonynas J. Naudingosios iškasenos. *Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*. V., 2004, 424–435.
- Jonynas J., Juozapavičius G., Valiūnas J. Kietųjų naudingų iškasenų gavybos poveikis aplinkai. *Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*. V., 2004, 458–464.
- Juozapavičius G. Žvyras ir smėlis. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 277–289.
- Juozapavičius G. Molis. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 270–276.
- Kadūnas V. Gipsas. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 317–321.
- Kadūnas V. Molis. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 270–276.
- Kadūnas V. Kreida, kreidos mergelis. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 325–327.
- Katinas V. Baltijos gintaras. V., 1983, 110.
- Katinas V. Opoka. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 269–270.
- Klimas A., Zuzevičius A. Požeminis vanduo, sūrymai ir jų komponentai. *Lietuvos žemės gelmių raida ir ištekliai*. V., 2004, 377–387.
- Lietuvos durpių išteklių ir jų naudojimas*. Lietuvos geologijos tarnyba, V., 1996.
- Lietuvos gamtinė aplinka, būklė, procesai ir raida*. Aplinkos apsaugos agentūra. 2008.
- Linčius A. (1994). Rieduliai. *Lietuvos geologija*. V, 314–316.
- Lietuvos TSR mineralinių žaliavų apžvalga*. T. II, V., 1961.
- Lietuvos TSR mineralinių žaliavų apžvalga*. T. III, V., 1964.
- Narbutas V. Dolomitas. *Lietuvos geologija*. V., 1994, 254–262.
- Paškevičius J. Pabaltijo respublikų geologija. V., 1994.
- Piepolienė, Gudonytė. Naudingų iškasenų žemėlapiu aiškinamasis raštas. 2002.
- Rastenienė V. Žemės šiluma – alternatyvus energijos šaltinis. *Geologijos akiračiai*. 1999, 2, 8–13.
- Žvirblis A. Naftos telkiniai ir karališkieji mokesčiai. *Geologijos akiračiai*. 2000, 1–2, 38–40.
- Zdanavičiūtė O. Lietuvos nafta. V., 1998, 143.

## 5. GEOLOGINĖS IR GEOMORFOLOGINĖS GAMTOS VERTYBĖS

Valstybė saugo daugiau kaip 400 gamtos paveldo objektų, iš jų apie 160 paskelbti gamtos paminklais (Lietuvos, 2006). 2011 m. buvo saugomi 159 geologiniai gamtos paveldo objektai, iš jų 72 geologiniai gamtos paminklai, 10 savarankiškų geologinių draustinių, 33 geomorfologiniai gamtos paveldo objektai, iš jų 28 gamtos paminklai, 40 geomorfologines vertybes saugančių geomorfologinių draustinių, dar 63 geomorfologiniai draustiniai saugomi valstybiniuose parkuose.

### 5.1. Geologinės vertybės

Geologiniai gamtos paveldo objektai iliustruoja ir teikia žinias apie Žemės gelmių sudėtį, sandarą, kilmę, raidą. *Geologiniai paminklai* – išvaizdūs, unikalūs, retai pasitaikantys ar tipiški pavieniai geologiniai objektai, turintys mokslinę vertę ir pažintinę reikšmę. *Geologiniai draustiniai* siekia išsaugoti unikalius, retus ar tipiškus geologinius gamtos komponentus, ypač vertingus mokslui, švietimui, kultūrai. Saugoma 20 (10) riedulynų, 6 prekarverinės atodangos, 3 aktyvaus karsto plotai, 1 gruntinio vandens išeiga (Valstybės saugomų, 2005).

Saugomi 93 didžiausi išlikę **rieduliai**, iš jų apie 50 paskelbti gamtos paminklais. Dažniausiai tai pavieniai akmenys, rečiau – esantys po du: Ilgočio ir Kalnyčių akmenys (Šilalės r.), Mukolas su Mukoliuku (Panevėžio r.), Dūdų akmenys (Širvintų r.), Mokas ir Moko sūnus (Ukmergės r.), Mokas ir Mokiukas (Utenos r.), o Genioto akmenų grupę (Šilalės r.) sudaro 5 rieduliai; pastarieji gamtos paveldo objektais dabar nelaikomi. Mūsų rieduliai – ledyno apzulinti magminių ir metamorfinių uolienų luitai (granitai, granitogneisai, kitokie gneisai, granitoidas, amfibolitas, dioritas), o Pakoplyčio akmuo Šilalės rajone – organogeninės klinties luistas (Linčius, 1990). Dalis jų kartu yra ir archeologiniai paminklai.

Didžiausias Lietuvoje riedulys – **Puokės** (arba Barstyčių) akmuo (Skuodo r.). Jo matmenys: ilgis – 13 m, aukštis – 3,6 m, plotis – 7,5 m, apimtis – 32 m). Mikroklininis granitas. Akmuo atkastas, nes žemės paviršiuje buvo iškilusi tik jo viršūnė. Prie Anykščių Šventosios slėnyje yra **Punktukas** (6,9x6,7x5,7 m, masė – apie 260 t), ledyno atritintas iš Pietų Suomijos. Rapakivis (granito atmaina). Trečiasis pagal dydį yra Vileikių kaimo **Kriaučiaus akmuo** (Kelmės r.); 4 m aukščio, 7,8 m ilgio, 7,6 m pločio ir 23 m apimties.



Kiti didžiausi akmenys: *Mokas* (netoli Veprių Ukmergės r.), *Šilalės kūlis* (Mosėdžio apylinkėse Skuodo r.), *Vištyčio akmuo* (Vilkaviškio r.); pastarojo viršūnėje yra 30 cm gylio dudė, visuomet pilna vandens, kuris laikytas stebuklingu. Kiti: *Daubos kūlis* (Kretingos r.), *Vosgėlių akmuo* (Utenos r.), *Didysis Dzūkijos akmuo* netoli Nemunaičio ir *Švendubrės* (Velnio) akmuo (Varėnos raj.)

