

VILNIAUS UNIVERSITETAS
GAMTOS TYRIMŲ CENTRO
GEOLOGIJOS IR GEOGRAFIJOS INSTITUTAS

DANGUOLĖ KARMAZIENĖ

**VĒLYVOJO NEMUNO APLEDĒJIMO KEIMINIŲ TERASŲ
MORFOGENEZĖ IR JŲ ERDVINĖ SKLAIDA**

Daktaro disertacija
Fiziniai mokslai, fizinė geografija (06 P)

Vilnius, 2014

Disertacija rengta 2007–2011 metais Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos institute.

Mokslinis vadovas:

prof. habil. dr. Algimantas Česnulevičius (Vilniaus universitetas, fiziniai mokslai, fizinė geografija – 06 P)

ĮVADAS	4
1. ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA	7
1.1 Keiminių terasų kilmės samprata.....	7
1.2 Keiminių terasų tyrimai kontinentinio apledėjimo srityse	9
1.3 Keiminių terasų tyrimai Lietuvoje	23
2. TYRIMŲ METODIKA	26
3. LIETUVOS KEIMINIŲ TERASŲ RELJEFAS, JŲ SANDARA IR MEDŽIAGINĖ SUDĖTIS	32
3.1. Limnoglacialinės keiminės terasos	32
3.2. Fliuvioglacialinės keiminės terasos	91
3.3. Mišrios akvaglacialinės keiminės terasos	110
4. KEIMINIŲ TERASŲ SUSIDARYMAS VĖLYVOJO NEMUNO APLEDĖJIMO SRITYJE	122
4.1. Limnoglacialinių keiminių terasų susidarymas	122
4.2. Fliuvioglacialinių keiminių terasų susidarymas	134
5. MORFOGENETINĖ KEIMINIŲ TERASŲ KLASIFIKACIJA	141
IŠVADOS	146
LITERATŪRA	148
PUBLIKACIJOS	165

IVADAS

Vėlyvojo Nemuno (Weichselian) kontinentinio apledėjimo deglaciacijos metu formavosi keiminės terasos, kurios užima svarbią vietą visoje glacigeninio reljefo formų sistemoje. Keiminės terasos Lietuvos teritorijoje yra aptinkamos Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos ledyno paliktame reljefe. Morfologiškai ir morfometriškai jos turi daug panašumo su prieledyninėmis fliuvioglacialinėmis terasomis.

Darbo aktualumas. Paskutiniaisiais metais, vykdant Lietuvos teritorijos geologinį kartografavimą stambiu ir detaliu masteliu, buvo išskirtos keiminės terasos. Iki tol keiminių terasų nuogulos buvo tapatinamos su prieledyninėmis fliuvioglacialinėmis nuogulomis arba limnoglacialinėmis nuosėdomis. Keiminės terasos, Lietuvoje paplitusios Vėlyvojo Nemuno apledėjimo srityje, pasižymi didele morfologijos, genezės ir sandaros įvairove. Tuo tarpu publikuoti tyrimų rezultatai verčia konstatuoti, kad keiminių terasų formavimosi, sandaros ir jų morfogenetinio klasifikavimo klausimams skiriama nepakankamai dėmesio. Publikacijose dažniausiai tik konstatuojama keiminių terasų geomorfologinė padėtis ir aprašomi tik morfologiniai jų požymiai. Lietuvos mokslinėse publikacijose dažniausiai apibūdinamos tik limnoglacialinės keiminės terasos, prisišliejusios prie stambių ledyno pakraščio darinių reljefo formų distalių šlaitų, todėl svarbu identifikuoti ir kitas keimines terasas, jas kartografuoti, atkurti jų susidarymo sąlygas bei sukurti detalią keiminių terasų klasifikaciją, kurios iki šiol dar nebuvo. Keiminės terasos savo morfologija ir morfometrija labai panašios į proglacialines fliuvioglacialines terasas, todėl darbo metu nustatyti esminiai keiminių terasų požymiai yra labai svarbūs ne tik moksliniu požiūriu, bet ir atliekant geologinį kartografavimą.

Tyrimų objektu pasirinktos keiminės terasos, identifikuotos skirtingose orografinėse makroformose. Tirtos keiminės terasos formavosi marginalinėse Baltijos aukštumose ir Žemaičių sališkoje aukštumoje, o taip pat ties faziniais marginaliniais gūbriais.

Duomenų šaltiniai. Disertacijos duomenis autorė sukaupė lauko ekspedicijų metu, vykdydama Lietuvos teritorijos geomorfologinį kartografavimą. Darbe taip pat panaudoti publikuoti literatūros šaltiniai ir duomenys, saugomi Lietuvos geologijos tarnybos Geologijos fonde.

Darbo tikslas. Šio darbo tikslas – ištirti Vėlyvojo Nemuno apledėjimo srityje esančių keiminių terasų paplitimą, jų morfologiją, sandarą, kilmę bei padėti ir sukurti detalią jų klasifikaciją.

Darbo uždaviniai.

- atlikti keiminių terasų morfologijos ir sandaros analizę;
- rekonstruoti keimines terasas sudarančių nuogulų sedimentacijos sąlygas;
- atskleisti keiminių terasų nuogulų ir nuosėdų granulimetrinės sudėties kaitą horizontaliame ir vertikaliame pjūviuose;
- pagrįsti keiminių terasų susidarymo sąlygas atsižvelgiant į ledyno pakraštinės dalies dinamiką;
- sudaryti morfogenetinę keiminių terasų klasifikaciją.

Mokslinio darbo naujumas.

- pirmą kartą pateikiama detali keiminių terasų paviršiaus morfologinė ir morfometrinių charakteristika;
- gauti ir apibendrinti duomenys apie terasų sandarą;
- pirmą kartą detaliai ištirta limnoglacialinių terasų nuosėdų granulimetrinė sudėtis;
- nustatyti morfologiniai skirtumai tarp keiminių fliuvioglacialinės ir limnoglacialinės kilmės terasų;
- apibrėžtas keiminių terasų susidarymo mechanizmas Vėlyvojo Nemuno apledėjimo metu;
- nustatyti keiminių terasų paplitimo erdviniai dėsniniai;
- sukurta Lietuvos keiminių terasų morfogenetinė klasifikacija.

Ginami teiginiai.

- Keiminės terasos yra savarankiškos ledyninio reljefo formos, priskiriamos pakraštiniams dariniams.

- Keiminių terasų nuogulų ir nuosėdų susidarymas vyko supraglacialinėje ir terminoglacialinėje subaplinkose.
- Keiminių terasų morfologijos, morfometrijos, sandaros, nuogulų struktūros ir tekstūros įvairovę lėmė sedimentacijos sąlygų skirtumai.
- Fliuvioglacialinės ir limnoglacialinės kilmės keiminių terasų sedimentacijos sąlygų įvairovę apsprendė ledyno ir atskirų ledo blokų pakraščio padėtis stambių reljefo formų atžvilgiu bei ledyno tirpsmo vandens hidrodinamika.

Praktinė darbo reikšmė. Atlikti tyrimai svarbūs fundamentiniu aspektu, nusakantys skirtingų keiminių terasų morfogenetinius tipus, jų sandarą ir paleogeografines susidarymo sąlygas Vėlyvojo Nemuno ledyno deglaciacijos metu. Darbo duomenys gali būti panaudoti kituose regionuose sprendžiant analogiškų formų susidarymo problemas. Šie tyrimai svarbūs praktiniu aspektu, kadangi keiminių terasų nuogulos ir nuosėdos yra statybinių naudingųjų iškasenų (žvyras, molis) resursai. Disertacinio darbo rezultatai gali būti naudojami paleogeografinių sąlygų rekonstrukcijai, taip pat gali būti pritaikomi teritorijos planavimui.

Darbo rezultatų aprobavimas. Darbo tema paskelbti ir publikuoti 2 straipsniai periodiniuose mokslo leidiniuose, turinčiuose citavimo rodiklį (WEB of Knowledge Thomson Reuters) ir 6 kituose recenzuojamose moksliniuose leidiniuose. Darbo metu gauti rezultatai buvo pristatyti 8 tarptautinėse mokslinėse konferencijose ir lauko simpoziumuose, kurių metu tyrimų rezultatai ir kai kurios išvados buvo paskelbtos tezių rinkiniuose.

Disertacijos struktūra ir apimtis. Darbą sudaro įvadas, 5 skyriai, išvados, literatūros sąrašas, autorės publikacijų sąrašas. Darbo apimtis – 167 puslapiai. Tekste pateikta 88 paveikslai ir 1 lentelė. Literatūros sąraše 173 bibliografiniai pavadinimai.

Padėka. Autorė nuoširdžiai dėkoja visiems, kurie tiesiogiai ar kitais būdais padėjo ruošiant šią disertaciją. Autorė dėkoja mokslinio darbo vadovui prof. habil. dr. Algimantui Česnulevičiui už nuoširdžią pagalbą ir vertingus patarimus rašant šį darbą.

1. ANKSTESNIŲ TYRIMŲ APŽVALGA

1.1 Keiminų terasų kilmės samprata

Keiminėmis terasomis, susidariusiomis kalnų ledyno pakraščio zonoje, imta domėtis XIX amžiaus pabaigoje. Britų tyrėjas T. F. Jamieson buvo pirmasis, aiškinęs tokių terasų kilmę. Jų susidarymą jis susiejo su kalnų ledynų veikla (Jamieson, 1874). 1893 metais buvo aprašytos kalnų ledynų nuogulos, ledo tirpsmo vandenų suneštos palei ledyno pakraštį. Ledynui ištirpus šių sąnašų sankaupos sudarė akumuliacines terasas (Russell, 1893). R. D. Salisbury šiuos darinius pavadino keiminėmis terasomis (Salisbury, 1894). Šiuo metu keiminės terasos kalnų apledėjimo srityse traktuojamos kaip ledyno tirpsmo vandens srautų paliktos sluoksniuotos nuogulos, susidariusios tarp ledyno pakraščio ir kalnų šlaito (Doll, 1970; Charlesworth, 1928; Klimaszewski, 1960; Szupryczyński, 1963). Ledynui ištirpus, šios nuogulos formuoja akumuliacines terasas. Dabartinė keiminė terasa savo forma ir dydžiu iš esmės nesiskiria nuo pirminės formos. Terasos išsidėsčiusios simetriškai abiejose slėnio šlaito pusėse ir yra nuolaidžios srauto tekėjimo kryptimi. R. F. Flintas mini keiminų terasų serijas, t.y. jos gali būti išsidėsčiusios viena žemiau kitos. Tokiais atvejais terasos atspindi pakitusią srauto padėtį, susidariusią sumažėjus ledyno storiui (Flint, 1957). Vėlesniame šio tyrėjo darbe pabrėžiama, kad nuo fliuvialinių terasų keiminės terasos skiriasi tuo, kad jos neužpildo slėnio ir daug rečiau išplitusios negu dabartinės upių terasos (Flint, 1971).

Skirtingi autoriai labai panašiai apibūdina keimines terasas. 1973 metais išleistame „Geologiniame žodyne“ (Геологический словарь, 1973), aiškinant termino „keimai“ morfologiją ir genezę, „keiminės terasos“ minimos kaip keimų atmainos, jas interpretuojant kaip keimus, kurie formavosi dideliuose ledyniniuose ežeruose. Panašiai keiminė terasa apibrėžiama ir kituose šaltiniuose. Pavyzdžiui, „keiminė terasa – akumuliacinė terasuota reljefo

forma, plokščia arba banguota-daubota, susidariusi tarp šlaito ir negyvo ledo luistų, dažnai su glaciokarstinėmis dubėmis“ (Райкас, Кошт, 1978).

1978 metais išleistame „Geologijos žodyne“ keiminė terasa apibrėžiama kaip paviršiaus plotas, suformuotas limnoglacialiniame baseine susikaupus sluoksniuotoms smėlingoms nuosėdoms, kuriam būdingas savitas reljefas. Proksimali terasos dalis, įprastai prišlieta prie moreninės aukštumos, turi plokščią paviršių su retomis daubomis. Distaliam keiminės terasos pakraščiu būdingas kalvotas reljefas su kupolo pavidalo kalvomis, daubomis ir kloniais, kurie už keiminės terasos ribų pereina į erozinius slėnius. Keimų kalvos, supančios terasą, niekada nebūna aukštesnės už keiminės terasos paviršių. Kartais terasos briauna stati ir aiškiai išreikšta – tokiais atvejais tai ledo kontakto šlaitas (Геологический словарь, 1978).

Pagal J. W. Hawley ir R. B. Parsons, keiminė terasa – tai pylimo pavidalo terasa, sudaryta iš stratifikuoto smėlio ir žvirgždo nuogulų, kurias ledo tirpsmo vandenys suklojo tarp tirpstančio ledyno ir aukštesnio slėnio šlaito arba šoninės morenos. Terasos baigė formotis visiškai sutirpus ledynui. Keiminėse terasose paprastai daug glaciokarstinių dubių ir jos turi nesimetrišką ledo kontakto šlaitą (Hawley, Parsons, 1980).

Enciklopediniame geologijos terminų žodyne (Enciklopedinis..., 2009) keiminė terasa suprantama kaip kalvota aikštelė, sudaryta iš sluoksniuoto smėlio, žvirgždo ir gargždo, kuriuos suklojo ledyno tirpsmo vandenys tekėję tarp tirpstančio ledyno pakraščio ar negyvo ledo luistų prie ledyno slėnio arba šoninės ar kraštinės morenos stataus šlaito. Greta fliuvioglacialinės keiminės terasos aiškinimo pažymima, kad didelių limnoglacialinių baseinų pakraščiuose ledyno tirpsmo vandenų suklotas smėlis sudaro limnoglacialines keimines terasas.

Keiminės terasos, atpažintos XIX a. pabaigoje, turi bendrus bruožus tose vietovėse, kur nykstantis ledas dengė skirtingas reljefo formas. Keiminės terasos, slūgsančios skirtinguose lygiuose, yra geriausiai išlikusios tuose regionuose, kur paskutiniojo apledėjimo metu buvo paplitę ledo skydai ir ledo kepurės (ang. *inland-ice-cover*). Keiminių terasų yra Šiaurės Amerikoje (Flint,

1928; 1929), Britų salose (Charlesworth, 1928; Sisson, 1958) ir Baltijos regione (Саммет, 1961). Jos tiesiogiai įrodo senųjų ledynų egzistavimą.

1.2. Keiminių terasų tyrimai kontinentinio apledėjimo srityse

Pleistoceno apledėjimų metu Europos žemyne keiminės terasos formavosi senųjų – Žemaitijos (Saalian, Odros), Medininkų (Warthian, Vartos, Sožos) ir paskutiniojo – Nemuno (Weichselian) apledėjimų zonos.

Seniausios keiminės terasos buvo aptiktos Lenkijoje Sudetų kalnuose ir Mažosios Lenkijos aukštumoje.

Sudetų kalnuose tyrinėtose terasose susidariusios tirpstant Odros (Saalian) ledynui (Dumanowski, 1961; Gilewska, 1963; Jahn, 1960; 1963; Walczak, 1957; 1969). Terasos yra skirtinguose absoliučiuosiuose aukščiuose ir paplitusios tiek ties maksimalia apledėjimo riba, tiek ties atskirų nuledėjimo etapų ribomis. Išskiriami trys keiminių terasų tipai: slėnių, perėjų ir prieškalnių terasos. Pirmųjų susidarymas siejamas su aktyviu ledyno etapu, kai ledynas užpildė slėnį, bet nesiekė kalnagūbrio keteros. Keiminės terasos buvo aptiktos Bobro upės slėnyje (Walczak, 1957; 1969; Jahn, 1969), Kačavos intakų kalnų slėniuose bei Bardo ir Šventojo Kryžiaus kalnuose (Lindner, 1971).

Bobro upės slėnio apylinkėse keiminės terasos nuogulas suklojo prieledyniniai srautai, tekėję išilgai ledyno plaštakos pakraščio (Pisarska-Jamrózy *et al.*, 2010). Virš upės vandens lygio terasa iškilusi 25-27 m. Terasos nuogulose išskirtos penkios litofacijos. Sudarytas keturių stadijų terasos susidarymo modelis. Nustatyta, kad didžioji terasos nuogulų dalis buvo suklota galingų tirpsmo vandens srautų, klaidžiojusių ledyno pakraščio ir slėnio šlaito apribotame plote. Antrojo tipo keiminės terasos susidarė ledyno maksimalaus išplitimo metu, kai fliuvioglacialinės nuogulos užpildydavo tarpus tarp keturų pažemėjimų ir ledyno liežuvių. Trečiojo tipo terasos formavosi deglaciacijos metu, kai ledynas Sudetų kalnuose tirpo, o jo pakraštys liko priekalnėse. Nuledėjimo metu vyravo arealinė, o ne frontinė deglaciacija (Jahn, 1969).

Keiminės terasos aptiktos taip pat ir Odros ledyno nuogulų išplitimo zonoje Mažosios Lenkijos aukštumoje, Vartos ir Lisvartos upių baseinų aukštupiuose (Doktorowicz-Hrebicki, 1935; Gilewska, 1963; Klimek, 1962; 1965; Walczak, 1957).

Vartos apledėjimo metu Mažosios Lenkijos aukštuma nebuvo apledėjusi, ledyno pakraštys stovėjo ties šiauriniais aukštumos šlaitais. Tik ledo liežuviai buvo išliaužę į depresijas. Vyraujant arealinei deglaciacijai, susiformavo trijų tipų keiminės terasos. Pirmojo tipo keiminės terasos sudarytos iš fliuvioglacialinių arba limnoglacialinių nuogulų. Charakteringas jų morfologijos bruožas – ledo kontakto šlaitas ir moreninės medžiagos pylimai ties keiminės terasos briauna. Dažniausiai šios terasos aptinkamos nedidelių baseinelių pakrastyje arba greta marginalinių recesinių darinių. Antrojo tipo keimines terasas formuoja fliuvioglacialinės nuogulos, o trečiojo tipo terasas sudaro gerai išrūšiuotos limnoglacialinės nuosėdos. Ledynui tirpstant, tarp Vyslos ir Bugo upių, piečiau Varšuvos (Plutų, Goistchoržo ir Lenčnuvkos apylinkėse), formavosi keiminės terasos (Terpiłowski, 2007). Jas sudaro daugiausia fliuvioglacialinės smėlingos nuogulos.

Į vakarus nuo Gardino piečiau Ratničų vietovės keiminės terasos susiformavo Sožos (Saalian) apledėjimo zonoje (Вальчик и др., 1990; Карабанов, 1987). Fliuvioglacialinės keiminės terasos suklotos iš 5-6 m storio smėlio-žvirgždo nuogulų.

Vidurinio pleistoceno apledėjimų srityse keiminės terasos aptiktos kalnų papėdėse centrinėje Vokietijos dalyje. Stambi terasa 15 km tęsiasi išilgai Vėzerio upės vidurupio. Jos plotis – 2,0-4,5 km, sudaryta iš smėlio ir žvyro (Woldstedt, 1961; Ehlers, 1994).

Pietvakarinėje Velso dalyje Pembroksire aptikta terasa pagal terasos morfologinę charakteristiką ir vidinę sandarą vadinama keimine terasa, kurią suformavo Airijos ledynas paskutiniojo ledynmečio metu (John, 1972). Keiminė terasa tęsiasi iš šiaurės į pietus per Dole pusiasalį. Ties Mulok Bridžu terasa sudaryta iš fliuvioglacialinių nuogulų – smėlio ir žvyro, jos ilgis yra 1,3 km, plotis – 280 m. Žvyringose Mulok Bridžo terasos nuogulose karjere

aptikti sluoksniai su gausiomis jūrinių moliuskų liekanomis. Geldelėmis prisotintas sluoksnis slūgso arti paviršiaus – iki 1,8 m gylio.

Škotijoje keiminės terasos yra dažnos, daugumą jų suformavo tekantys ledyno tirpsmo vandenys. Terasos formavosi išstostose depresijose tarp ledyno pakraščio ir gretimų kalvų šlaitų bei išilgai ledyno marginalinių darinių. Dažniausiai tai fliuvioglacialinės, bet kai kurios – limnoglacialinės kilmės. Kairngormso limnoglacialinę keiminę terasą sudaro horizontaliai sluoksniuoto aleurito ir smėlio nuosėdos, primenančios varvas (Hall, 2002; Brazier *et al.*, 1998). Nuosėdose aptinkama iš plaukiojusių ledkalnių ištirpusių apvalainukų (ang. *drop stone*).

Ties marginalinėmis aukštumomis keiminės terasos aptiktos Rytų Lotiane ir Linkolnširo pietuose (Sissons, 1958).

Ramer Kliaugo apylinkėse fliuvioglacialinių keiminių terasų serija susiformavo giliame (60 m gylio) ledo tirpsmo vandens klonyje. Ramer Kliaugo tirpsmo vandens nuotėkio klonis kartu su keiminėmis terasomis ir ozu yra fliuvioglacialinio drenažo sistemos dalis (Gordon, 1993; Sissons, 1958).

Torveano apylinkėse tirpstantys paskutiniojo Vėlyvojo Devensiano ledyno vandenys, apytikriai prieš 14 000-13 000 metų, suformavo eilę išpūdingų fliuvioglacialinio reljefo formų (keiminių terasų, ozų, keimų, glaciokarstinių dubių ir upių terasų). Tyrėjų darbuose analizuojama glacigeninės drenažo sistemos evoliucija ir sedimentacinė aplinka Vėlyvojo Devensiano ledyno deglaciacijos metu (Gordon, 1993; Firth, 1984). Puikūs slėninio tipo keiminių terasų pavyzdžiai yra ties Loch Etivo ežeru ir Eteridže Škotijos kalnyne ištyrinėtos terasos. Nustatyta, kad Loch Etive terasa susidarė Loch Lomondo stadialo metu (10 000-11 000 B.P.), kai nuo Rannoch Moor ledyno į vakarus fiordo link leidosi ledo tėkmė. Panaši situacija formuojantis keiminėms terasoms buvo ir ties Loch Kreranu, Loch Linu, Loch Šeliu ir Loch Moraro ežerais (McCann, 1961; 1966; Peacock, 1970; 1971; Gray, 1975; 1993; 1995; Thorp, 1986). Loch Etivo ežerą iš šiaurės ir pietų pusių supa 47 atskiros keiminės terasos arba jų segmentai. Terasos yra skirtingo dydžio, pasvirusios ežero link, kai kurių terasų absoliutusias aukštis kinta nuo 12 m distalioje dalyje

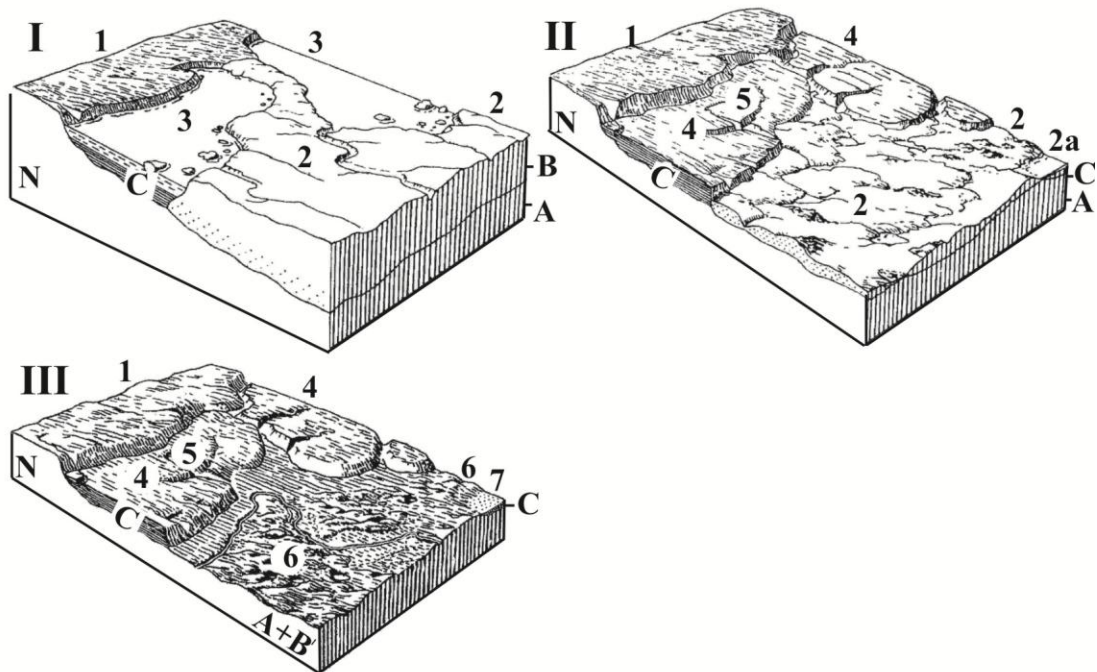
iki 25 m proksimalioje pusėje. Išsiskiria didžiausia keiminė terasa (plotas – 4 km²) – ją iš paviršiaus dengia 2 m storio durpių sluoksnis. Šios terasos paviršius nėra visiškai lygus, jį kerta keletas nuotėkio klonių ir įspūdingos 350 m skersmens ir 25 m gylio glaciokarstinės dubės. Škotijoje aptiktos keiminės terasos daugiausia sudarytos iš prastai išrūšiuoto smėlio ir žvyro nuogulų, jose kartais aptinkama aleurito ir mikrosluoksniuoto molio linzių bei tarp sluoksnių. Terasų papėdėje tai vienur, tai kitur aptikti nedideli ozai. Šios formos, esančios žemiau keiminės terasos lygio, yra indikatorius, leidžiantis atskirti keiminę terasą nuo prieledyninės fluvio-glacialinės terasos (Gray, 1991).

Keiminės terasos paplitusios vakarinėje Europos dalyje, kuri buvo padengta paskutiniojo apledėjimo Baltijos ledyninės tėkmės. Fiūno salos pietvakarinėje dalyje (Belto ledyninė plaštaka) Sonderby klife atsidengia Weichselian amžiaus keiminės terasos nuogulos (Schwan, Van Loon, 1979). Terasos padė slūgsančią dugninę moreną dengia stratifikuotos fluvio-glacialinės nuogulos su glaciodeformacijų požymiais. Terasos paviršius vietomis su sliuogo facijos morenos danga. Ant keiminės terasos paviršiaus „užkrautas“ pailgos formos keimas-volas, kuris neturi „šaknų“. Traktuojama, kad keiminė terasa ir paviršinis keimas-volas susidarė Belto ledyno stadijos dviejų osciliacijų, sekusių viena po kitos, metu.

Fiūno salos vidurinėje dalyje, į pietryčius nuo Arupo miesto, aptiktas reljefas tapatus keiminės terasos reljefui (Schwan *et al.*, 1980). Terasa yra koncentriškos formos plato (skersmuo apatinėje dalyje – 1,8 km) su išgaubta esančia 90 m aukščiau jūros lygio viršūne. Terasuotos pašlaitės aukštis – 80 m. Terasos pjūvyje išskirti trys sluoksniai. Apatinį ir viršutinį sluoksnius sudaro stratifikuotos limnoglacialinės nuosėdos, o jas skiria žvirgždo-gargždo nuogulų sluoksnis.

Visenbjergo apylinkėse (Fiūno sala) aptiktos terasinės pakilumos, viena puse prišlietos prie aukštumos, o iš kitų trijų pusių apribotos žemumomis (Schou, 1949). Pakilumos iš viršaus suklotos iš molio. Tokios reljefo formos vadinamos konsolės pavidalo plokščiomis kalvomis (dan. *konsolbakker*), (ang.

konsole flat hills). Šios reljefo formos susidarė vėlyvoje ledyno deglaciacijos fazėje (tirpstant negyvam ledui) tarp negyvo ledo, kuris gulėjo pažemėjimuose ir aukščiau esančio reljefo (1.2.1 pav.).



1.2.1 pav. Molingų terasų (dan. *konsolbakker*) genezė Visenbjergo apylinkėse, Fiūno sala, Danija (Schou, 1949):

Blokdiagrama: ilgis – 2 km, plotis – 1,5 km. Kryptis: Š – P.

I. Ledyninio ežero stadija: 1 – moreniniai dariniai; 2 – ledyno paviršius; 3 – ledyninis ežeras su plaukiojančiais ledkalniais; A – morena; B – ledynas; C – ledyninio ežero molis.

II. Stadija ištekėjus ledyniniam ežerui: 2 – morena, prisotinta negyvo ledo luistų; 2a – prieledyninis ežeras; 4 – dugno nuosėdos, ištekėjus ledyniniam ežerui; 5 – griovos, susiformavusios ištekant ledyninio ežero vandenims. Vanduo tekėjo negyvo ledo paviršiumi.

III. Dabartinė stadija: 1 – aukštesnio lygio moreninis plato; 4 – plokščios kalvos – ledyninio ežero dugnas; 5 – griovos; 6 – kalvoti moreniniai dariniai su ežeringais duburiais, pelkėmis ir slėniais; 7 – prieledyninio ežero lyguma; B' – sliuogo facijos morena.

Vokietijoje, piečiau Kylio tarp Einfeldo ir Bliumentalio vietovių (Odroso ledyninė plaštaka) keiminės terasos suformuotos greta ledo tirpsmo vandenų nuotėkio klonių. 11 km ilgio ir kelių šimtų metrų pločio keiminė terasa sudaryta iš 5-8 m storio smėlingų-žvyringų nuogulų (Stephan, Ehlers, 1983).

Paskutiniojo apledėjimo Lešno – Pomožės (Leszno-Pomorze) stadijos ledyno palikto Zielionos Guros gūbrio (vakarų Lenkija), šiauriniame šlaite tarp Senojo Kišelino ir Zavados vietovių keiminės terasos plyti skirtinguose lygiuose: 175, 150, 135, 110, 95 ir 70 m aukščiau jūros lygio (Gontaszevska, Kraiński, 2007; Kotowski, Kraiński, 1998a; 1998b).

Aukščiausioji –175 m absoliučiojo aukščio terasa suklotą iš smulkaus ir vidutinio smėlio. Jos plotis neviršija 250 m. Terasos nuogulų, tirtų TL metodu Gdanskio universiteto laboratorijoje, amžius – $20,8 \pm 3,1$ ka (Kotowski, Kraiński, 1998c). Analogiškos morfologijos yra terasa, plytinti 150-ties metrų absoliučiajame aukštyje. Terasos, plytinčios 135-ių metrų abs. aukštyje Zielionos Guros gūbrio šiauriniame šlaite, plotis – daugiau nei 3 km. Ją sudaro smulkus ir vidutinis smėlis, aleuritingas bei smėlingas molis.

Tos pačios stadijos keiminė terasa nustatyta Vojnovos miestelio apylinkėse į rytus nuo Torūnės miesto, centrinė Lenkija (Olszewski, 2000). Terasos papėdėje tęsiasi rina, kurios link pasvirusi terasa. Savo sandara terasa yra limnoglacialinė, sudaryta iš smėlingų, aleuritingų ir molingų nuosėdų, kurių storis – 8-10 m. Pjūvyje pastebėtos atskirų sluoksnių plastinės deformacijos ir sprūdžiai.

Nidzicos plynaukštėje Gžebosko ir Janovos apylinkėse Narevo žemupyje keiminės terasos formavosi irgi degraduojant Lešno – Pomožės ledynui (Falkowska, 2009). Terasos čia dviejų lygių: žemesnio ir aukštesnio. Tiek žemesnio, tiek aukštesnio lygio keiminės terasos dabartiniame reljefe aptiktos tarp pažemėjimų, kuriuose gulėjo negyvo ledo luistai, ir plynaukštės. Terasų sandaroje vyrauja įvairus smėlis (Falkowska, 2008).

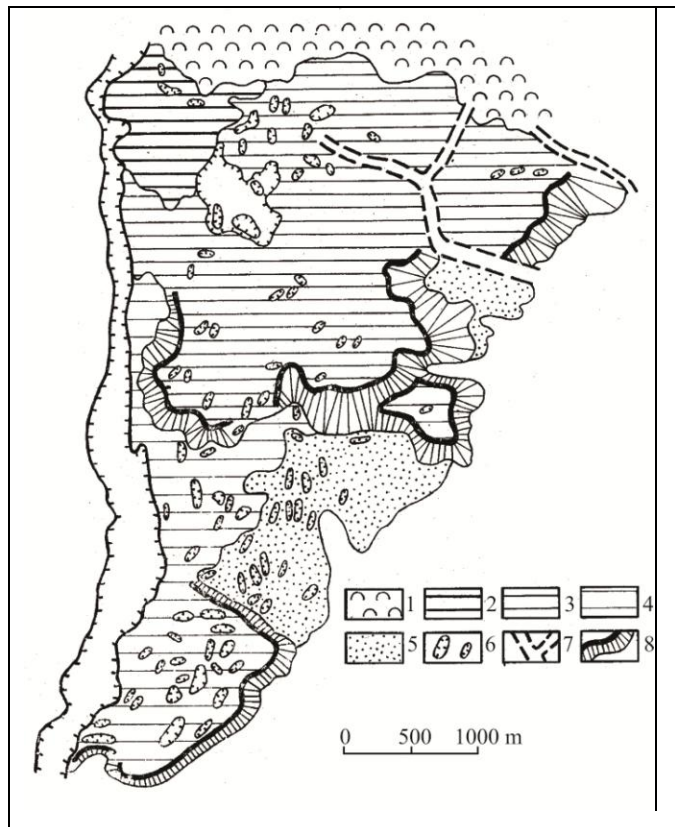
Baltijos (Pomeranijos, Pomorska) ledyno Rytų Baltijos tėkmės Kuršių plaštakos ledo suformuotos keiminės terasos aptiktos šiaurės rytinėje Lenkijoje Mozūrijos Didžiųjų Ežerų rajone Paprotki apylinkėse (Falkowska, 2009). Išskirtos trijų tipų terasos. Pirmojo tipo keiminės terasos Denbruvkos apylinkėse formavosi palei uždurpėjusių pažemėjimų pakraščius, jos suklotos iš smulkaus smėlio. Šio tipo terasas vieni autoriai interpretavo kaip suklostytas prieledyninių ledo tirpsmo vandenų fluvio-glacialines lygumas (Słowański,

1971), kiti jas tapatino su zandrinėmis lygumomis (Lisicki, 2001). Antrojo tipo keiminėms terasoms būdinga įvairesnė morfologija ir nuogulų litologinė sudėtis (kintančia nuo smėlio iki molio). Terasos susidarė tarp negyvo ledo ir aukštumos. Didžiausia morfologinė įvairovė būdinga trečiojo tipo terasoms, kurios atsekamos rininių ežerų apyežeriuose. Jos sudarytos iš smėlingų nuogulų.

Šiaurinėje Baltarusijos dalyje (Astravo-Svirės ledyninis liežuvis) eilė keiminių terasų susiformavo Svirės, Soročansko, Glubelsko, Soro ir kituose ledo tirpsmo vandens nuotėkio kloniuose (Комаровский, 2009; Матвеев, 1988). Keiminės terasos, keimai ir ozai aptikti šių klonių dugne greta ežeringų ir pelkėtų duburių. Svirės nuotėkio klonyje keiminės terasos ties klonio šlaitu tęsiasi siaurais fragmentais, jas sudaro horizontaliai ir įkypai sluoksniuotos fliuvioglacialinės nuogulos. Soročansko nuotėkio klonyje, kurio dugnas įsigilinęs į Sožos ledyno moreną, keiminės terasos šliejasi prie aukštesnio rytinio šlaito. Terasos išsidėsčiusios 145 m, 142 m ir 138 m absoliučiajame aukštyje. Terasų plotis – 25-60 m, santykinis aukštis atitinkamai yra 15, 12 ir 8 m. Jodi kaimo apylinkėse Soročansko nuotėkio klonio žemutinėje dalyje 10 m pločio ir 5 m aukščio keiminę terasą formuoja juostuotieji moliai. Glubelsko nuotėkio klonyje smėlingos keiminės terasos formavosi klonio žemutinėje dalyje. Plotis – 50 m, santykinis aukštis – 8-10 m. Soro nuotėkio klonio žemutinėje dalyje terasas formuoja horizontaliai, banguotai ir įkypai sluoksniuotas smulkus ir smulkutis smėlis.

Vidžemės aukštumoje (Latvija) keiminės terasos paplitusios tiek aukštumos centrinėje, tiek ir aukštumos periferinėje dalyse (Аболтыньш, 1971; Аболтыньш *u др.*, 1976; Страуме, 1979). Jankalnės apylinkėse keiminę terasą sudaro keletas terasinių lygių (Страуме, 1979). Srauto tekėjimo kryptimi kinta keiminės terasos fliuvioglacialinių nuogulų sudėtis nuo įkypai sluoksniuotų smėlio-žvirgždo nuogulų iki smulkaus smėlio (1.2.2 pav.).

Vidžemės aukštumos keiminės terasos suklasifikuotos pagal morfologinį tipą, genetinį ryšį su glacialiniu makroreljefu, suskirstytos pagal vidinę sandarą, išskirta vieno ir kelių lygių terasos (Daušans *et al.*, 2011).



1.2.2 pav. Jankalnės
keiminės terasos
geomorfologinė schema
(Страуме, 1979):

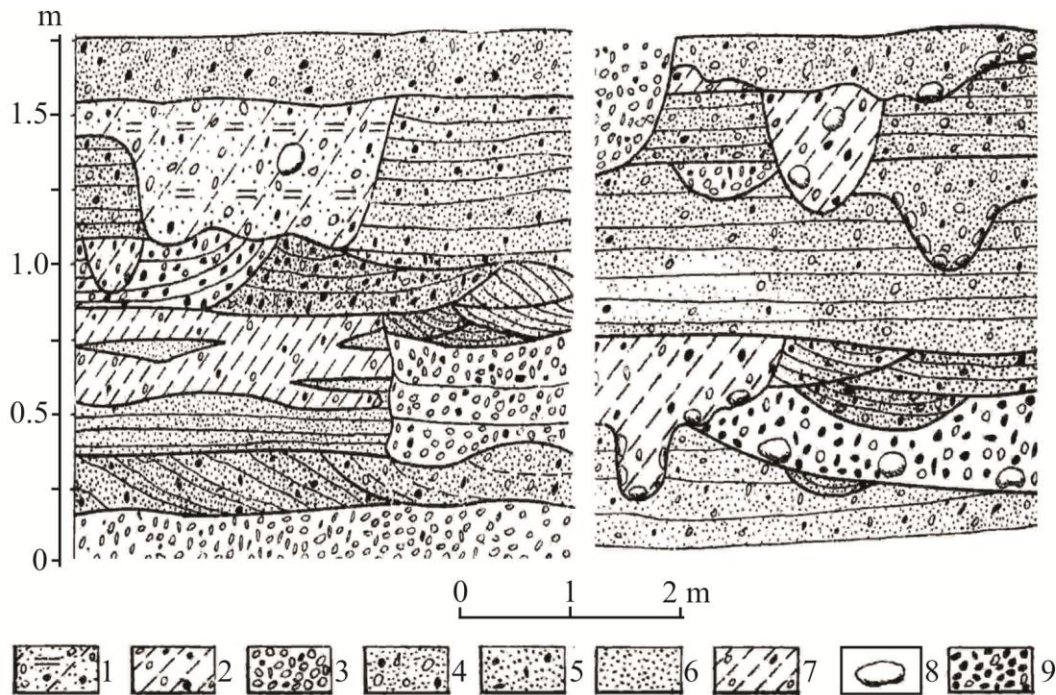
1 – Vidžemės aukštumos centrinės dalies kalvotas reljefas; 2-5 – keiminės terasos lygiai: (aukščiausias, aukštas, vidurinis, žemas); 6 – glaciokarstinės dubės; 7 – nuotėkio klonis; 8 – ledo kontakto šlaitas.

Optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu nustatytas absoliutusis nuogulų amžius rodo, kad Vidžemės aukštumoje (Smecerės Silso apylinkėse) aukštesniojo lygio keiminių terasų nuogulos sedimentaciniame baseine kaupėsi tarp 26,8 ir 19,6 tūkst. metų, o terasa Lodesmuižos apylinkėse susiformavo tarp 14,5 ir 9,85 tūkst. metų (Raukas *et al.*, 2010). Vidžemės aukštumoje esančių žemesniojo lygio terasų nuogulų amžius, nustatytas OSL metodu, yra 16,9 tūkst. metų (Daukšans *et al.*, 2011).

OSL metodu datuotos ir keiminės terasos nuogulos, suklotos Vidurio Lietuvos fazės pakraštinių darinių distalioje pusėje Sventės apylinkėse. Jų amžius – 10,6 ir 6,2 tūkst. metų (Raukas *et al.*, 2010).