42 pav. *Gaidžio akmuo* Neryje netoli Jonavos - didžiausias vandenyje išlikęs riedulys.

Vietovės su didelėmis akmenų sankaupomis yra paskelbtos geologiniais draustiniais – **riedulynais**; 6 savarankiški, o 4 didžiausi Vakarų Žemaičių lygumoje išlikę riedulynai – *Šauklių, Kulalių, Erlėnų ir Igarių*, esantys tarp Mosėdžio ir Kartenos, dabar patenka į Salantų regioninio parko teritoriją. Akmenų gausa išsiskiria *Šauklių* riedulynas, apimantis apie 200 ha plotą. Ypač stipiai praplautos moreninės lygumos 1 ha plote čia randama iki 2500 riedulių, jų skersmuo nuo 0,5 iki 4,5 m. Erlos upelio slėnyje esančiame *Erlėnų* (100 ha) riedulyne, 1 ha plote, esama iki 870 akmenų, skersmuo 0,5–2 m. *Kulalių* riedulyne (150 ha) dalis riedulių buvo sustumta į krūvas, kitur slūgso pavieniui iki 350–450 riedulių 1 ha. Akmenys čia mažesni – 0,5–1,5 m.

Aukštaičių aukštumoje saugomi riedulynai: Utenos rajone *Vajelių* ir *Indubakių* (netoli Saldutiškio) bei *Stabulankių* (netoli Leliūnų). Vakarų Aukštaičių plynaukštėje netoli Alizavos susidaręs *Buožių* (Kupiškio r.) riedulynas. Netoli Molėtų saugomi *Žalvarių* ir *Ambraziškių* riedulynai; pastarasis 1 ha ploto. O senojo apledėjimo srityje Eišiškių plynaukštėje saugomas *Navakonių* riedulynas (50 ha, Šalčininkų r.), 0,5–1,5 m skersmens rieduliai čia taip pat sustumti į krūvas. Kiti įdomesni gamtos paveldo objektai – akmeningi ruožai Rytų Žemaičių plynaukštėje: *Akmenų rūža, Velniakelis* Tytuvėnų apylinkėse.

Upių slėnių šlaitų **atodangose** atsidengia paviršinės nuogulos. Vienose atodangose matoma pleistoceninė storymė, o kitose atsidengę senieji geologiniai sluoksniai, pradedant viduriniu devonu. Keliasdešimt tūkstančių metų senumo uolienos šiuolaikiniame paviršiuje yra išskirtinės, reikšmingos mokslui ir įdomios pažintine prasme. Pačios vertingiausios ir įdomiausios atodangos yra paskelbtos gamtos paminklais.

Lietuvoje žemės paviršiuje geologiniai sluoksniai atsidengia pradedant viduriniu devonu. Daugiausia senųjų devono laikotarpio atodangų yra šiaurinėje šalies dalyje, kur kvartero danga yra pati ploniausia. **Devono** laikotarpio nuogulos atsidengusios Apaščios, Kruojos, Lėvens, Mūšos, Nemunėlio, Švėtės, Tatulos krantuose. Mūšos atodangos – *Velniapilio uola, Raudonpamūšio uola, Skalių kalnas* – paskelbtos geologiniais paminklais. Apaščios krantuose esančias atodangų serijas saugo *Apaščios geologinis draustinis*.



43 pav. Geologiniai gamtos paminklai - Skalių kalnas ir Velniapilio uola

*Raudonpamūšio dolomitinė uola* yra Mūšos kairiajame krante ties Raudonpamūšiu (Pakruojos r.). 1962 m. eksploatuojant dolomitą kalkėms buvo numatyta ardyti ir šį 4 m aukščio, 30 m ilgio dolomito skardį. Buvo nukastos moreninės nuogulos, pradėta plėsti dolomito akmenį. Atsitiktinai uždarius Raudonpamūšio kalkinę, dolomito eksploatacija buvo nutraukta, o 1964 m. atodanga buvo paskelbta geologiniu gamtos paminklu (Vodzinskas, 1979). Tai iš vandens išnyrantis 4 m aukščio skardis, sudarytas iš šviesaus gelsvai pilko dolomito 30



m ilgio atkarpoje. Tai viršutinio devono stipinų svita. Kita devono atodanga – *Skalių kalnas* yra 2 km pasroviui nuo Raudonpamūšio uolos. Tai ~7 m aukščio skardis, kuriame atsidengia pamūšio ir stipinų svitų uolienos. Jose yra piritu, limonitu, kriauklelių atspaudų, dūlėjimo plyšių. Uolienos susidarė prieš 350 mln. m. iš jūros dugne susikaupusių karbonatų nuosėdų (Linčius, 1990). Kitos saugomos devono atodangos: 11 m aukščio *Tabokinės* atodanga netoli Nemunėlio Radviliškio (Biržų r.). Dolomitas iš čia pradėtas vežti į Latviją kalkėms gaminti, parengtas būsimas karjeras, nustumdyta kvartero danga, bet gamtosaugininko V. Bergo pastangomis darbai buvo nutraukti ir ši vieta paskelbta geologiniu paminklu. Ten pat netoli yra ir *Velniapilio uola* – 5 m aukščio skardis 8 m atkarpoje. Sienoje žiojėja karstinės kilmės plyšys – ola; gylis horizontalia kryptimi – 4,3 m. Sienoje matomi gipsingo dolomito, mergelio, gipso sluoksniai. Šalia Apaščios slėnio žiotyse prie santakos su Nemunėliu yra *Nemunėlio–Apaščios geologinis draustinis*, sugantis daugybę devoninių atodangų šlaituose. *Devono* sistemos šventosios svitos nuogulos su šarvuotųjų žuvų faunos liekanomis atsidengia *Armonos* ir *Pelyšos* upių žemupio atodangose. Jos randamos jūrinės priekrantės baltame smėlyje su sunkiųjų ir rūdinių mineralų (ilmenito-cirkonio) sancaupomis, antroje – raudoname molyje (Narbutas, 1994). Devono laikotarpio (Žagarės horizonto) atodanga matoma Švėtės slėnyje ties Žagare; sluoksnių storis apie 6 m.



Biržų rajone devono sluoksniuose atsivėrusios **karstinės įgriuvos** saugomos kaip gamtos paminklai. Giliausia iš jų – *Karvės ola* Karajimiškio kaime. Tai 12 m gylio piltuviško tipo įgriuva, kurios sienelėse matyti nemunėlio svitos dolomitas, persisluoksniavęs su gipsu ir mergeliu. Jos dugne buvo apie 2 m skersmens kiaurymė, iš kurios į šalį atsiveria (atsiverdavo) penki urvai: Šlapioji ola, Siauroji landa, Šikšnosparnių landa, Rupūžės ola su požeminiu 1,5 m gylio ežerėliu ir Blizganti ola. Bendras ilgis – 46 m, olą 1973 ir 1978 m. tyrinėjo Kauno speleologai (Linčius, 1990). Dėl gausaus lankytojų srauto ola sparčiai užbyra. Gamtos paminklu paskelbta ir *Jaronio* karstinė įgriuva Kirdonėlių k. *XVIII–XIX a. minima buvusi Šventoji ola netoli Širvenos ežero sunyko XXa. pradžioje suvedus į ją kanalus ir pradėjus greta eksploatuoti gipsą.*

44 pav. Karvės ola

*Papilės* atodangoje (Akmenės r.) atsidengia **juros** periodo (160–146 mln. m.) sluoksniai su itin gausiomis fosilijų liekanomis. Nuogulos – rudas ir juodas molis, aleuritas, smėlis, smiltainis, klintis ir dižiulis suakmenėjusių kiaukutų kiekis, matomas Ventos slėnyje ir griovoje beveik 5 km atkarpoje. Šis europinės svarbos palentofaunos kapinynas ir sudaro *Papilės* atodangos vertę. Tai foraminiferai, pečiakojai, moliuskai (65 rūšys), dygiaodžiai, amonitai, žuvis ir kiti organizmai, gyvenę negilioje jūroje. Net 4 amonitų rūšys čia rastos pirmą kartą ir pavadintos *Papilės* vardais, dar 4 – juos tyrusių M. Kaveckio ir Č. Pakucko vardais. Dar 1811 m. D. Poška prabilo apie šios atodangos akmeninių kriauklių muziejinę vertę (Linčius, 1990).

*Vetygalos* ir *Variaus* atodangose (Anykščių r.) atsidengia **neogeno** (23–3 mln. m.) upiniai ir ežeriniai smėliai. Neogeninės stovymės klodas *Variaus* atodangoje – 11 m, visas šlaito aukštis – 15 m, 26 m atkarpa (Grigelis, 1991).

Dauguma atodangų atidengia **pleistoceno** nuogulas. *Pučkorių* atodanga Vilniaus mieste pati aukščiausia – 54 m santykinio aukščio, o ilgis 260 m. Joje matomi medininkų ir grūdų laikotarpio dislokuoti sluoksniai; vienur slūgso su polinkiu, kitur kone statmenai arba išslėgtomis raukšlėmis. *Škėvonių* atodangoje (aukštis – 31 m, ilgis – 560 m) prie Birštono matoma tarpledynmečio metu susidariusi dūlėjimo pluta. Dar kitose atodangose atsidengia konglomeratai – *Skališkių uola* Neries slėnyje Nemenčinės apylinkėse (buvo laikoma šventa), *Kalniškių* atodanga netoli Žiegdrių (Kauno r.) arba *Šeimyniškių* atodanga Šventosios slėnyje netoli Užpalių.



45 pav. Skališkių konglomerato uola  
Neries šlaite

**Tarpledynmečių nuogulas** atidengia *Snaigupėlės* atodanga šalia Druskininkų (Lazdijų r.). Pagal ją nustatytos 65 augalų rūšių žiedadulkės ir 5 morenų sluoksniai, rodantys, kad ledynas šioje Lietuvos dalyje buvo 7 kartus. *Jonionių Didžiosios griovos* (3 km žemiau Merkinės kairiajame Nemuno krante) atodanga rodo Nemuno ledynmečio pradžią; molingos gitijos amžius siekia 70–50 tūkst. m. Tą patį priešledynmetį atidengta ir *Rokų* atodanga Jiesios slėnyje netoli Kauno. Joje matomas vienas pilniausių Europoje žinomų pjūvių, apimančių vidurinį ir vėlyvąjį Nemuno ledynmetį, maždaug 75–18 tūkst. m. (Baltrūnas ir kt, 1999). *Butėnų* bei *Daumantų* atodangose randami tų tarpledynmečių stratotipiniai pjūviai.

*Velnio duobė* Aukštadvario kalvyne (Trakų r.) – stambiausia ir išraiškingiausia **termokarstinė įgriuva** Lietuvoje. 40 m gylio, 210 m pločio viršuje ir 60 m pločio apačioje susidarė vėlyvajame ledynmetyje.

**Holoceninės** nuosėdos – marių mergelio (marių gitijos) išspauda, susidariusi Kuršių nerijoje prie Nidos, Parnidžio kopos papėdėje. Ji atsirado dėl kopos smėlio masės spaudimo. Karbonatingas marių dumblas išslėgtas 150 m ruože. Susidariusios dvi rumbės, kurias skiria vanduo, susitelkęs 8–9 m pločio tarpurumbėje. Arčiau kopos esančios rumbės aukštis 1–3 m, plotis – 12 m ir ji palenda po kopa, pakrantės rumbės plotis – 8 m, aukštis – 1 m. Ją skalauja marios (Linčius, 1990). Marių mergelio amžius – ~5 tūkst. m.

## 5.2. Geomorfologinės vertybės

Geomorfologinėmis vertybėmis laikomos išskirtinės reljefo formos. Vertingiausios jų paskelbtos gamtos paminklais (Valstybės saugomų, 2005). Tokių priskaičiuojama 29. Tai – ozai (5), pajūrio kopos (10), kalvos (kalnai – 2), gūbriai (1), kalvaragiai (2), kalvagūbris (1), skardžiai (5), daubos (1), griovos (1), sufoziniai cirkai (1).