Alūksnės aukštumoje (Rygos ledyninė plaštaka) keiminės terasos aptiktos aukštumos vakarinėje dalyje greta Žagato gyvenvietės (Аболтыньш и др., 1976). 7 km ilgio ir 2,5 km pločio terasa plyti 150-160 m absoliučiajame aukštyje. Latgalės aukštumos šiauriniame šlaite (Čudo ledyninė tėkmė, Rytų Latvijos plaštaka) tarp Nautrėnų ir Strūžanų atsekama 0,7 km pločio keiminė terasa, slūgsanti 125-140 m absoliučiajame aukštyje (Мейронс, 1975). Terasa

žemėje Rytų Latvijos žemumos link. Banguotą terasos paviršių komplikuoja glaciokarstinės dubės ir reti keimai. Sluoksniuotas smėlio-žvirgždo-gargždo nuogulas, sudarančias keiminę terasą, kerta daugybė 0,2-0,5 m gylio įrėžių, užpildytų stambiaklastine, neretai molinga, medžiaga. Terasos storumėje dažni molingo smėlio ir aleuritingo priemėlio lėšiai bei sluoksniai (1.2.3 pav.).



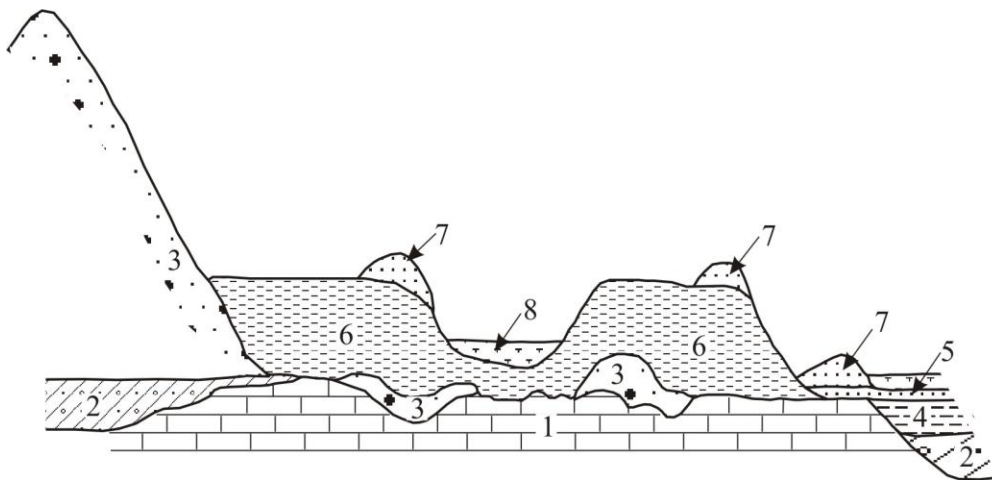
1.2.3 pav. Keiminės terasos sandara Nautrėnų apylinkėse (Мейронс, 1975):

1 – silpnai aleuritingos-molingos žvirgždo-gargždo nuogulos; 2 – stipriai molingos žvirgždo-gargždo nuogulos; 3 – žvirgždo-gargždo nuogulos; 4 – žvirgždingas-gargždingas smėlis; 5 – žvirgždingas smėlis; 6 – smulkus smėlis; 7 – raudonai rudas smėlingas priemėlis su žvirgždo ir gargždo priemaiša; 8 – rieduliai; 9 – žvirgždas ir gargždas.

Degraduojant Rygos ledyninei plaštakai keiminės terasos formavosi ir šiaurinės Estijos teritorijoje, jos aptiktos Metsakiulos, Sildojos, Ussimiagi, Laudisalu, Suursaare ir Sikemėja-Vooze vietovėse. Terasos susijusios su ozais – jos prisišlieja prie ozų Sildojos ir Metsakiulos vietovėse. Kitur keimines terasas nuo ozų skiria išžėsti glaciokarstinės kilmės pažemėjimai (Payкас *u др.*, 1971; Payкас, 1978). Terasų plotis paprastai kinta nuo 10 m iki 50 m (Nėjėruti, Rutkamiaje apylinkės), rečiau – 300-400 m (Pikasarės apylinkės) arba net iki

1000 m (Metsakiulos apylinkės). Terasų paviršiuje dažnos glaciokarstinės dubės (pvz. Vooze apylinkės), kurios išsidėsčiusios lygiagrečiai ozų tįsai.

Prie Jizaku-Iluka ozų grandinės aptikta prigludusi limnoglacialinė keiminė terasa. Terasos pjūvyje kelių centimetrų storio smėlio-aleurito horizontalūs sluoksniai kaitaliojasi su smulkesnės frakcijos – aleuritingomis-molingomis nuosėdomis. Terasa formavosi aktyvaus ir negyvo ledo sandūroje (Ряхни, 1965; Раукас *и др.*, 1971) (1.2.4 pav.).



1.2.4 pav. Jizaku keiminės terasos slūgsojimo sąlygos (Ряхни, 1965):

1 – nelygus pokvarterinis paviršius; 2 – pilka morena; 3 – fliuvioglacialinės smėlio-žvirgždo nuogulos; 4 – varvinis molis; 5 – prieledyninio baseino ir Baltijos prieledyninio ežero smėlis; 6 – aleuritas; 7 – eolinis smėlis; 8 – durpės.

Keiminių terasų, aptiktų Otepės sališkoje aukštumoje greta Tervės miesto (pietinė Estija), nuosėdos datuotos. Aleuritingo smėlio ir smėlingo aleurito amžius nustatytas OSL metodu, byloja, kad jos susikaupė tarp 49,4 ir 26,2 tūkst. metų (Raukas *et al.*, 2010).

Valdajaus aukštumoje, Dauguvos ir Dniepro tarpupyje (Ladogos ledyninė tėkmė, Lovatės plaštaka), keiminės terasos sietinos su ledo tirpsmo vandenų nuotėkio kloniais (Фаустова, Чеботарева, 1969; Чеботарева, Фаустова, 1969; Фаустова, 1972; Чеботарева, 1972). Kai kuriuose kloniuose yra dabartinių upių slėniai. Smolensko srityje, netoli Mikulino gyvenvietės esantis nuotėkio klonis iš kitų šiose apylinkėse aptinkamų klonių sistemos išsiskiria savo dydžiu: jo gylis – 20-30 m, plotis nuo 1,2-1,5 km centrinėje

dalyje, iki 3 km šiaurės rytinėje ir 7-8 km – vakarinėje. Nuosruvos klonio dugne tęsiasi pertraukta ozų grandinė, klonio dugne prateka Rutavičės upė. Tarp daugybės reljefo formų, paliktų Valdajaus ledyno, Mikulino nuotėkio klonio abiejose pusėse skirtinguose lygiuose aptiktos ir keiminės terasos. Aukščiausio lygio keiminės terasos plyti 210-205 m, vidutinio – 205-200 m, žemiausio – 200-185 m aukštyje virš jūros lygio. Terasos nuo kelių dešimčių iki kelių šimtų metrų pločio, jų paviršius banguotas, dominuoja rupios smėlingos nuogulos. Terasos šlaito kontūras nelygus, banguotas. Netoli terasos šlaito neretai išsidėsčiusios taisyklingos formos kalvos – keimai, sudaryti iš vidutinio ir žvirgždingo smėlio.

Lovatės plaštakai traukiantis iš Lugos aukštumos (Šiaurės Lietuvos ledyno fazė), keiminės terasos formavosi aukštumos centrinėje dalyje ir šiaurės vakariniame jos šlaite, Pliusos ir Želčios upių tarpupyje (Саммет, 1961; Баканова и др., 1969; Баканова, Малаховский, 1972; Малаховский, 1979). Centrinėje aukštumos dalyje esančios terasos ištįsusios meridianine kryptimi, jų paviršius plokščias ir silpnai banguotas. Keiminių terasų, susiformavusių palei Lugos aukštumos šiaurės vakarinį šlaitą, paviršius sudėtingas, suskaidytas įvairių procesų. Prie terasų šlaitų prišlieti keimai, kurie formavosi vėlesniame terasų raidos etape. Reikia pažymėti, jog keiminės terasos ir kalvotas moreninis reljefas yra vienodame absoliučiajame aukštyje. Terasos yra kelių lygių: aukštesnis lygis yra 85-80 m aukštyje virš jūros lygio, žemesnis – 60-55 m. Lugos aukštumos šiaurės vakarinio šlaito keiminės terasos dėl banguoto ir kalvoto paviršiaus panašios į Karelijos sąsmaukoje Jukos, Toksovo apylinkėse, Lembolovsko aukštumos liekaninius plato ir keimines terasas (Баканова и др., 1969).

Karelijos sąsmaukos aukštumoje (Ladogos ledyninė tėkmė) keiminis reljefas terasuotas, o tai sietina su tolygiu ledyninės dangos apmirimu (Бискэ, 1963; Знаменская, 1978). Aukščiausias – 160-140 m absoliučiojo aukščio keiminio reljefo lygis – tai Lembolovsko keiminė terasa, prisišliejusi prie moreninės aukštumos rytinės pusės, t.y. prie Kotovsko plynaukštės. Terasą sudaro įkypai sluoksniuotas vidutinis ir smulkus smėlis su žvirgždo priemaiša

persisluoksniavęs su beveik horizontaliai sluoksniuotu smulkučiu smėliu ir aleuritu. Moreninės dangos terasa neturi. Žemesnė, 130-110 m absoliučiojo aukščio yra Agalatovo keiminė terasa, kuri tęsiasi nuo moreninės aukštumos į pietus ir pietvakarius. Jos paviršius – nuolaidi banguota, daubota lyguma. Terasa sudaryta iš įkypai sluoksniuotų smėlio-žvirgždo nuogulų, kurių storis – 20-25 m. Prie šiaurinės keiminės terasos pusės (netoli Pastero ežero), prigludęs ozas. Viršutiniame keiminės terasos nuogulų sluoksnyje gausu gargždo ir riedulių, dėl to nuogulos panašios į smėlingą-žvirgždingą moreną. Žemiau slūgsančių nuogulų sluoksniuotumas nesuardytas.

Žemiausios keiminės terasos plyti 70-56 m ir 40-38 m absoliučiajame aukštyje. Terasos tęsiasi palei Sankt-Peterburgo – Zelenogorsko plentą iš šiaurės vakarų į pietryčius. Jos fiksuoja Nevos „negyvo“ ledyninio liežuvio pakraštį. Terasas iš pietų pusės riboja statūs (15-30°) šlaitai. Terasų paviršius plokščias, išakytas glaciokarstinių daubų ir dubių, kurios dažniausiai išsidėsčiusios ties proksimalia ir distalia terasos briaunomis. Kai kuriose daubose telkšo ežerėliai, kitos – užpelkėjusios. Nuogulos, sudarančios terasą, nusėdo prieledyniniame ežere, pasitvenkusiam tarp aukštumos ir negyvo ledo. Ties ledyno pakraščiu baseine buvo klostoma stambi nuolaužinė medžiaga, dažniausiai įkypai sluoksniuotos smėlio-žvirgždo-gargždo nuogulos. Tolstant nuo baseino pakraščio šias nuogulas keitė smulkesnės frakcijos priemėlis. Abi Zelenogorsko keiminės terasos taip pat neturi moreninės dangos. Reikia pažymėti, kad keiminėse terasose aptikti ozai, „panardinti“ į terasų nuogulas.

Karelijos sąsmaukos pietinės dalies Koltūšų gyvenvietės apylinkėse keiminės terasos pjūvyje banguotas sluoksniuotumas su bangavimo ruzgomis kaitaliojasi su horizontaliu sluoksniuotumu (Малаховский *и др.*, 1969). Ruzgų kiekybiniai rodikliai yra tokie: ruzgos ilgiui esant 10-15 cm, jos aukštis – 1,0-1,5 cm, o 30-40 cm ilgio ruzga būna 1,5-3,0 cm aukščio. Šių nuosėdų sedimentacija, matomai, vyko didelio, bet negilaus intraglacialinio baseino priekrantinėje zonoje, esant pastoviam baseino režimui. Nuogulų granulimetrinė sudėtis kaiti, bet vyrauja 0,25-0,1mm ir 0,1-0,01 mm dydžio frakcijos (35-60%). Dalelių, smulkesnių už 0,001 mm, nėra. Nuosėdų

kontaktas su asloje esančia morena ryškus. Keiminės terasos paviršiuje kai kur aptikta nedidelio storio neištisinė priemolio arba priesmėlio danga.

Limnoglacialinėms terasoms būdinga neįprastai didelis molio storis ir masyvi molio tekstūra. Šis molis dažnai panašus į „sunnybrook“ moreną – dumblą su žvirgždu iki kelių dešimčių metro storio, surastą pleistoceno limnoglacialinėse nuosėdose Kanadoje Ontario ežere. „Sunnybrook“ morena vadinamas molis ir aleuritas su daugybe kietų uolienų apvalainukų (Hicock, Dreimanis, 1992). N. Eyles ir kiti mokslininkai teigia, kad nuogulos susiformavo vykstant sedimentacijai proglacialiniame ežere, pilname plaukiojančių ledo lyčių, kurios galėjo būti prisotintos terigenine medžiaga, vėliau nusėdusia – diamikto (ang. *diamicton*), t.y. konsoliduoto priesmėlio pavidalu (Eyles *et al.*, 2005).

Storiausi masyvaus molio sluoksniai, iki šiol aprašyti limnoglacialinėse nuosėdose, aptikti šiaurinėje Lenkijoje Gnievo apylinkėse (Błaszkiwicz, Gruszka, 2005) ir centrinėje Lenkijoje Kleščiovo grabeno apylinkėse (Brodzickowski, Zielinski, 1992; Van Loon *et al.*, 1995). Masyvaus molio kilmė Kleščiovo grabeno apylinkėse traktuojama kaip tektoninių judesių sukelta drėgnų nuosėdų resuspensija. Analogiškai iš naujo, t.y. dar kartą perklostytomis nuosėdomis aiškinama ir centrinėje Norvegijoje Lageno slėnyje tarp sluoksniuotų nuosėdų rasto 1 m storio masyvaus aleurito sluoksnio kilmė, teigiant, kad resuspensiją sukėlė sparčiai tirpstantis palaidotas po dugno nuosėdomis ledo blokas (Berthling *et al.*, 1999).

Didelių masyvaus molio storymių susiformavimas limnoglacialinėje aplinkoje aiškinamas įvairiai. Pagal N. D. Smith bei M. Sturm ir A. Matter toks molis kaupiasi giliausiose ežero vietose (Smith, 1978; Sturm, Matter, 1978). Daug dažniau masyvaus molio susidarymas aiškinamas kaip suspensinių dalelių nusėdimas sekliuose ežeruose su labai arba net visiškai silpnu dugno srovių aktyvumu (Gilbert, Desloges, 1987; Desloges, 1994), kai pastebimai sumažėja medžiagos pritekėjimas į ežerą, pavyzdžiui, padidėjus atstumui iki maitinimo šaltinio (Desloges, 1994) arba ežerui netekus ryšio su maitinimo šaltiniu. Egzistuoja alternatyvūs aiškinimai. Priešingai masyvaus molio

susidarymo hipotezei esant menkoms dugno srovėms arba nesant jų, galima molio sedimentacija sekliuose su intensyvia bangų ir srovių veikla ežeruose. Kartu su nedidelio masto nuošliaužomis, šie faktoriai gali suardyti sluoksniuotumą (Mathews, 1956). L. A. Owen masyvią smulkių dalelių nuosėdų struktūrą sieja su dideliu akumuliacijos greičiu (ypač kalnų ežeruose), todėl sezoninė kaita ežero sedimentacijai įtakos neturi (Owen, 1996). Tyrėjai A. M. McCabe ir C. O'Cofoigh masyvaus molio kilmę aiškina molio dalelėms nusėdant iš pakibusio suspensijos debesio, retsykais veikiant silpnoms srovelėms, kurios suformavo lokalius neryškius sluoksnelius (McCabe, O'Cofoigh, 1995).

Išanalizavę masyvios tekstūros aleurito ir molio, nusėdusio ledyniniuose ežeruose, pjūvius, J. J. M. Van der Meeras ir W. P. Warrenas iškėlė įdomią idėją. Jų teigimu, nuosėdų iš smulkių dalelių makroskopiniai tyrimai atskleidė, kad daugelis tyrinėtų masyvios tekstūros mėginių pasirodė besą sluoksniuoti, tik sluoksniuotumas nebuvo matomas plika akimi (Van der Meer, Warren, 1997). Taigi, tokias nuosėdas geriau aiškinti interpretuojant jas kaip suspensines nuosėdas ir būdingas būtent tam konkrečiam ežerui.

Šios labai skirtingos interpretacijos masyvaus molio kaupimosi tiesiogiai nesieja su klimato faktoriumi. Tačiau dėl teigiamos temperatūros žiemos metu ežeras gali neužšalti, o tai galėtų lemti nusėdančios smulkiadispersinės medžiagos masyvią tekstūrą (Hart, 1992). Dėl atšilimo gali sumažėti klostomos medžiagos kiekis, nes tirpstantis ledynas gali atsitraukti pakankamai toli (Lemen *et al.*, 1987). C. P. S. Larsen ir kiti tyrėjai atliko mokslinius tyrimus siekdami išaiškinti sluoksniuotumo priklausomybę nuo klimato, ežero gylio ir morfologijos (Larsen *et al.*, 1998). Nors tyrimai atskleidė, kad vandens cheminė sudėtis yra svarbus faktorius nuosėdų sedimentacijos procese, duomenys, deja, nebuvo pakankamai aiškūs, kad būtų pateiktas patikimas masyvios tekstūros nuosėdų kaupimosi modelis.

Klastinė medžiaga, aptinkama monolitiniame molyje (daugiausia smulkus ir vidutinis žvirgždas), interpretuojama kaip iš tirpstančio ledkalnio išplauti nešmenys. Tai tik patvirtina prieledyninio ežero buvimą greta ledyno

skydo. Ledkalniai ir ledo lytys yra įprastinis apvalainukų šaltinis (Brodzikowski, van Loon, 1991; Brodzikowski, 1993). Tai rodo, kad riedulių dydžio diamikto nuolaužų buvimas gali taip pat būti paaiškintas ledkalnių transportu (Eyles *et al.*, 1983; 1987; Eyles, Miall, 1984; Eyles, Clark, 1985). Net žymiai didesnės diamikto masės išsilaisvino iš besivartančių ledkalnių ir nusėdo, taip suformuodamos paskandintas nuogulas (Thomas, Connell, 1985). Diamiktas gali būti visiškai išlaisvintas iš ledo arba dalinai išalęs lede. Negalima atmesti prielaidos, kad gana didelis ledo blokas galėjo nusėsti ant ežero dugno. Tokiu atveju diamiktas gali būti interpretuotas kaip paskandinta ledkalnio morena (Thomas, Connell, 1985). Monolitiniame molyje, deja, negalima įžiūrėti deformacijų, kurios galėtų asocijuotis su ledkalnio grimzdimu (Winsemann *et al.*, 2003; Mokhtari Fard, van Loon, 2004; Eyles *et al.*, 2005). Didelis diamikto kiekis yra vienintelis svarus argumentas, kad toks procesas vyko.

Terasas formuojančiame masyviame molyje yra pakankamai didelis kalcio karbonatų kiekis. Jeigu jo kiekis būtų žymus, tai liudytų klimato šiltėjimą. Didelis kalcio karbonato kiekis priklauso nuo alochtoninių karbonatų nuotrupų, susidariusių ledynui lengvai eroduojant karbonatingas uolienas (Kelts, Hsü, 1978).

1.3. Keiminių terasų tyrimai Lietuvoje

Lietuvoje keiminių terasų tyrimų vykdyta nedaug. Pirmieji duomenys sukaupti darant 1:200 000 mastelio Lietuvos geologinę nuotrauką. Tiesa, pirmieji tyrimai vykdyti prieš Antrąjį pasaulinį karą. Alytaus lapo ribose, renkant medžiagą pirmajai geologinei nuotraukai, buvo tyrinėjami molynai (Pakuckas, 1940). Aprašytas ir preliminariai tirtas Viečiūnų apylinkių molio tinkamumas plytų gamybai. Šis molis aptiktas keiminėje terasoje. Molyno kilmė ir amžius nebuvo aiškinami, o autorius apsiribojo molio telkinių interpretavimu praktiniu požiūriu. Rengiant Lietuvos TSR mineralinių žaliavų apžvalgą, naudingosios iškasenos buvo priskiriamos genetiniams tipams ir

potipiams. Išskirtas keiminių terasų potipis, kuriam buvo priskirtas Alaušo molio telkinys (Vonsavičius, 1959).

Tiriant Mūšos prieledyninio limnoglacialinio baseino nuosėdas buvo nustatyta, kad baseine nusėdusi medžiaga slūgso dviejuose – aukštesniajame ir žemesniajame lygiuose (Mikaila, 1962). Linkuvos keiminės terasos nuosėdos buvo traktuotos kaip susikaupusios aukštesniojo lygio Mūšos prieledyniniame baseine.

Tiriant Lietuvos pietinės dalies molynus, jų pasiskirstymą, dalis aptiktų molynų buvo priskirta keiminiam-terasiniam potipiui (Mikaila, 1966). Autoriaus nuomone, Žūklijų molio telkinys, esantis Vilkokšnio ežero antrojoje terasoje, priklauso keiminiam-terasiniam potipiui. Nurodoma, kad šio potipio telkinių molis paprastai yra riebus su gerai išreikštu juostuotumu, o naudingo sluoksnio storis dažnai siekia 10 m.

Straipsnis apie Viečiūnų keiminę terasą (į šiaurės vakarus nuo Daugų), aptiktą Dzūkų aukštumos Baltijos ledyno pakraštinių darinių zonoje, yra pirmoji mokslinė publikacija (Гайгалас *и др.*, 1978).

1984 metais sudaryta fliuvioglacialinių nuogulų genetinė klasifikacija (Юргайтис, 1984). Klasifikacijoje ledyno tirpsmo vandenų grupėje keiminių terasų nuogulos išskirtos į atskirą genetinę rūšį. Pазymima, kad keiminių terasų nuogulos yra daug rečiau paplitusios nei prieledyninių fliuvioglacialinių terasų nuogulos.

Lietuvoje, atliekant ledyninių nuogulų litologinius tyrimus, buvo sukurta glacigeninių nuogulų genetinė klasifikacija, kurioje fliuvioglacialinių nuogulų genetinėje grupėje kaip genetinė atmaina išskiriamos keiminių terasų nuogulos (Юргайтис, 1984; Jurgaitis, Juozapavičius, 1989; Гайгалас, Ярцев, 1992; Šinkūnas, Jurgaitis, 1998).

Detalesni limnoglacialinių keiminių terasų, aptiktų palei Šiaurės Lietuvos, Vidurio Lietuvos ir Pajūrio fazių kraštinius gūbrius, tyrimų duomenys paskelbti moksliniame straipsnyje (Bitinas *et al.*, 2004). Jame nagrinėjama terasų sandara, atkurtos jų susidarymo sąlygos.

Apžvelgiant ankstesnius keiminių terasų tyrimus, išryškėjo, kad:

1. Gerai ištirtas keiminių terasų susidarymas kalnų ledynų suformuotuose slėniuose.

2. Publikacijose, skirtose kontinentinio apledėjimo sritims, dažniausiai konstatuojama tik keiminių terasų geomorfologinė padėtis bei jų morfologiniai požymiai.

3. Detalesni keiminių terasų, kurios formavosi panašiose mūsų teritorijai geologinėse sąlygose, pavieniai tyrimai atlikti Lenkijoje. Vokietijoje, kur Vėlyvojo Nemuno apledėjimas buvo tik šiaurinėjs dalyje, keiminių terasų išskirta labai mažai, o kai kurių reljefo formų priskyrimas keiminėms terasoms kelia abejonių.

4. Visos aprašytos keiminės terasos nagrinėjamos keiminio reljefo kontekste.

5. Neretai keiminės terasos priskiriamos kitoms savarankiško ledyninio reljefo formoms, pavyzdžiui terasuotoms plokščiakalvėms.

6. Terasų amžiaus nustatymas optiškai stimuliuotos liuminescencijos (OSL) metodu nedavė patikimų rezultatų dėl nedidelio tirtų mėginių kiekio. Nustatytas jų amžius apima labai platą diapozoną.

7. Keiminių terasų susidarymo sąlygos ir mechanizmas Lietuvos mokslinėje literatūroje pradėtas nagrinėti tik XX a. pabaigoje.

2. TYRIMŲ METODIKA

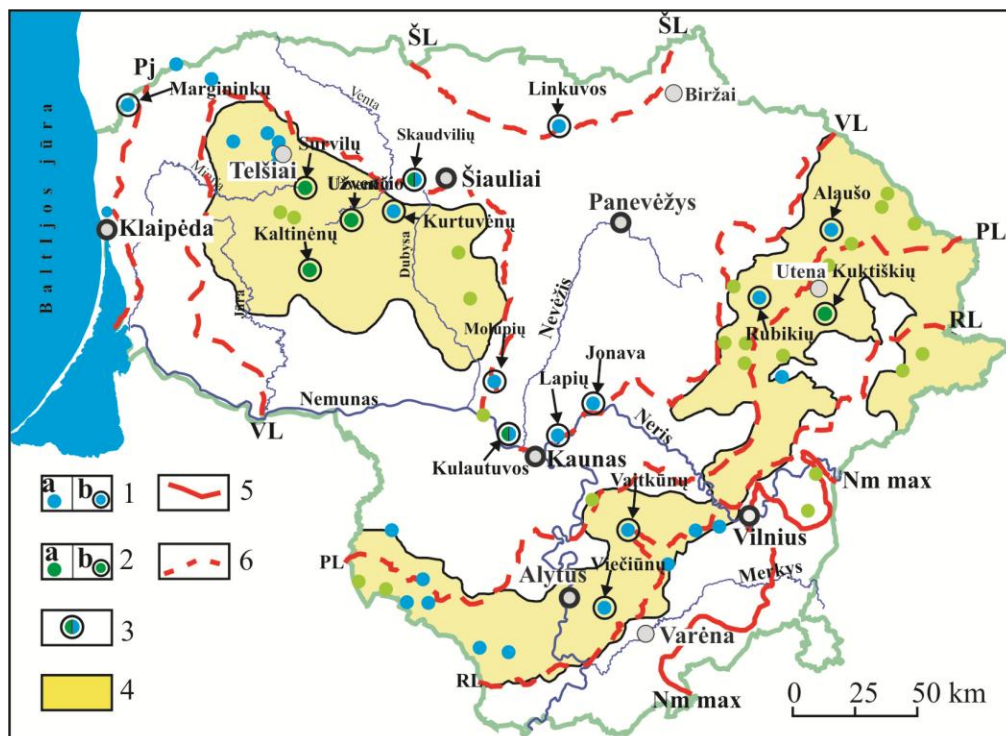
Autorės atlikti tyrimai buvo skirti surinkti kuo išsamesnę geomorfologinę ir geologinę medžiagą, kuria remiantis būtų pasiektas pagrindinis šių tyrimų tikslas – keiminių terasų susidarymo, paplitimo, sandaros ir padėties Nemuno apledėjimo zonoje įvertinimas.

Duomenys šiam moksliniam darbui buvo pradėti rinkti 2002-2006 metais vykdant 1:50 000 mastelio kvartero nuogulų geologinį kartografavimą. Papildomi lauko tiriamieji darbai buvo tęsiami 2007-2010 metais. Atliekant tyrimus buvo pasinaudota esamais įvairaus mastelio geomorfologiniais, kvartero geologiniais žemėlapiais (Геоморфологическая..., 1980; Lietuvos..., 2000; Guobytė, 2002). Pagrindinis tyrimo metodas – kartografinė analizė: dešifruotos aerofotonuotraukos, analizuota įvairių metų topografiniai ir gręžinių duomenys, 1:10 000 masteliu sudaryti kvartero nuogulų geologinis ir geomorfologinis žemėlapiai bei schemas, apimančios ne tik keimines terasas, bet ir jų apylinkes. Visi šie duomenys leido objektyviai įvertinti keiminių terasų susidarymą.

Iš viso tirta 23 keiminės terasos, o detalūs tyrimai buvo atlikti 16-oje terasų. Tyrimams terasos parinktos atsižvelgiant į jų paplitimą skirtinguose orografiniuose plotuose. Tirtos keiminės terasos formavosi marginalinėse Baltijos aukštumose ir Žemaičių sališkoje aukštumoje bei ties faziniais marginaliniais gūbriais. Marginalinėse Baltijos aukštumose detaliai tirtos Kuktiškių, Rubikių, Vaitkūnų, Viečiūnų ir Alaušo keiminės terasos. Žemaičių sališkoje aukštumoje detaliai tirtos Kurtuvėnų, Užvenčio, Skaudvilių, Kaltinėnų ir Survilų keiminės terasos. Lapių, Kulautuvos, Jonavos ir Molupių keiminės terasos formavosi ties Vidurio Lietuvos fazės marginaliniu kalvagūbriu, Linkuvos keiminė terasa susidarė palei Šiaurės Lietuvos fazės marginalinį kalvagūbrį, o Margininkų keiminė terasa – ties Pajūrio fazės marginaliniu kalvagūbriu.

Aerofotometodų taikymas. Stereoskopinis aerofotonuotraukų dešifravimas, panaudojant lauko stebėjimų ir gręžimo duomenis, leido tiksliau

ir pagrįsčiau atlikti keiminių terasų paviršiaus geologinius ir geomorfologinius tyrimus. Aerofotonuotraukų stereomodelyje tiriamas reljefas leido remiantis terasoms būdinga forma ir dydžiu identifikuoti šias reljefo formas. Daugelis geomorfologinių struktūrų gerai matomos stereomodelyje remiantis paviršiaus padėtimi arba fototono kontrastu. Buvo dešifruotos juodai-baltos įvairių metų skrydžių (1951, 1952, 1955, 1958, 1964, 1966, 1967, 1969, 1975 ir 1998) skirtingo mastelio (1:6 000, 1:10 000, 1:14 000, 1:15 000, 1:17 000, 1:18 000, 1:19 000, 1:20 000, 1:25 000) aerofotonuotraukos. Reikia pažymėti, kad skirtingų metų aerofotonuotraukos yra nevienodo dešifruojamumo laipsnio. Daugiausia geologinės ir geomorfologinės informacijos turi 1952 – 1958 metų aerofotonuotraukos, iki to laiko Lietuvos paviršius buvo nežymiai paveiktas antropogenizacijos. Pagal lauko tyrimų ir gręžinių duomenis buvo nustatytas terasų morfologinis ir genetinis tipas. Naudojant visus turimus faktinius duomenis, atlikta dešifravimo rezultatų interpretacija ir sudaryta keiminių terasų išsidėstymo schema (2.1 pav.).



2.1 pav. Keiminių terasų išsidėstymo schema:

1 – limnoglacialinės keiminės terasos (pavaizduotos nemastelyje): a – paplitusios, b – detaliai tirtos; 2 – fluvioglacialinės keiminės terasos

(pavaizduotos nemastelyje): a – paplitusios, b – detaliai tirtos; 3 – detaliai tirtos mišrios akvaglacialinės keiminės terasos; 4 – stambiausios paskutiniojo ledynmečio aukštumos; 5 – paskutiniojo ledyno maksimalaus išplitimo riba; 6 – Vėlyvojo Nemuno ledyno (Upper Nemunas, Late Weichselian) marginaliniai moreniniai gūbriai: RL – Rytų Lietuvos, PL – Pietų Lietuvos, VL – Vidurio Lietuvos, ŠL – Šiaurės Lietuvos. Paskutiniojo ledyno maksimalaus išplitimo riba ir ryškiausi paskutiniojo ledyno marginaliniai moreniniai gūbriai pagal R. Guobytę (Guobytė, 2002).

Lauko tyrimų metu buvo ištirtos aerofotonuotrukose išskirtos keiminės terasos, atliktas preliminarinių žemėlapių patikslinimas, surinkti papildomi duomenys žemėlapių užbaigimui bei geomorfologiniam apibūdinimui, nustatyta keiminių terasų medžiaginė sudėtis, patikslintas jų paplitimas. Lauko tyrimai atlikti visose aerofotonuotrukose išskirtose keiminėse terasose, siekiant patikrinti, patikslinti ir papildyti dešifravimo metu išskirtų geologinių ir geomorfologinių objektų duomenis. Lauko tyrimų metu buvo iškasti kasiniai arba rankiniu spiraliniu grąžtu išgręžti gręžiniai (iki 1,2 m gylio), specialiuose žiniaraščiuose aprašant paviršinių nuogulų litologinę sudėtį bei apibūdinant vietovės geomorfologinę situaciją. Iš viso aprašyta 800 stebėjimo taškų. Stebėjimo taškų tankis nevienodas. Jis retesnis ten, kur aerofotonuotrukose pavyko aiškiai nustatyti geologinių-geomorfologinių objektų kontūrus. Kitur stebėjimo taškų tinklas buvo sutankintas. Geomorfologiniuose profiliuose buvo atliekami reljefo formų aprašymai.

Keiminių terasų nuogulų ir nuosėdų sandaros išaiškinimui buvo išgręžti įvairaus gylio 26 gręžiniai. Gręžiniai buvo gręžiami terasose, kuriose nebuvo karjerų, prakasų ar atodangų. Kernas aprašytas bei mėginiai granulimetrinei analizei imti gręžimo metu. Siekiant išsiaiškinti limnoglacialinių keiminių terasų molingų nuosėdų tekstūras, keletas gręžinių išgręžti vibrokaltu. Be individualių stebėjimų medžiagos, darbe panaudota gausi geologinė informacija, gauta surinkus ir išstudijavus gręžinių, išgręžtų keiminėse terasose, pjūvius.

Atodangų ir karjerų tyrimai. Lauko tyrimų metu buvo detalieji tirti (aprašyti, nufotografuoti, atlikti matavimai ir paimti mėginiai) 6 karjerai ir 58 kasimvietės. Atodangose ir karjeruose slūgsančios nuogulos ir nuosėdos

charakterizuotos pagal jų struktūrinius ir tekstūrinius požymius. Tam buvo nustatyta nuogulų litologija, sluoksniuotumo tipas, išmatuota sluoksnius sudarančių sluoksnelių polinkio orientacija.

Granulimetrinės sudėties tyrimai. Iš grėžinių, karjerų ir atodangų buvo paimti mėginiai nuogulų granulimetrinės sudėties tyrimams. Mėginiai buvo imti atsižvelgiant į nuogulų ir nuosėdų struktūros ir tekstūros kaitą, sluoksnių storį. Iš viso paimta 230 mėginių. Naudojant sietus ir pipetinį metodą buvo išskirta 13 frakcijų mm: >10, 10-5, 5-2, 2-1, 1-0,5, 0,5-0,25, 0,25-0,1, 0,1-0,05, 0,05-0,01, 0,01-0,005, 0,005-0,002, 0,002-0,001, <0,001. Granulimetrinė analizė buvo atliekama Lietuvos geologijos tarnybos ir Gamtos tyrimų centro Geologijos ir geografijos instituto laboratorijose. Pavadinimai nuoguloms ir nuosėdoms suteikti naudojant Lasto klasifikaciją (Last, 2001). Gauti rezultatai leido nustatyti tikslią tiriamų nuogulų ir nuosėdų litologiją.

Geocheminės sudėties nustatymas. Geocheminės sudėties palyginimui imti molio, susiformavusio keiminėje terasoje ir molio, nusėdusio terasos papėdėje plytėjusiam limnoglacialiniame baseine, mėginiai. Iš Linkuvos limnoglacialinėje keiminėje terasoje išgręžtų dviejų grėžinių paimti 172 molio mėginiai, o iš Mūšos limnoglacialiniame baseine išgręžtų dviejų grėžinių paimti 89 molio mėginiai. Jie panaudoti nuogulų geocheminės sudėties palyginimui. Mėginiuose atominės emisinės spektrofotometrinės analizės (AOES) metodu (spektrometras DFS-13) Gamtos Tyrimų Centro Geologijos ir geografijos instituto laboratorijoje nustatyti aliuminio ir 22 mikroelementų visuminiai kiekiai: Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Ga, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, Yb, Zn. Be minėtų mikroelementų OAES metodu nustatyti Al, Zr ir Y, o rentgeno fluorescencinės analizės metodu (rentgeno spektrometras ARF-6) – Rb visuminiai kiekiai. Dar buvo nustatomi ir kitų makroelementų – Fe, Ca ir Mg – visuminiai kiekiai. Keiminės terasos ir prieledyninio limnoglacialinio baseino molio geocheminei sudėčiai palyginti sudaryta klasterinės analizės dendrograma. Šiam tikslui taikytas Ward metodas, skaičiuojant Euklido atstumus tarp mėginių pagal 23 cheminių

elementų (Al, Ag, B, Ba, Co, Cr, Cu, Ga, La, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, P, Pb, Sc, Sn, Sr, Ti, V, Yb, Zn), kurie nustatyti mėginiuose, standartizuotus kiekius.

Morfologinių profilių sudarymas. Sudarant keiminių terasų morfologinius profilius buvo naudojami stambaus mastelio (M 1:10 000) žemėlapiai bei atliekami instrumentiniai matavimai vietovėje. Profilių linijos parinktos taip, kad tirtas reljefo formas kirstų kampu, artimu statmenam. Morfologiniai profiliai, kertantys keimines terasas, akivaizdžiai išryškino atskiros terasos morfografijos ir morfometrijos ypatumus bei apibendrino visą keiminės terasos reljefo kompleksą. Profiliuose atsiskleidė reljefo elementų pobūdis: šlaitų forma, jų ilgis, simetriškumas arba asimetriškumas. Tai leido įvertinti santykį tarp gretimų teigiamų terasos reljefo formų ir jas skiriančių pažemėjimų paviršiaus. Pastaroji aplinkybė yra labai svarbi, nes pagal keiminių terasų paviršiaus pažemėjimų reljefo elementus galima spręsti apie priežastis, nulėmusias jų morfologiją ir dydį.

Keiminių terasų hipsometrinės padėties analizė. Tiek bendra keiminės terasos morfologinio profilio hipsometrinės padėties analizė, tiek ir atskirų jo elementų įvertinimas išryškino keiminių terasų reljefo formų pasiskirstymo seką. Atitinkamą genetinę informaciją turi ir bendras paties morfologinio profilio charakteris – žemėjantis, kylantis ar esantis tame pačiame lygyje.

Analizuojant keiminių terasų morfologinius profilius gauti duomenys apie ištęstų mezoformų pasiskirstymo sekos įvairovę. Ištęstų reljefo formų pasiskirstymo sekos morfografinė analizė leido tiksliai išvesti ribas tarp keiminių terasų ir gretimų genetinių darinių.

Paviršiaus erdvinio modelio analizė. Pastaruoju metu orografinėi informacijai gauti atliekamas erdvinis lazerinis žemės paviršiaus skenavimas LIDAR. Ši, palyginti, neseniai atsiradusi žemės topografijos duomenų kaupimo technologija, įmanoma lazerio galimybių ir globalinės vietos nustatymo dėka, teikia naujas žemės paviršiaus, ypač reljefo modeliavimo ir tyrimo galimybes. Gaunamas labai tankus trijų dimensijų žemės paviršiaus taškų tinklas. Analizuojant paviršiaus erdvinį modelį, sudarytą pagal žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenis, labai aiškiai išryškėja

keiminių terasų padėtys. Ši paviršiaus erdvinio modelio analizė buvo taikoma visoms detaliam tirtoms keiminėms terasoms.

3. LIETUVOS KEIMINIŲ TERASŲ RELJEFAS, JŲ SANDARA IR MEDŽIAGINĖ SUDĖTIS

Keiminės terasos, paplitusios Lietuvoje Vėlyvojo Nemuno apledėjimo srityje, pasižymi didele morfologijos, genezės ir sandaros įvairove. Terasų vidinė sandara tiesiogiai priklauso nuo ją formavusių veiksnių. Pagal tai, ar terasos nuogulos bei nuosėdos kaupėsi tekančiame arba stovinčiame ledyno tirpsmo vandenyje, skiriamos fliuvioglacialinės arba limnoglacialinės keiminės terasos. Kuomet terasas formavo tekantys ir stovintys ledyno tirpsmo vandenys, išskirtos mišrios akvaglacialinės keiminės terasos.