**Ozai** (osar švediškai gūbrys, ketera) – ilgi, siauri, vingiuoti stačiašlaičiai gūbriai, suklostyti iš ledo tirpsmo vandens nešmenų, tirpstančio ledyno tuštumose. Ilgis – nuo šimtų metrų iki kekių kilometrų, plotis – nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų metrų.

*Žagarės ozas* driekiasi išilgai Švėtės upės (Joniškio r.). Iš per tris kaimus nusidriekusio stačiašlaičio vingiuoto gūbrio dabar likę tik apie 830 m ties Žagare, kur yra kapinės ir piliakalnis. Kita dalis nukasta. Žvyringas fliuvioglacialinis ozas išpūdingas, nes iškilęs plokščioje lygumoje; piliakalnio aukštis – 20 m, plotis pamate – 100–130 m. Žvyro klodo didžiausias storis – 14 m. Buvo suplautas išgraužtame ledyno plyšyje ir pamato uolienose; vandeniui užlietų karjerų gylis – 8 m. Ozo pradžia Latvijoje, o užsibaigia jis apie 10 km į pietvakarius nuo miestelio vėduoklės pavidalo delta. Ši žymi buvusį ledyno pakraštį (A. Grigelis, 1991). Kiti saugomi ozai: *Vyžuonų* (Utenos r.) – 660 m ilgio, pamato plotis 15–30 m, aukštis – 20 m; *Barzdos kalnas* (Ukmergės r.) – 635 m ilgio, plotis papėdėje – 30–70 m, aukštis 6–13 m; *Lapgirio* (Pakruojo r.) ir *Šeškinės* Vilniuje. *Varputėnų* (Šiaulių r.) geomorfologinis draustinis saugo Varputėnų ozus palei Ventą.

*Jonionių Didžioji griova* (Kiškeliuškės, Maksimonių) (Varėnos r.), atsiverianti į Nemuno slėnį (kairiajame krante) netoli Merkinės, paskelbta ir geomorfologiniu gamtos paminklu. Griovos ilgis – 700 m, pradžia – 124 m absoliutinio aukščio, nusileidžia 54 metrus. Turi kelias atšakas. Plotis 50–70 m, gylis vietomis siekia iki 15 m. Aukščiau sausa, žemutinėje dalyje perkirtus gruntinių vandenių lygį atsiveria šaltiniai, susijungiantys į Kiškeliuškės upelį. Dugnas akmeningas, vietomis riedulingas. Joje atsidengia Nemuno ledynmečio pradžios sluoksniai.

Gamtos paminklu paskelbtas *Rudnios* sufozinis **cirkas** Skroblaus upelio slėnyje (Varėnos r.). Jis ir *Pakrykštės* erozinis cirkas Nemuno slėnyje patenka į Dzūkijos nacionalinį parką. Didžiausias sufozinis – erozinis cirkas Lietuvoje – *Raigardo slėnis* netoli Druskininkų. Jo plotas yra 14 km<sup>2</sup>, skersmuo – 4×5 km. Iš Nemuno slėnio šlaituose atsiveriančių šaltinių prasideda Kubilnyčios upelis, yra Nemunyškčio ir Dvaro senvaginiai ežerai. Jis saugomas kaip kraštovaizdžio draustinis.

Pietryčių smėlėtoje lygumoje išskirtinę reikšmę įgauna aukščiau iškilę **skardžiai**, nuo kurių atsiveria panoraminiai vaizdai į aplinkui plytinčius miškus. Tai – *Mardasavo*, *Mančiagirės*, *Krušonių*, *Uciekos* ir *Panemuninkų* skardžiai. Visi Varėnos rajone.

Vienas žinomiausių **kalnų** Lietuvoje – *Ladakalnis* (Ignalinos r.). Kitas saugomas – *Pūkštės kalnas* netoli Barstyčių Skuodo rajone; Žemaitijos didieji kalnai – Šatrijos, Girgždutės, Medvėgalio, Žasūgalos, Lopaičių – saugomi kraštovaizdžio draustiniuose.



Kuršių nerijoje gamtos paminklais paskelbta 10 **kopų**: *Agilos* (53 m absoliutinio aukščio), *Angių kalnas*, *Karvaičių kopa*, *Raganos kalnas*, *Skirpsto kopa*, *Urbo kalnas*, *Vecekrugo kopa*, *Vingio kopa* bei *Lydumo* ir *Naglių ragai*.

46 pav. Naglių rago kopos Nidoje

Išskirtinės vertės reljefo kompleksus saugo **geomorfologiniai draustiniai** (Dėl naujų draustinių, 1997). Jų yra 40. Trys draustiniai saugo **kontinentines kopas** – Merkio vidurupio lygumoje – *Zygmantiškių* (Šalčininkų r.), Neries vidurupio lygumoje – *Skersabalių* (Vilniaus r.), Karšuvos lygumoje – *Kaskalnio* (Jurbarko r.).

Saugomos **aukščiausios aukštumų viršūnės** ir jų aplinkinis reljefas: Medininkų aukštumoje – *Juozapinės*, *Kruopinės* (Vilniaus r.), Švenčionių aukštumoje – *Nevaišių* (Ignalinos r.), Aukštaičių (Sėlių) aukštumoje – *Pratkūnų* (Zarasų r.) geomorfologiniai draustiniai.

**Kalvagūbrių fragmentus** saugo: *Ablingos* (Klaipėdos r.) geomorfologinis draustinis – Endriejavo kalvagūbrio fragmentą, *Linkuvos* (Pakruojo r.), Veiverių kalvagūbrio – *Skriaudžių* draustinis (Prienų r.), *Kulvos* – Lapių kalvagūbrio ruožą (Jonavos r.), *Pajieslio* (Kėdainių r.) geomorfologinis draustinis saugo Vidurio Lietuvos fazės kalvagūbrio atkarpą tarp Radviliškio ir Čekiškės.

Periglacialinius **erozinius raguvynus** saugo: *Griovių* (Vilniaus r.) bei *Lapių* (Kauno r.) draustiniai Neries paslėnyje, *Sudvajų* (Alytaus r.) – Nemuno, o *Šilkalnių* (Šiaulių–Kelmės r.) draustinis – Ventos vidurupio paslėnyje.

Saugo **senslėnius**: *Prūsagalės* – Pyvesos (Kupiškio r.), *Kuosinės* (Vilniaus r.) senslėnių atkarpas. **Dubaklonius** (rinas) saugo *Baldono* (Anykščių, Molėtų r.), *Dvarčionių* (Vilniaus r.) draustiniai. *Aguonio* draustinis skirtas saugoti Šešupės fluvio-glacialinio senslėnio kairiojo šlaito fragmentą (Marijampolės r.). *Junkūnų* draustinis (Rokiškio r.) saugo **dubaklonių suskaidytą moreninį masyvą**, o Vaiskūnų (Utenos, Zarasų r.) draustinis – **termokarstinių pradubų performuotą reljefą** Sėlių aukštumoje.

*Tilžės* draustinis saugo Drūkšių ežero (Zarasų r.) **priekrantinį pylimą** (volą).

Banguotų lygumų (**drumlinų**) fragmentus saugo *Guodžių* (Biržų r.) bei *Šakynos* (Šiaulių r.) draustiniai.

*Pakalnių* (Utenos r.) geomorfologinis draustinis saugo plokščiaviršes **limnokeimines kalvas**, *Verdeikių* (Vilniaus r.) draustinis – **fluviokoimines kalvas**, *Medžiakalnio* (Vilniaus r.) – **smulkiakalvių reljefą** Aukštaičių aukštumoje, *Pivašiūnų* draustinis (Alytaus r.) – smulkų, bet išraiškingą **moreninį masyvą** Dzūkų aukštumoje.

Ne mažiau išraiškingų reljefo formų saugoma valstybinių parkų teritorijose.

#### Literatūra

- Baltrūnas V., Linčius A., Mikulėnas V., Narbutas V., Satkūnas J. Vertingiausi Lietuvos geologiniai kraštovaizdžio objektai. *Geologijos akiračiai*. 1999, Nr. 1, 32–35.
- Dėl naujų draustinių įsteigimo ir draustinių sąrašų patvirtinimo. LR Vyriausybės nutarimas Nr. 1486. *Žinios*. 1997, Nr. 108 (2742).
- Grigelis A. *Geologinės ekskursijos vadovas*. Septintasis pasaulio lietuvių mokslo ir kūrybos simpoziumas. 1991.
- Linčius A. *Geologiniai paminklai ir draustiniai*. Lietuvos geologija. V., 1994.
- Linčius A. Svarbiausių Lietuvos geologijos paminklų mokslinis įvertinimas ir tvarkymo kryptys. Vilnius, Geologijos institutas. *Rankraštis*, 1990.
- Narbutas V. Devonas. *Lietuvos geologija*. 1994, V., 97–120.
- Lietuvos saugomos teritorijos*. V., 2006.
- Valstybės saugomų gamtos paveldo objektų sąrašas*. 2005.05.23 įsakymo Nr. D1-255 redakcija. *Žinios*. 2005.
- Vodzinskas E. Skalų kalnas – geologinis gamtos paminklas ir jo sutvarkymas. *Geografinis metraštis*. T. XVII, 147–153.

## 6. GEOMORFOLOGINIS RAJONAVIMAS

Kiekvienas detalesnis Lietuvos paviršiaus tyrinėjimas užsibaigia rajonavimu – fiziniu geografiniu, kraštovaizdžių (o), bet visuose juose geologinis - geomorfologinis pagrindas išlieka svarbiausiu veiksniu, nulemiančiu šalies gamtos įvairovę. Pirmąjį detalesnį fizinių geografinį rajonavimą 1955 m. atliko S. Tarvydas, apibendrinęs pirmuosius komponentinius (dirvožemių, klimato, augalijos) rajonavimus. 1959 m. buvo paskelbtas A. Basalyko geomorfologinis rajonavimas, kurio pagrindu 1965 m. parsšytas fundamentinis darbas „Lietuvos TSR fizinė geografija“ II tomas ir paskelbtas klasikiniu tapęs fizinis geografinis rajonavimas. Darbą pristatydamas autorius rašė: „rajonuojant nedidelę teritoriją, esančią maždaug vienodose makroklimatinėse sąlygose, racionaliausia remtis kraštovaizdžio pamatu, t.y. paviršiumi, susikūrusiu per ilgą paleogeografinę plėtotę ir beveik nepakitusiu dėl žmonių ūkinės veiklos“. Remdamasis Lietuvos teritorijos paleogeografinę plėtotę jis išskyrė 22 fizinius geografinius rajonus ir knygoje ypač detaliai aprašė kiekvieno jų paviršiaus formavimąsi, paleogeografinę raidą, pateikė išsamias reljefo charakteristikas. 1981 m. Lietuvos TSR atlase pateikiamas A. Basalyko atliktas detalusis geomorfologinis rajonavimas, suskirstant teritoriją į sritis, rajonus ir mikrorajonus. Mikrorajonai sugrupuoti į orografinės kategorijas: lygumas, nuolaidumas, plynaukštės, aukštumas, pakilumas, gūbrius, duburius, slėnius, erozinius kalvynus.



47 pav. Lietuvos fizinis geografinis rajonavimas (Basalykas, 1981).