3.1. Limnoglacialinės keiminės terasos

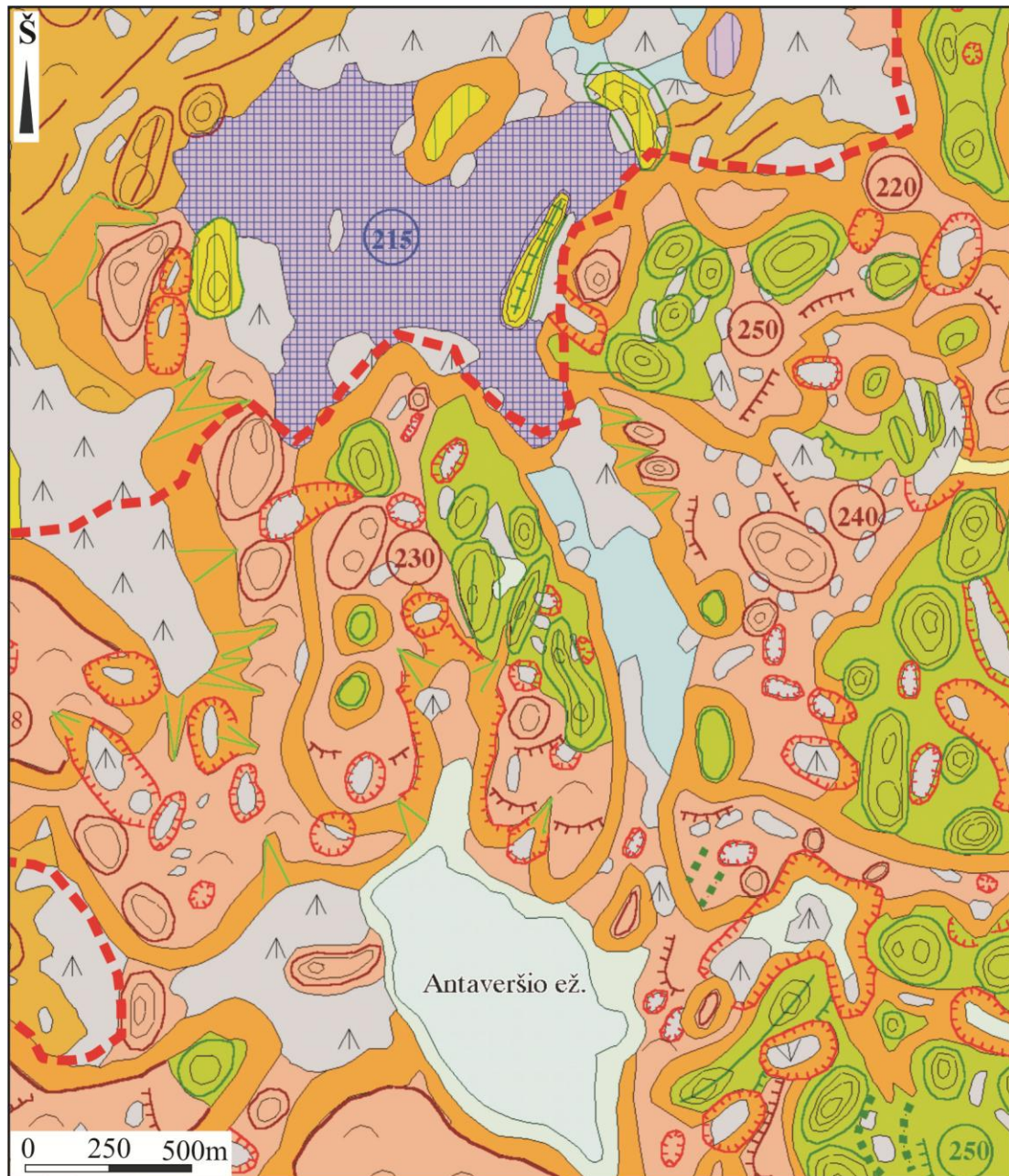
Paskutiniojo apledėjimo ribose limnoglacialinės keiminės terasos formavosi palei ankstesniojo apledėjimo paliktų aukštumų šlaitus bei atskiruose nuledėjimo etapuose susidariusių aukštumų šlaitus, išilgai marginalinių gūbrių distalaus ir proksimalaus šlaitų, ledyno plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse, o taip pat aukštumų ežerų duburiuose.

Keiminė terasa palei ankstesniojo apledėjimo paliktų aukštumų šlaitus aptikta Dzūkų aukštumoje Aukštadvario apylinkėse. Čia riba tarp paskutiniojo Nemuno ledynmečio Grūdės ir Baltijos stadijų darinių yra aiški ir ryški. Būtent šių darinių sandūroje Gedanonių kalvyno šiaurės vakarinės dalies papėdėje ir susiformavo **Vaitkūnų keiminė terasa** (3.1.1 pav.).

Keiminė terasa pagal charakteringą formą ir paviršiaus padėtį bei pagal fototono pasikeitimą išskirta aerofotonuotrukose (3.1.2 pav.).

Terasa yra netaisyklingo ovalo formos, pietinėje pusėje su dviem atragiais. Ji tęsiasi nuo Kogeliškių per Vaitkūnus link Guronų. Terasos ilgis – 0,8-1,4 km, plotis – 1,0 km, ji plyti 214-223 m aukštyje virš jūros lygio.

Terasos paviršius silpnai banguotas, palinkęs šiaurės vakarų kryptimi (3.1.3 pav.). Terasa yra Aukštadvario-Beižionių moreninio masyvo papėdėje.

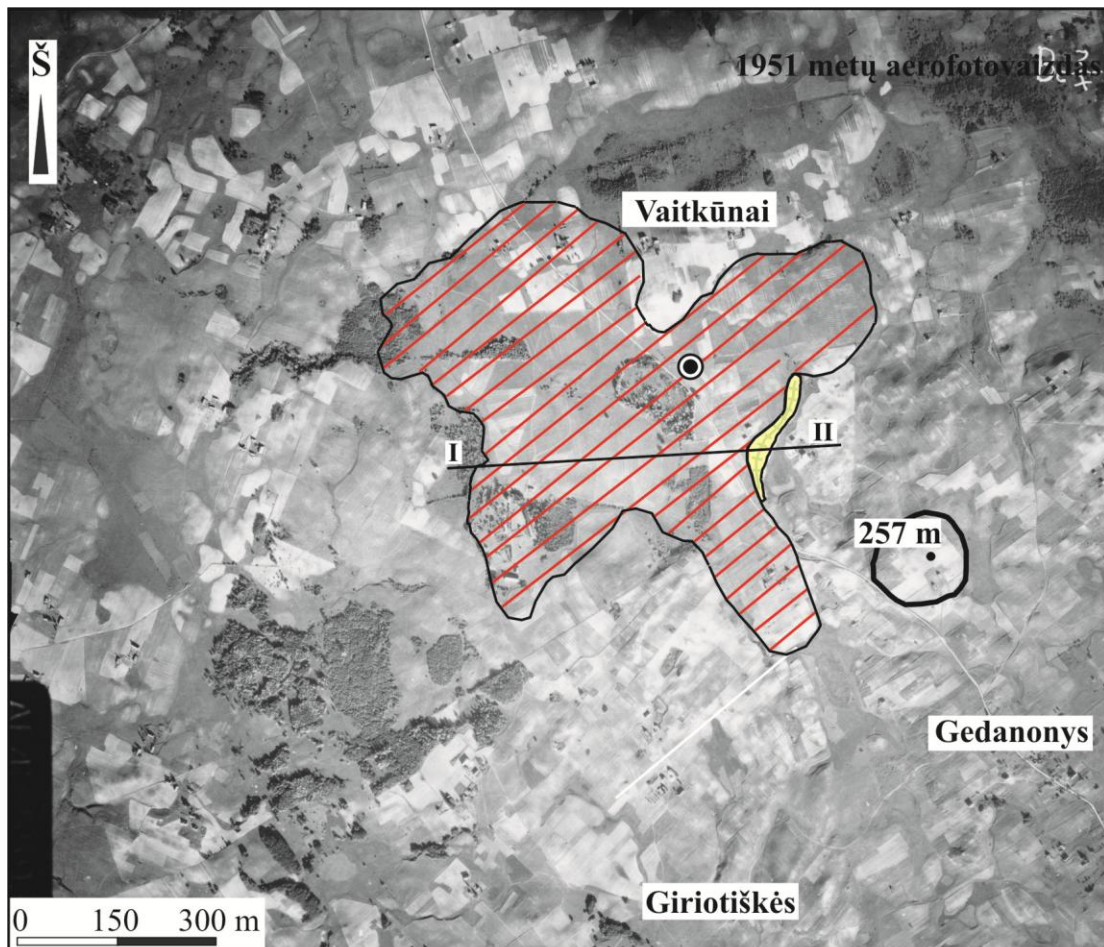


- | | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

3.1.1 pav. Vaitkūnų keiminės terasos apylinkių geomorfologinis žemėlapis:

1 – ledyno pakraščio reljefas: a – Grūdės stadijos, b – Baltijos stadijos; 2 – kalva; 3 – volas: a – mastelinis, b – nemastelinis; 4 – glacialinio reljefo akumuliacinis šlaitas; 5 – fluvio-glacialinis intraglacialinis ir ledyno pakraščio reljefas: a – Grūdės stadijos, b – Baltijos stadijos; 6 – kalva; 7 – volas; 8 – keimas; 9 – ozas; 10 – fluvio-glacialinio reljefo akumuliacinis šlaitas;

limnoglacialinis reljefas: 11 – keiminė terasa; 12 – keimas; 13 – patvenktinio limnoglacialinio baseino lyguma; 14 – limninė lyguma; 15 – žemapelkės lyguma; 16 – glaciokarstinė dubė; 17 – glaciokarstinės kilmės šlaitas; 18 – šlaitas; 19 – salpinis slėnis; 20 – griova, raguva; reljefo morfometrija: 21 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 22 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 23 – žema kalva (aukštis 3-5 m); 24 – vidutinė kalva (aukštis 5-10 m); 25 – aukšta kalva (aukštis 10-20 m); 26 – vyraujantis reljefo absoliutusis aukštis, metrais; 27 – Baltijos stadijos riba.



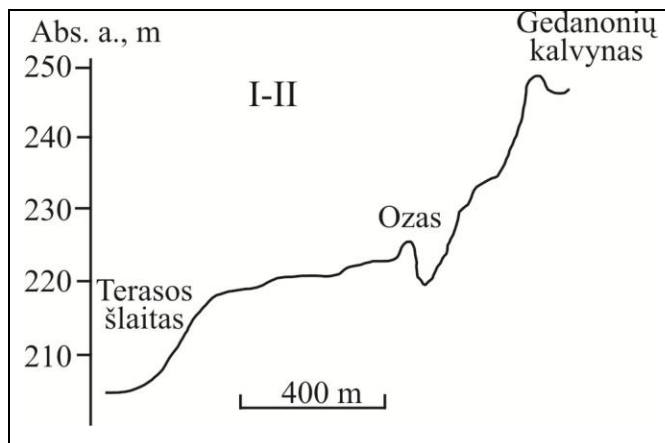
3.1.2 pav. Vaitkūnų keiminės terasos aerofotovaizdas (1951 metų aerofotonuotrauka):

1 – keiminė terasa; 2 – ozas; 3 – Gedanonių kalnas; 4 – gręžinio vieta; 5 – terasos reljefo profilio vieta.



3.1.3 pav. Vaitkūnų keiminės terasos paviršius.

Rytinėje ir pietinėje pusėse terasa remiasi į senesniojo Grūdės ledyno darinius – Gedanonių kalvyną, kuris pakopiškai žemėja į terasos pusę iki 235 m absoliučiojo aukščio. Šlaitas tarp kalvyno ir terasos paviršiaus status, siekia 20-25 m aukščio (3.1.4 pav.).



3.1.4 pav. Keiminės terasos reljefo profilis.

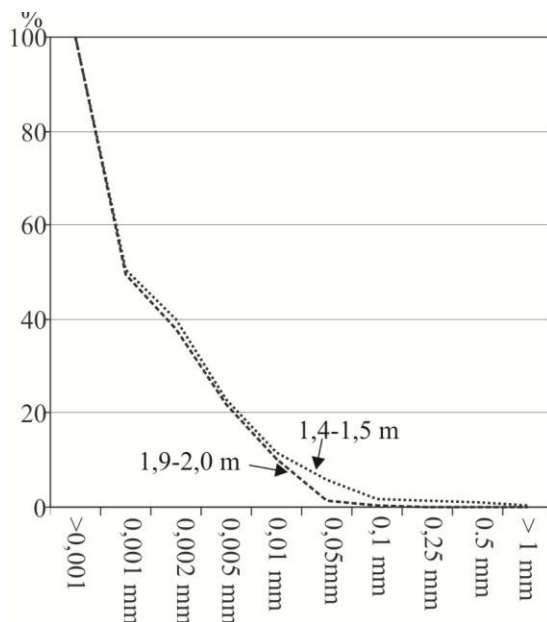
I-II profilio vieta parodyta 3.1.2 pav.

Terasos šlaito papėdėje 200-210 m aukštyje virš jūros lygio plyti Baltijos ledyno pakraštiniai dariniai. Terasos šlaito aukštis kinta nuo 5 m iki 10 m. Šiaurėje tarp terasos ir pakraštinių darinių įsiterpusi Vaitkūnų raisto pelkė, virš kurios terasa iškilusi per 14-20 m.

Neigiamos paviršiaus formos dažniausiai įsiterpusios tarp terasos ir senesnio Grūdės amžiaus reljefo. Tai uždurpėjusios ir pelkutėmis virtusios glaciokarstinės kilmės dubės. Vienos jų – uždarnos ir aklinos, kitos jungia siauros erozinės protakos.

Pietrytinėje terasos dalyje prie pat šlaito į Gedanonių kalną tęsio 5 m aukščio ir 250 m ilgio ozas (3.1.2 pav.; 3.1.4 pav.).

Terasos susidarymas sietinas su paskutiniojo – Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos ledyno suaktyvėjimu. Terasą sudaro nuosėdos, nusėdusios ledyno tirpsmo vandens baseine, kuris pasitvenkė tarp Gedanonių kalvyno iš vienos pusės ir Baltijos ledyno iš kitos pusės. Visame terasos paviršiuje aptinkamos molingos nuosėdos. Pagal negausius duomenis, keiminės terasos viršutinėje dalyje iki 1,4 m gylio slūgso juostuoto molio (varvų) storymė. Ją sudaro rusvos spalvos molio (žieminės juostelės) ir pilkšvo aleurito (vasarinės juostelės) sluoksniai. Giliau slūgso rudas, plastiškas, masyvios tekstūros, labai riebus vienalytis molis (3.1.5 pav.).



3.1.5 pav. Keiminės terasos molio granulometrinė sudėtis.

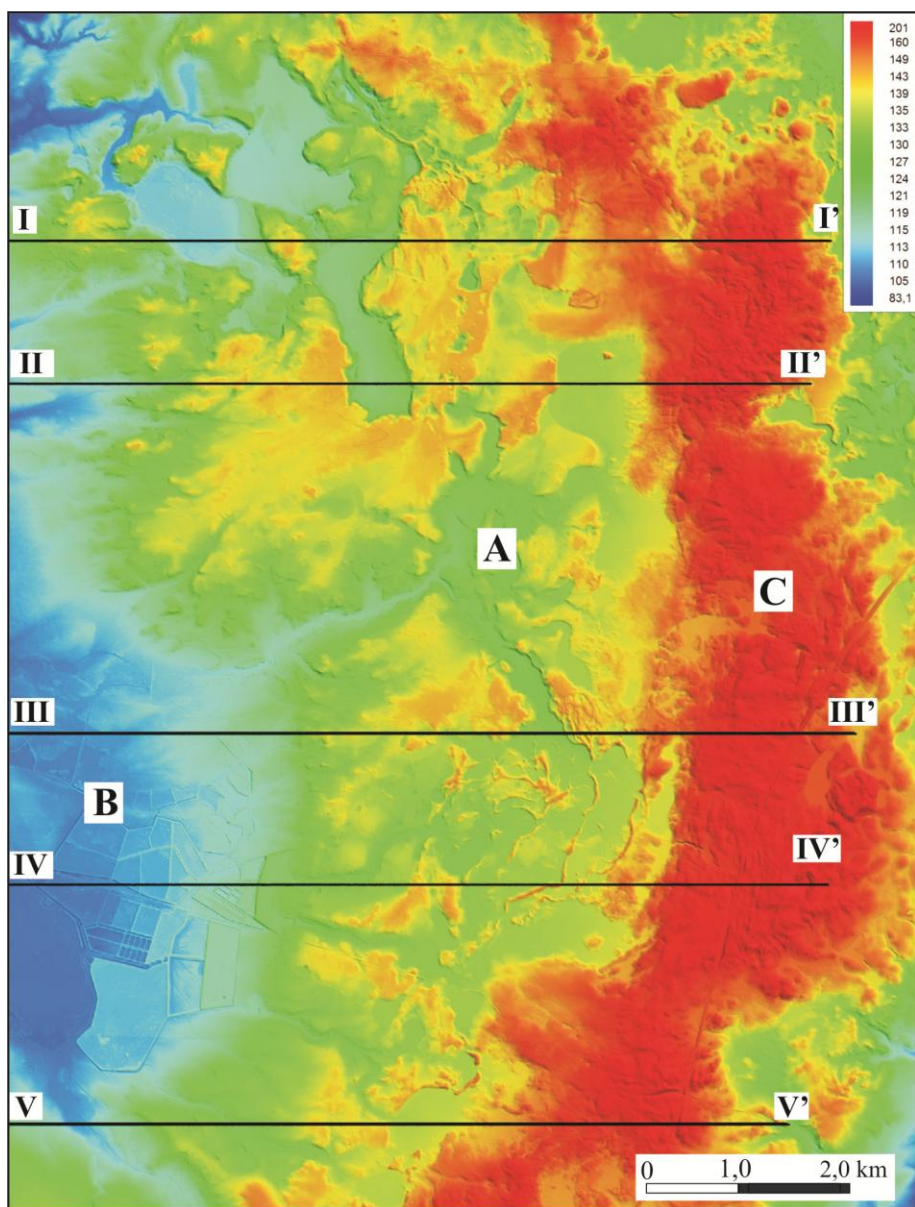
Terasos nuosėdų pade slūgso moreninis priesmėlis su žvirgždu ir gargždu 3-5 %. Nuosėdų padas yra nelygus.

Keiminės terasos, plytinčios palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus. Viena iš jų – **Kurtuvėnų limnoglacialinė**

keiminė terasa, plytinti to paties pavadinimo kalvotojo masyvo vakarinėje pusėje. A. Basalykas keiminę terasą ir kalvotąjį masyvą priskiria Rytų Žemaičių plynaukštės Kurtuvėnų mikrorajonui (Basalykas, 1965). Meridianinės krypties masyvas nusitęsia šiaurės link dar 3-4 km į kitą Ventos-Dubysos rinos pusę. Ten jis atsiremia į Vidurio Lietuvos galinių morenų kalvagūbrį. Kurtuvėnų masyve ypač ryški ledyno ir jo tirpsmo vandenių kuriančioji ir ardomoji veikla. Pirminis labai suraižytas reljefas sąlygojo užslinkusio ledyno susiskaldymą bei apmirimą. Vėliau vandens iš ledyno kūno išplauta medžiaga užpildė įvairias korėto, akyto negyvo ledo ertmes. Ledui ištirpus tuštumų, kanalų ir plyšių užpildai nusėdo kalvų ir ištiso masyvo pavidalu (Karmazienė, 2006b).

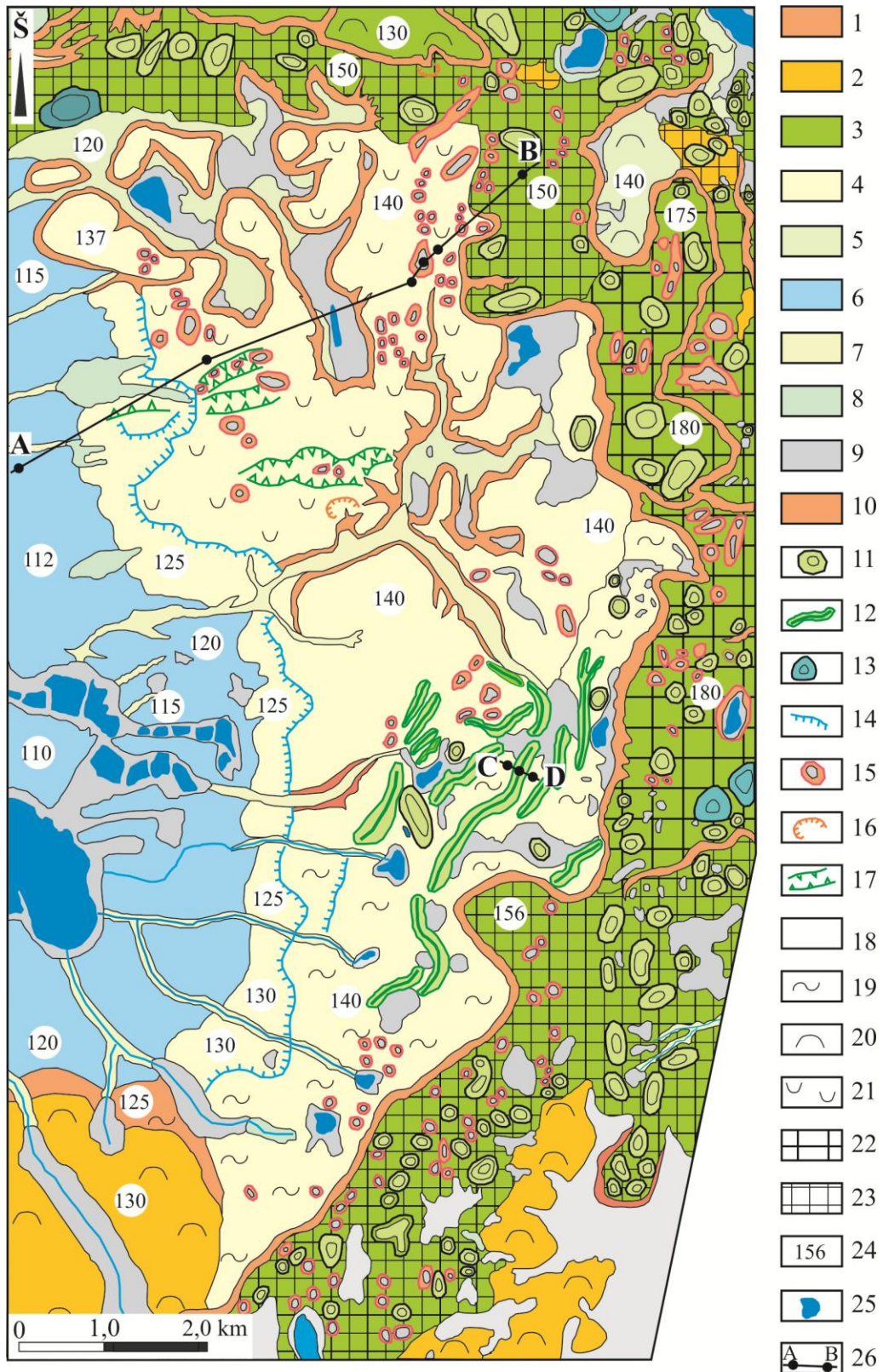
Kurtuvėnų kalvotojo masyvo paviršius labai kontrastingas, ypač paini centrinės masyvo dalies vidinė sandara. Masyvą sudaro trys stambios kalvų grandinės, kurios vienur susilieja, o kitur atskirtos tarpugūbrių arba mažų liežuvinių dubumų (Karmazienė, 2006b). Aukščiausia grandinė – masyvo ketera. Tai beveik meridianine kryptimi ištįsęs Raudsparnės marginalinis kalvagūbris, didžiąja dalimi suformuotas iš smėlingų, žvirgždingų ir aleuritingų nuogulų, kurių storis – 30 m. Kalvagūbris iškyla sąlytyje su keimine terasa. Kurtuvėnų masyvo absoliutusias aukštis kinta nuo 100 m iki 200 m: Dūksto kalnas virš jūros lygio iškilęs 196,8 m, Raudsparnės kalva – 200,2 m. Tokį didelį (iki 100 m) aukščių skirtumą sąlygoja giliai įrėžti Dubysos ir jos intakų slėniai bei aukštai iškilusios fliuvioglacialinės kilmės kalvos.

Keiminė terasa plyti Kurtuvėnų kalvotojo masyvo keteros papėdėje. Ketera ties terasa pasibaigia staigia ir ryškia paviršiaus briauna. Ketera terasą iš šiaurės į pietus gaubia puslankiu – tai gerai matoma erdviniame paviršiaus modelyje (3.1.6 pav.). Giliai įsiterpusi į masyvą (C) puslankio formos terasa (A) yra 13 km ilgio ir 5,5 km pločio. Iš šiaurės į pietus ji tęsiasi nuo Pailgio per Vainagius, Targius, Gelučius iki Vaitaičių (3.1.7 pav.). Terasą nuo masyvo keteros skiria 15-20 m aukščio status, griovų ir raguvų išraižytas, vingiuotos konfigūracijos šlaitas.



3.1.6 pav. Keiminės terasos (A), limnoglacialinės lygumos (B) ir Kurtuvėnų kalvotojo masyvo keteros (C) paviršiaus erdvinis modelis (sudarytas pagal žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenis). I-I', II-II', III-III', IV-IV' ir V-V' – reljefo profiliai.

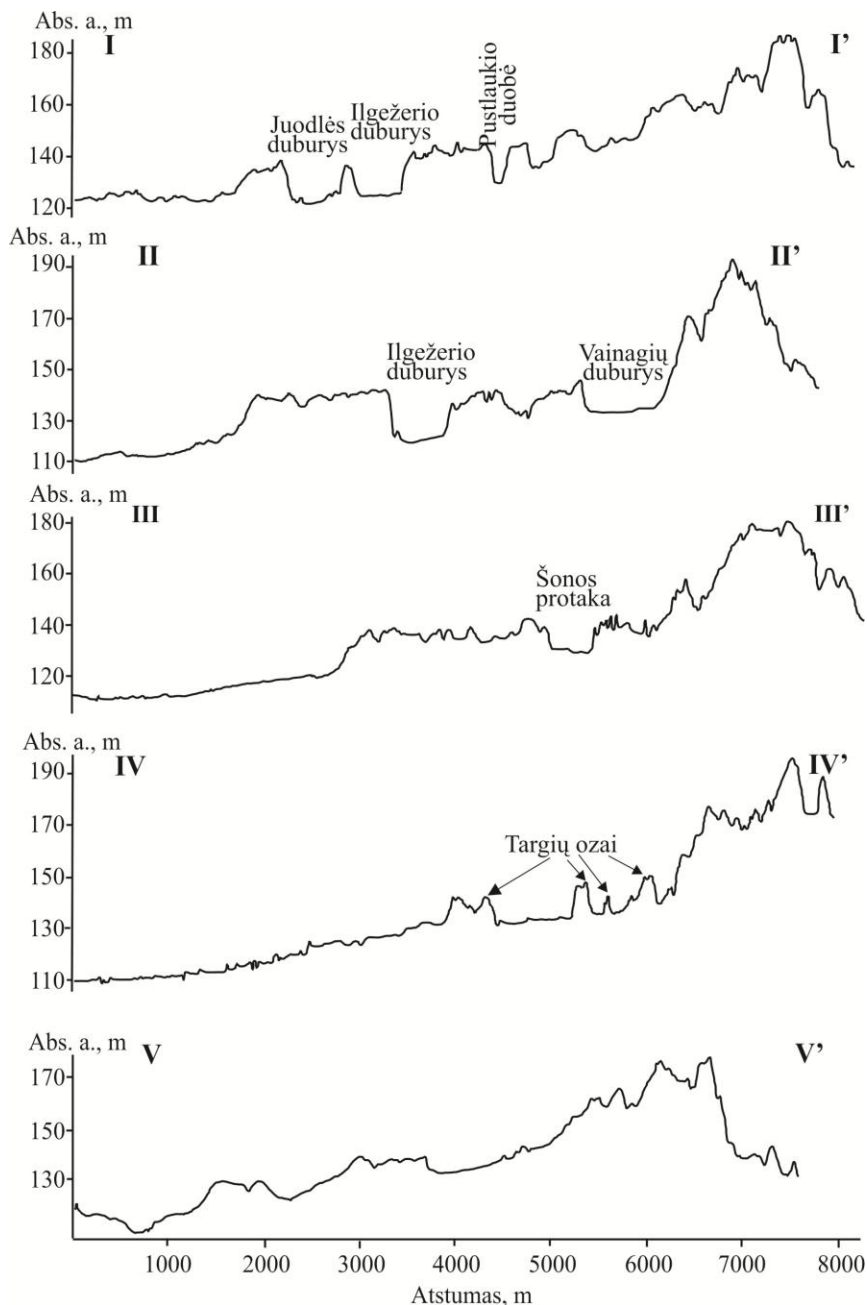
Šlaito briauna ir užpakalinė siūlė yra ryškios nuo šiaurinio iki pietinio terasos pakraščio (3.1.8 pav.). Terasos paviršius yra 140 m aukštyje virš jūros lygio. Terasos papėdėje 115-120 m absoliučiajame aukštyje plyti Užvenčio prieledyninio baseino suformuota limnoglacialinė lyguma (3.1.6 pav., C). Buvusio baseino lygio svyravimai dabartinės keiminės terasos reljefe paliko ryškius pėdsakus.



3.1.7 pav. Kurtuvėnų keiminės terasos apylinkių geomorfologinis žemėlapis:

1 – dugninės morenos lyguma; 2 – ledyno pakraščio reljefas; 3 – fliuvioglacialinis intraglacialinis reljefas; 4 – limnoglacialinė keiminė terasa; 5 – fliuvioglacialinė lyguma; 6 – limnoglacialinio baseino lyguma; 7 – salpinis slėnis; 8 – limninė lyguma; 9 – pelkės lyguma; 10 – šlaitas; 11 –

fliuvioglacialinis keimas; 12 – ozas; 13 – limnoglacialinis keimas; 14 – limnoglacialinio reljefo abrazinis šlaitas; 15 – glaciokarstinė dubė; 16 – glaciokarstinės kilmės šlaitas; 17 – erozinė protaka; reljefo morfometrija: 18 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 19 – silpnai banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 20 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 21 – daubota lyguma (peraukštėjimas 1-3 m); 22 – smulkiai kalvotas reljefas; 23 – stambiai kalvotas reljefas; 24 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 25 – ežeras; 26 – profilio linija.



3.1.8 pav. Kurtuvėnų keiminės terasos skersiniai reljefo profiliai, sudaryti pagal žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenis. I-I', II-II', III-III', IV-IV' ir V-V' profilių vietos parodytos 3.1.6 pav.

Pirmojo ledyno tirpsmo vandenų pasitvenkimo metu vandenys telkėsi Gansės dubumos pakraščiuose, kur ledo jau nebebuvo. Vandens lygis tuo metu siekė 136-140 m absoliutųjį aukštį. Šis baseinas rytuose skalavo keiminę terasą, dėl ko pastarosios šlaitai buvo abraduoti ir išraižyti raguvų. Ledynui tirpstant, limnoglacialinis baseinas plėtėsi atsipalaidavusiuose nuo ledo žemesniuose plotuose. Dar nespėjus Gansės dubumoje galutinai ištirpti ledui ir keiminėje terasoje palaidotiems ledo luistams, naujai atslinkusios Vidurio Lietuvos fazės ledyno plaštakos tirpsmo vandenys pakėlė prieledyninio baseino lygį. Sutvinę vandenys ilgai laikėsi 124-128 m absoliučiajame aukštyje ir skalavo keiminės terasos šlaitą (Klimavičienė, 1973). Prieledyninio baseino vandenys stipriai abradavo keiminės terasos vakarinį šlaitą ir jos pirminį 140 m absoliučiojo aukščio lygį pažemino iki 125 m. Dabartiniame reljefe ryškus šlaitas tarp terasos, plyninės 140 m absoliučiajame aukštyje, ir abrazinio (125 m virš jūros) terasos lygio. Nuo terasos į abrazinę pakopą atsiveria plačios raguvos ir sausi slėniukai.

Terasos reljefe ypatingas vaidmuo tenka glaciokarstiniams procesams, kurie sukūrė dубes, daubas ir ežerėlius, tuo pačiu dalinai permodeliavo terasos paviršių. Pirminį lygų terasos paviršių skaido gausybė neigiamų formų.

Vandenys, įtekėję į baseiną tarp ledyno, dengusio Kurtuvėnų masyvą, ir negyvo ledo, gulėjusio Gansės liežuvinėje dubumoje, atnešdavo daug terigeninės medžiagos. Ji nusėsdavo baseino dugne, kartu palaidodama negyvo ledo luistus, ypač terasos ir masyvo keteros kontakto zonoje. Pačios stambiausios neigiamos formos – Juodlės, Ilgežerio ir Vainagių duburiai telkiasi būtent šioje zonoje – šiaurinėje ir šiaurės rytinėje terasos dalyse. Juodlės duburio ilgis – 1,2 km, plotis – 700 m, Vainagių duburys yra 1 km ilgio ir 800 m pločio, o Ilgežerio duburį sudaro dvi atskiros 1,6 km ir 1,8 km ilgio ir nuo 300-600 m iki 1,2 km pločio daubos, sujungtos 12 m gylio protaka. Aukščių skirtumas tarp terasos reljefo ir dabartinio Juodlės duburio paviršiaus yra 25 m, Ilgežerio – 18 m, Vainagių – 10 m. Savitos reljefo sąlygos ir nelaidžios nuogulos sąlygojo daubų ir duburių supelkėjimą. Juose kitados buvę nedideli ežerai pelkėdaros procesų poveikyje visai uždurpėjo, kiti telkšo kaip

liekaniniai pelkėjantys ežerai. Kurtuvėnų masyvas kartu su keimine terasa yra pelkingiausia Lietuvos dalis (Basalykas, 1965).

Neigiamų reljefo formų kilmė yra poligenetinė. Pasibaigus glaciokarstiniams procesams dubes gilino ir platino sufozija, jas paversdama daubomis ir giliais bei plačiais duburiais. Biolingio laikotarpiu atšilus klimatui, ėmė tirpti palaidoti ledo luistai, kurių, palaidotų po terasos nuosėdomis, buvo daug. Galutinai ištirpus palaidotiems ledams, terasoje atsivėrė daugybė didelių ir mažų dubių ir daubų. Kad dauguma jų yra glaciokarstinės kilmės, liudija daubų šlaituose išlikusios terasinės aikštelės. Palaidotas ledas tirpo pastoviai ir tolygiai, sukeldamas etapiškus įdubimus: likdavo terasa vietoj buvusio dubės dugno. Dubių dydį ir tankį veikė glaciokarstinius procesus lydėjęs mechaninis smulkiųjų grunto dalelių išplovimas. Daryti tokią prielaidą leidžia šiuolaikinės duburių mitybos gruntiniu vandeniu sąlygos. Vandens iškrova bei smėlingųjų smulkiųjų dalelių išnešimas vyko ir vyksta piet vakarių kryptimi.

Be šių stambių formų terasos paviršius sėte nusėtas smulkiomis neigiamomis formomis. Jos visos yra skirtingo dydžio, bet dažniausiai nuo 5 m iki 100 m, vyrauja 50-80 m ilgio ir 30-50 m pločio. Jų gylis kinta nuo 0,5 m iki 10 m, vyrauja 1-3 m. Ypač išraiškingos terasuotos, stačiašlaitės, gilios dubės, tokios kaip Pustlaukio duobė (Karmazienė, 2006a; Mikulėnas ir kt., 1997) (3.1.8 pav., I-I' reljefo profilis). Ši lašo formos 300 m ilgio ir 200 m pločio dubė yra 15 m gylio. Dugne ji yra 200 m ilgio ir 150 m pločio. Dubės dugnas – pelkė, jos epicentre po pelkine augmenija telkšo 4,5 m gylio ežerėlis, kurio dugne aptikta 2 m storio ežerinių nuosėdų sluoksnis. Taigi, realus Pustlaukio duobės gylis yra ne mažesnis negu 22 m. Šlaitų polinkis – 30-40°. Pietiniame ir rytiniame dubės šlaituose 5-6 m aukštyje virš pelkės paviršiaus susiformavo dvi ryškios terasos (pietinė – 10 m, rytinė – iki 20 m pločio), palinkusios į dubės dugno pusę. Šių terasų buvimas – tai tiesioginis įrodymas, kad Pustlaukio duobės ir panašių į ją formų kilmė yra glaciokarstinė.

Stambias daubas ir duburius jungia gilios – 10-12 m gylio protakos. Protaka, kurios dugnu naudojasi Šonos ir kitų upelių slėniai, nuo Vainagių duburio tęsiasi skersai terasos iki pat papėdėje plytinčios limnoglacialinės

lygumos. Smulkesniosios dubės vienos yra uždarnos, kitas irgi jungia protakos. Dubės retai pavienės, dažniausiai išsidėsčiusios dėsningsi linijomis arba tarpusavyje sudaro koncentriškus laukus.

Bendrą raižyto terasos reljefo įspūdį sustiprina ne tik eroziniai pažemėjimai, daubos ir užpelkėję glaciokarstinės kilmės ežerėliai, bet ir griovos bei raguvos, raižančios didžiųjų daubų ir protakų šlaitus. Raižytumą dar padidina tankus hidrografinis tinklas.

Terasoje neigiamos paviršiaus formos paplitę nevienodai. Stambiosios glaciokarstinės, sufozinės ir erozinės kilmės neigiamos formos yra tarp terasos šiaurinio pakraščio (nuo Pailgio) iki jos vidurio (iki Galvydiškės). Nuo terasos vidurio iki pietinio pakraščio (iki Vaitaičių) glaciokarstinės dubės retesnės, jos smulkios, dažnai pavienės. Pietinėje terasos dalyje vyrauja teigiamos paviršiaus formos – čia tęsio ištisas Targių ozų laukas (Karmazienė, 1999; Karmazienė, 2006a; 2006b). Ozų virtinės nutįsusios šiaurės-rytų pietvakarių kryptimi, jas vieną nuo kito skiria erdvūs, kai kur užpelkėję pažemėjimai. Ozų ilgis – nuo 300 m iki 1,6 km, pado plotis – nuo 50 m iki 150-200 m, ozų keteros absoliutusis aukštis svyruoja tarp 135,0 m ir 146,6 m, o santykinis aukštis kinta nuo 1,5-2,0 m iki 12 m. Aerofotonuotraukose ozai išsiskiria kaip iškilūs, pailgi, vingiuoti arba tiesūs, kartais sudaryti iš nutrūkstančių juostų, gūbriai. Tankesnis pušynas (I) taip pat dažnai žymi atskirus ozus. Ozų fotovaizdo tonas (II) dažniausiai kontrastuoja su supančių nuogulų fotovaizdo tonu (3.1.9 pav.).

Skersiniame pjūvyje ozų ketera yra suapvalėjusi, vietomis net gana plokščia ir plati – iki 10-20 m. Arčiau papėdės esančios šlaitų dalys mažiau stačios. Išilginiame pjūvyje ozų keteros paviršius banguotas, o keteros viršūnių aukštis kinta 7 m intervale.

Keli pavieniai keimai aptikti vidurinėje terasos dalyje, terasos ir kalvagūbrio keteros sąlyčio zonoje.

Terasos paviršiui būdingi trys morfografiniai – morfometriniai reljefo tipai: plokščia, silpnai banguota ir daubota lygumos. Rytinėje terasos pusėje

nuo šiaurinio pakraščio (nuo Pailgio) iki vidurio (iki Galvydiškės) terasos reljefas – daubota lyguma.



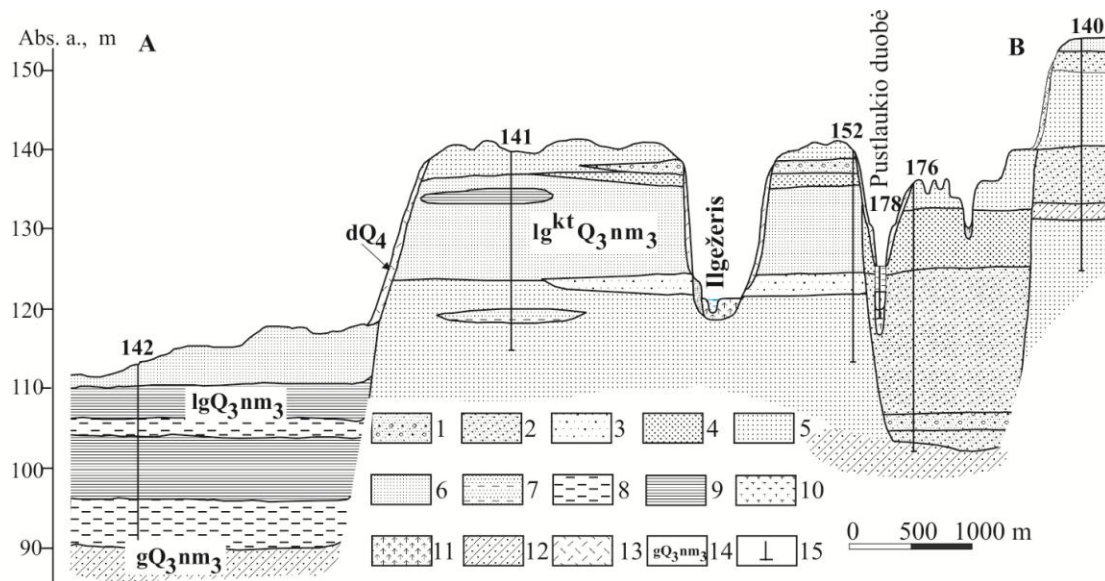
3.1.9 pav. Targių ožų aerofotovaizdas (1958 metų aerofotonuotrauka, M 1:15 000). I – stambus ozas; II – smulkus ozas.

Ypatingai dubių ir daubų gausu tarp Ilgežerio ir Vainagių, terasos plote apie Pustlaukio duobę – čia yra per šimtą nuo kelių iki kelių dešimčių metrų dydžio ir nuo 1 m iki 10 m gylio neigiamų reljefo formų.

Nuo Galvydiškės iki Vaitaičių, taip pat rytinėje terasos pusėje aptinkamas silpnai banguotas reljefas. Likusioje terasos dalyje paviršiaus reljefo tipas yra plokščia lyguma, nežymiai pasvirusi į vakarus. Ypatingai

plokščia lyguma be glaciokarstinių dubių ar erozinių formų yra terasos abraziame lygyje (125 m abs. a.).

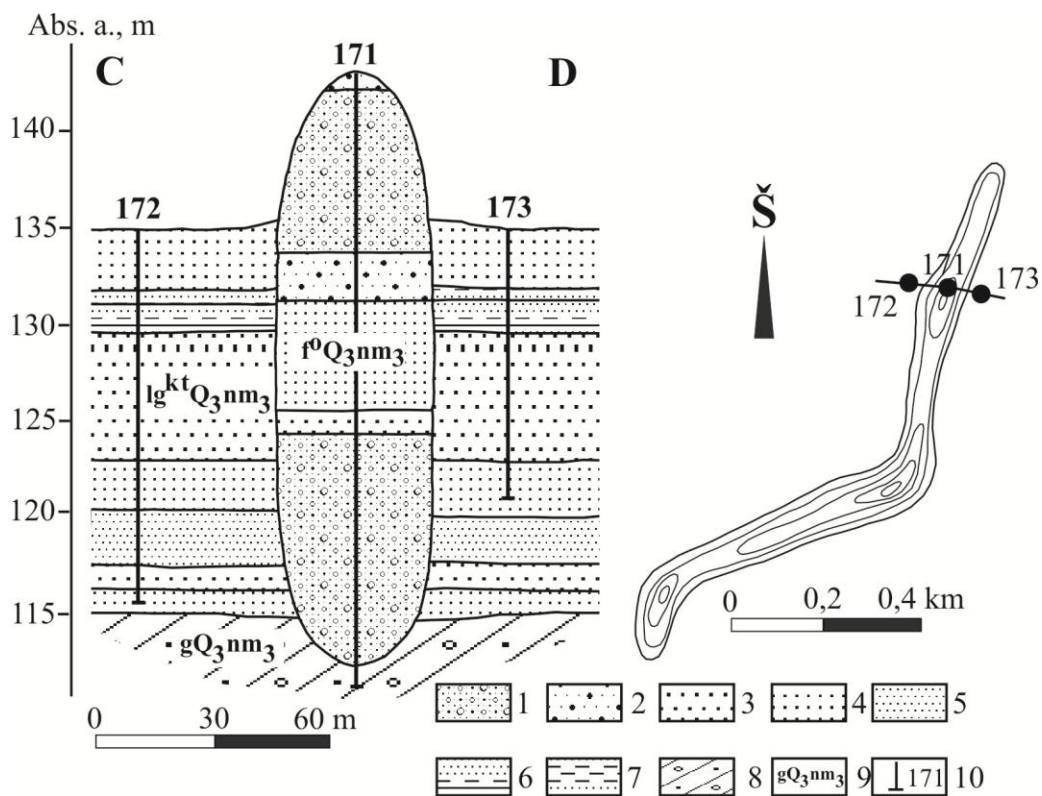
Terasa yra limnoglacialinės kilmės. Limnoglacialinės terasos nuosėdos slūgso ant pilko, pilkai rudo moreninio priesmėlio su žvirgždu ir gargždu iki 10-12%. Nuosėdų padas lygus. Vidinė terasos sandara yra gana pastovi ir vertikaliame, ir horizontaliame pjūviuose. Didžiojoje terasos dalyje vyrauja toks nuogulų pjūvis: apatinėje dalyje slūgso pilkai rudas, plastiškas, masyvios tekstūros molis, kurio storis – 1,8 m. Virš molio susikaupęs šviesiai gelsvai rudas masyvus aleuritas su smulkučiu, aleuritingo smėlio tarp sluoksniais iki 1,2 m storio. Aleurito sluoksnio storis siekia 11 m. Aleuritas palaipsniui pereina į 4 m storio smulktį, aleuritingą smėlį, viršutinėje sluoksnio dalyje – su rausvai rudo molingo aleurito tarp sluoksniais iki 15 mm storio. Keiminės terasos viršutinę dalį sudaro horizontaliai sluoksniuotas gelsvas smulkus smėlis. Bendras limnoglacialinių nuosėdų storis – 23,6 m. Terasos nuosėdos susiklojo baseine, tyvuliavusiame tarp ledyno, dengusio Kurtuvėnų masyvą ir negyvo ledo, gulėjusio Gansės liežuvinėje dubumoje. Baseinas savo egzistavimo pradžioje buvo gilus ir visą laiką seklėjo. Retkarčiais į baseiną prasi verždavo stipresnės ledyno tirpsmo vandenų srovės. Tuomet klostydavosi įvairus smėlis ir žvirgždo-smėlio nuogulos (žvirgždo iki 33%) (3.1.10 pav.).



3.1.10 pav. Kurtuvėnų keiminės terasos skersinis profilis ir nuosėdos. Profilio vieta parodyta 3.1.7 pav.:

1 – žvirgždingas smėlis; 2 – smėlis su žvirgždu; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis vidutinis; 5 – smėlis smulkus; 6 – smėlis smulkutis; 7 – smėlis aleuritingas; 8 – aleuritas; 9 – molis; 10 – sapropelis; 11 – durpės; 12 – moreninis priemolis; 13 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 14 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: gQ_3nm_3 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; limnoglacialinės nuosėdos: $lg^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; lgQ_3nm_3 – priededyninės; *Holocenas*: dQ_4 – deliuviniai dariniai; 15 – grėžinys ir jo numeris.

Pietinėje keiminės terasos dalyje, terasos ir masyvo keteros kontakto zonoje nuo Targių iki Gelučių tįsantys ozai sukloti iš rupių nešmenų. Paties ilgiausio (1,6 km) ir aukščiausio (iki 12 m) ozo viršūnėje išgręžtas 31,5 m gylio grėžinys parodė, kad šį ožą sudaro ryškiai sluoksniuota smėlio ir žvirgždingo smėlio storumė (3.1.11 pav.).



3.1.11 pav. Targių ozo ir keiminės terasos skersinis profilis ir nuosėdos.

Profilio vieta parodyta 3.1.7 pav.:

1 – žvirgždingas smėlis; 2 – smėlis su žvirgždu; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis smulkus; 5 – smėlis smulkutis; 6 – smėlis aleuritingas-molingas; 7 – aleuritas smėlingas; 8 – moreninis priemolis, priemolis; 9 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: gQ_3nm_3 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; $f^0Q_3nm_3$ – fliuvioglacialinės ožų nuogulos; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; 10 – grėžinys ir jo numeris.

Vertikaliame pjūvyje (iš apačios į viršų) 19,3-30,6 m gylyje slūgso žvirgždo-smėlio nuogulos. Žvirgždo ir gargždo dalelių (>2 mm) kiekis svyruoja nuo 37,5 iki 40,6%. Smėlis įvairus, vyrauja rupus ir itin rupus.

Einant aukštyn, žvirgždo ir gargždo dalelių kiekis mažėja ir žvirgždo-smėlio nuogulas keičia žvirgždingas smėlis (intervalas 18,5-19,3 m). Vidurinėje ozo dalyje slūgso šviesiai gelsvo smulkaus smėlio su pavieniu smulkiu žvirgždu iki 10 mm skersmens (intervalas 11,7-18,5 m), apatinėje intervalo dalyje žvirgždo iki 5% ir smėlio su žvirgždu iki 10% (intervalas 9,3-11,7 m) sluoksniai.

Viršutinė ozo dalis (0,2-9,3 m gylis) vėl suklostyta iš žvirgždo-smėlio nuogulų. Čia žvirgždo ir gargždo dalelės sudaro 33-34%. Ozo nuogulas dengia vidutiniškai 0,2 cm storio dirvožemis. Žemiau žvirgždo-gargždo nuogulų, t.y. ozo pamate, slūgso kompaktiškas moreninis priemolis su pavieniu žvirgždu. Žemės paviršiuje matyti tik trečdalis šios reljefo formos. Kita ozo dalis – po žeme, įsirėmusi į pagrindinės morenos priemolį.

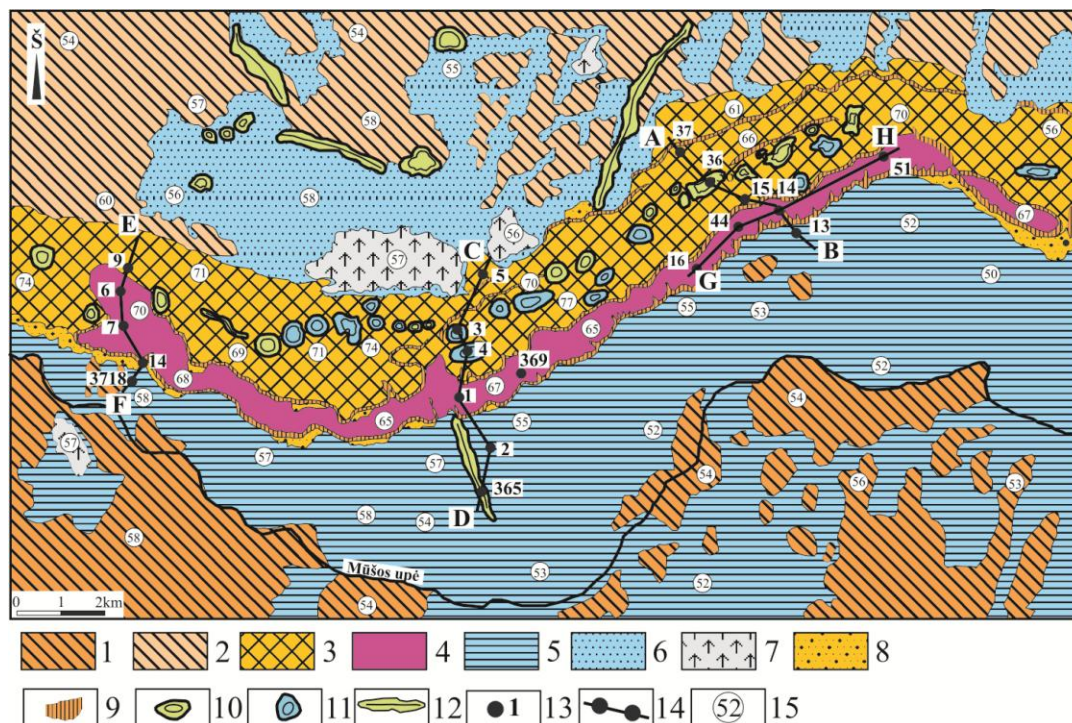
Visiškai kitoks nuogulų pjūvis stebimas abiejose ozo papėdės pusėse. Čia pjūvis labai kaitus, konstatuotos net penkios smėlio atmainos: smėlingas aleuritas, aleuritingas-molingas smėlis, smulkutis smėlis, smulkus smėlis ir įvairus smėlis. Skirtingose ozo pusėse pjūvis praktiškai nesiskiria.

Išilgai Šiaurės Lietuvos fazės marginalinio kalvagūbrio distalaus šlaito plyti **Linkuvos limnoglacialinė keiminė terasa** (Karmazienė *et al.*, 2013; Karmazienė, 2007; Karmazienė *et al.*, 2007; Baltrūnas *et al.*, 2005; Bitinas *et al.*, 2004). Ankstesnėse mokslinėse publikacijose molis, slūgsantis Linkuvos keiminėje terasoje, buvo traktuojamas kaip nuosėdos, susiformavusios Mūšos limnoglacialinio baseino aukštesnėje, šiaurinėje pakopoje (Mikaila, 1960).

Kalvagūbrį rytinėje dalyje riboja 60 m, o vakarinėje – 70 m izohipsės. Jis driekiasi kairiajame Mūšos krante, dažnai vadinamas Šiaurės Lietuvos galine morena arba paprastai Linkuvos gūbriu. 120 km ilgio ir 1-3 km pločio kalvagūbrį Lietuvos teritorijoje sudaro 3 atkarpos: šiaurės vakarinė, vidurinė ir šiaurinė. 10 km į vakarus nuo Linkuvos ties Judiškiais ir prasideda vidurinė, trumpiausia, aukščiausia kalvagūbrio atkarpa, ji tęsiasi į rytus iki Kalneliškių.

Jos ilgis – 30 km. Ši atkarpa iškyla morenos ir limnoglacialinės lygumos sąlyčio zonoje, yra vienodai ryški iš šiaurės ir pietų. Būtent ties vidurine kalvagūbrio atkarpa formavosi keiminė terasa. Vidurinės kalvagūbrio keteros paviršius banguotas su tankiai „įsodintais“, dažniausiai limnoglacialinės kilmės, keimais. Virš aplinkinio paviršiaus vidurinė kalvagūbrio atkarpa iškyla vidutiniškai 20 m, o pavienės aukštos kalvos – iki 27 m. Vyraujantis kalvagūbrio keteros absoliutusias aukštis yra 75 m, o atskiros kalvos, dažniausiai keimai, iškilę iki 84 m aukščio virš jūros lygio. Santykinis kalvų aukštis labai retai viršija 7-10 m, vyraujantis yra 3-5 m. Kalvagūbrio keteroje nuo Judiškių dubumos iki Dūčių ryškus platuminės krypties Dūčių pažemėjimas. Proksimalioje pusėje Linkuvos kalvagūbris pakopiškai nusileidžia į Žiemgalos lygumą, o distalioje pusėje – šlaitu į keiminę terasą (Karmaziene *et al.*, 2013).

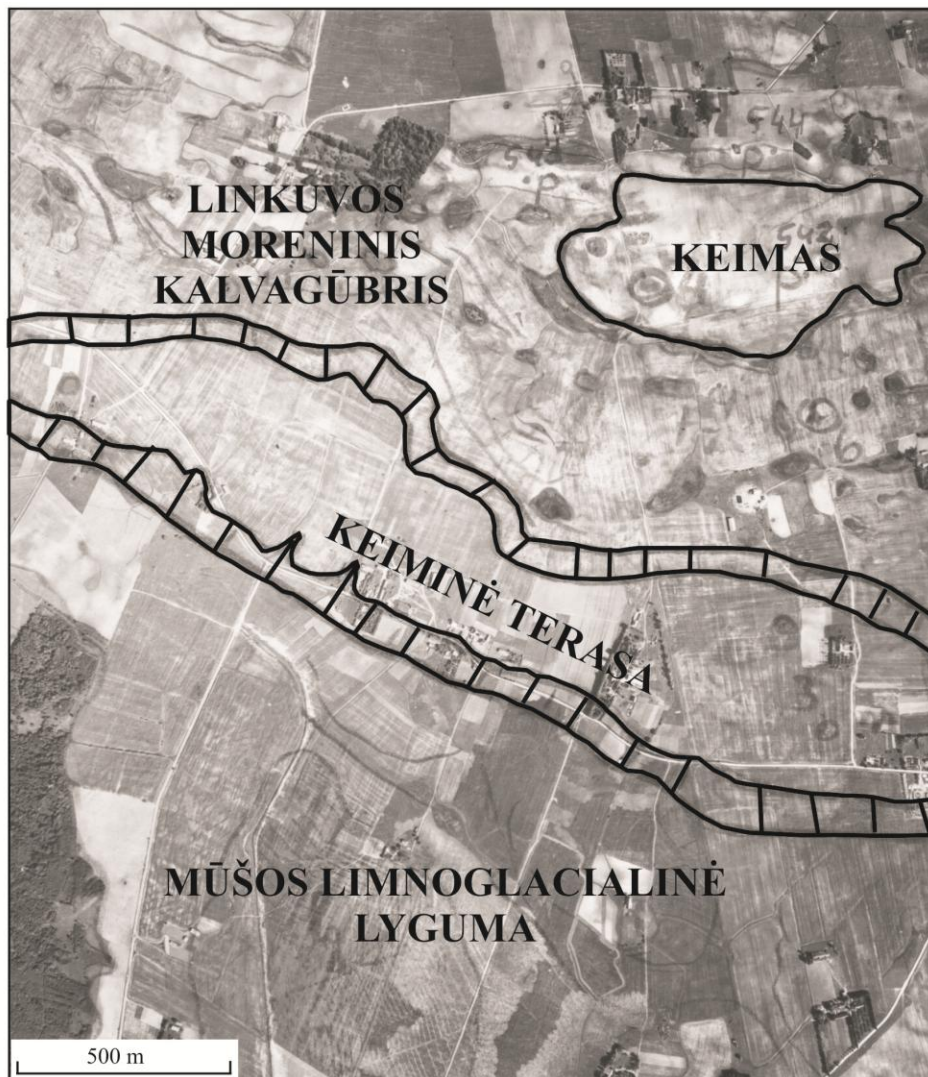
Keiminė terasa iš vakarų į rytus, atkartodama kalvagūbrio kontūrą, plačia juosta tęsiasi nuo Judiškių per Megučionius, Linkuvą, Šikšnius iki Vienžindžių (3.1.12 pav.).



3.1.12 pav. Linkuvos kalvagūbrio ir keiminės terasos glaciomorfologinė schema:

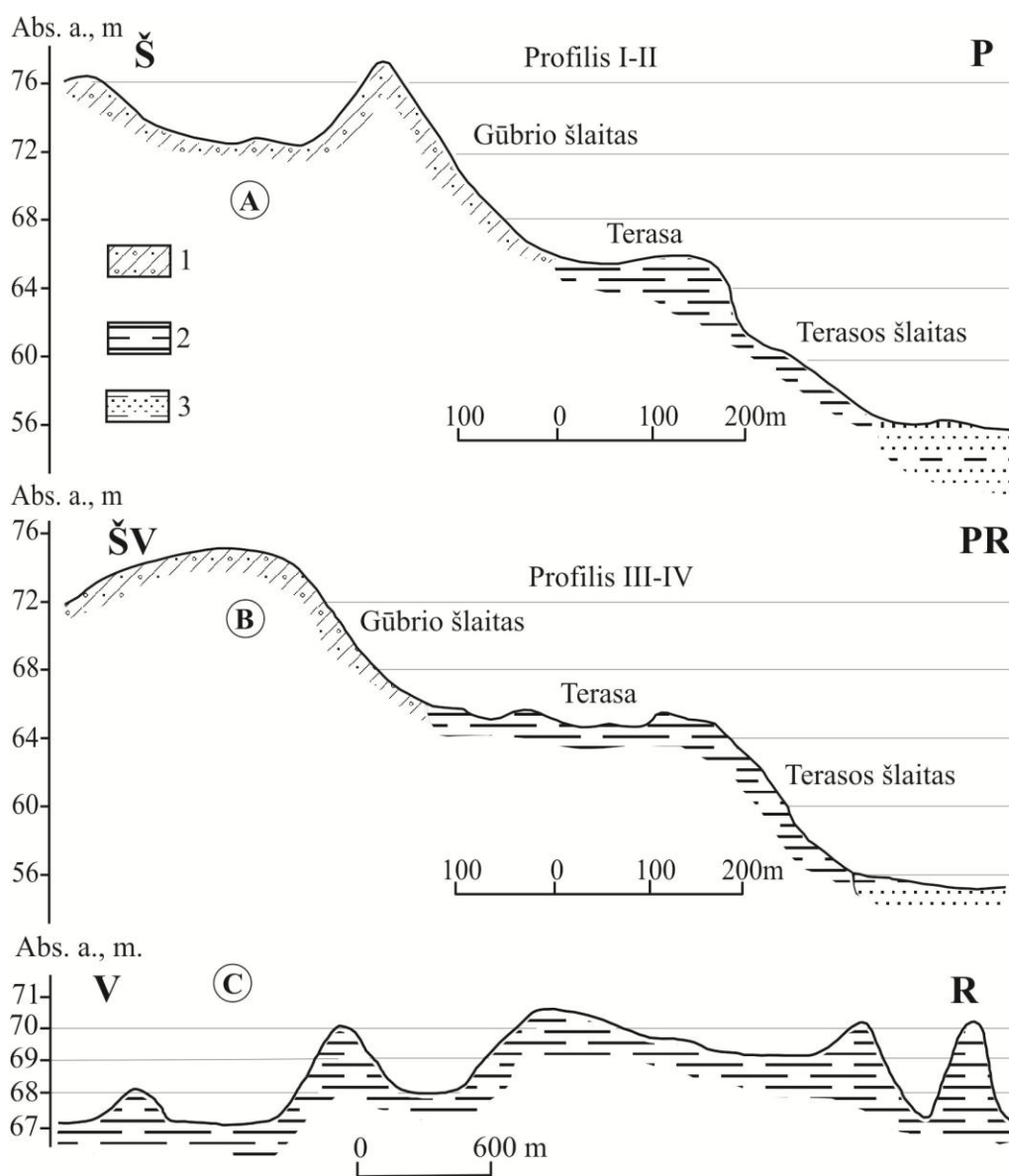
1 – Vidurio Lietuvos fazės dugninės morenos lyguma; 2 – Šiaurės Lietuvos fazės dugninės morenos lyguma; 3 – marginalinis moreninis kalvagūbris; 4 – limnoglacialinė keiminė terasa; 5 – Vidurio Lietuvos fazės patvenktinio limnoglacialinio baseino lyguma; 6 – Šiaurės Lietuvos fazės patvenktinio limnoglacialinio baseino lyguma; 7 – pelkės lyguma; 8 – solifliukcinė danga; 9 – ledo kontakto šlaitas; 10 – fliuvioglacialinis keimas; 11 – limnoglacialinis keimas; 12 – ozas, fliuvioglacialinis volas; 13 – grėžinys ir jo numeris; 14 – profilio linija; 15 – vyraujantis reljefo absoliutūs aukštis, metrais.

Terasos ilgis – 22 km, plotis kinta nuo 400 m siauriausioje vietoje ties Zimbiškiais iki 1,5 km plačiausioje – ties Judiškiais. Vyraujantis plotis – 600-700 m. Keiminė terasa pagal būdingą terasoms formą ir padėtį reljefe bei pagal fototono pasikeitimą išskirta aerofotonuotraukose (3.1.13 pav.).



3.1.13 pav. Linkuvos kalvagūbrio ir keiminės terasos aerofotovaizdas (1958 metų aerofotonuotrauka, M 1:15 000).

Nuo kalvagūbrio keteros terasų skiria šlaitas, kurio aukštis – 10 m (3.1.14 pav., A, B).



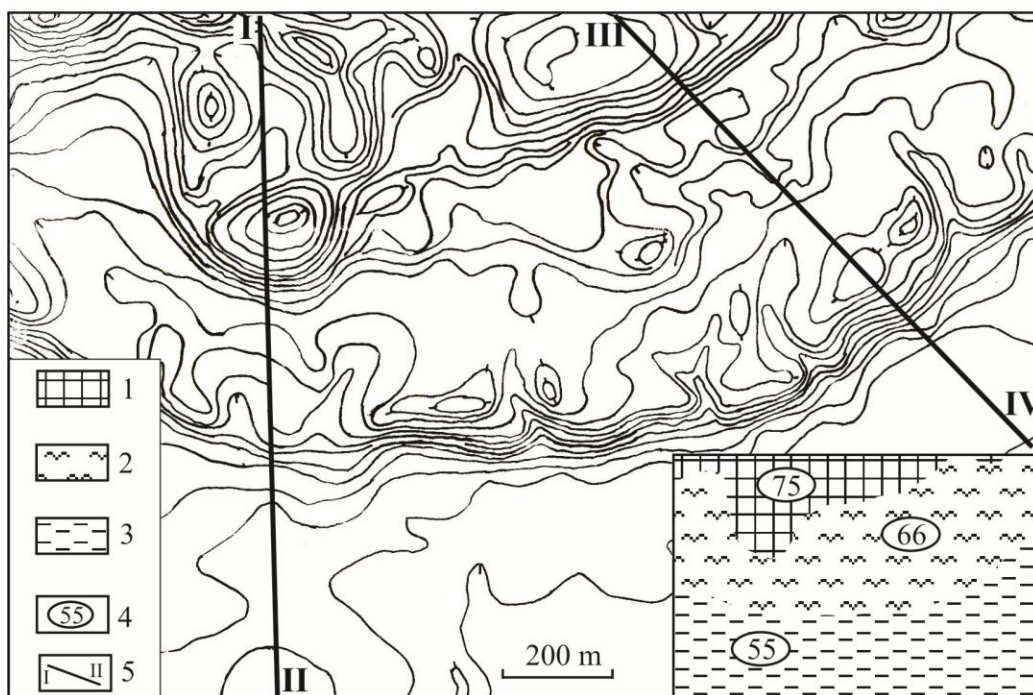
3.1.14 pav. Keiminės terasos skersiniai reljefo profiliai:

A – I-II profilis ties Zimbiškiais; B – III-IV – profilis ties Megučioniais; C – išilginis terasos tarp Šikšnių ir Palinkuvės reljefo profilis. I-II ir III-IV profilių vietos parodytos 3.1.15 pav. 1 – moreninis priemolis ir priemolis; 2 – molis; 3 – smėlis aleuritingas.

Distalioje pusėje terasa į limnoglacialinę lygumą nusileidžia stačiu šlaitu. Vientisas terasos šlaitas tęsiasi per visą 22 km keiminės terasos ilgį. Šlaito aukštis ties Zimbiškiais ir Dūčiais yra 10 m, ties Judiškiais – 12 m, o

aukščiausias ties Šikšniais – 15 m. Tai, kad keiminės terasos šlaitas yra status ir vientisas, rodo, kad distalioje terasos pusėje tįsoję negyvo ledo laukai turėjo būti nesuskeldėję į blokus.

Pagal morfografinius ir morfometrinius parametrus terasos paviršiui būdingi trys reljefo tipai: plokščia, silpnai banguota ir banguota lygumos. Vyraujantis paviršiaus reljefo tipas yra plokščia lyguma, nežymiai pasvirusi į pietus. Santykinis reljefo aukštis nedidelis – siekia tik vieną metrą, absoliutusias aukštis yra 65-67 m (3.1.15 pav.; 3.1.16 pav.).

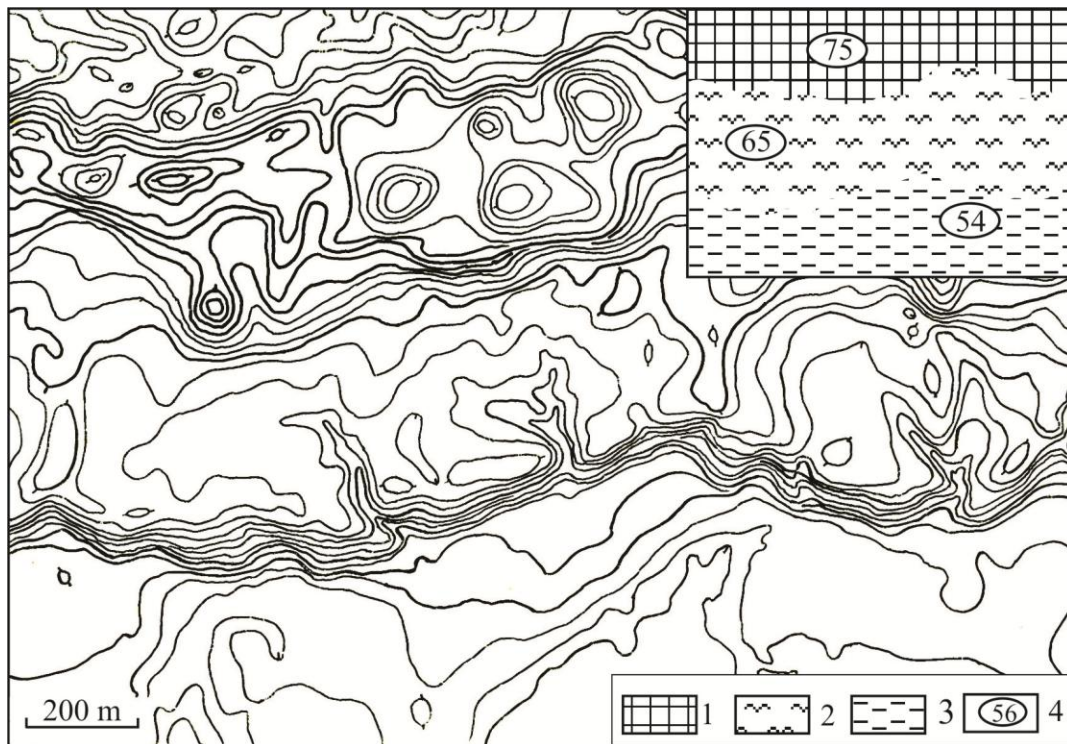


3.1.15 pav. Terasos paviršius tarp Zimbiškių ir Megučionių. Izohipsės praveistos kas 1,0 m:

I-II ir III-IV – skersiniai reljefo profiliai; 1 – moreninis kalvagūbris; 2 – keiminė terasa; 3 – limnoglacialinė lyguma; 4 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 5 – reljefo profilio vieta.

Terasos šlaito papėdėje vakarinėje ir rytinėje pusėse driekiasi solifliukcinių nuogulų šleifai, o pats šlaitas tarp Kalpokų ir Palinkuvės išraižytas griovų ir raguvų. Silpnai banguotas keiminės terasos paviršius yra dvejose atkarpose: tarp Laborų ir Zimbiškių bei ties Megučionių pralauža. Atkarpoje tarp Laborų ir Zimbiškių reljefo bangos smulkios, 100-150 m

skersmens, bangų santykinis aukštis – 1-2 m. Vyraujantis absoliutusias aukštis – 65-67 m, o bangų viršūnėse – iki 69 m.



3.1.16 pav. Keiminės terasos paviršius ties Linkuva. Izohipsės pravestos kas 1,0 m. Sutartiniai ženklai – 3.1.15 pav.

Ties Megučionių pralauža silpnai banguotas terasos paviršius yra į vakarus ir į rytus nuo pralaužos. Reljefo bangos taip pat smulkios, 100-150 m skersmens, absoliutusias aukštis bangų viršūnėse – 65 m, bangų papėdėse – 63 m. Pačios 500 m pločio pralaužos dugno reljefas yra plokščia lyguma.

Banguotas terasos reljefas aptinkamas atkarpoje nuo Šikšnių iki Palinkuvės ir vakarinėje terasos dalyje ties Judiškių dubuma. Atkarpoje tarp Šikšnių ir Palinkuvės terasos paviršiaus banguotumą atspindi išilginis terasos reljefo profilis (3.1.14 pav., C). Smulkių bangų viršūnės pakyla iki 70 m absoliučiojo aukščio, o tarpubangės žemėja iki 67 m. Šiame 3 km ilgio ruože gausu 0,5-0,7 m gylis sporadiškai išsibarsčiusių mažų 10-50 m ir didesnių 100-200 m skersmens glaciokarstinės kilmės pažemėjimų, užpildytų holoceno laikotarpio ežerinėmis nuosėdomis. Poledynmetyje, ištirpus palaidotiems ledo luistams, daubose telkšojo seklūs ežerėliai, kuriuose akumuliuosi ežerinės

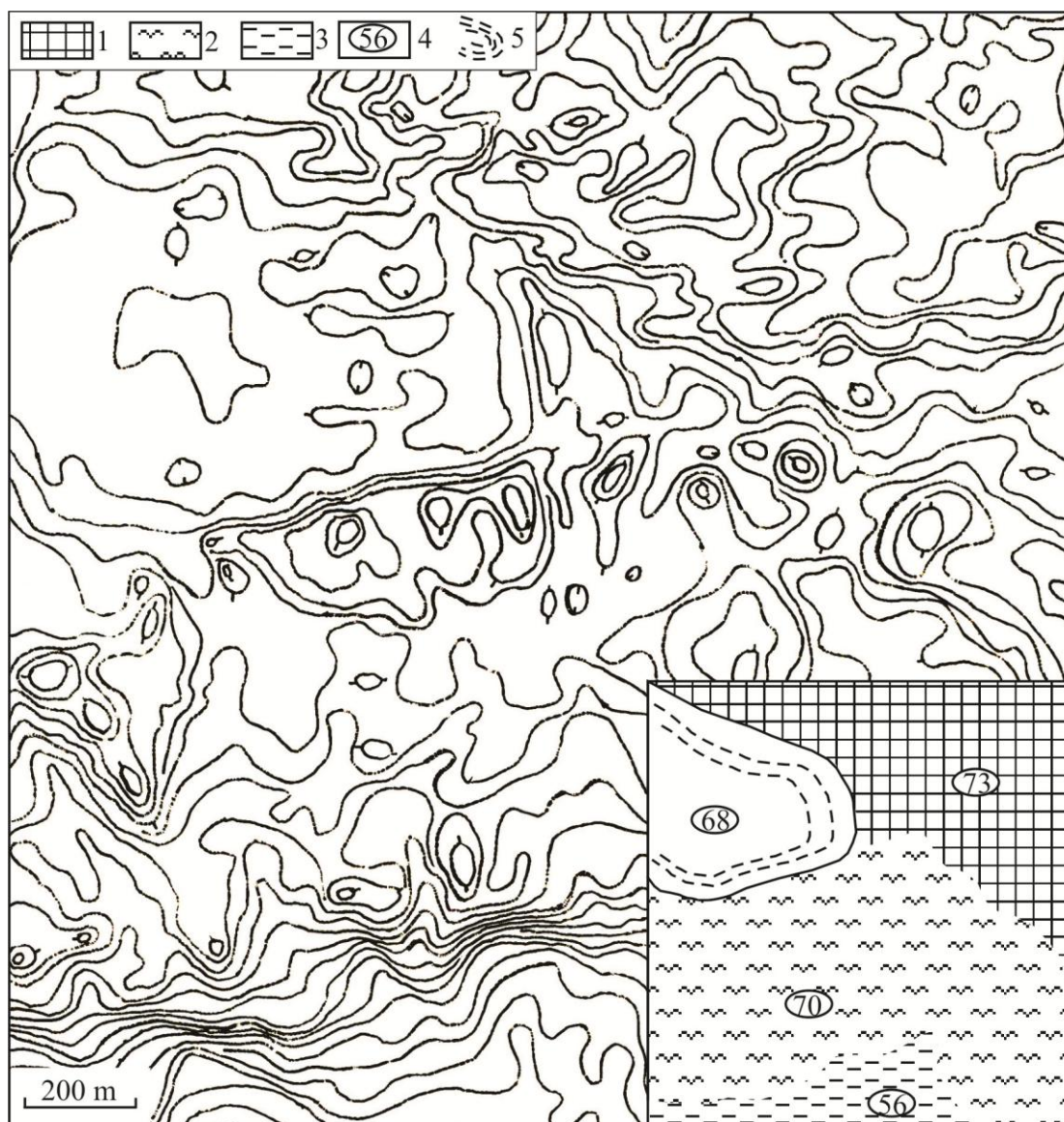
nuosėdos. Pradžioje buvę statūs daubų šlaitai ilgainiui sulėkštėjo ir dabartiniu metu keiminės terasos paviršiuje matomi tik kaip negilūs pažemėjimai. Jie koncentruojasi ties šlaitu tarp kalvagūbrio ir keiminės terasos.

Judiškių dubuma susiformavo keiminės terasos vakariniame pakraštyje, terasos ir kalvagūbrio kontakto zonoje. Dubuma yra 1 km ilgio ir 600 m pločio. Tai ovalo formos glaciokarstinės kilmės pažemėjimas, susidaręs ištirpus po keiminės terasos nuosėdomis palaidotam tokių pat matmenų negyvo ledo luistui. Dabartinis dubumos paviršius plyti 68 m absoliučiajame aukštyje, jos pakraščius juosia 1-2 m aukščio koncentriškas šlaitas. Nuo aplinkinio reljefo dubuma žemėja 4 m. Judiškių dubumos paviršiuje susikaupė holoceno laikotarpio 1,5 m storio molingo aleurito sluoksnis, po juo slūgso abliacinė morena, dengianti keiminės terasos nuosėdas.

Keiminės terasos vakarinė dalis ties Judiškių dubuma išsiskiria ne tik litologine sudėtimi (juostuotieji moliai), bet morfografija bei morfometrija. Terasos reljefas banguotas, bangos smulkios, jų skersmuo papėdėje – 100-150 m, rečiau – 250 m (3.1.17 pav.).

Vakarinėje dalyje terasa plyti didesniame absoliučiajame aukštyje – 70 m, o atskiros bangos pakyla iki 73 m. Tuo tarpu likusioje terasos tįsoje vyraujantis absoliutusias aukštis yra 65-67 m. Būtent vakarinėje dalyje keiminė terasa yra plačiausia – 1,5 km. Šioje dalyje gausu 30-50 m ilgio ir 10-20 m pločio glaciokarstinės kilmės negilių (0,5-1,0 m gylio) pažemėjimų, užpildytų ežerinės kilmės nuosėdomis su organinės medžiagos priemaiša arba durpėmis.

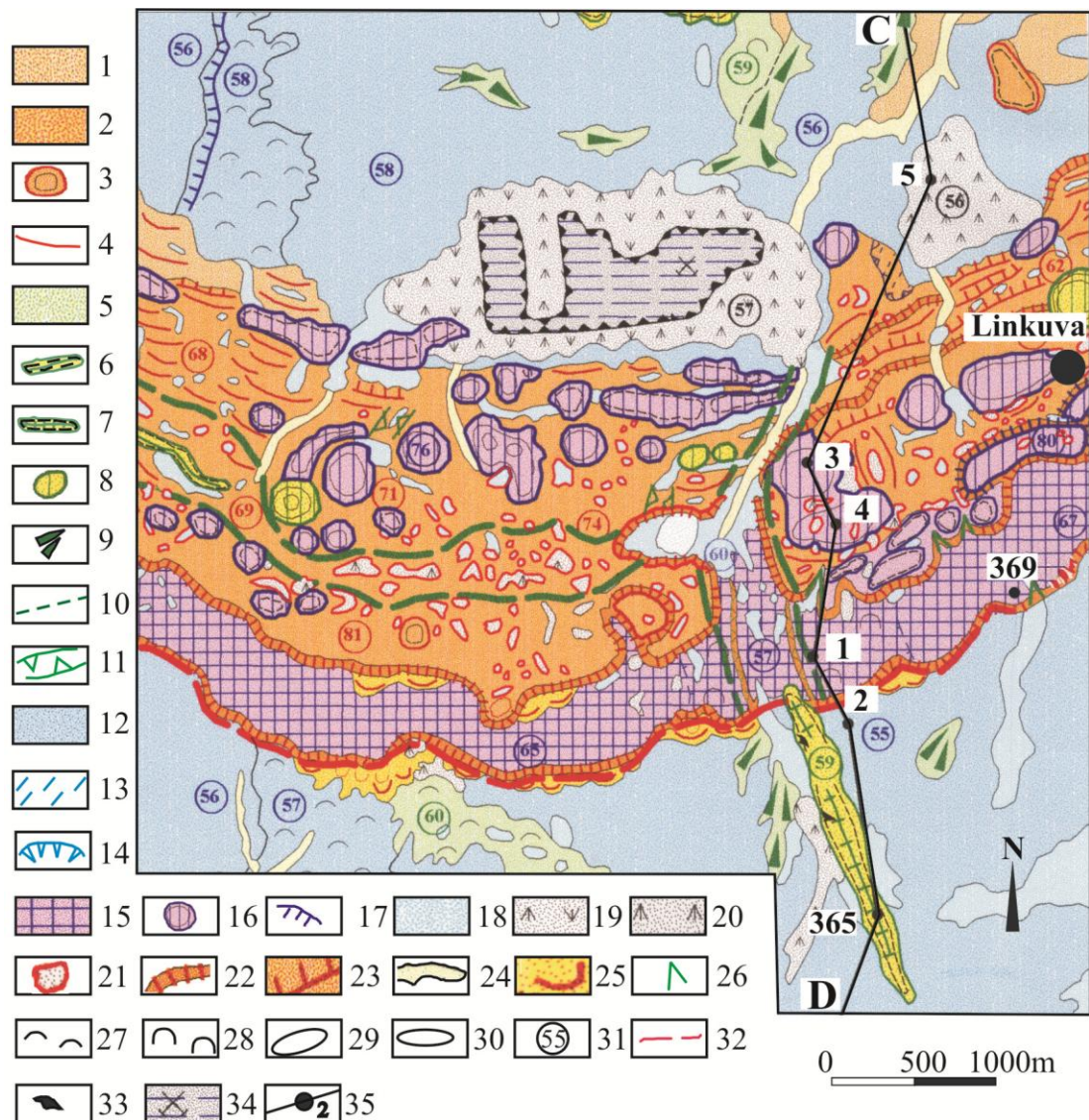
Megučionių pralauža. Linkuvos limnoglacialinė keiminė terasa yra genetiškai vienalytis kūnas – 22 km atkarpoje ji vientisa ir neturi spragų. Tik ties Megučioniais ledyno tirpsmo vandenys pralaužė keiminę terasą, ją erodavo. Paleogeografinė rekonstrukcija rodo, kad ledynas, tįsodamas Žiemgalos ledyninės plaštakos depresijoje, visą laiką tirpo ramiai ir lėtai. Ledo balansas buvo silpnai neigiamas. Tirpsmo vandenys pirmiausia kaupėsi ties pačiu kalvagūbriu, apsemdami vis naujus išsilaisvinusius nuo ledo plotus. Linkuvos kalvagūbris buvo natūralus limnoglacialinio baseino pietinis krantas. Pakilus baseino lygiui iki kalvagūbrio keteros, prasi veržęs vanduo pasinaudojo



3.1.17 pav. Keiminės terasos paviršius ties Judiškių dubuma. Izohipsės praveistos kas 1,0 m:

1 – moreninis kalvagūbris; 2 – keiminė terasa; 3 – limnoglacialinė lyguma; 4 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 5 – Judiškių dubuma.

ankstesniu poledyninės vandens iškrovos išplautu tuneliu ir išplovė skersai keiminės terasos 10 m gylio Megučionių pralaužą. Pralaužos plotis – 500 m. Keiminės terasos paviršius yra 67 m absoliučiajame aukštyje, o pralaužos dugnas – 57 m. Dabartiniame keiminės terasos pralaužos ties Megučioniais paviršiuje išlikę nesuardyti ir gerai matomi erozinės kilmės šlaitai ir pako pos (3.1.18 pav.).