### A. Baltijos duburio sritis:

- AI. Baltijos pakrantės lyguma
- AII. Nemuno deltos lyguma

### B. Kuršo \_ Žemaičių sritis:

- BIII. Vakarų Žemaičių lyguma
- BIV. Vakarų Žemaičių plynaukštė
- BV. Vidurio Žemaičių aukštuma
- BVI. Vakarų Kuršo aukštuma
- BVII. Rytų Žemaičių plynaukštė:
  - Šiaurčių Žemaičių plynaukštės parajonis
  - Pietryčių Žemaičių plynaukštės parajonis
- BVIII. Ventos vidurupio (Šiaurės Žemaičių) lyguma

### C. Pabaltijo žemumos sritis:

- CIX. Žiemgalės lyguma
- CX. Mūšos - Nemunėlio lyguma
- CXI. Nevėžio lyguma

CXII. Nemuno žemupio lyguma

CXIII. Nemuno vidurupio - Neries žemupio plynaukštė:

Nemuno vidurupio plynaukštės parajonis

Neries žemupio plynaukštės parajonis.

**D. Paskutiniojo apledėjimo pakraštinių moreninių aukštumų sritis:**

D XIV. Vakarų Aukštaičių plynaukštė

D XV. Aukštaičių aukštuma

D XVI. Pietų Lietuvos aukštuma:

Dzūkų aukštumos parajonis

Sūduvos aukštumos parajonis

D XVII. Švenčionių - Naročiaus aukštuma

D XVIII. Dysnos lyguma

**E. Paskutiniojo apledėjimo pakraštinių zandrinių lygumų sritis:**

E XIX. Šiaurėčių lyguma:

Žeimenos lygumos parajonis

Vilnios (Neries vidurupio) parajonis

E XX. Pietryčių (Merkio - Katros - Baltosios ančios) lyguma:

Merkio vidurupio lygumos parajonis

Merkio žemupio lygumos parajonis

**F. Priešpaskutinio apledėjimo akumuliuotų aukštumų sritis:**

F XXI. Ašmenos aukštuma

F XXII. Lydos plynaukštė.

Naują geomorfologinio rajonavimo variantą 1982 m. parengė ir 2003 m. publikavo P. Kavaliauskas (Galvydytė, Kavaliauskas, 2003). Jame išskirtos 24 geomorfologinės sritys, 44 rajonai, 132 mikrorajonai. Geomorfologinės sritys orografiniu juostiniu (žemumos – aukštumos) pagrindu papildomai sujungtos į 9 geomorfologinius ruožus.

**A - Baltijos pajūrio žemumos sritis:**

A<sub>I</sub> Klaipėdos - Palangos jūrinė lyguma

A<sub>II</sub> Kuršių kopinė nerija

A<sub>III</sub> Kuršių marių akvatorijos duburys

A<sub>IV</sub> Kuršių pamario jūrinė lyguma

**B - Vakarų Žemaičių moreninės žemumos sritis:**

B<sub>V</sub> Nemuno deltos aliuvinė lyguma

B<sub>VI</sub> ŠV Žemaičių moreninė lyguma

B<sub>VII</sub> PV Žemaičių limnoglacialinė - deltinė lyguma

**C - Žemaičių sališkos moreninės aukštumos sritis:**

C<sub>VIII</sub> Vakarų Žemaičių moreninė plynaukštė

C<sub>IX</sub> ŠR Žemaičių moreninė plynaukštė (pakiluma)

C<sub>X</sub> Rytų Žemaičių moreninė plynaukštė (pakiluma)

C<sub>XI</sub> Vidurio Žemaičių šiaurinis moreninis kalvynas

C<sub>XII</sub> Vidurio Žemaičių pietinis moreninis kalvynas

C<sub>XIII</sub> Vidurio Žemaičių centrinis moreninis kalvynas.

**D - Kuršo (Kurzemės) sališkųjų moreninių aukštumų sritis:**

D<sub>XIV</sub> Vakarų Kuršo (Kurzemės) vakarinė moreninė plynaukštė

D<sub>XV</sub> Vakarų Kuršo (Kurzemės) rytinė moreninė plynaukštė

D<sub>XVI</sub> Vakarų Kuršo (Kurzemės) moreninis kalvynas.

**E - Vidurio ir šiaurės Lietuvos moreninių žemumų sritis:**

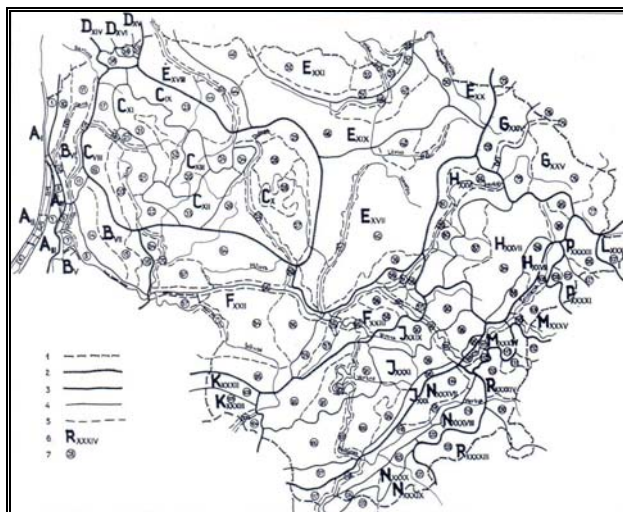
E<sub>XVII</sub> Nevėžio moreninė lyguma

E<sub>XVIII</sub> Ventos vidurupio moreninė lyguma

E<sub>XIX</sub> Mūšos - Nemunėlio moreninė lyguma

E<sub>XX</sub> Nemunėlio moreninė lyguma

E<sub>XXI</sub> Žiemgalos (Ziemgalės) moreninė lyguma.



48 pav. Geomorfologinis rajonavimas  
(P. Kavaliauskas)  
(Galvydytė, Kavaliauskas, 2003).