3.1.18 pav. Kalvagūbrio ir keiminės terasos geomorfologinio žemėlapis fragmentas į vakarus nuo Linkuvos:

1 – dugninės morenos lyguma; 2 – ledyno pakraščio reljefas; 3 – moreninė kalva; 4 – moreninis volas; 5 – fliuvioglacialinė lyguma; 6 – fliuvioglacialinis volas; 7 – ozas; 8 – fliuvioglacialinis keimas; 9 – delta; 10 – fliuvioglacialinio srauto klonis; 11 – reliktinio srauto vaga; 12 – patvenktinio limnoglacialinio baseino lyguma; 13 – abrazinė lyguma; 14 – abrazinis šlaitas; 15 – limnoglacialinė keiminė terasa; 16 – limnoglacialinis keimas; 17 – limnoglacialinio reljefo pakopa; 18 – limninė lyguma; 19 – mišraus tipo pelkės lyguma; 20 – žemapelkės lyguma; 21 – glaciokarstinė dubė; 22 – ledo kontakto šlaitas; 23 – glacialinio reljefo akumuliacinis šlaitas; 24 – salpinis slėnis; 25 – solifliukcinio reljefo šleifas; 26 – griova, raguva; 27 – silpnai banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 28 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 29 – neryški kalva (aukštis 1-3 m); 30 – žema kalva (aukštis 3-5 m); 31 – vyraujantis reljefo absoliutusis aukštis, metrais; 32 – Šiaurės Lietuvos fazės

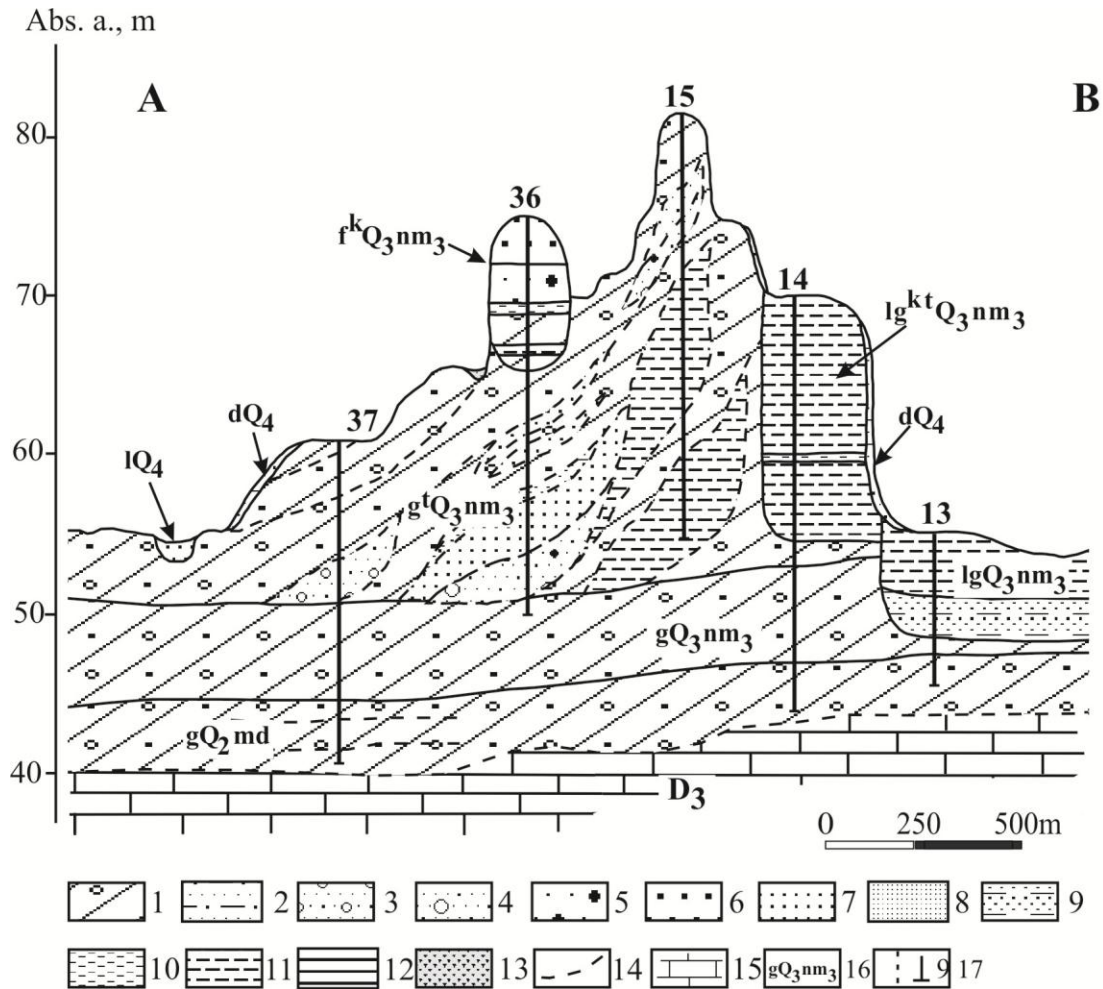
riba; 33 – veikiantis karjeras, žvyroduobė; 34 – iš eksploatuotas durpynas; 35 – profilio linija.

Linkuvos keiminė terasa sudaro genetiškai vientisą 22 km ilgio limnoglacialinių nuosėdų masivą. Masivo plotis siauriausioje vietoje yra 400 m, plačiausioje siekia 1,5 km, o vidutiniškai – 700 m. Kadangi keiminėje terasoje nėra natūralių atodangų ar prakasų, apie jos vidinę sandarą tenka spręsti iš duomenų, gautų gręžiant gręžinius. Limnoglacialinės keiminės terasos nuosėdos buvo pergręžtos 8 gręžiniais, kirtusiais limnoglacialinių nuosėdų storumę ir įsigilinusiais į terasos aslą sudarančias nuogulas. Dugno substratas rodo, kad limnoglacialinis baseinas buvęs uždaros formos su stačiais šlaitais. Keiminė terasa suklota iš molio (Karmazienė *et al.*, 2011; Karmazienė *et al.*, 2013).

Paviršiuje molis apdengtas tik dirvožemiu. Pagal granulimetrinę sudėtį ir tekstūros ypatumus terasą formuoja dvejopas molis: masyvus ir juostuotas. Didžiąją terasos dalį nuo Judiškių dubumos iki pat rytinio pakraščio ties Vienžindžiais, t.y. 20 km jos ilgio, sudaro masyvios tekstūros molis. Vakarinė terasos dalis 2 km ilgio ruožas ties Judiškių dubuma suklota iš juostuoto molio. Nustatyta, kad masyvios tekstūros limnoglacialinių nuosėdų storumė nuo Judiškių dubumos iki rytinio keiminės terasos pakraščio, iki Vienžindžių, yra vienodos ir išlaikytos sandaros visame terasos plote tiek vertikalia, tiek ir horizontalia kryptimi (3.1.19 pav.; 3.1.20 pav.; 3.1.21 pav.).

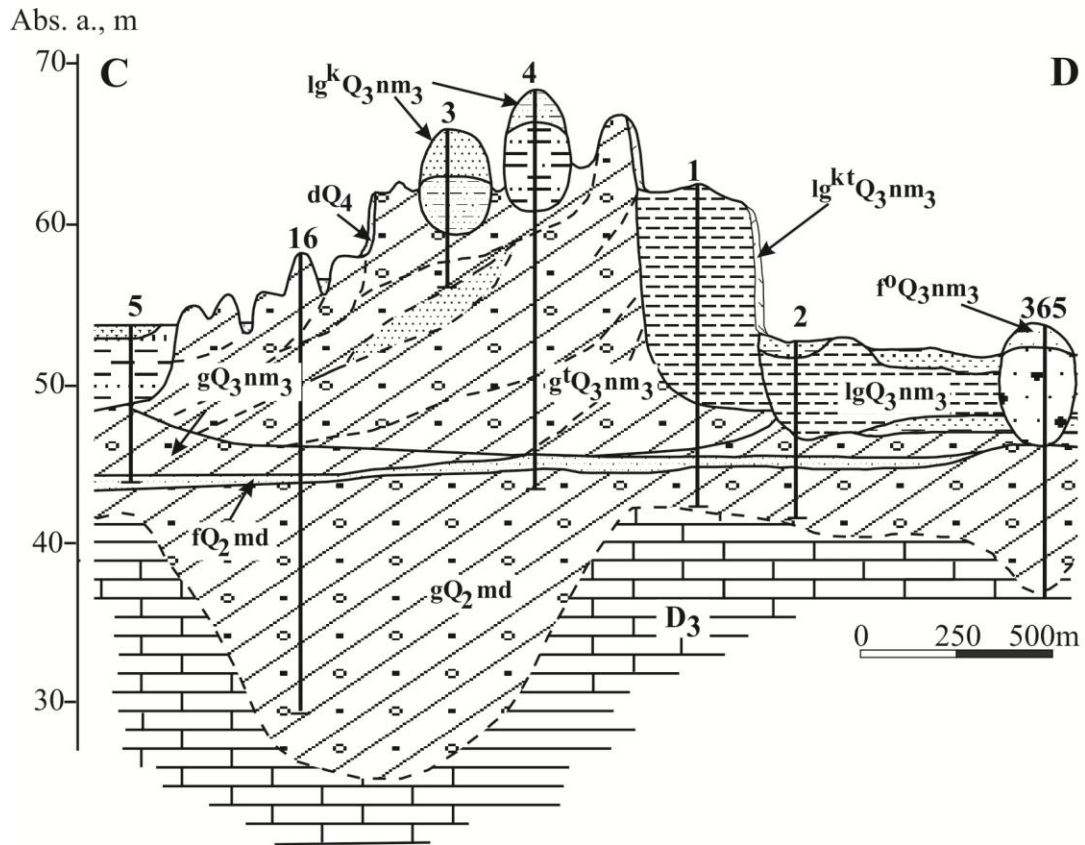
Monolitinio molio asla – Baltijos ledyno moreninės nuogulos (3.1.22 pav.). Morenos paviršius lygus, todėl 20 km ilgio ruože terasą sudarančių nuosėdų storis kinta nežymiai – nuo 13,1 m iki 15,3 m ir tiesiogiai priklauso nuo hipsometrinių aukščių – hipsometriškai aukštesnėse vietose padidėja nuosėdų storis.

Aprašomą keiminės terasos atkarpą sudaro rudas masyvus molis, vietomis – su nedideliais (1-2 cm storio) smulkučio smėlio lęšiais, kai kur – su 0,1-1,2 metrų storio aleuritingo ir smėlingo molio bei molingo ir smėlingo aleurito tarp sluoksniais (3.1.23 pav.; 3.1.24 pav.).

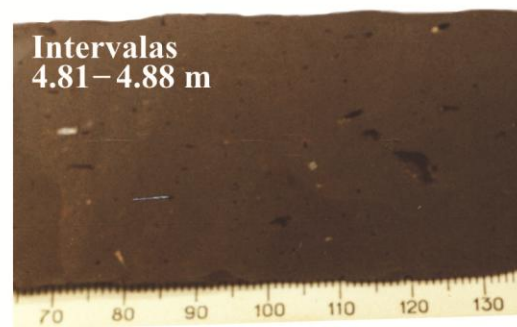


3.1.19 pav. Linkuvos kalvagūbrio ir keiminės terasos skersinis profilis ir nuogulos Miciškių-Šikšnių apylinkėse. Profilio vieta parodyta 3.1.12 pav.:

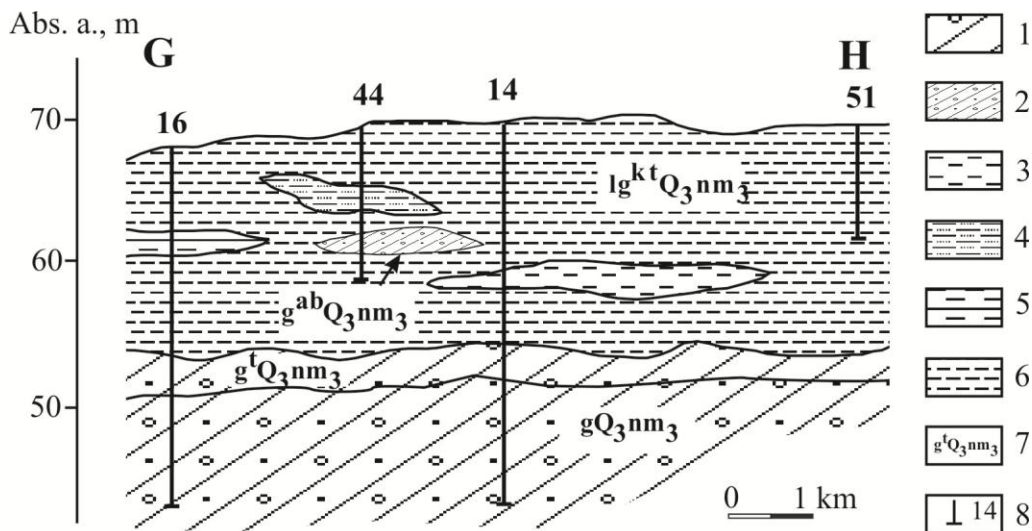
1 – moreninis priemolis ir priemolis; 2 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 3 – gargždo-žvirgždo nuogulos; 4 – žvirgždingas smėlis; 5 – smėlis su žvirgždu; 6 – smėlis įvairus; 7 – smėlis smulkus; 8 – smėlis smulkutis; 9 – smėlis aleuritingas; 10 – aleuritas; 11 – molis; 12 – molis juostuotas; 13 – durpės; 14 – skeldiška morenos struktūra; 15 – dolomitas (D_3); 16 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Vidurinis pleistocenas, Žeimenos svita, Medininkų posvitė*: g_{Q_2md} – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; f_{Q_2md} – fluvio-glacialinės nuogulos; *Viršutinis pleistocenas, Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: $g_{Q_3nm_3}$ – pagrindinės morenos; $g^t_{Q_3nm_3}$ – kraštinių darinių; $g^{ab}_{Q_3nm_3}$ – abliacinės morenos; fluvio-glacialinės nuogulos: $f^k_{Q_3nm_3}$ – keimų; $f^0_{Q_3nm_3}$ – ozų; $f_{Q_3nm_3}$ – prieledyninės; limnoglacialinės nuosėdos: $lg^k_{Q_3nm_3}$ – keimų; $lg^{kt}_{Q_3nm_3}$ – keiminių terasų; $lg_{Q_3nm_3}$ – prieledyninių baseinų; *Holocenas*: s_{Q_3-4} – solifliukcinės nuogulos; l_{Q_4} – limninės nuosėdos; b_{Q_4} – biogeninės nuogulos; d_{Q_4} – deliuviniai dariniai; 17 – grėžinys ir jo numeris (punktynu – grėžinys šalia pjūvio linijos).



3.1.20 pav. Linkuvos kalvagūbrio ir keiminės terasos skersinis profilis ir nuogulos Vaižgantų-Megučionių apylinkėse. Profilio vieta parodyta 3.1.12 pav. ir 3.1.18 pav. Sutartiniai ženklai – 3.1.19 pav.

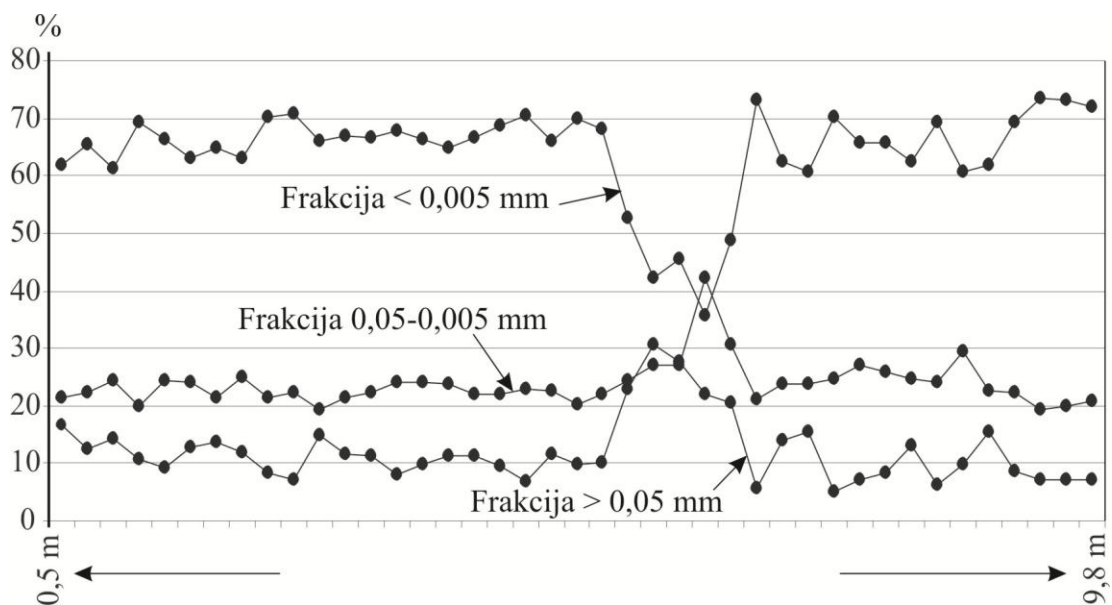


3.1.21 pav. Keiminės terasos molio tekstūros (44 gręžinys).



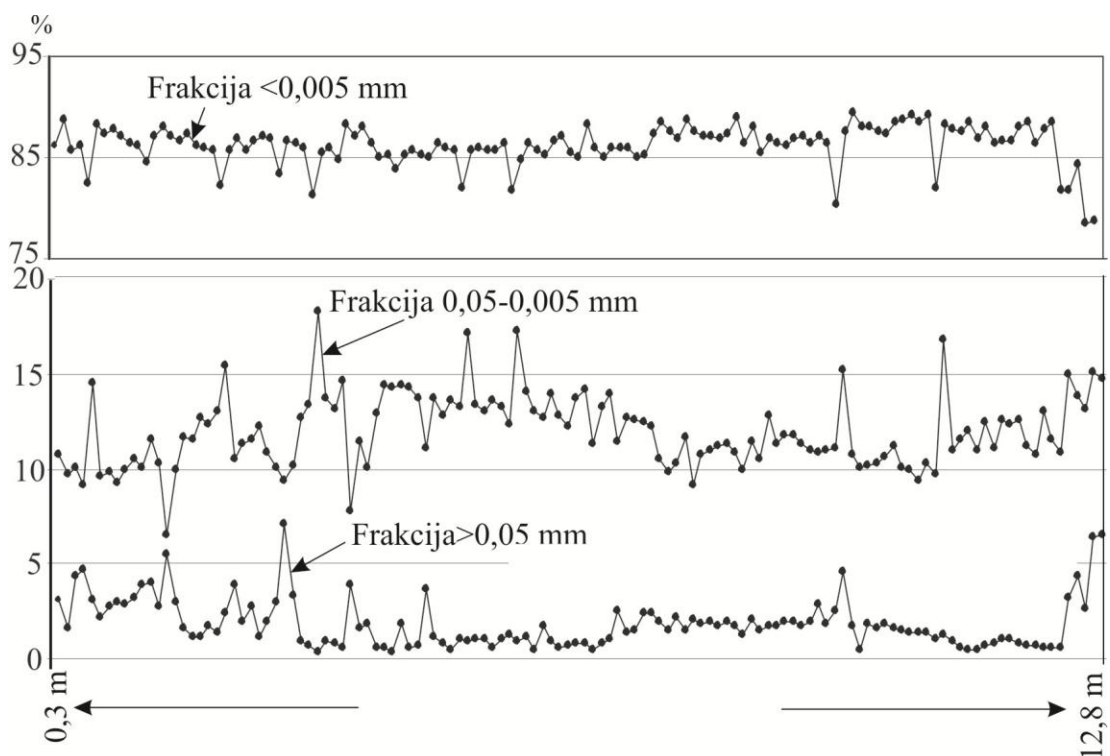
3.1.22 pav. Keiminės terasos išilginis profilis ir nuogulos nuo Laiškonių iki Linkavičių. Profilio vieta parodyta 3.1.12 pav.:

1 – moreninis priemolis ir priemolis; 2 – abliacinė morena; 3 – aleuritas; 4 – molis su smėlio tarp sluoksniais; 5 – aleuritas molingas; 6 – molis; 7 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; 8 – gręžinys ir jo numeris.



3.1.23 pav. Keiminės terasos nuosėdų granulimetrinės sudėties rezultatai (44 gręžinys). Gręžinio vieta parodyta 3.1.12 pav.

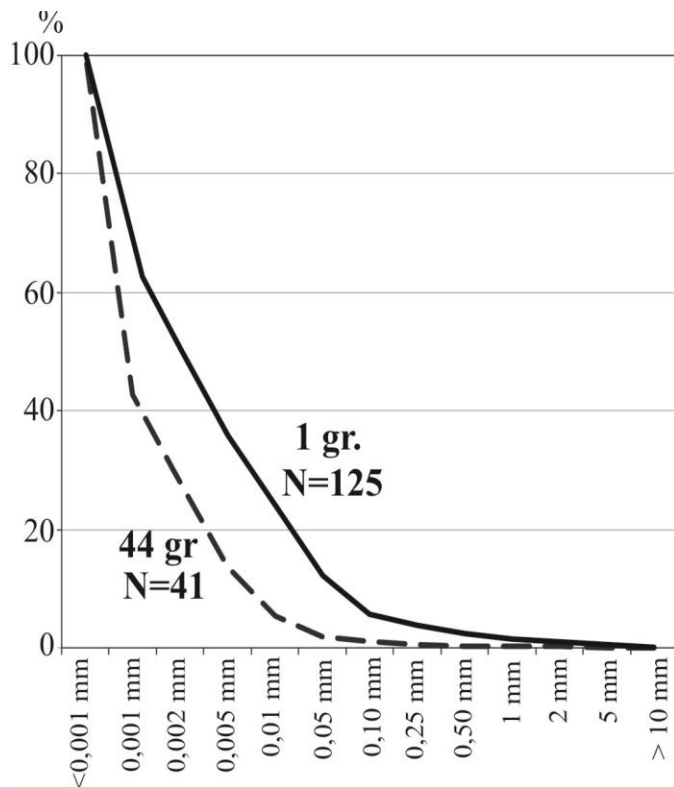
Molio storumėje yra žvirgždo, gargždo ir karbonatinių kongrecijų priemaišų, kurios sudaro apytikriai 3-5% visos nuosėdų masės.



3.1.24 pav. Keiminės terasos nuosėdų granulimetrinės sudėties rezultatai (1 gręžinys). Gręžinio vieta parodyta 3.1.12 pav.

Viename iš gręžinių (3.1.22 pav., 44 gręž.) aptiktas priesmėlio sluoksnis, slūgsantis 7,5-8,3 m gylyje. Šis moreninis sluoksnis gali būti abliacinė morena, nužliaugusi nuo moreninio kalvagūbrio arba priesmėlio sudėties baseine plaukiojusių ledkalnių dugno priešalas. Viršutinėje terasos pjūvio dalyje iki 1 m gylio esantis molis yra margas (rudas su pilkomis ir juosvomis dėmėmis), su smėlio ir aleurito priemaiša. Frakcija, mažesnė už 0,005 mm nuo pat paviršiaus iki 1 m gylio siekia 68-72%. Molio margumas išnyksta 2,0-2,5 m gylyje ir iki sluoksnio pado molis yra rudas, masyvus.

Kaip rodo granulimetrinės sudėties tyrimai (mėginiai buvo imami kas 10 cm), molį sudaro mažesnių už 0,005 mm dalelių frakcija, kurių nuo paviršiaus iki 12,3 m gylio yra 86-89%, 12,3-12,8 m gylio intervale – 78-84% ir tik pačioje apatinėje 20 cm storio sluoksnio dalyje (intervalas 12,8-13,0 m) – 42-58%. Keiminės terasos molio granulimetrinė sudėtis pavaizduota 3.1.25 paveiksle.

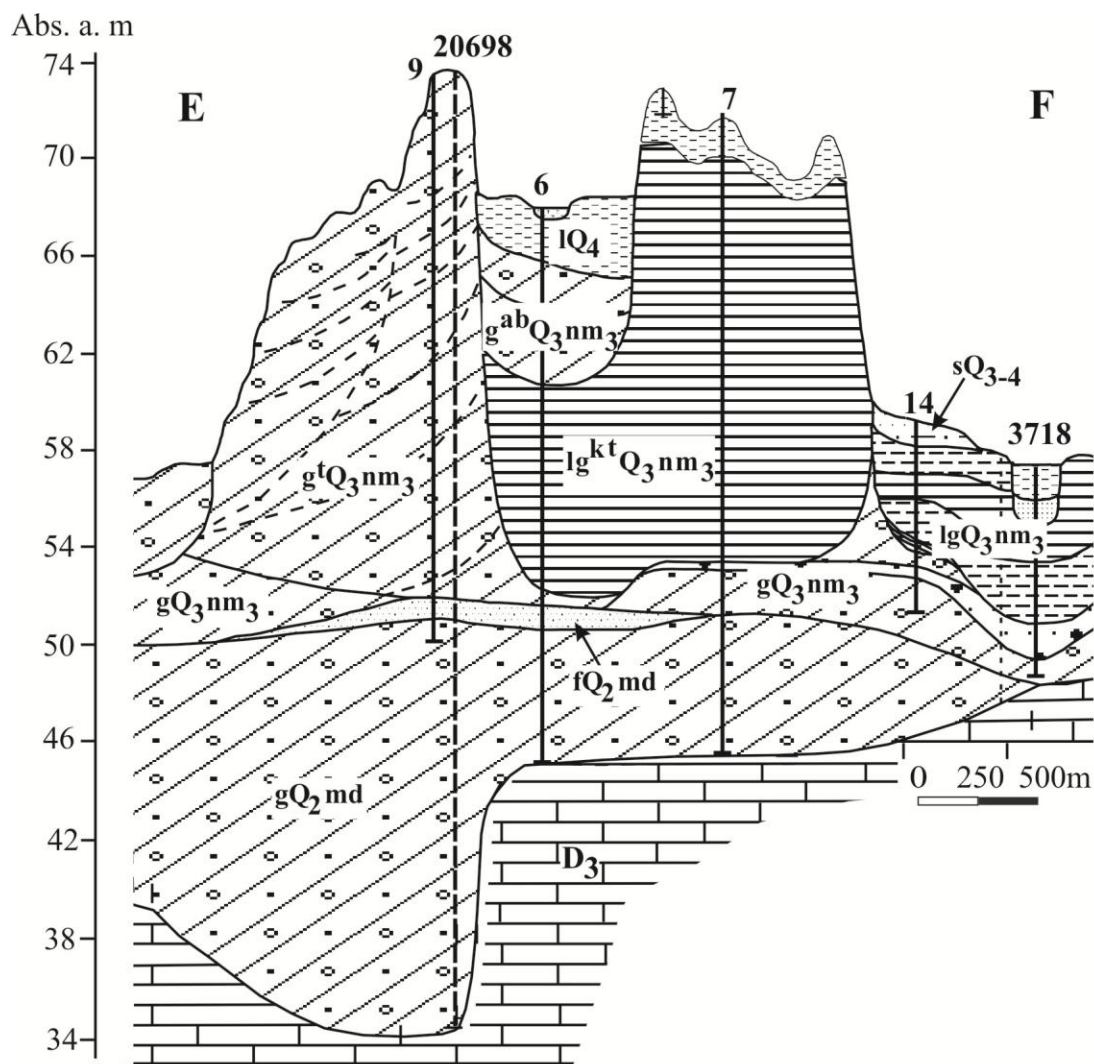


3.1.25 pav. Keiminės terasos molio granulimetrinės sudėties kumuliatyvinės kreivės.

Kumuliatyvinėse kreivėse išryškėja staigus lūžis ties reikšme 0,002-0,001 mm dydžio frakcijos, sudarančios 45-65% molingų dalelių. Staigus kumuliatyvinės kreivės kilimas į viršų rodo, kad smulkiadispersinės frakcijos (<0,001 mm) molyje yra nuo 65 iki 90%. Tai reiškia, kad molis yra gerai segreguotas.

Juostuotos tekstūros molis aptinkamas tik pačiame vakariniame keiminės terasos pakraštyje, siaurame 2 km ilgio ruože ties Judiškių dubuma (3.1.26 pav.).

Šios tekstūros molis buvo pergręžtas dviem gręžiniais. Maksimalus juostuotų darinių storis yra 18,4 m. Giliau slūgso Viršutinio Nemuno glacialinės ir fliuvioglacialinės nuogulos. Juostuotų darinių sluoksnis nėra vienalytis, jį sudaro kelios juostuotų darinių serijos. Viršutinė serija – tai neryškiai juostuotas molis (slūgso nuo 1,5 m iki 8,7 m gylio, storis – 7,2 m). Frakcijos, mažesnės už 0,005 mm, dalelių kiekis molyje – 76-83%. Iš viršaus juostuotą molį dengia 1,5 m storio šviesiai rudas aleuritingas-smėlingas molis. Vidurinė serija – tai labai ryškiai juostuotas molis. Slūgso nuo 8,7 m iki 10,5 m gylio.



3.1.26 pav. Linkuvos kalvagūbrio ir keiminės terasos skersinis profilis ir nuogulos ties Judiškių dubuma. Profilio vieta parodyta 3.1.12 pav. Sutartiniai ženklai – 3.1.19 pav.

Apatinė serija – tai vėl neryškiai juostuotas molis, kuriame juostelės vos įžiūrimos, bet kernas lūžta pagal juostelių plokštumas. Frakcijos, mažesnės už 0,005 mm dalelių kiekis molyje – 77-79%. Nuosėdų tekstūra, struktūra bei litologija rodo, kad limnoglacialinės nuosėdos formavosi giliame baseine, kur ir galėjo nusėsti riebus ir gerai segreguotas molis.

Išilgai Vidurio Lietuvos fazės marginalinio kalvagūbrio proksimalaus šlaito plyti **Lapių limnoglacialinė keiminė terasa.**

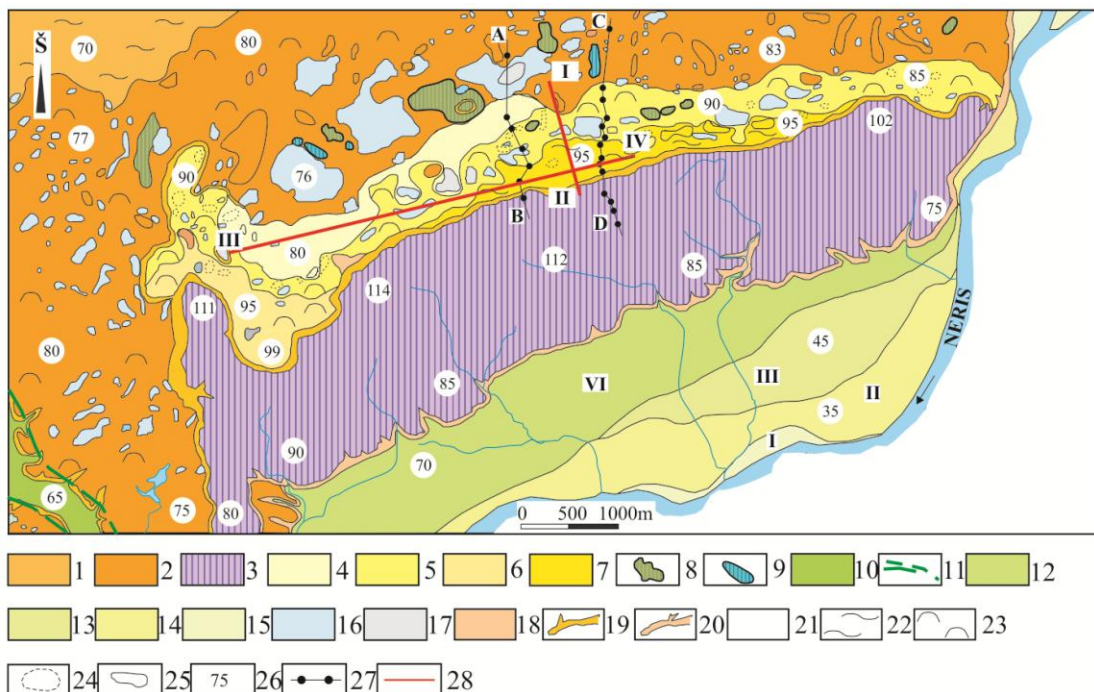
Ilgą laiką vyravo nuomonė apie sustumtinę Vidurio Lietuvos fazės kalvagūbrio kilmę Šilainių-Domeikavos-Šatijų-Lapių ruože (Basalykas, 1965;

Кучас и др., 1966). Šio darbo metu kartografuojant 1:10 000 masteliu pakraštinių darinių vidinę sandarą, detaliai tiriant nuogulų ir nuosėdų slūgsojimo sąlygas, gauta informacija patvirtino intraglacialinę Šilainių-Domeikavos-Šatijų-Lapių ruožo reljefo kilmę (Karmazienė, 2003). Ryški šio ruožo geomorfologinė sandara yra dvinarė: pietinėje dalyje nustatytas terasuotas keiminis masyvas, šiaurinėje dalyje plyti marginaliniai dariniai. Palei keiminio masyvo šiaurinį šlaitą nuo Šatijų per Didžiąsias Lapes iki Andruškonių tęsiasi keiminė terasa (3.1.27 pav.).

Plane masyvo ir keiminės terasos sąlyčio konfigūracija tiesi, išskyrus terasos vakarinį pakraštį – čia keiminės terasos ir masyvo kontakto linija vingiuotai išgaubta į pietus.

Lapių keiminės terasos ilgis – 10 km, vidutinis plotis – 0,8 km. Vakarinėje pusėje ji plačiausia – 1,5 km, pakraščiuose vietomis susiaurėja iki 300-400 m.

Paprastai keiminė terasa turi du aiškius šlaitus: viršutinį – aukštumos ar masyvo šlaitą, prie kuriuo terasa formuojasi ir apatinį, t.y. terasos šlaitą.

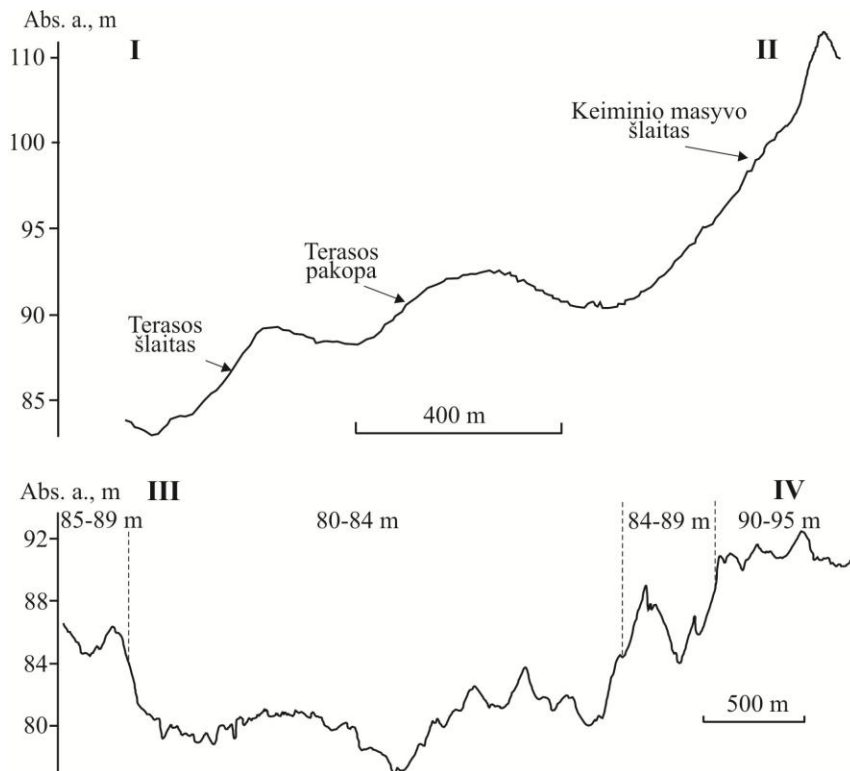


3.1.27 pav. Lapių keiminės terasos apylinkių geomorfologinė schema:

1 – Vidurio Lietuvos fazės dugninės morenos lyguma; 2 – Vidurio Lietuvos fazės ledyno pakraščio reljefas; 3 – limnoglacialinis keiminis masyvas; 4-7 – limnoglacialinė keiminė terasa, terasos lygiai: 4 – žemas; 5 – vidurinis; 6 –

aukštas; 7 – labai aukštas; 8 – fliuvioglacialinis keimas; 9 – limnoglacialinis keimas; 10 – fliuvioglacialinė lyguma; 11 – rina; viršsalpinių terasų lygumos: 12 – VI-osios; 13 – III-osios; 14 – II-osios; 15 – I-osios; 16 – limninė lyguma; 17 – pelkės lyguma; 18 – solifliukcinė danga; 19 – ledo kontakto šlaitas; 20 – erozinis šlaitas; 21 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 22 – silpnai banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 23 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 24 – neryški kalva (aukštis 1-3 m); 25 – žema kalva (aukštis 3-5 m); 26 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 27 – profilio linija; 28 – reljefo profilis.

Lapių keiminė terasa turi ryškų šlaitą sąlytyje su masyvu. Terasą nuo masyvo skiria vientisas 10 km ilgio 15-20 m aukščio status šlaitas. Griovos nei raguvos šlaite nesiformavo. Šlaito briauna ir užpakalinė siūlė ryškios nuo vakarinio iki pat rytinio terasos pakraščio (3.1.28 pav.).



3.1.28 pav. Lapių keiminės terasos reljefo profiliai: I-II – skersinis reljefo profilis; III-IV – išilginis reljefo profilis (sudarytas žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenimis). Profilių vietos parodytos 3.1.27 pav.

Terasos šlaitas, priešingai nei viršutinis šlaitas, yra nuolaidus ir žemas. Terasa už šiauriau plytintį moreninį reljefą santykinai aukštesnė 3 m, vietomis

– 5 m. Statesnis (5 m aukščio) terasos šlaitas susiformavo tik vakarinėje keiminės terasos dalyje.