**F - Pietvakarių Lietuvos limnoglacialinės lygumos sritis:**

- F<sub>XXII</sub>. Nemuno žemupio limnoglacialinės lyguma
- F<sub>XXIII</sub>. Neries žemupio limnoglacialinės lyguma

**G. Sėlių pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- G<sub>XXIV</sub>. Sėlių moreninė plynaukštė (pakiluma)
- G<sub>XXV</sub>. Sėlių moreninis kalvynas

**H. Aukštaičių pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- H<sub>XXVI</sub>. Aukštaičių moreninė - fluvioiglacialinė plynaukštė (pakiluma)
- H<sub>XXVII</sub>. Aukštaičių fluvioiglacialinė - moreninė pakiluma
- H<sub>XXVIII</sub>. Aukštaičių moreninis - fluvioiglacialinis kalvynas

**J. Dzūkų pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- J<sub>XXIX</sub>. Dzūkų limnoglacialinė - moreninė plynaukštė (pakiluma)
- J<sub>XXX</sub>. Dzūkų moreninė- fluvioiglacialinė pakiluma
- J<sub>XXXI</sub>. Dzūkų moreninis kalvynas.

**K. Suvalkų (Sūduvių) pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- K<sub>XXXII</sub>. Suvalkų moreninė pakiluma
- K<sub>XXXIII</sub>. Suvalkų moreninis kalvynas

**L. Polocko limnoglacialinės žemumos sritis:**

- L<sub>XXXIV</sub>. Dysnos limnoglacialinė lyguma

**M. Neries - Žeimenos fluvioiglacialinės žemumos sritis:**

- M<sub>XXXV</sub>. Neries erozinis - fluvioiglacialinis paslėnys
- M<sub>XXXVI</sub>. Žeimenos - Vilijos fluvioiglacialinė lyguma

**N. Nemuno - Merkio fluvioiglacialinės žemumos sritis:**

- N<sub>XXXVII</sub>. Merkio fluvioiglacialinė lyguma
- N<sub>XXXVIII</sub>. Rūdininkų fluvioiglacialinė lyguma
- N<sub>XXXIX</sub>. Ūlos - Katros limnoglacialinė lyguma
- N<sub>XXX</sub>. Dzūkijos kontinentinių kopų kalvynas

**P. Švenčionių (Šiaurės Našios) pakraštinių moreninių aukštumų sritis:**

- P<sub>XXXI</sub>. Švenčionių moreninė pakiluma
- P<sub>XXXII</sub>. Ignalinos moreninis kalvynas

**R. Ašmenos (Pietų Našios) senųjų moreninių aukštumų sritis:**

- R<sub>XXXIII</sub>. Lydos moreninė plynaukštė (pakiluma)
- R<sub>XXXIV</sub>. Ašmenos moreninis kalvynas.

2001 m. patikslintą geomorfologinį rajonavimą atliko R. Guobytė, rėmusis A. Basalyko rajonavimo principu, kurio esmė - genetiškai vienalyčių paviršiaus teritorinių vienetų

išskyrimas atsižvelgiant į vienalytiškumo sąlyginumą, t.y. skirtingas vienalytiškumo laipsnis tampa pagrindu skirtingo rango rajonavimo vienietams išskirti.

**A. Baltijos jūros duburio geomorfologinė sritis**

Baltijos jūros pakrantės rajonas  
Kuršių marių duburys

**B. Žemaičių - Kuršo sritis**

Vakarų Žemaičių lyguma  
Vakarų Žemaičių plynaukštė  
Vidurio žemaičių aukštuma  
Vakarų Kuršo aukštuma  
Šiauryčių Žemaičių plynaukštė  
Rytų Žemaičių plynaukštė  
Ventos vidurupio lyguma

**C. Pabaltijo žemumų sritis**

Žiemgalos lyguma  
Mūšos - Nemunėlio lyguma  
Nevėžio lyguma  
Nemuno žemupio lyguma  
Neries žemupio plynaukštė  
Nemuno vidurupio plynaukštė

**D. Paskutiniojo apledėjimo aukštumų sritis**

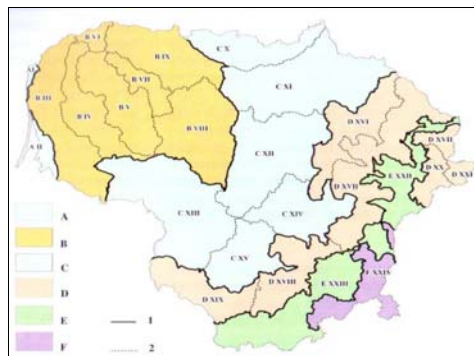
Vakarų Aukštaičių plynaukštė  
Aukštaičių aukštuma  
Dzūkų aukštumos parajonis  
Sūduvos aukštumos parajonis  
Švenčionių - Naročiaus aukštuma  
Dysnos lyguma

**E. Paskutiniojo apledėjimo fliuvioglacialinių lygumų sritis**

Šiauryčių lyguma  
Pietryčių lyguma

**F. Priešpaskutinio apledėjimo aukštumų sritis**

Ašmenos aukštuma



49 pav. Geomorfologinis rajonavimas (Guobytė, 2001).

Paskutinysis bendras abiejų autorių - R. Guobytės ir P. Kavaliausko sudarytas geomorfologinio rajonavimo varijantas paskelbtas naujausiuose enciklopediniuose leidiniuose (Guobytė, 2010). Išskirtos sritys, rajonai, parajoniai.

**A - Baltijos pajūrio žemumos sritis:**

- I. Palangos jūrinė lyguma
- II. Kuršių kopinė nerija
- III. Kuršių marių įduba
  1. Kuršių marių akvatorijos duburys
  2. Kuršių pamario jūrinė lyguma
  3. Nemuno deltos lyguma

**B - Vakarų Žemaičių moreninės lygumos sritis:**

- IV. ŠV Žemaičių moreninė lyguma
- V. PV Žemaičių lyguma
  4. PV Žemaičių limnoglacialinė lyguma
  5. PV Žemaičių moreninė lyguma

**C - Žemaičių sališkos aukštumos sritis:**

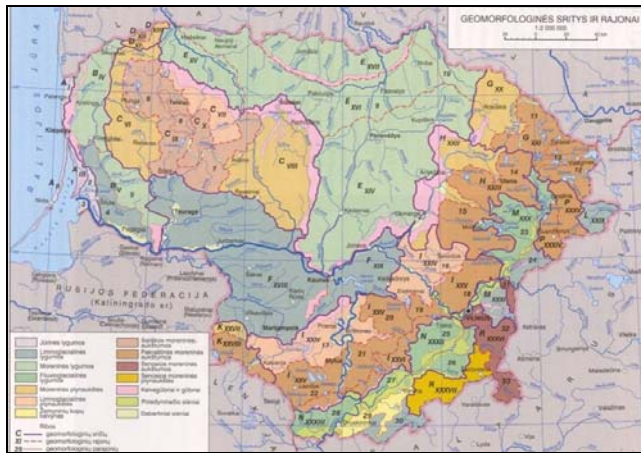
- VI. Vakarų Žemaičių moreninė plynaukštė
- VII. ŠR Žemaičių moreninė plynaukštė
- VIII. Rytų Žemaičių moreninė plynaukštė



- IX. Vidurio Žemaičių kalvynai
  - 6. Vidurio Žemaičių šiaurinis moreninis kalvynas
  - 7. Vidurio Žemaičių pietinis moreninis kalvynas
  - 8. Vidurio Žemaičių fluvioglacialinis duburys
- X. Vidurio Žemaičių vandenskyrinis moreninis kalvynas.

**D - Kuršo (Kurzemės) sališkųjų moreninių aukštumų sritis:**

- XI. Vakarų Kuršo (Kurzemės) vakarinė moreninė plynaukštė
- XII. Vakarų Kuršo (Kurzemės) moreninis kalvynas.
- XIII. Rytų Kuršo (Kurzemės) vakarinė moreninė plynaukštė



50 pav. Geomorfologinės sritys ir rajonai.  
P. Kavaliauskas, R. Guobytė  
(Guobytė, 2010).

**E - Vidurio ir šiaurės Lietuvos žemumų sritis:**

- XIV. Nevėžio moreninė lyguma
- XV. Ventos vidurupio moreninė lyguma
- XVI. Mūšos - Nemunėlio moreninė lyguma
  - 9. Mūšos moreninė limnoglacialinė lyguma
  - 10. Nemunėlio moreninė lyguma
- XVII. Žiemgalos (Ziemgalės) moreninė lyguma.

**F - Pietvakarių Lietuvos limnoglacialinių žemumų sritis:**

- XVIII. Nemuno žemupio limnoglacialinės lyguma
- XIX. Neries žemupio limnoglacialinės lyguma

**G. Sėlių pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- XX. Sėlių moreninė plynaukštė
- XXI. Sėlių moreniniai kalvynai
  - 11. Turmanto moreninis kalvynas
  - 12. Pratkūnų – Rimšės moreninis kalvynas
  - 13. Švento fluvioglacialinis duburys

**H. Aukštaičių pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- XXII. Aukštaičių moreninė - fluvioglacialinė plynaukštė
- XXIII. Aukštaičių moreniniai kalvynai
  - 14. Tauragnų moreninis kalvynas
  - 15. Bijutiškio moreninis kalvynas

**J. Dzūkų pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

- XXIV. Dzūkų limnoglacialinės plynaukštės
  - 16. Neries žemupio limnoglacialinė plynaukštė
  - 17. Nemuno vidurupio limnoglacialinė plynaukštė
- XXV. Dzūkų moreniniai kalvynai
  - 18. Sudervės
  - 19. Trakų
  - 20. Aukštadvario
  - 21. Daugų

22. Seirijų

**K. Suvalkų (Sūduvių) pakraštinės moreninės aukštumos sritis:**

XXVII. Suvalkų moreninė pakiluma

XXVIII. Suvalkų moreninis kalvynas

**L. Polocko limnoglacialinės žemumos sritis:**

XXIX. Dysnos limnoglacialinė lyguma

**M. Rytų Lietuvos žemumų sritis**

XXX. Žeimenos fluvio-glacialinė lyguma

23. Lakajos fluvio-glacialinė lyguma

24. Meros fluvio-glacialinė lyguma

XXXI. Vilijos moreninė – limnoglacialinė lyguma

**N. Dainavos fluvio-glacialinių žemumų sritis:**

XXXII. Vokės fluvio-glacialinė lyguma

25. Rūdininkų fluvio-glacialinė lyguma

Merkio – Šalčios perpustyta fluvio-glacialinė lyguma

XXXIII. Merkio – Nemuno fluvio-glacialinė lyguma

27. Merkio zandrinė lyguma

28. Ančios zandrinė lyguma

29. Dzūkijos kopų kalvynas

30. Ūlos - Katros limnoglacialinė lyguma

**P. Švenčionių (Šiaurės Našios) pakraštinių moreninių aukštumų sritis:**

XXXIV. Švenčionių moreninė pakiluma

XXXV. Ignalinos moreninis kalvynas

**R. Ašmenos (Pietų Našios) senųjų moreninių aukštumų sritis:**

XXXVI. Ašmenos moreninis kalvynas

31. Baravykinės fluvio-glacialinis kalvynas

32. Medininkų moreninis kalvynas

33. Dieveniškių moreninė – fluvio-glacialinė plynaukštė

XXXVII. Lydos moreninė plynaukštė

**Literatūra**

Basalykas A. (1959). Lietuvos TSR reljefo morfogenezės klausimu. Moksliniai pranešimai: Geologija, geografija, T. IX, 57-86.

Basalykas A. (1965). Lietuvos TSR teritorijos fizinio geografinio rajonavimo sutikslinimas. *Lietuvos TSR fizinė geografija*. T. 2., V., 24-32.

Basalykas A. (1981). Geomorfologinis rajonavimas. *Lietuvos TSR atlasas*. M.

Galvydytė D., Kavaliauskas P. (2003). Lietuvos paviršiaus deglaciacijos ir geomorfologinio rajonavimo problema. *Geografija*, T. 39 (2), 5-18.

Guobytė R. (2001). Lietuvos geomorfologinis žemėlapis. *Geologijos akiračiai*, Nr. 3, 23 - 35.

Guobytė R. Geomorfologinės sritys ir rajonai. *Lietuvos gamta*. 16 - 18.