Keiminės terasos paviršiuje išskirti keturi terasos lygiai: žemas, vidurinis, aukštas ir labai aukštas. Labai aukštas paviršius, esantis 95-99 m aukštyje virš jūros lygio, išliko tik vakarinėje terasos dalyje masyvo papėdėje ties Šatijais. Čia reljefas pastebimai nuolaidus, banguotas. Aukštas terasos paviršiaus lygis (90-95 m absoliučiajame aukštyje) yra Lapių-Andruškonių ruože. Reljefas silpnai banguotas su neryškiomis (1,5-2,5 m aukščio) ir keliomis žemomis (3,5-4,0 m aukščio) kalvutėmis, suklotomis iš tokio pat, kaip ir terasa, molio. Didžioji terasos ploto dalis tenka viduriniam – 85-90 m absoliučiojo aukščio paviršiui. Banguoto reljefo fone iškyla neryškios ir žemos kalvutės. Jos taip pat suklotos iš molio, yra 300 m ilgio ir 100 m pločio. Vidurinėje terasos dalyje vienoje tįsoje iškilę trys 5-8 m aukščio 100-200 m ilgio ir 50-100 m pločio fliuvioglacialinės kilmės keimai. Pastarieji sudaryti iš smėlio su žvirgždu. Žemas terasos paviršius yra 80-85 m absoliučiajame aukštyje, jo reljefas lygus ir nuolaidus. Ribos tarp labai aukšto, aukšto ir vidurinio terasos lygių švelnios, išreikštos bendru reljefo žemėjimu. Nuolaidi 1,0-1,5 m aukščio pakopa yra į žemą paviršiaus lygį vakarinėje terasos dalyje. Skirtingi terasos paviršiaus lygiai išryškėja išilginiame terasos reljefo profilyje (3.1.28 pav., III-IV reljefo profilis).

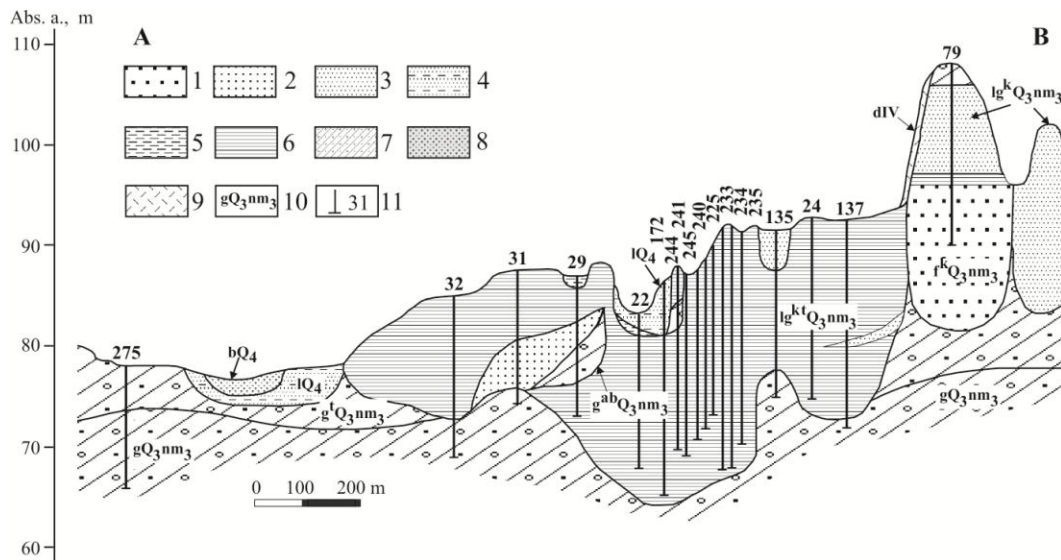
Lapių keiminės terasos paviršiuje dažnesnės yra glaciokarstinės kilmės daubos nei dubės. Jos išsidėsčiusios ne ties terasos šlaito briauna, kaip tai įprasta keiminėse terasose, o driekiasi iš vakarų į rytus išilgai terasos vidurio. Daubos 300 m ilgio ir 150 m pločio, 2-4 m gylio, vienu dugnai iškloti ežerinėmis nuosėdomis, kitų – durpėmis. Vakarinėje terasos dalyje daubos smulkios – 20-70 m skersmens ir 0,5-1,0 m gylio, išsidėsčiusios sporadiškai.

Visos paviršiaus formos, tiek reljefo bangos, kalvutės ir keimai, tiek daubos ir dubės ištęstos subplatumine kryptimi.

Lapių keiminė terasa yra vientisas 10 km ilgio ir 0,8 km pločio limnoglacialinių nuosėdų masyvas. Vakarinėje keiminės terasos dalyje veikė Šatijų molio karjeras (nuo 2000 metų molis nebekasamas), o 3 km į šiaurės

rytus nuo karjero buvo išžvalgytas Lapių molio telkinys, kurio eksploatacija turėtų prasidėti artimiausiu metu.

Keiminės terasos nuosėdų slūgsojimo sąlygos pavaizduotos A-B ir C-D profiliuose, kertančiuose terasą iš šiaurės į pietus (3.1.29 pav., 3.1.30 pav.).

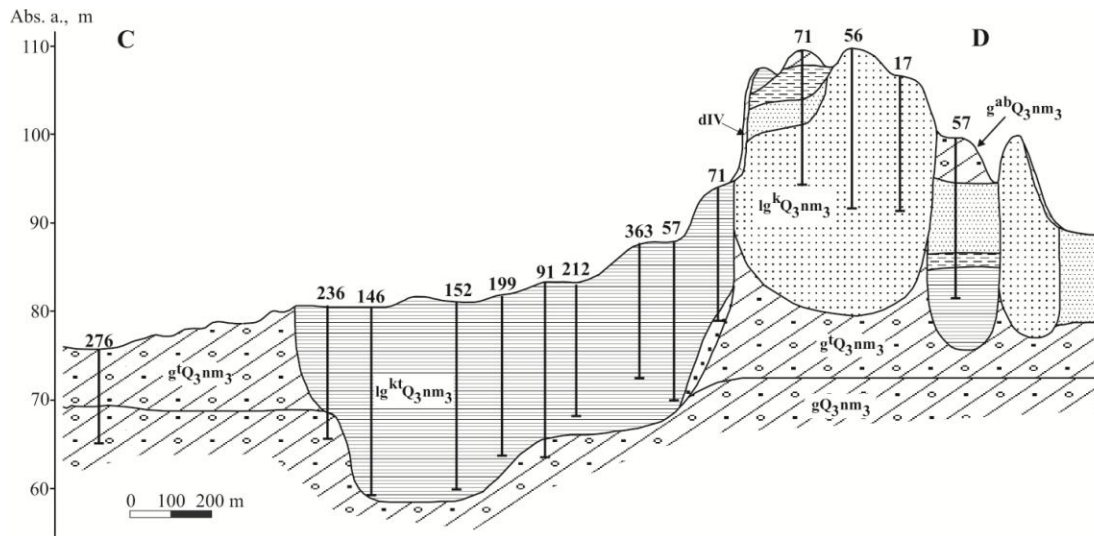


3.1.29 pav. Skersinis profilis A-B ir nuosėdos per Lapių keiminę terasą ir keiminį masyvą. Profilio vieta parodyta 3.1.27 pav.:

1 – smėlis įvairus; 2 – smėlis smulkus; 3 – smėlis smulkutis; 4 – smėlis aleuritingas; 5 – aleuritas; 6 – molis; 7 – moreninis priemolis ir priemolis; 8 – durpės; 9 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 10 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $g^{ab}Q_3nm_3$ – abliacinės morenos; $f^kQ_3nm_3$ – fliuvioglacialinės keimų nuogulos; limnoglacialinės nuosėdos: $lg^kQ_3nm_3$ – keimų; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; *Holocenas*: IQ_4 – limninės nuosėdos; bQ_4 – biogeninės nuogulos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 11 – grėžinys ir jo numeris.

Keiminės terasos nuosėdų padas yra nelygus, su įdaubomis ir pakilumomis. Dugno įdaubų plotis svyruoja nuo kelių šimtų metrų iki 700 m, skirtingas ir gylis – nuo kelių iki 15 m (pakilumų kraigo absoliutusias aukštis – 78 m, dubumų – 64 m). Terasos nuosėdų pade slūgso moreninis priemolis pilkai rudas, kompaktiškas, su nuosėdinių ir magminių uolienu žvirgždu (apie 25%) iki 70 mm diametro.

Keiminę terasą formuoja limnoglacialinės nuosėdos – molis su smėlio ir aleurito tarpfluksniais ir lėšiais. Molis aptinkamas visame 10 km ilgio terasos plote nuo Šatijų iki Andruškonių, smėlis ir aleuritas sudaro tik tarpfluksnius,



3.1.30 pav. Skersinis profilis C-D ir nuosėdos per Lapių keiminę terasą ir keiminį masyvą. Profilio vieta parodyta 3.1.27 pav. Sutartiniai ženklai – 3.1.29 pav.

lėšius ir intarpus. Pagal tekstūrą ir litologiją molis yra vienodas tiek vakarinėje terasos dalyje ties Šatijais, tiek rytinėje – ties Andruškoniais, tiek centrinėje dalyje ties Lapėmis. Molis masyvios tekstūros, monolitinis. Molyje neaptikta jokių glaciodydislokacijos požymių, kas ir paneigia ankstesnius teiginius apie molio sustumtinę kilmę (Basalykas, 1965; Кучас *u dr.*, 1966).

Lešių pavidalu molyje aptinkamas moreninis priemolis ir priemolis šviesiai rudas, rausvai rudas, kompaktiškas, su magminės ir nuosėdinės kilmės uolienu žvirgždu nuo pavienių grūdelių iki 10%, iki 20-40 mm skersmens. Morenoje yra nedidelio storio (20-30 cm) aleurito arba molio lėšių ir tarpfluksnių. Ši moreninė medžiaga nusėdo ištirpus baseine plaukiojusiems ledkalniams arba tai abliacinė morena, nužliaugusi nuo keiminį masyvą dengusio ledinio skliauto. Didžiausias pjūvyje aptiktas moreninio priemolio sluoksnio storis – 5,3 m. Terasos paviršiuje yra kelios 1,0-2,0 m aukščio kalvutės, sudarytos iš moreninių nuogulų. Moreninių nuogulų storis atitinka kalvutės aukštį. Giliau slūgso molis.

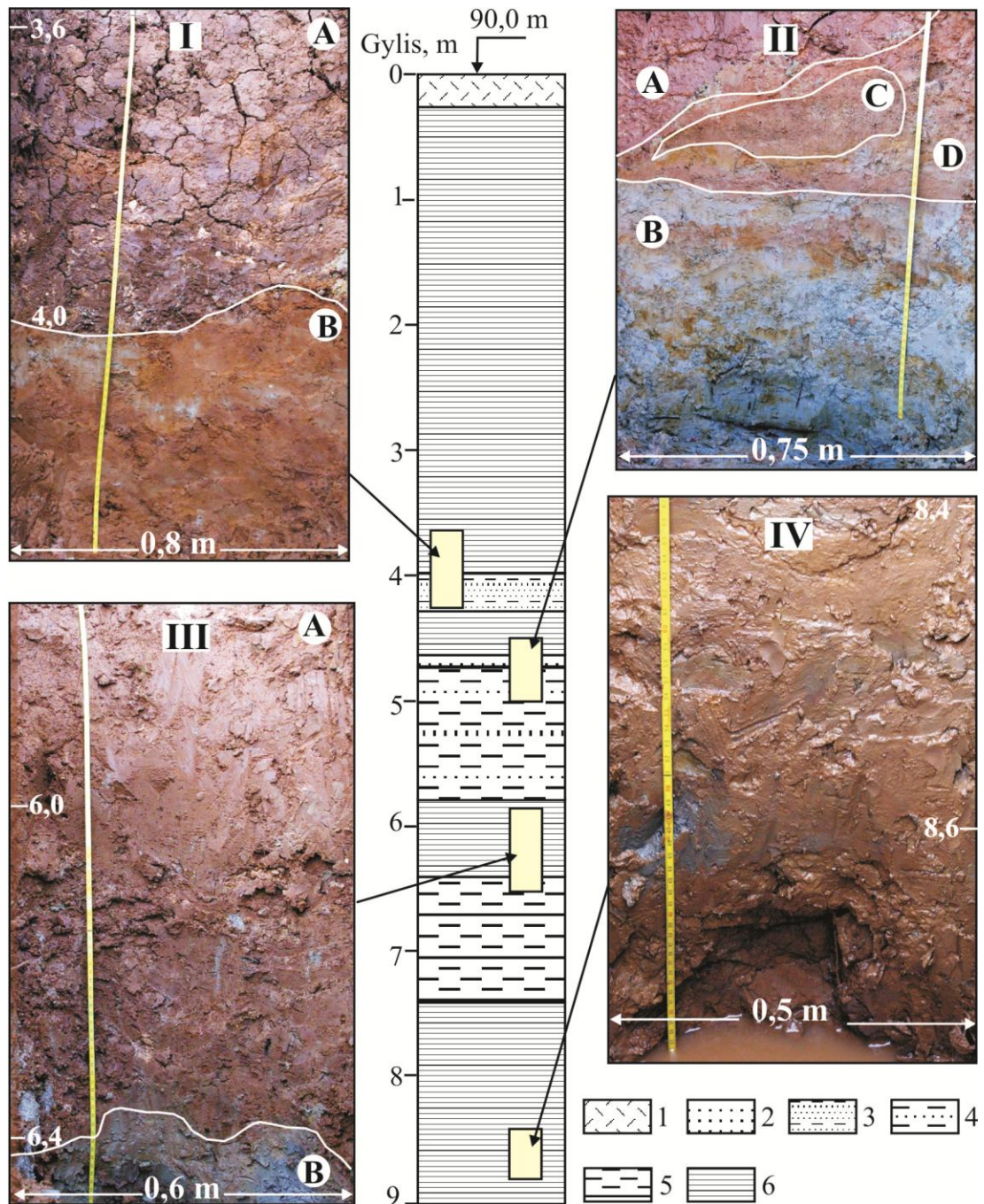
Keiminės terasos limnoglacialinių nuosėdų storis kinta nuo 4 m iki 24 m (pilnai nepergręžtos). Vyraujantis storis – 12-15 m. Didžiausi nuosėdų storiai nustatyti vakarinėje (ties Šatijais) ir centrinėje (ties Lapėmis) terasos dalyse.

Atlikus molio tyrimų duomenų analizę ir apibendrinus gautus rezultatus, paaiškėjo, kad skirtingose terasos dalyse molio fizinės ir mechaninės sąvybės nesiskiria. Vizualiai dėl spalvinio skirtumo molio klodas atrodo dvinaris. Keiminės terasos nuosėdų viršutinėje dalyje nuo paviršiaus iki 8-10 m gylio slūgsantis molis ryškiai skiriasi nuo molio, susikaupusio apatinėje nuosėdų storumės dalyje. Viršutinėje dalyje molis rudas su rausvu, retai pilkšvu atspalviu, su 0,3-6,0 cm dydžio melsvai pilkomis dėmėmis, kompaktiškas, plastiškas su pilko ir melsvai pilko aleuritingo smėlio ar aleurito lėšiais ir tarpfluoksniais. Lėšiai išsidėstę visame molio sluoksnyje įvairiomis kryptimis. Gilėjant aleurito lėšiai išnyksta. Molyje yra karbonatinių kongrecijų ir magminių bei nuosėdinių uolienu žvirgždo iki 5-10 mm diametro. Karbonatinės kongrecijos dažnesnės nuo paviršiaus iki 4 m gylio, o intervale nuo 4 m iki 9 m gylio daugiau aptinkama žvirgždo. Viršutinės dalies nuosėdų sandarą šiuo metu galima pamatyti nuvalius 9 m aukščio buvusio molio karjero sienelę (3.1.31 pav.).

Nuo paviršiaus iki 4,0 m gylio slūgso molis rudas su rausvu atspalviu, monolitinis, masyvios tekstūros, su karbonatinių kongrecijų ir magminių bei nuosėdinių uolienu žvirgždu iki 5-10 mm diametro, vienalytis, vidutinio riebumo (3.1.31 pav., I, A).

Kongrecijos kietos ir sudūlėjusios, išsidėsčiusios daugiausia lizdais, rečiau pavienės. Sluoksnio apatinėje dalyje (3,8-4,0 m gylyje) susikaupė padidintas karbonatinių kongrecijų kiekis.

Žemiau – 4,0-4,3 m gylyje aptinkamas smėlis šviesiai rudas aleuritingas su pilko aleurito dėmėmis (3.1.31 pav., I, B). Kontaktas tarp molio ir smėlio nelygus, banguotas. Po smėliu iki 4,65 m gylio slūgso molis rudas masyvus riebus, be klintinių įtarpų (3.1.31 pav., II, A). Giliau, iki 5,8 m gylio, baseine susikaupė 1,15 m storio (intervalas 4,65-5,8 m) aleuritas pilkai melsvas su šviesiai rudo molio dėmėmis (3.1.31 pav., II, B). Viršutinėje kontakto dalyje slūgso tarpfluoksnis iš šviesiai rudo molio ir smulkaus molingo smėlio (3.1.31 pav., II, D) su 5 cm storio šviesiai rudo smulkaus smėlio intarpu (3.1.31 pav., II, C). Nuo 5,8 m gylio nusėdo smulkiadispersinė medžiaga.



3.1.31 pav. Terasos viršutinės dalies sienelės nuovala:

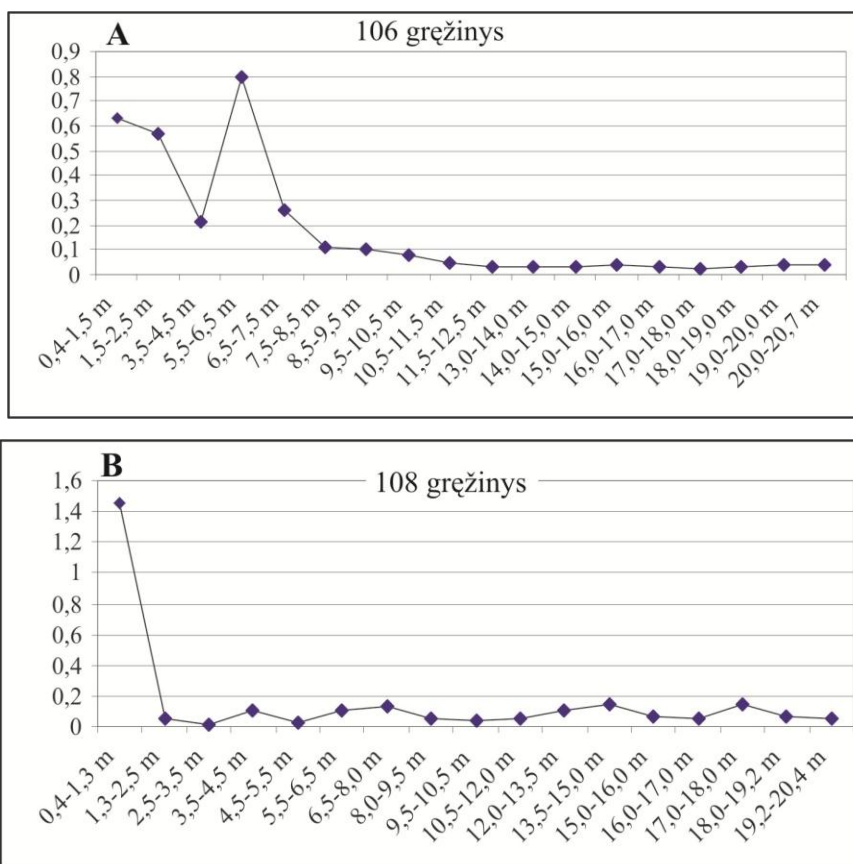
1 – dirvožemis; 2 – smėlis smulkus; 3 – smėlis aleuritingas; 4 – aleuritas su smėlio intarpais; 5 – aleuritas; 6 – molis.

5,8-6,4 m gylio intervale susikauptė molis rudas masyvus riebus (3.1.31 pav., III, A), sluoksnio apatinėje dalyje su melsvo aleurito lizdais, palaipsniui pereinantis į melsvą molingą aleuritą (intervalas 6,4-7,4 m) (3.1.31 pav., III, B). Aleurito kraigas nelygus, banguotas. Giliau, nuo 7,4 m iki 9,0 m gylio

(iki nuovalos pado) atsidengia molis tamsiai rudas labai riebus, plastiškas su vos pastebimu juostuotumu (3.1.31 pav., IV).

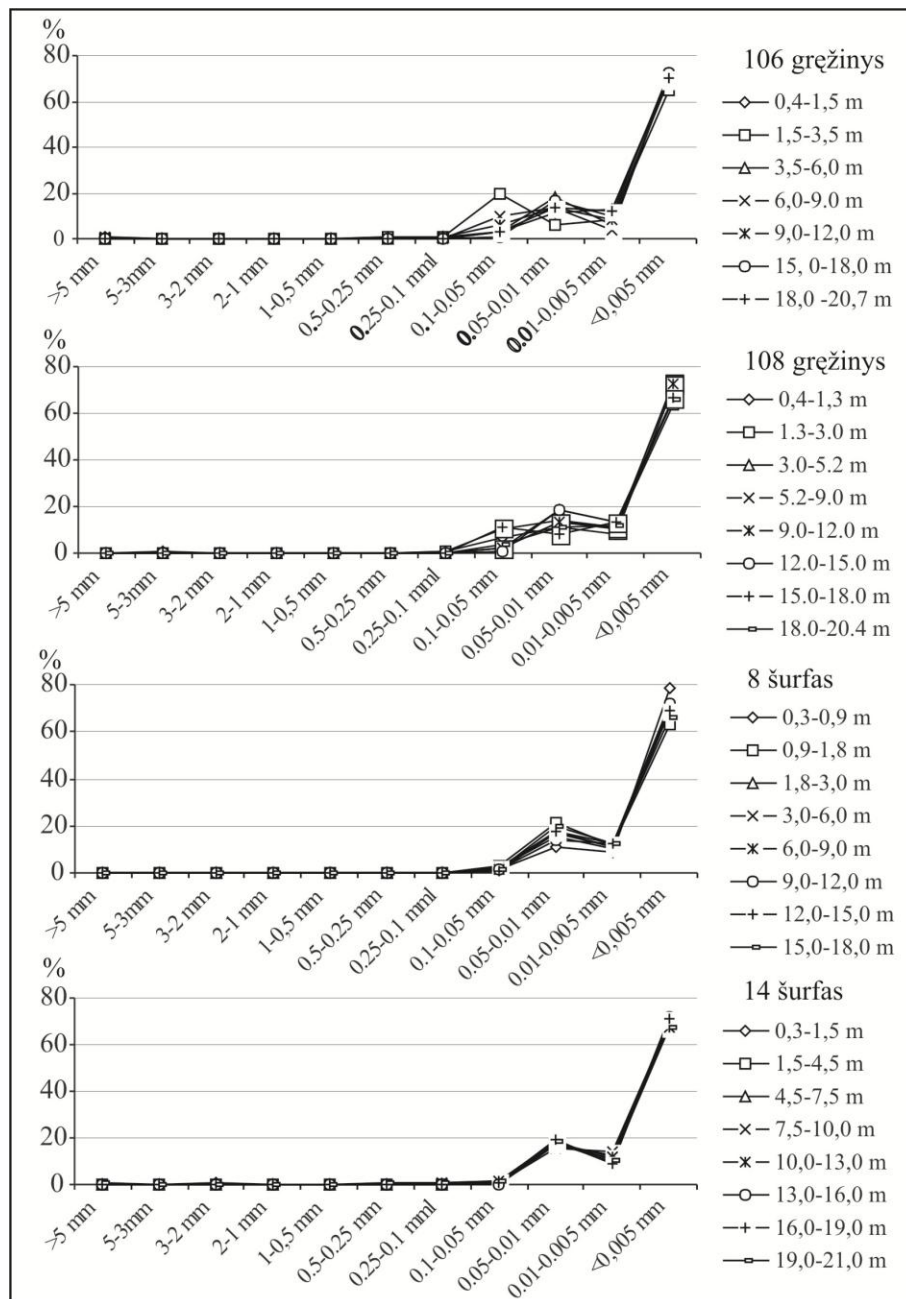
Apatinę keiminės terasos pjūvio dalį nuo 8-10 m gylio iki nuosėdų pado (iki 20-24 m) sudaro pilkai rudas, retai pilkas, kompaktiškas, plastiškas, vietomis su smulkučio smėlio arba žalsvai pilko aleurito lęšiais (iki 5 x 20 mm dydžio) ir tarpsluoksniais molis. Tarpsluoksnių storis svyruoja nuo 1-2 mm iki 3-8 cm ir nėra didesnis nei 5-10 cm. Molyje yra žvirgždo nuo 0,04% iki 0,66%. Žvirgždas yra magminių ir nuosėdinių uolienų iki 5 mm skersmens.

Atlikus keiminės terasos karbonatinių intarpų (>0,5 mm) pasiskirstymo molio storumėje analizę, galima daryti išvadą, kad didžiausi karbonatinių intarpų kiekiai yra viršutinėje molio klodo storumės dalyje iki 7 m gylio, giliau iki nuosėdų pado (iki 21 m) vakarinėje (ties Šatijais) ir centrinėje (ties Lapėmis) terasos dalyse karbonatai neviršija 0,1-0,2%, terasos pakraščiuose karbonatų kiekis molyje didesnis – 0,6-2,6% (3.1.32 pav.).



3.1.32 pav. Karbonatinių intarpų pasiskirstymas keiminės terasos molio storumėje. A – 106 gręžinys, B – 108 gręžinys.

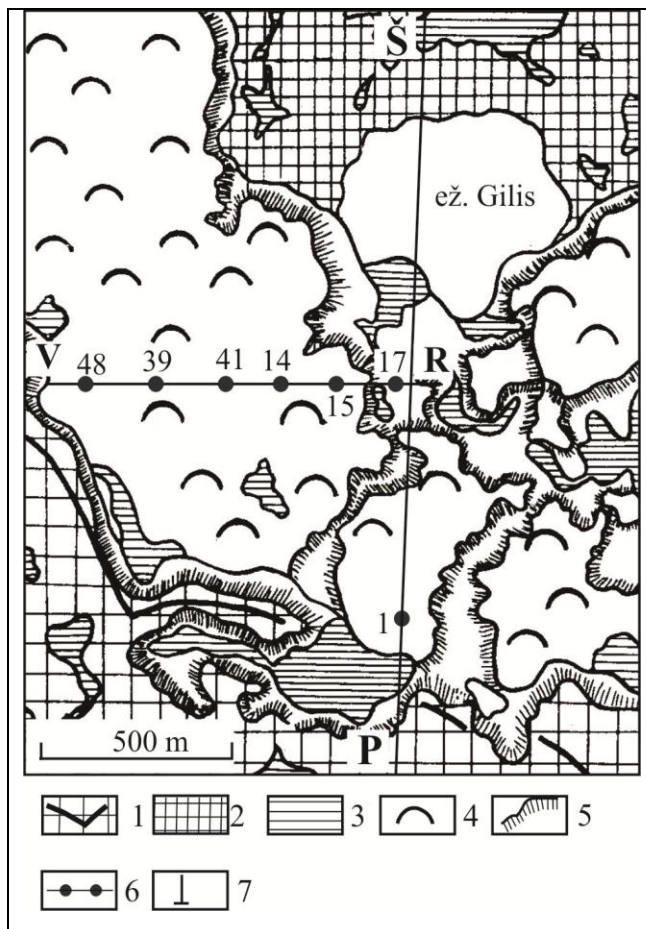
Granulimetrinė analizė rodo, kad 0,01-0,005 mm dydžio dalelių kiekis vakarinėje terasos dalyje kinta nuo 5% iki 20% (vyrauja 10-15%), o dalelių mažesnių nei 0,005 mm kiekis kinta nuo 44% iki 88% (vyrauja 65-70%). Centrinėje terasos dalyje molyje 0,01-0,005 mm dydžio dalelių kiekis kinta nuo 5% iki 28%, (vyrauja 9-18%), o <0,005 mm dydžio dalelių kiekis svyruoja tarp 40% ir 88% (vyrauja 65-70%). Molio dalelių (<0,005 mm) kiekio kitimas išlaikytas vertikalia kryptimi. Molis yra aukšto dispersiškumo laipsnio (3.1.33 pav.).



3.1.33 pav. Keiminės terasos molio granulimetrinė sudėtis.

Baseinas, sprendžiant iš pjūvio, buvo gilus. Reikia manyti, kad į baseiną prasi verždavo tai stipresnės, tai silpnesnės ledyno tirpsmo vandens srovės, o tai sąlygojo atitinkamai stambesnių bei smulkesnių nuosėdų frakcijų prinešimą. Toje baseino dalyje kurį laiką molingų dalelių sedimentacija būdavo pertraukiama, o nuguldavo rupesnės dalelės. Tai rodo, jog į baseiną išsiliejo stipri vandens srovė, prisotinta rupesnių nešmenų. Tokių ledyno tirpsmo vandenų atneštų nešmenų nuguldavo nuo 2,5 iki 5,0 m storio.

Terasų, susiformavusių ledyno plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse, pavyzdžiu yra **Viečiūnų keiminė terasa**. Ji aptikta Dzūkų aukštumos Baltijos ledyno pakraštinių darinių zonoje 1 km į šiaurės vakarus nuo Daugų miestelio. Viečiūnų keiminė terasa analizuota tiriant Dzūkų aukštumos keiminį reljefą (Гайгалас *и др.*, 1978). Terasos plote veikė Viečiūnų molio karjeras (Pakuckas, 1940) (3.1.34 pav.).



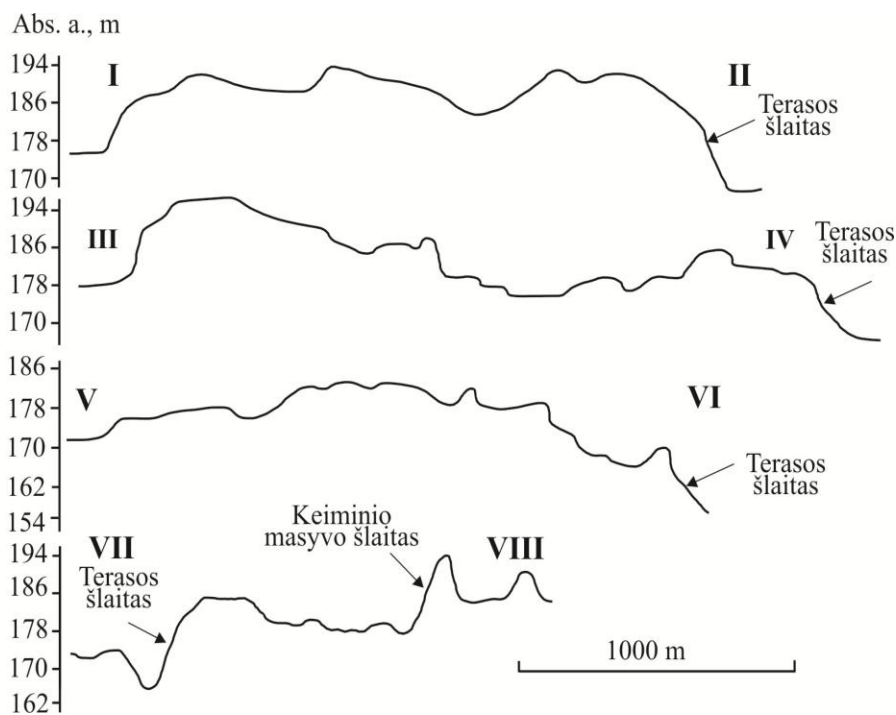
3.1.34 pav. Viečiūnų keiminės terasos fragmento glaciomorfologinė schema (remiantis Гайгалас *и др.*, 1978, koreguota autorės):

1 – vidutiniškai kalvotas reljefas; 2 – smulkiai kalvotas reljefas; 3 – pelkės lyguma; 4 – keiminė terasa; 5 – ledo kontakto šlaitas; 6 – profilio linija; 7 – gręžinys ir jo numeris.

Iš pietryčių į šiaurės vakarus išstętos formos keiminė terasa tęsiasi pro Mainios ir Gilio ežerus, per Majauką, Griciūnus iki Kalesninkų. Terasos

kontūro linija labai nelygi, raižyta. Bendras Viečiūnų terasos ilgis – 7 km, o dėl terasos raižytumo jos plotis labai nevienodas – nuo 0,5-0,7 km iki 2,5 km, vidutinis plotis – 1,2 km.

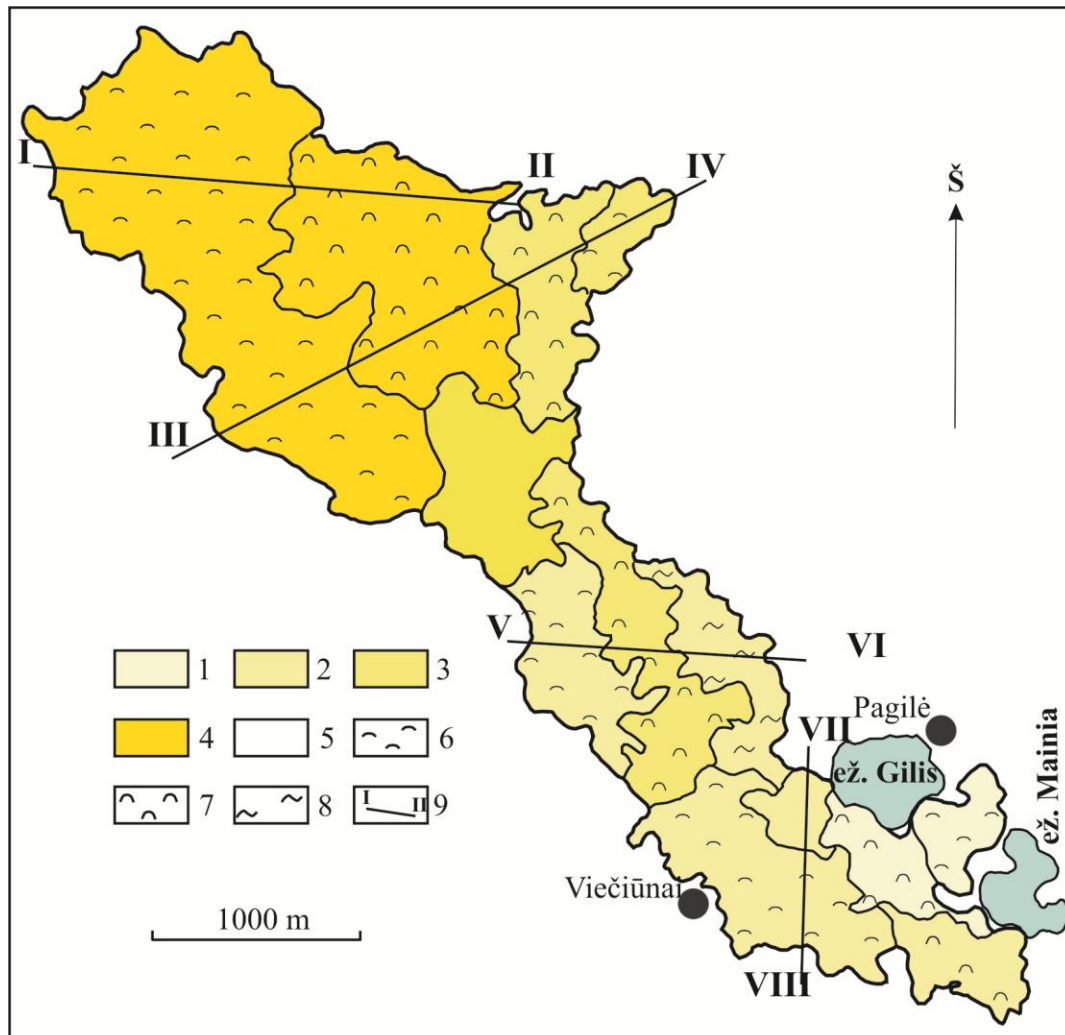
Keiminės terasos pietvakarinėje pusėje plyti vidutiniškai kalvotas ledyno pakraščio darinių reljefas, kuris nėra vienalytis: ties terasos viduriu – tai moreninis kalvagūbris, o pietrytinėje ruožo dalyje – keiminis masyvas. Pietvakarinė riba, skirianti keiminę terasą ir vidutiniškai kalvotą reljefą, dantiya, ypač sąlytyje su fliuvioglacialinės kilmės keiminiu masyvu. Šlaitas tarp masyvo ir keiminės terasos neištisinis, su pertrūkais, jį skaido įsiterpusios pelkėtės ir daubos. Terasos formavimosi ankstyvoje stadijoje keiminio masyvo viduje ir išorėje turėjo būti daugybė palaidoto negyvo ledo luistų, kuriems galutinai ištirpus tarp masyvo ir terasos pasitvenkė ežerėliai, kurie vėliau užako ir uždurpėjo. Keiminis masyvas virš terasos iškilęs 10 ir 20 metrų, atskiros masyvo viršūnės iškyla iki 198 m absoliučiojo aukščio atžymų. Vyraujantis masyvo absoliutusias aukštis – 185 m, keiminės terasos – 175 m (3.1.35 pav., VII-VIII reljefo profilis).



3.1.35 pav. Keiminės terasos skersiniai reljefo profiliai: I-II, III-IV, V-VI ir VII-VIII profilių vietos parodytos 3.1.36 pav.

Pietvakarinėje pusėje šiaurės vakarinė keiminės terasos dalis virš gretimo reljefo iškyla 10 metrų (3.1.35 pav., I-II, III-IV reljefo profiliai). Šios dalies keiminės terasos absoliutūs aukštis – 190-195 m, pakraštinių darinių – 178-184 m. Šiaurės rytinės keiminės terasos pusės paviršius iškilęs virš smulkiai kalvoto moreninio reljefo, kurio aukštis virš jūros lygio yra nuo 160 m iki 170 m. Visuose terasos reljefo profiliuose ryški šlaito briauna, o šlaito aukštis skirtingose atkarpose kinta nuo 7-10 m iki 10-15 m.

Remiantis morfografinių ir morfometrinių parametru skirtumais, keiminės terasos paviršiuje išskirti keturi reljefo tipai: plokščia, silpnai banguota, banguota ir keteruota lygumos (3.1.36 pav.).

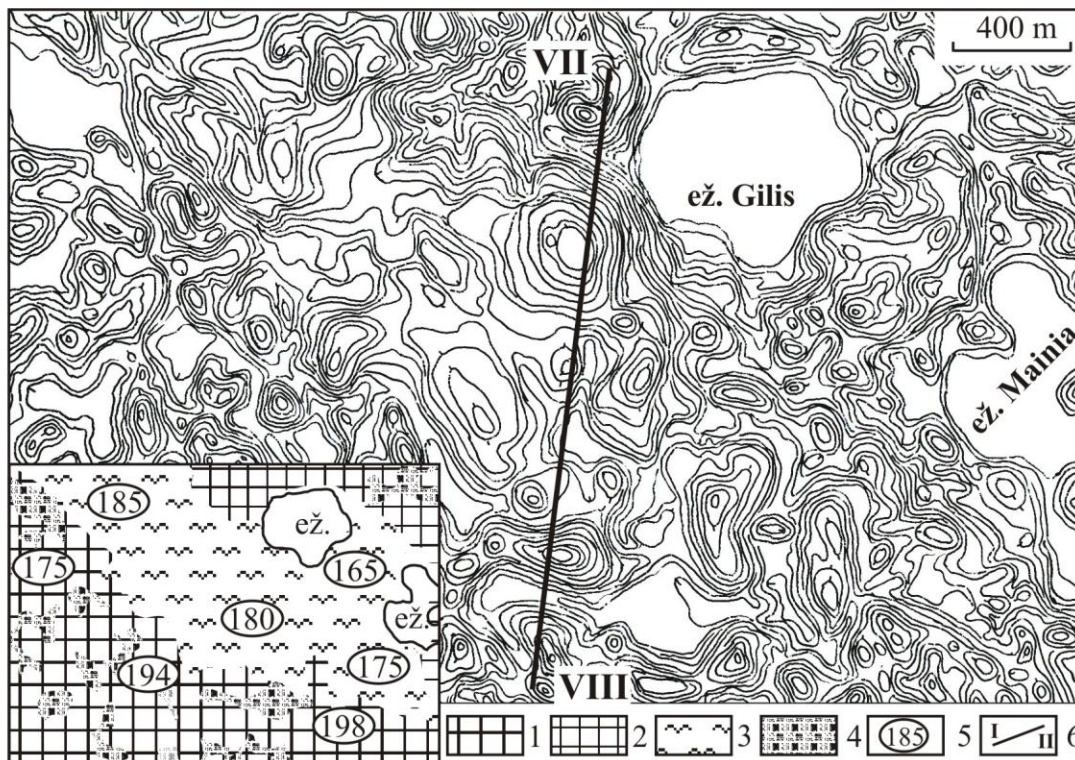


3.1.36 pav. Viečiūnų keiminės terasos morfologinė schema:

1-4 – keiminės terasos paviršiaus lygiai: 1 – žemas; 2 – vidurinis; 3 – aukštas; 4 – labai aukštas; 5 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 6 – silpnai banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 7 – banguota lyguma

(peraukštėjimas 2-3 m); 8 – keteruota lyguma (peraukštėjimas 1-3 m); 9 – skersiniai reljefo profiliai.

Keiminės terasos paviršiuje išskirti keturi terasos lygiai: žemas, vidurinis, aukštas ir labai aukštas. Žemiausias terasos lygis yra tarp Gilio ir Mainios ežerų, kur absoliutusias aukštis siekia 165 m, o paviršiuje vyrauja banguota ir silpnai banguota lygumos. Terasos vidurinio lygio absoliutusias aukštis kinta tarp 175 m ir 180 m, o paviršiuje kaitaliojasi plokščia, silpnai banguota, banguota ir keteruota lygumos (3.1.37 pav.).

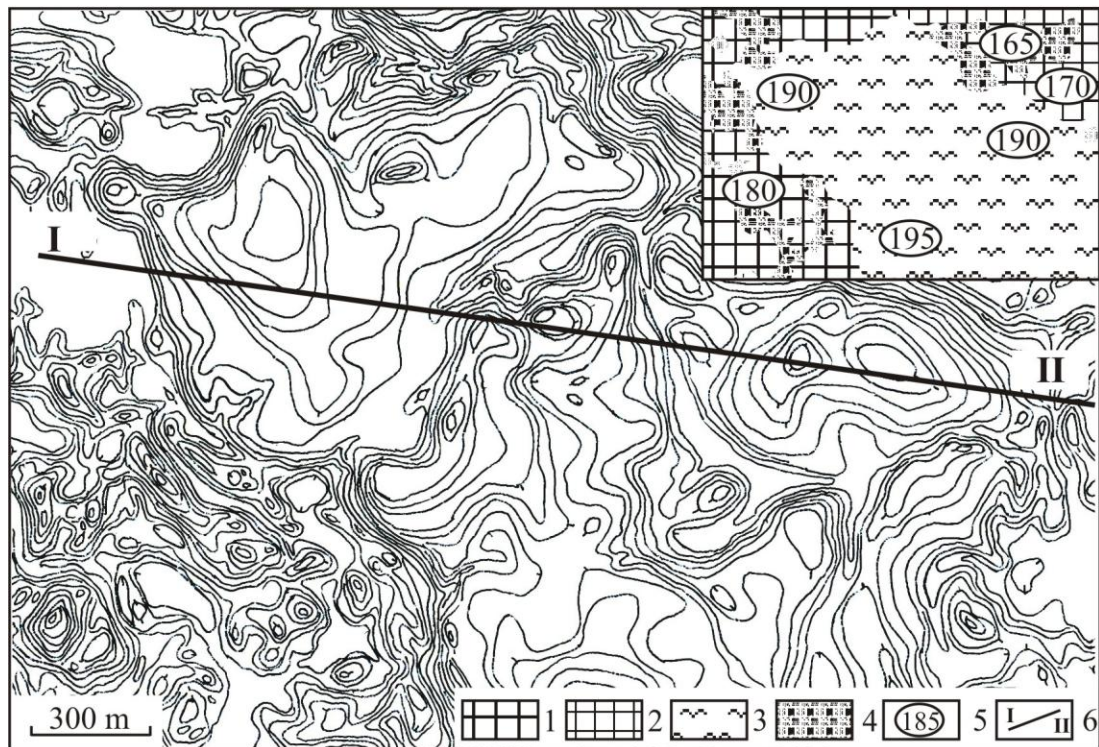


3.1.37 pav. Keiminės terasos paviršius ties Gilio ir Mainios ežerais. Izohipsės praveistos kas 1,0 m. VII-VIII – reljefo profilis pavaizduotas 3.1.35 pav., profilio vieta parodyta 3.1.36 pav.:

1 – vidutiniškai kalvotas reljefas; 2 – smulkiai kalvotas reljefas; 3 – keiminė terasa; 4 – pelkės lyguma; 5 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 6 – reljefo profilio vieta.

Aukštam lygiui priklauso terasos vidurinės dalies plotai, kurios paviršius – plokščia, silpnai banguota ir banguota lygumos, absoliutusias aukštis – 180-185 m. Labai aukšto lygio terasa užima didelę ploto dalį terasos šiaurės

vakarinėje pusėje. Absoliutūs aukštis siekia 190-195 m, o paviršiaus reljefas – silpnai banguota ir banguota lygumos (3.1.38 pav.).



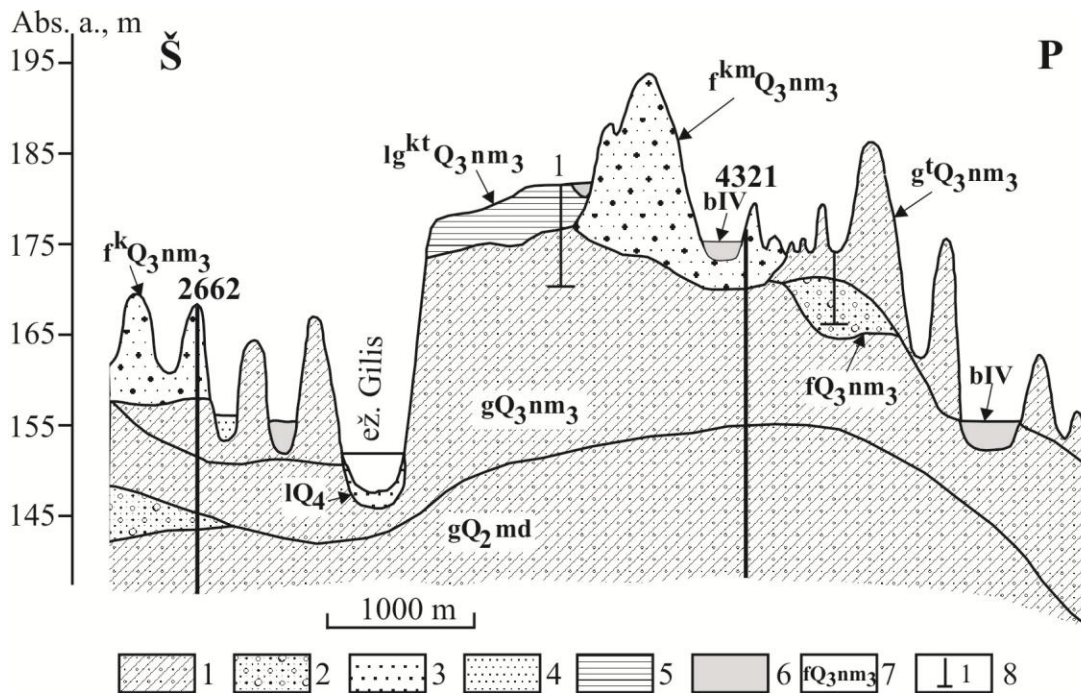
3.1.38 pav. Keiminės terasos paviršius šiaurės vakarinėje terasos dalyje: Izohipsės pravestos kas 1,0 m. I-II – reljefo profilis pavaizduotas 3.1.35 pav., profilio vieta parodyta 3.1.36 pav. Sutartiniai ženklai – 3.1.37 pav.

Terasa tik vietomis nežymiai palinkusi smulkaus kalvoto reljefo link (3.1.35 pav., III-IV reljefo profilis). Pietrytinis terasos pakraštys palinkęs į vidutiniškai kalvotą reljefą (3.1.35 pav., VII-VIII reljefo profilis). Terasos paviršiuje glaciokarstinės dubės retos, stipriau terasos paviršių keitė erozijos procesai, ypač terasos pietrytinę dalį, kur erozinės protakos jungia Gilio ežerą ir kitoje terasos pusėje plytinčias pelkutes. Protakų gylis – 5-12 m.

Mėginimus Viečiūnų keiminę terasą traktuoti kaip plokščiakalvę paneigia faktas, kad terasos šiaurės vakarinės dalies paviršiuje aptinkami pavieniai 40 cm skersmens rieduliai, kurių plokščiakalvėse su limnoglacialine danga nebūna.

Viečiūnų keiminė terasa 7 km ilgio ir vidutiniškai 1,2 km pločio yra vientisas limnoglacialinių nuosėdų masyvas. Paskutiniajam ledynui traukiantis

iš Baltijos aukštumų, susiformavo duburys tarp reljefo, užimančio aukštesnę hipsometrinę padėtį ir glaciodepresijoje gulėjusio ledyno. Duburiui prisipildžius nuosėdų ir galutinai ištirpus ledo dangai, iškilo keiminė terasa (3.1.39 pav.).



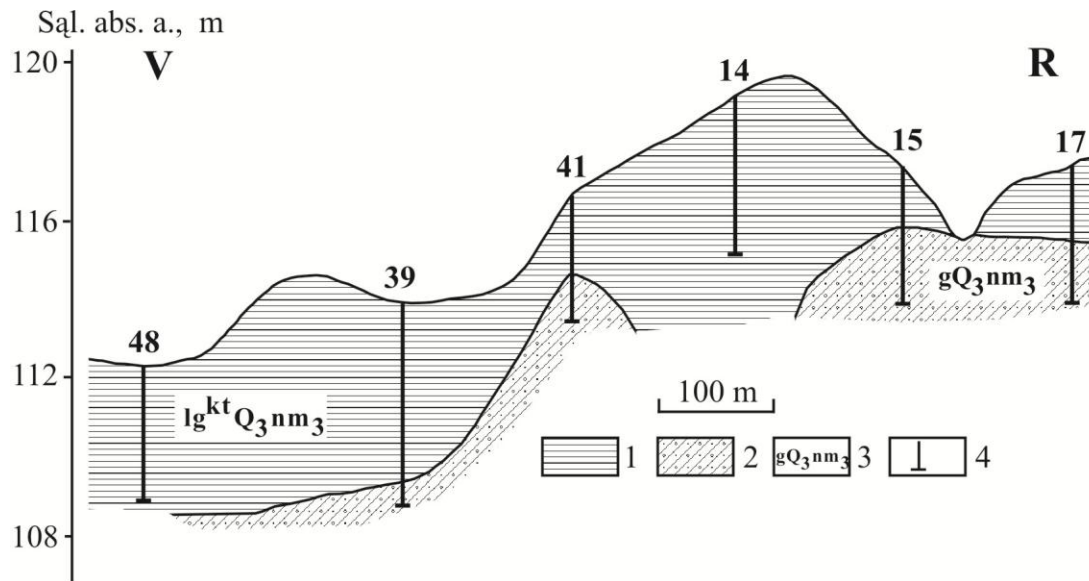
3.1.39 pav. Viečiūnų keiminės terasos apylinkių skersinis profilis ir nuogulos.

Profilio vieta parodyta 3.1.34 pav.:

1 – moreninis priemolis ir priemolis; 2 – žvirgždo-smėlio nuogulos; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis smulkus; 5 – molis; 6 – durpės; 7 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Vidurinis pleistocenas*, *Žeimos svita*, *Medininkų posvitė*: gQ_2md – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; fQ_2md – fluvio glacialinės nuogulos; *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; fluvio glacialinės nuogulos: $f^{km}Q_3nm_3$ – keiminio masyvo; $f^kQ_3nm_3$ – keimų; fQ_3nm_3 – priedėtinės; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; *Holocenas*: lQ_4 – limninės nuosėdos; bQ_4 – biogeninės nuogulos; 8 – grėžinys ir jo numeris.

Terasos vidinė sandara ištirta, nes joje nuo seno buvo kasamas molis (Pakuckas, 1940). Molis keiminėje terasoje slūgso visame jos plote nuo šiaurės vakarinio iki pietrytinio pakraščio. Molio klodo storis kaitus – nuo 1,0 m iki 4,6 m storio (visiškai nepergręžtas), vidutinis storis – 2,5 m. Viečiūnų keiminės

terasos molingų nuosėdų slūgsojimo sąlygos pavaizduotos skersiniame profilyje (3.1.40 pav.).

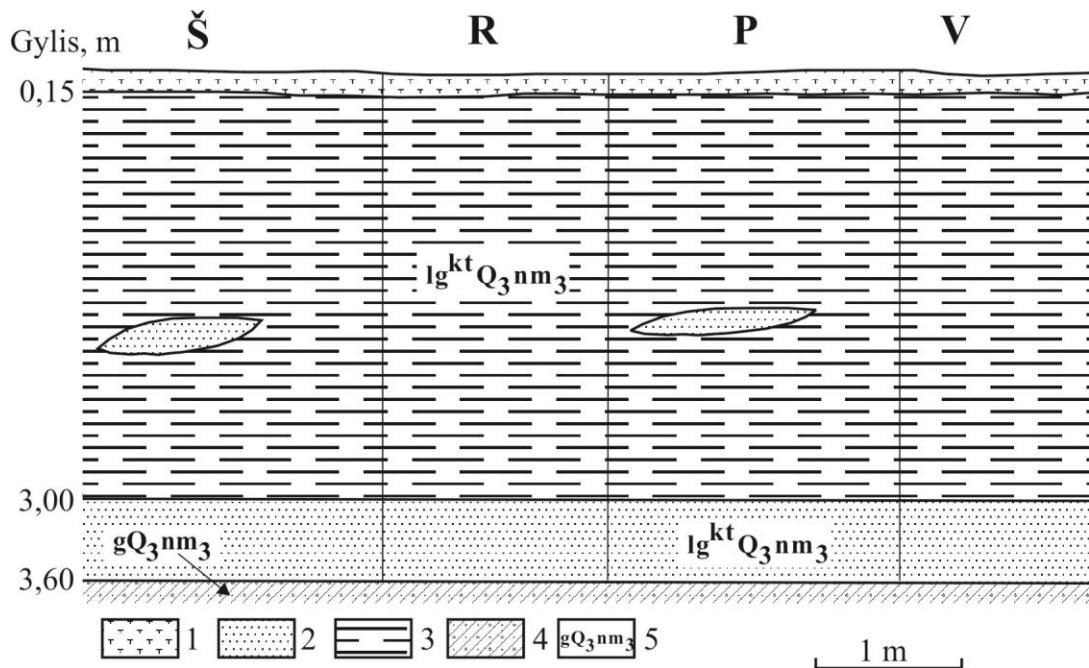


3.1.40 pav. Skersinis profilis ir nuosėdos per Viečiūnų keiminę terasą. Profilio vieta parodyta 3.1.34 pav.:

1 – molis; 2 – moreninis priemolis ir priemolis; 3 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: gQ_3nm_3 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; 4 – grėžinys ir jo numeris.

Molio storumėje išsiskiria viršutinis ir apatinis sluoksniai. Viršutinis 0,8-1,0 m storio sluoksnis – tai dažniausiai gelsvai rudas molis, kompaktiškas, riebus, plastiškas. Sluoksnio apatinėje dalyje dažnai molio spalva šviesesnė, todėl riba tarp viršutinio ir apatinio sluoksnių tampa ryškesne. Apatiniame sluoksnyje molis rausvai rudas ir rudas, labiau kompaktiškas, riebus. Vidutinis apatinio sluoksnio storis – 1,5-2,5 m. Molyje yra 3-8 mm skersmens karbonatinių kongrecijų, kurios per visą nuosėdų storumę išsibarsčiusios tolygiai. Be karbonatinių kongrecijų, molyje yra pavienių žvirgždo grūdelių. Vietomis molyje aptinkami geltonai rudo aleurito arba smulkaus smėlio lėšiai. Lėšių ilgis – 30-40 cm, storis – 5-6 cm. Apatinio sluoksnio pade fiksuotas didesnis smėlingos frakcijos kiekis, bet molis nepraranda riebumo ir plastiškumo. Kai kuriuose pjūviuose po moliu slūgso smėlis, dažniausiai tokios pat spalvos kaip ir molis – rausvai rudas ar rudas, smulkus, silpnai molingas.

Smėlio sluoksnis nestoresnis nei 1 m, dažniausiai – 0,5 m. Smėlis priskiriamas keiminės terasos nuosėdoms (3.1.41 pav.).

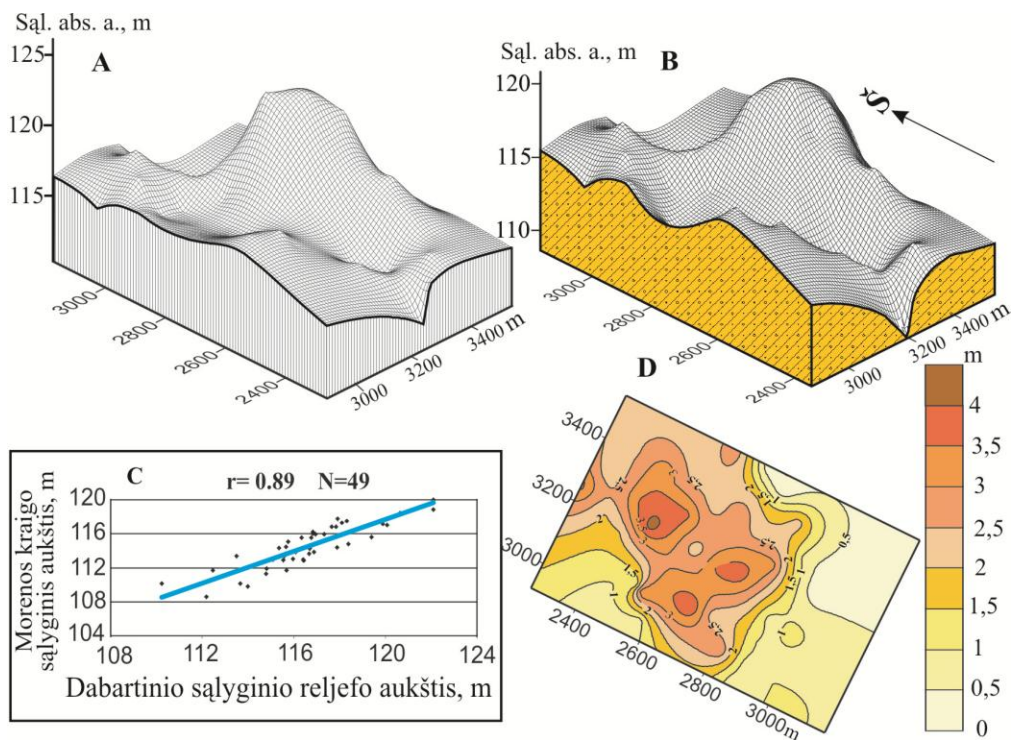


3.1.41 pav. Šurfo, iškasto keiminėje terasoje, išklotinė:

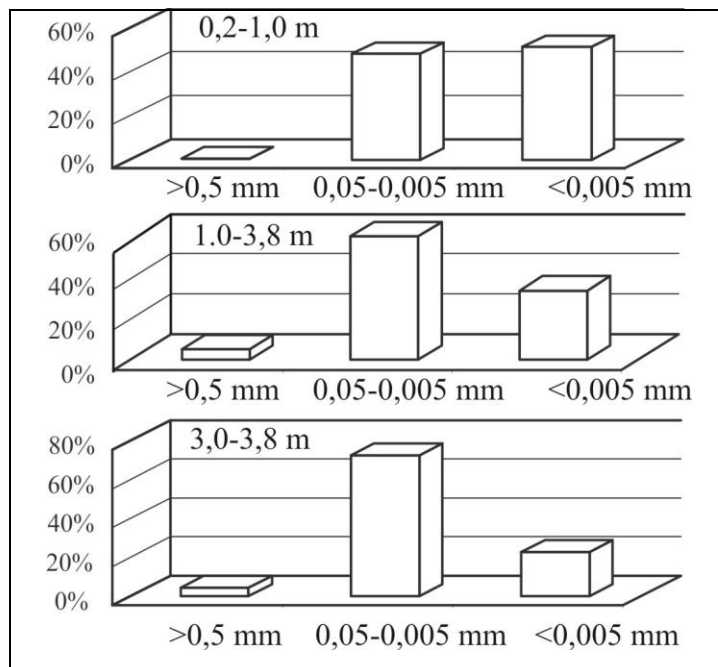
1 – dirvožemis; 2 – smėlis smulkus; 3 – molis; 4 – moreninis priemolis ir priemolis; 5 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: gQ_3nm_3 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos.

Keiminės terasos nuosėdų padas yra nelygus, įdaubos kaitaliojasi su pakilumomis. Dažniausiai dugninės morenos pakilumos atitinka dabartinio keiminės terasos reljefo pakilumas. Bendras (vidurkinis) dabartinio keiminės terasos reljefo paviršiaus ir morenos kraigo koreliacijos koeficientas yra 0,89 (3.1.42 pav.).

Granuliometrinės sudėties tyrimų duomenys rodo, kad nuo pat paviršiaus iki 1,0 m gylio 0,05-0,005 mm ir $<0,005$ mm frakcijos pasiskirsto po lygiai. Giliau (gylis 1,0-3,0 m) dominuoja 0,05-0,005 mm frakcijos. Joms tenka 61%, o frakcijai $<0,005$ mm – 34%. Sluoksnio apatinėje dalyje taip pat vyrauja 0,05-0,005 mm frakcijos, kurių 3,0-3,8 m gylyje yra 73%, o dalelių $<0,005$ mm – 23% (3.1.43 pav.). Terasos nuosėdų asloje slūgso moreninis priemolis ir priemolis, gelsvai rudas arba rudas, tankus, su žvirgždu ir gargždu 5-10%. Riba tarp molio ir moreninio priemolio yra neryški.



3.1.42 pav. Dabartinio sąlyginio reljefo paviršiaus (A) ir morenos kraigo (B) koreliacijos pobūdis (C) bei molio storis (D) Viečiūnų keiminės terasos plote.



3.1.43 pav. Limnoglacialinių nuosėdų granulimetrinės sudėties kaita pagal gylį Viečiūnų keiminėje terasoje (14 gręž.). Gręžinio vieta parodyta 3.1.34 pav.

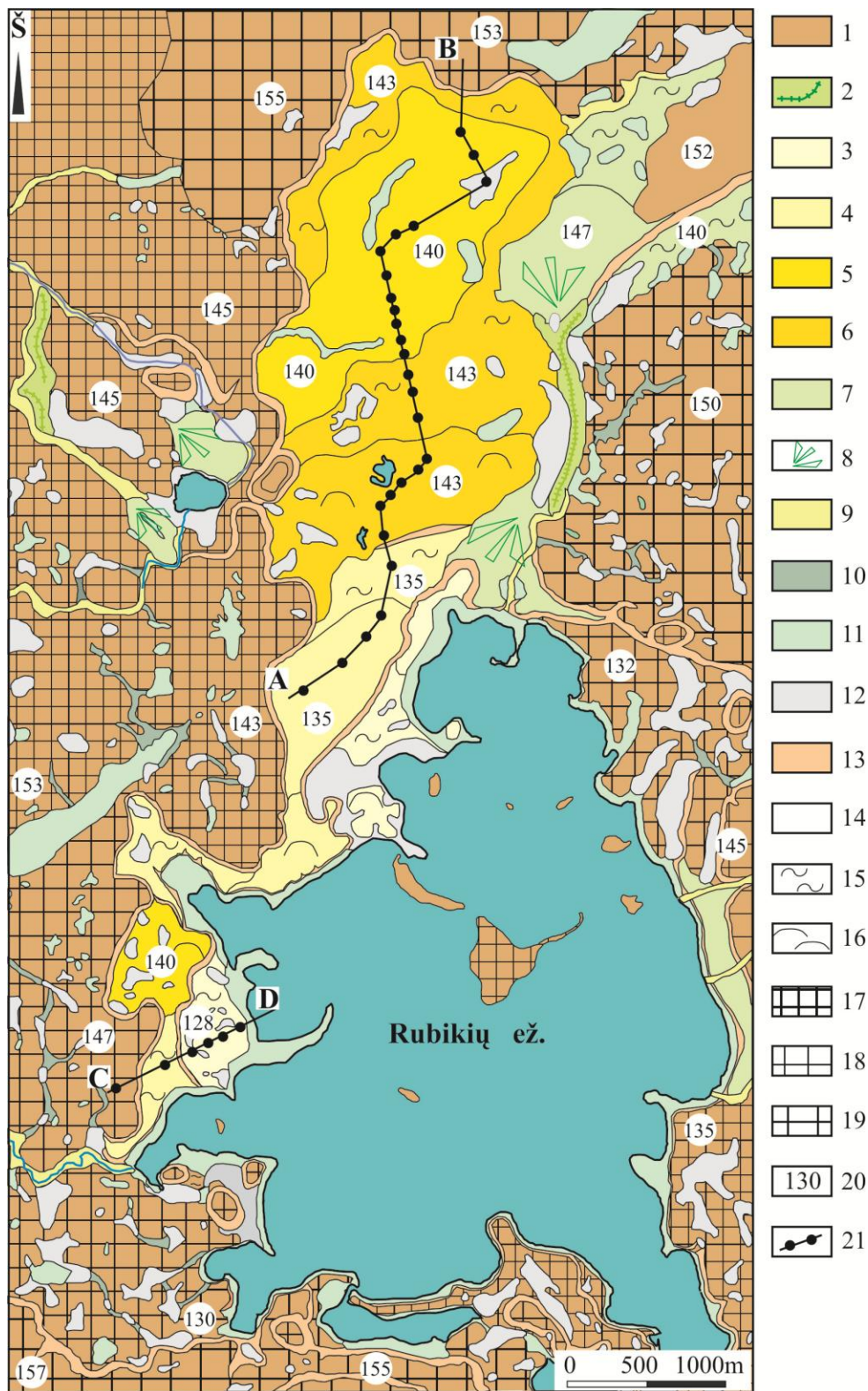
Rubikių keiminė terasa, susiformavusi aukštumų ežerų duburyje, plyti Baltijos aukštumų vidinėje dalyje ties to paties pavadinimo ežeru (3.1.44 pav.).



3.1.44 pav. Keiminės terasos, iškilusios virš Rubikių ežero 19 m, paviršius.

Ledynui tirpstant aukštumose, susidarė palankios sąlygos terasos formavimuisi. Ežero guolį sudarė atitrūkę ir nuogulų paviršiuje įstrigę didžiuliai negyvo ledo luistai. Erdvė tarp negyvo ledo ir pagrindinės ledyno masės buvo užpildyta ledo tirpsmo vandens. Ledyno tirpsmo vandenys, įtekėdami į baseiną ir atplukdydami daug mineralinių dalelių, jo dugną pripildė nuosėdų. Galutinai ištirpus ledo luistams, jų buvimo vietose liko telkšoti Rubikių ežeras.

Iš pietų į šiaurę išstętos formos terasa ežerą juosia nuo vakarinių iki šiaurinių pakrančių – nuo Klikūnų iki Rubikių. Šiauriau terasa kyliu įsiterpusi į skirtingo kalvotumo pakraštinių darinių reljefą ir per Elmiškį, Tilvikius tęsiasi iki Kalvelių. Bendras terasos ilgis – 7,5 km, o dėl kontūro linijos vingiuotumo jos plotis vakarinėje ežero pusėje svyruoja nuo 100-300 m iki 600-800 m, ežero įlinkiuose išplatėja iki 1,2 km. Šiaurinės dalies terasos plotis mažiau kaitus – nuo 1,3-1,5 km iki 2,0 km pločio (3.1.45 pav.).



3.1.45 pav. Rubikių keiminės terasos apylinkių geomorfologinė schema:

1 – ledyno pakraščio reljefas; 2 – ozas; 3-6 – keiminės terasos paviršiaus lygiai: 3 – žemas; 4 – vidurinis; 5 – aukštas; 6 – labai aukštas; 7 – fluvioglacialinė lyguma; 8 – išnašų kūgis; 9 – salpinis slėnis; 10 – laikinių srautų slėnis; 11 – limninė lyguma; 12 – pelkės lyguma; 13 – šlaitas; 14 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 15 – silpnai banguota lyguma

(peraukštėjimas 1-2 m); 16 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 17 – smulkiai kalvotas reljefas; 18 – vidutiniškai kalvotas reljefas; 19 – stambiai kalvotas reljefas; 20 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 21 – profilio linija.

Nuo ežero pusės iš vakarų ir šiaurės terasą juosia stambiai kalvotas ledyno pakraščio darinių reljefas, nuo Pagraužų pereinantis į smulkiai kalvotą. Rytiniu terasos pakraščiu, atkartodamas terasos kontūrą, tęso 1,4 km ilgio ozas. Ozas papėdėje yra 100 m pločio, jo ketera vidurinėje dalyje nuo terasos pusės iškyla 10 m, šiaurės ir pietų kryptimis žemėja iki 2 m santykinio aukščio. Ozas abiejuose galuose užsibagia išnašų kūgiais.

Vakarinėje ir šiaurinėje pusėse aplinkinis reljefas yra 7-10 m, o rytinėje pusėje – 4-5 m aukštesnis nei terasos paviršius. Moreninio reljefo absoliutusias aukštis kinta nuo 145 m iki 155 m.

Remiantis morfografiniais ir morfometriniiais parametrais, terasos paviršiuje išskirti trys reljefo tipai: plokščia, silpnai banguota ir banguota lygumos.

Rubikių keiminė terasa yra daugiapakopė. Jos paviršiuje išskirti keturi terasos paviršiaus lygiai: žemas, vidurinis, aukštas ir labai aukštas. Lygių išsidėstymo seka ne visada nuosekli, kartais peršokant per vieną lygį, to paties lygio paviršiuje formavosi skirtingi reljefo tipai. Terasos paviršiaus lygius skiria aiškios reljefo pakopos ir šlaitai.

Didžioji terasos ploto dalis yra labai aukštame paviršiaus lygyje, iškilusiame 143 m virš jūros lygio. Aukščio skirtumas tarp terasos ir Rubikių ežero paviršiaus yra 19 m. Terasos viduriniojoje ir šiaurinėje dalyse paviršius banguotas ir silpnai banguotas. Šiaurinėje dalyje tarp šio, labai aukšto paviršiaus lygio ir kalvoto moreninio reljefo susiformavo ozas.

Aukštas lygis, esantis 16 m aukščiau ežero paviršiaus (absoliutusias aukštis 140 m), aptinkamas šiaurinėje ir pietinėje terasos dalyse. Šiaurinėje dalyje šį lygį iš visų pusių juosia tos pačios terasos hipsometriškai aukštesnis (absoliutusias aukštis 143 m) lygis. Lygių skirtumas susidarė vykstant glaciokarstiniais procesams. Tikėtina, kad baseino dugno nuosėdos nuguldavo

ant storo ištisinio negyvo ledo sluoksnio, kuriam galutinai ištirpus tarp labai aukšto ir aukšto lygių išryškėjo 3 m aukščio skirtumas. Šių terasos lygių nuosėdas sudaro juostuotas molis, kuris pagal tekstūros ir litologijos ypatumus yra tapatus. Terasos paviršius šiaurinėje dalyje – tai plokščia lyguma, o pietinėje dalyje yra silpnai banguotas ir banguotas.

Vidurinio lygio terasos pakopa tęsiasi vakarinėje ežero pusėje, jos absoliutusias aukštis siekia 135 m ir yra 10 m aukštesnis nei ežero vandens lygis. Jos paviršių sudaro plokščia, silpnai banguota ir banguota lygumos. Šio lygio terasa nežymiai palinkusi ežero link ir 7 m aukščio aiškiu šlaitu nusileidžia į apatinį, žemą terasos paviršiaus lygį, kuris siaura juosta ir nedideliais segmentais aptinkamas vakarinėje ežero pusėje.

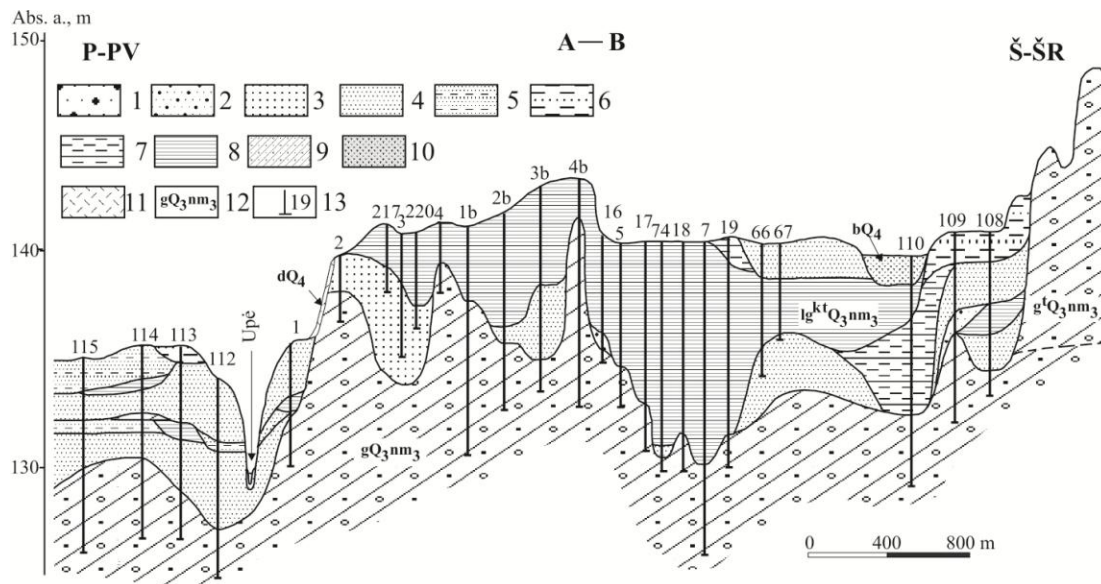
Žemo lygio terasos fragmentai virš Rubikių ežero paviršiaus iškilę 5 m, jų absoliutusias aukštis siekia 128 m. Šio lygio paviršius – tai plokščia, vietomis silpnai banguota ir banguota lygumos.

Glaciokarstinių procesų pėdsakai skirtingo aukščio terasos paviršiuose pasireiškė nevienodai. Daugiausia glaciokarstinės kilmės daubų aptikta terasoje į vakarus nuo Rubikių ežero, aukštos (absoliutusias aukštis – 140 m) ir žemos (absoliutusias aukštis 128 m) terasos pakopų paviršiuje. Netaisyklingos konfigūracijos daubos išsidėsčiusios padrikai, yra skirtingo dydžio – nuo 30-50 m iki 100-150 m, dažniausiai uždūrpėjusios. Vidurinio (absoliutusias aukštis 135 m) lygio pakopos paviršiuje daubų neaptikta, o terasos šiaurinėje dalyje daubos retos, pavienės, virtusios lėkštais, negiliais – 0,5-0,7 m gylio, dažnai susiliejančiais su aplinkiniu reljefu pažemėjimais, užpildytais ežerinės kilmės nuosėdomis.

Terasą sudaro limnoglacialinės kilmės nuosėdos. Apie molį, slūgsantį netoli Rubikių ežero, žinoma nuo seno – dar 1927 metais buvo išžvalgytas Anykščių molio telkinys (Vonsavičius, 1959). Vėlesniais metais terasos ribose veikė trys – Rubikių, Rubikių I ir Rubikių II molio karjerai.

Terasa yra keturių lygių, atskirta pakopų. Labai aukšto, aukšto ir žemo terasos lygių nuosėdos yra molis, vidurinio terasos lygio nuosėdos – smėlis,

atskirose atkarpose – molis. Profilyje A-B aiškiai matyti trys (labai aukšto, aukšto ir vidurinio) keiminės terasos lygiai (3.1.46 pav.).



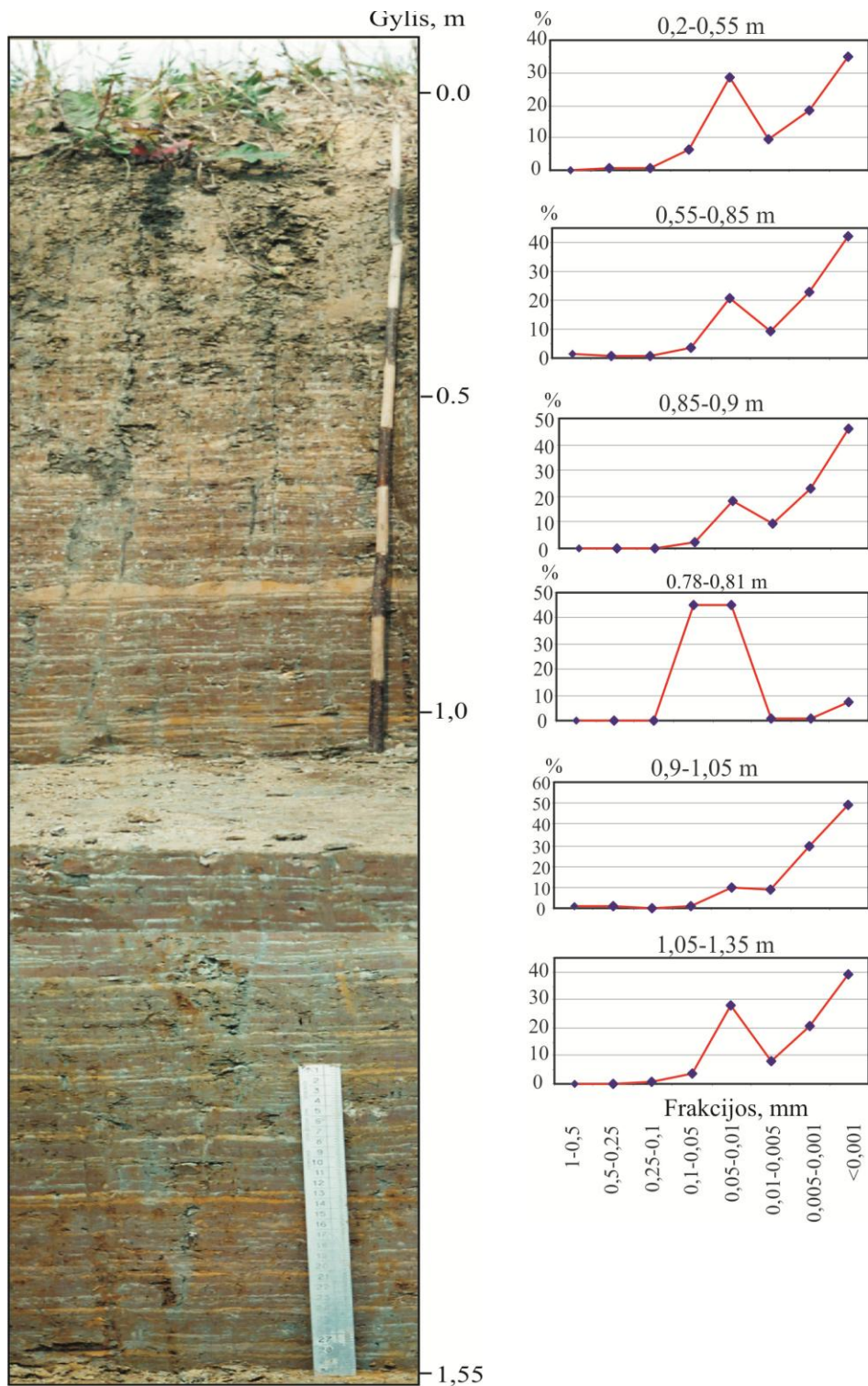
3.1.46 pav. Skersinis profilis A-B ir nuogulos per Rubikių keiminę terasą.

Profilio vieta parodyta 3.1.45 pav.:

1 – žvirgždingas smėlis; 2 – smėlis įvairus; 3 – smėlis smulkus; 4 – smėlis smulkutis; 5 – smėlis aleuritingas; 6 – aleuritas smėlingas; 7 – aleuritas molingas; 8 – molis; 9 – moreninis priemolis ir priemolis; 10 – durpės; 11 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 12 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; *Holocenas*: bQ_4 – biogeninės nuogulos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 13 – gręžinys ir jo numeris.

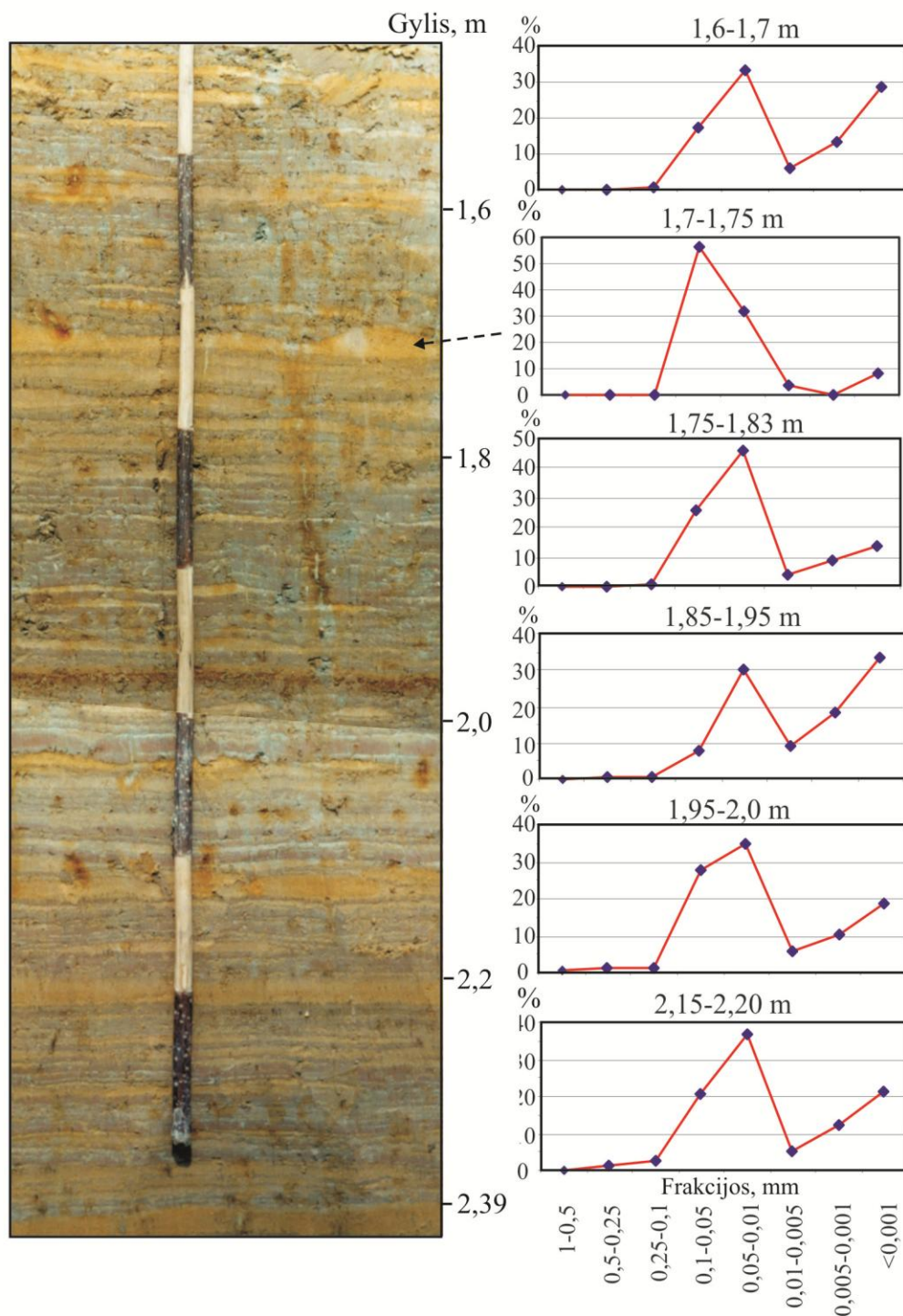
Labai aukštus (19 m virš Rubikių ežero vandens) terasos fragmentus sudarantis molis slūgso paviršiuje ir apklotas tik dirvožemiu (Projekto..., 1996). Molio klodo storis pagal gręžinių duomenis kinta nuo 2,0 m iki 7,9 m. Molio storumės tekstūra ir litologija nėra vienalytė. Ją sudaro trys skirtingos juostuotų darinių serijos – trys sedimentacijos kompleksai. Viršutinią juostuotų darinių seriją sudaro rausvai rudas, kartais gelsvai rudas arba pilkai rudas labai riebus mikrojuostuotas molis. Juostuotumą suteikia rudo molio ir pilkai rudo aleurito arba smulkučio smėlio sluoksnelių kaita santykiu nuo 1:10 iki 1:15. Šios serijos darinių storis – 1,3-1,5 m. Molių dalelių kiekis mėginiuose kinta nuo 54% iki 78%. Vertikalia kryptimi molių dalelių kiekis palaipsniui didėja, tik

serijos apačioje sumažėja. Šiame intervale stebimi smulkučio smėlio ir rupaus aleurito tarpsluoksniai (bangų ruzgos) iki 3,0 cm storio (3.1.47 pav.).



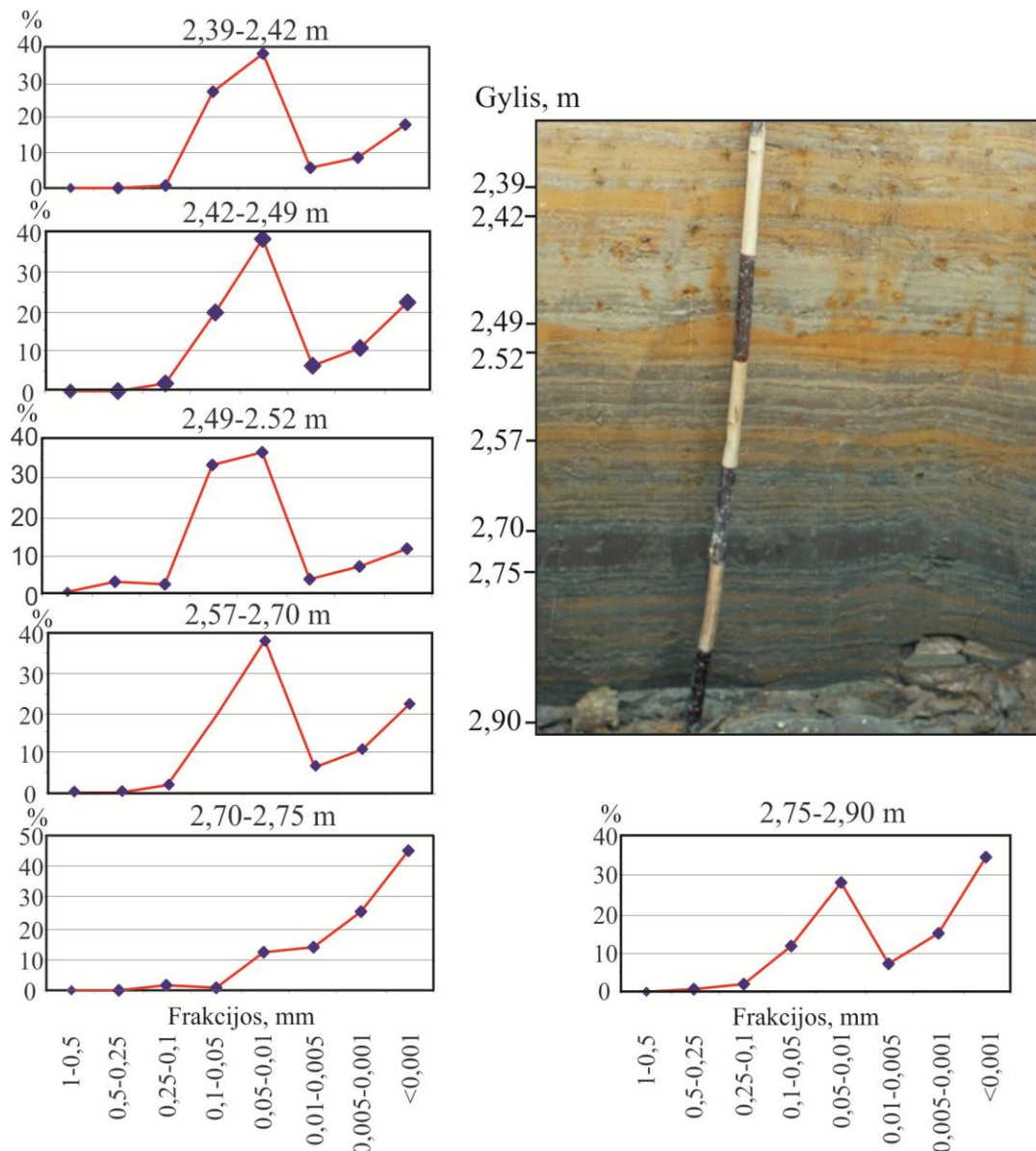
3.1.47 pav. Rubikių keiminės terasos viršutinės dalies juostuotų darinių tekstūra (B. Karmazos nuotrauka).

Antroji serija – tai ryškiai juostuotų darinių sluoksnis, kurio storis kinta nuo 1,0 m iki 4,0 m. Serijai būdinga ritmiška vyraujančio molio ir smėlio-aleurito sluoksnelių kaita (3.1.48 pav.).



3.1.48 pav. Ryškiai juostuotas molis antrajame sedimentacijos komplekse (B. Karmazos nuotrauka).

Aiškiai matoma rausvai rudo, rečiau gelsvai arba tamsiai rudo 2-4 cm storio molio juostelių ir pilko, žalsvai pilko aleurito, kartais smėlio juostelių kaita. Kai kur aleurito sluoksniai būna storesni negu molio. Molingų dalelių kiekis mėginiuose kinta nuo 28% iki 52%. Serijoje pasitaiko ir 5 cm storio (gylis 2,70-2,75 m) monolitinio molio juostelių – joje molingų dalelių kiekis siekia 71% (3.1.49 pav.).



3.1.49 pav. Antrosios juostuotų darinių serijos apatinės dalies sandara (B. Karmazos nuotrauka).

Juostelių kontaktas aiškus, o jų slūgsojimas horizontalus. Molyje pasitaiko melsvai pilkų dėmių ir plyšių dėl šalčio poveikio. Serijos viršutinėje dalyje iki

2 m gylio yra karbonatinių kongrecijų nuo 2 iki 6 mm, kartais iki 12 mm dydžio, sudarančių 4%, o serijos apatinėje dalyje – 0,2% nuosėdų. Molių dalelių kiekis molio sluoksneliuose – 51%, smėlinguose-aleuritinguose sluoksneliuose pastebimai sumažėja ir sudaro 20-28%.

Apatinė, trečioji juostuotų darinių serija – neryškiai juostuotas molis, susiformavo baseino dugno įdubose. Pilkai rudo molio juostelės (storis – 0,8-2,0 cm) kaitaliojasi su plonais pilko aleurito (storis – 0,2-3,0 cm) sluoksniais. Molis riebus (riebesnis nei viršutinėje ir vidurinėje serijose), klampus, kompaktiškas. Aiškiai dominuoja žemėnė sedimentacija. Molių dalelių kiekis (didesnio intervalo vaginiuose mėginiuose) didelis – iki 75%, jų kiekis tiek vertikalia, tiek horizontalia kryptimis nėra pastovus. Karbonatinės kongrecijos itin retos. Apatinės serijos storis priklauso nuo buvusio baseino dugno depresijos gylio ir kinta nuo 0,8 m iki 5,6 m. Nuosėdų padas labai nelygus, su pakilumomis ir įdubomis, ypač rytinėje terasos dalyje. Molis betarpiškai slūgso ant pilkšvai rudo moreninio priemolio arba įvairaus ir smulkaus smėlio.

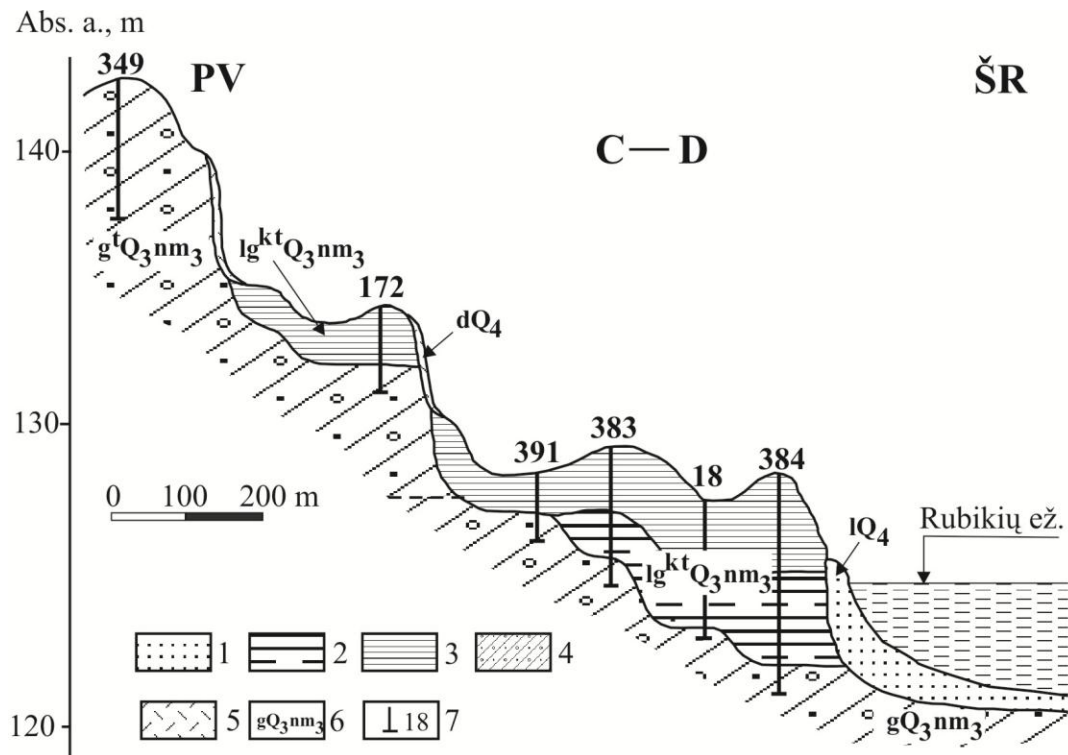
Nuosėdų struktūra išsilaiko visame šio labai aukšto terasos paviršiaus lygio (absoliutusias aukštis 143 m) plote, išskyrus jo pakraščius, kur dominuoja smėlingos nuogulos.

Terasos nuosėdos, esančios virš ežero paviršiaus aukščiau 16 m (absoliutusias aukštis 140 m), atitinka aukštą terasos lygį. Šio lygio terasos fragmentas sudarytas iš molio, kuris pagal tekstūrą ir litologiją yra tapatus moliui, formuojančiam labai aukšto (19 m virš ežero) terasos lygio plotus. Molio klodo storis kinta nuo 2,6 m iki 10,0 m, vidutinis – 6,3 m. Molio dalelių (<0,005 mm) kiekis svyruoja tarp 30% ir 72%. Molio sluoksnis šiaurės kryptimi staigiai išsipleišėja, molį keičia aleuritas, o šio lygio terasą šiaurinėje dalyje formuoja smėlingos nuosėdos (3.1.46 pav.).

Vidurinio (10 m virš ežero, absoliutusias aukštis 135 m) terasos lygio nuosėdos, skirtingai nei žemo, aukšto ir labai aukšto terasos lygių, yra smėlingi dariniai (3.1.46 pav.). Nuosėdų storis kinta nuo 5,0 m iki 10,5 m (pilnai nepergręžtos). Kartais smėlingų nuosėdų storumėje aptinkami 0,4-1,2 m storio

molio tarpfluksniai, rečiau – 0,6 cm storio moreninio priemolio lizės. Nuo paviršiaus iki 1,5 m gylio slūgso smėlis šviesiai pilkas, smulkus, giliau, iki 3,5 m gylio, pereinantis į gelsvai pilką, smulkų iki smulkučio, aleuritingą smėlį. Po smėliu slūgso 0,8 m storio (3,3-4,5 m gylis) molio sluoksnis. Molis rudas, masyvus su plonais iki 0,2 cm storio pilko smulkučio smėlio tarpfluksniais ir žvirgždo (iki 1%) priemaiša. Nuo 4,5 m iki 7,5 m gylio terasoje vėl kaupėsi pilkas, smulkutis smėlis, po kuriuo slūgso 0,5 m storio rudas, masyvus molis su žvirgždu iki 5%. Terasos apatinėje dalyje iki nuosėdų pado (iki 10,5 m gylio) slūgso pilkos spalvos smulkutis smėlis. Visų sluoksnių kontaktai ryškūs.

Žemąjį terasos lygį, virš ežero vandens iškilusį 5 metrus (absoliutūs aukštis 128-130 m), sudaro tamsiai pilkai rudas juostuotas molis (3.1.50 pav.).



3.1.50 pav. Skersinis profilis C-D ir nuogulos per Rubikių keiminę terasą.

Profilio vieta parodyta 3.1.45 pav.:

1 – smėlis smulkus; 2 – molis aleuritingas; 3 – molis; 4 – moreninis priemolis ir priemolis; 5 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 6 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; *Holocenas*: IQ_4 – limninės nuosėdos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 7 – grėžinys ir jo numeris.

Molio juostelių storis kinta nuo 0,3-0,5 cm iki 1,0-3,0 cm storio, aleurito – nuo 0,1-0,3 cm iki 1,0 cm storio. Molis sudaro apie 70% nuosėdų masės, aleuritas – apie 30%. 0,7-1,8 m gylyje aptinkamos iki 0,5% išdūlėjusios 0,1-1,0 cm skersmens karbonatinės konglomeracijos. Šurfe 3,4 m gylyje aleurito sluoksnyje aptikta pelecipodų kiautelių sankauptų. Šie kiauteliai rodo, kad terasos nuosėdos formavosi holoceno laikotarpiu vėlyvuju ledyninio baseino egzistavimo metu. Molio sluoksnių storis kaitus – nuo 1,4-2,5 m iki 7,0 m storio. Apačioje slūgso moreninis priemolis tamsiai rudas kompaktiškas su žvirgždu apie 7-10%.

3.2. Fliuvioglacialinės keiminės terasos

Fliuvioglacialinės keiminės terasos Vėlyvojo Nemuno apledėjimo srityje Lietuvos teritorijoje aptinkamos palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose šlaitus, taip pat aukštumų ežerų duburiuose.

Užvenčio keiminė terasa, susidariusi palei aukštumų šlaitą atskirų nuledėjimo etapų metu, yra prigludusi prie rytinės Vidurio Žemaičių kalvyno papėdės (3.2.1 pav., 3.2.2 pav.).



3.2.1 pav. Reginys į keiminę terasą nuo Vidurio Žemaičių kalvyno.

Ištęstos formos keiminė terasa beveik meridianine kryptimi tęsiasi nuo Užvenčio per Želvius, Naikmiškę, Junkilus iki Gedvilų.

Terasa yra 8 km ilgio, jos vidutinis plotis – 1,2 km. Ji plačiausia vidurinėje dalyje (ties Želviais – 1,6 km) ir susiaurėja pietiniame pakraštyje iki



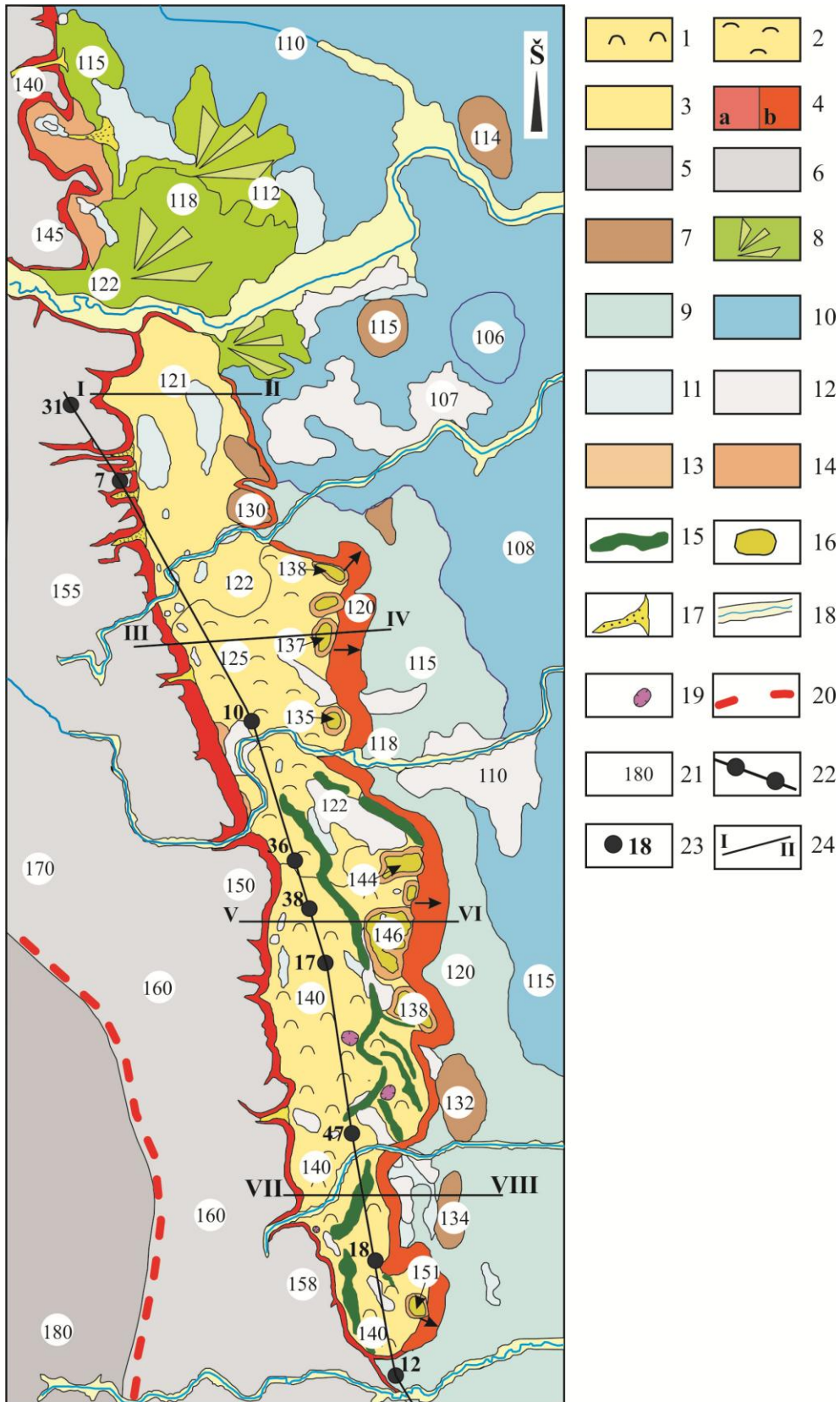
3.2.2 pav. Užvenčio keiminė terasa aerofotonuotraukoje (1959 metų aerofotonuotrauka, M 1:15 000):

a – keiminė terasa; b – aukštuma; c – limnoglacialinė lyguma; 1 – keimas; 2 – ozas; 3 – daubos.

700 m pločio. Terasa yra vienpakopė. Ties keiminės terasos šiauriniu pakraščiu plyti fliuvioglacialinė delta, kuri ankstesnių tyrėjų buvo vadinama keimine terasa (Mikalauskas *ir kt.*, 1973; Микалаускас, Юргайтис, 1979). Užvenčio keiminės terasos paviršius žemėja šiaurės kryptimi: nuo 140 m absoliučiojo aukščio iki 121 m. Fliuvioglacialinės deltos paviršiaus absoliutusis aukštis – 118-115 m. Matyt, dėl šios priežasties fliuvioglacialinė delta ankstesnių tyrėjų buvo interpretuota kaip keiminė terasa.

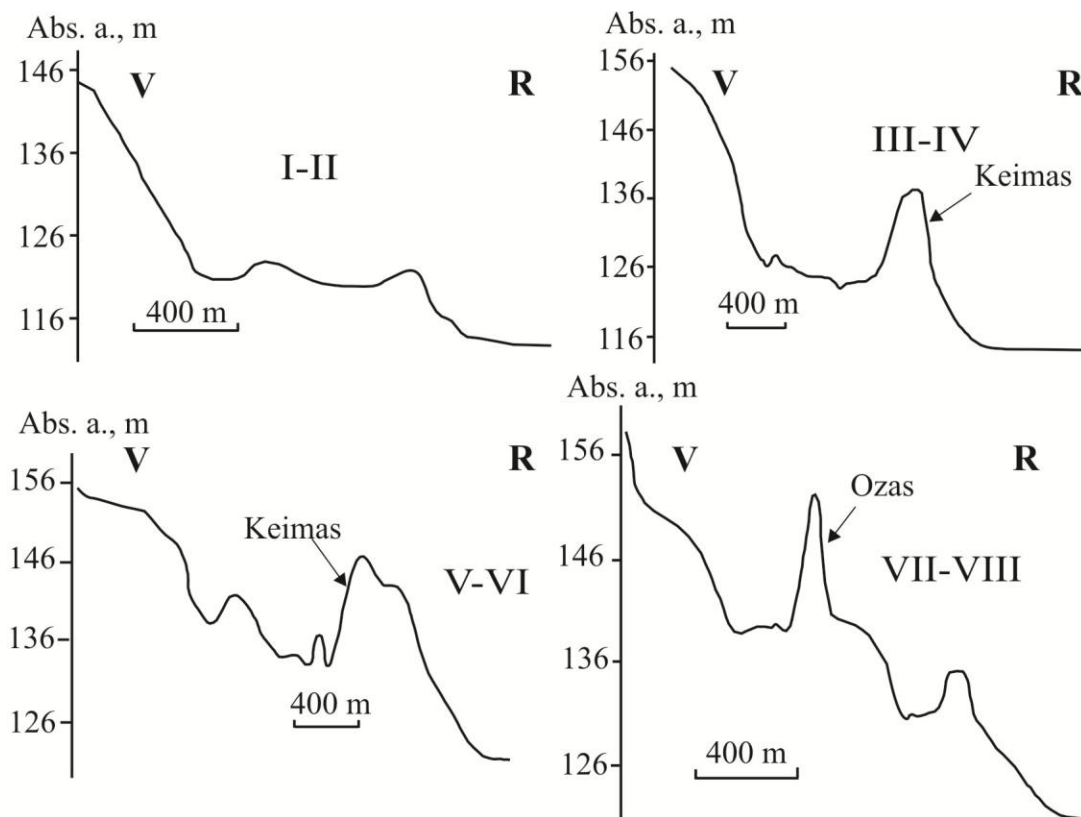
Keiminę terasą nuo aukštumos skiria status – 10-15 m aukščio, tiesus šlaitas (3.2.3 pav.; 3.2.4 pav.). Šlaito papėde tęsiasi protakos bei daubos, dauguma jų užpelkėjusios (3.2.2 pav., 3). Šlaitą skaido gausybė griovų ir raguvų, kurių žiotys atsiveria šlaito papėdėje. Griovų ir raguvų dugnai užpildyti pastovių ir laikinų srautų nuogulomis, kurios ties žiotimis formuoja

išnašų kūgius. Keiminę terasą nuo žemiau plytinčios limnoglacialinės lygumos skiria ledo kontakto šlaitas. Šio šlaito kontūro linija plane nelygi, dantyta.



3.2.3 pav. Užvenčio keiminės terasos glaciomorfologinė schema:

1-3 – keiminės terasos paviršiaus lygiai: 1 – aukštas; 2 – vidurinis; 3 – žemas; 4 – šlaitas: a – aukštumos; b – ledo kontakto; 5 – Rytų Lietuvos fazės marginaliniai dariniai; 6 – Pietų Lietuvos fazės marginaliniai dariniai; 7 – dugninės morenos lygumos fragmentai; 8 – delta; 9 – aukštas limnoglacialinės lygumos paviršiaus lygis; 10 – žemas limnoglacialinės lygumos paviršiaus lygis; 11 – limninė lyguma; 12 – pelkės lyguma; 13 – keimo šlaitas; 14 – solifliukcinė danga; 15 – ozas; 16 – keimas; 17 – išnašų kūgis; 18 – salpinis slėnis; 19 – glaciokarstinė dubė; 20 – Baltijos stadijos Pietų Lietuvos fazės riba; 21 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 22 – profilio linija; 23 – grėžinys ir jo numeris; 24 – reljefo profilis.



3.2.4 pav. Užvenčio keiminės terasos skersiniai reljefo profiliai. I-II, III-IV, V-VI, VII-VIII profilių vietos parodytos 3.2.3 pav.

Terasos šlaitas buvo abraduotas limnoglacialinio baseino vandenu, dėl to yra nuolaidus, tolygiai žemėjantis papėdėje plytinčios limnoglacialinės lygumos link (3.2.2 pav., c; 3.2.3 pav.). Todėl nors keiminė terasa virš Užvenčio limnoglacialinės lygumos iškilusi 10-20 m, riba tarp dviejų skirtingos genezės reljefo plotų nėra ryški.

Terasos reljefas sudėtingas dėl terasos paviršiuje esančių neigiamų ir teigiamų reljefo formų, visų pirma dėl daugybės keimų ir ozų (3.2.3 pav.). Nuo

Želvių iki Junkilų ties terasos pakopa iškilusi aštuonių keimų virtinė, o nuo terasos vidurio (nuo Gedruikių) iki pietinio pakraščio driekiasi ozų grandinės. Keimai (3.2.2 pav., 1) ovalo formos, kai kurie turi keletą viršūnių. Vyraujantis santykinis keimų aukštis – 6-8 m, kai kurios keimų viršūnės iškyla iki 12 m aukščio, šlaitai statūs. Plotis papėdėje kinta nuo 200 m iki 350 m, ilgis – 500 m.

Ozų keteros vingiuotos, keterų linija plane nelygi, banguota. Ozų santykinis aukštis – 3-5 m (3.2.2 pav., 2). Kai kurių ozų keteros nuo ozo papėdės iškilusios 10 m. Vidutinis ozų ilgis – 500 m, trumpesniųjų – 300 m, o ilgesnieji nusidriekia 1,5 km, plotis papėdėje svyruoja nuo 30-50 m iki 100 m. Neretai ozų papėdėse aptinkami ištęstos formos pažemėjimai, kurie dažnai uždurpėję. Ozus sudarančios nuogulos panirę į keiminės terasos nuogulas, tai vadinamieji ozai su “šaknimis”.

Terasos paviršiuje aptinkamos glaciokarstinės kilmės daubos ir dubės. Daubos yra stambios – iki 800 m ilgio ir 100-200 m pločio, ištęstos terasos tijos kryptimi. Užvenčio keiminėje terasoje daubos koncentruojasi distalioje terasos dalyje ties terasos šlaito briauna (nuo Želvių iki pietinio pakraščio), t.y. sąlyginai jaunesnėje terasos dalyje. Proksimalioje terasos dalyje, t.y. aukštumos ir terasos kontakto zonoje aklinas uždurpėjusias daubas jungia protakos. Tai senojo glaciokarstinio proceso palikuonys.

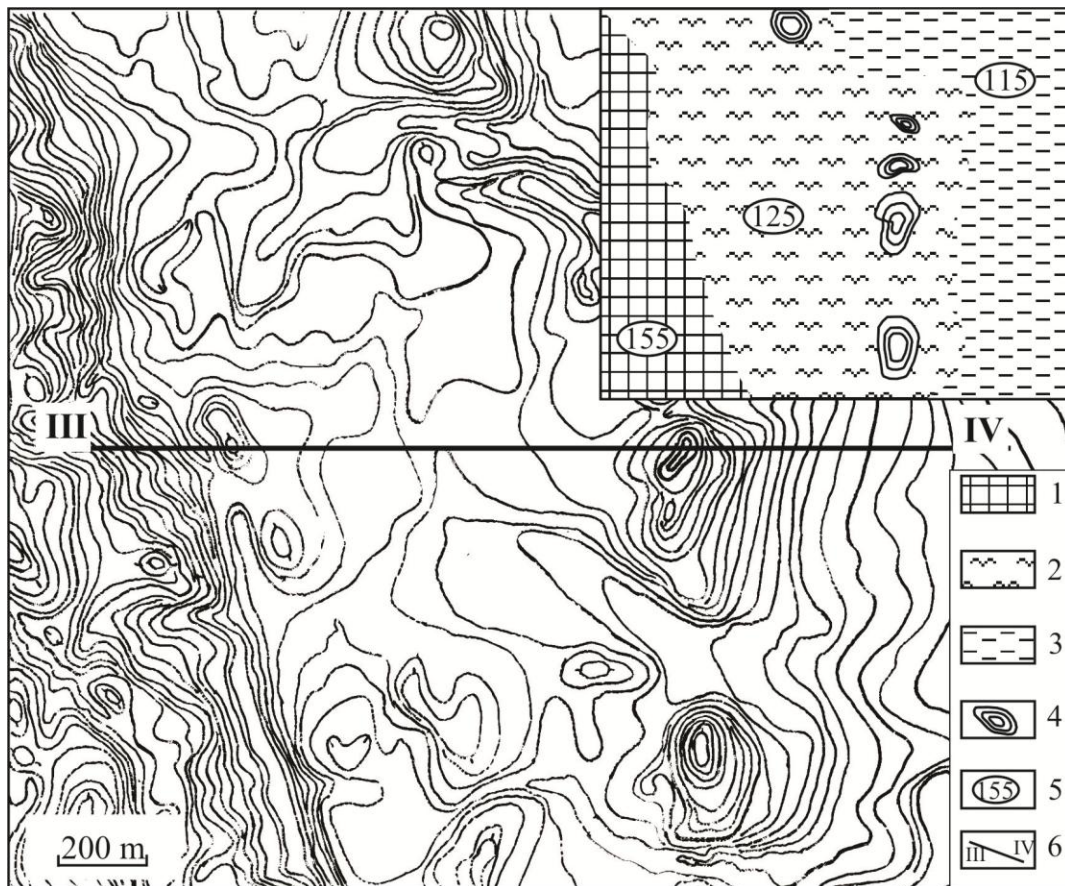
Dubės yra jaunesnės glaciokarstinės kilmės formos. Jos piltuvo formos, koncentriškos, juosiamos stačių šlaitų, 50 m skersmens ir iki 7 m gylio. Glaciokarstinės dubės pastebimos greta ozų grandinių Junkilų apylinkėse. Terasos paviršius, ypač terasos šlaitas, paveikti abraziinių procesų.

Remiantis morfografiniais ir morfometriniiais skirtumais keiminės terasos paviršiuje išskirti trys reljefo tipai: plokščia, silpnai banguota ir banguota lygumos. Vyrauja banguotos lygumos reljefas. Terasoje išskirti trys lygiai: žemas, vidurinis ir aukštas, kurių paviršiui būdingas skirtingas reljefo tipas.

Terasa nuo šiaurinio pakraščio pakopomis kyla pietų kryptimi. Plokščia lyguma būdinga žemai terasos pakopai (apie 2 km ilgio atkarpa nuo terasos

šiaurinio pakraščio iki Želvių). Santykiniai reljefo pokyčiai siekia vieną metrą, o absoliutūs aukštis – 121 m (3.2.4 pav., I-II reljefo profilis). Lygų paviršių pajvairina dvi meridianine kryptimi nutįsios 500-700 m ilgio ir 200 m pločio uždūrpėjusios glaciokarstinės kilmės daubos.

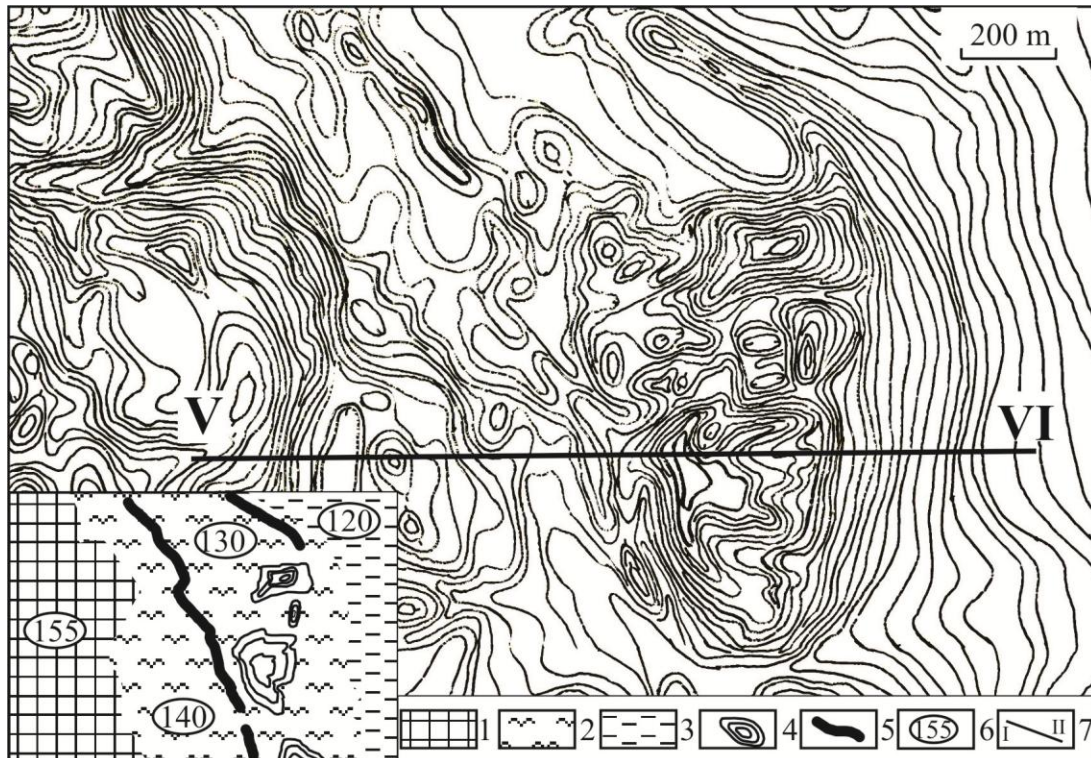
Silpnai banguota lyguma charakteringa vidurinio lygio terasos pakopai susiformavo vidurinėje terasos dalyje atkarpoje tarp Želvių ir Gedruikių. Reljefo bangų plotis siekia 300 m, bangų santykinis aukštis – 2,0-2,5 m, absoliutūs bangų keterų aukštis – 125 m (3.2.4 pav., III-IV reljefo profilis; 3.2.5 pav.).



3.2.5 pav. Vidurinio lygio keiminės terasos paviršius. Izohipsės praveistos kas 1,0 m. III-IV – skersinis terasos reljefo profilis pavaizduotas 3.2.4 pav., profilio vieta parodyta 3.2.3 pav.:

1 – Vidurio Žemaičių kalvynas; 2 – keiminė terasa; 3 – limnoglacialinė lyguma; 4 – keimas; 5 – vyraujantis reljefo absoliutūs aukštis, metrais; 6 – reljefo profilio vieta.

Nuo Gedruikių iki terasos pietinio pakraščio paplitęs banguotas paviršius – tai aukšto lygio terasos fragmentas, kurio paviršiaus absoliutusias aukštis – 140 m. Reljefo bangos išštos meridianine kryptimi, jų ilgis – 300 m. Paviršiuje gausu keimų ir ozų (3.2.4 pav., V-VI, VII-VIII reljefo profiliai; 3.2.6 pav.).

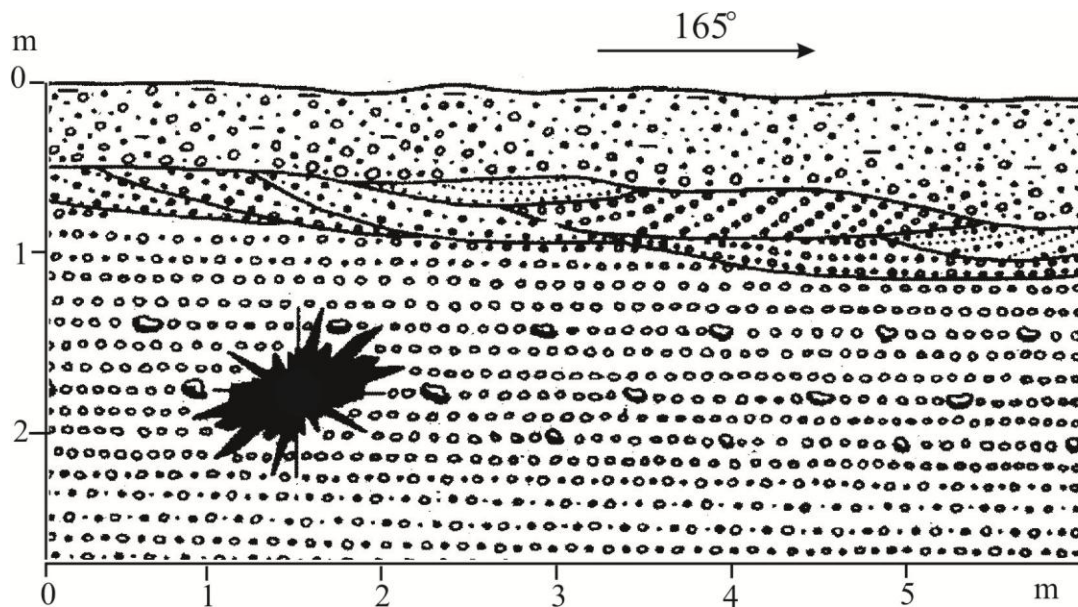


3.2.6 pav. Aukšto lygio keiminės terasos paviršius. Izohipsės pravestos kas 1,0 m. V-VI – skersinis terasos reljefo profilis pavaizduotas 3.2.4 pav., profilio vieta parodyta 3.2.3 pav.:

1 – Vidurio Žemaičių kalvynas; 2 – keiminė terasa; 3 – limnoglacialinė lyguma; 4 – keimas; 5 – ozas; 6 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 7 – reljefo profilio vieta.

Užvenčio keiminė terasa, prisišliejusi prie Vidurio Žemaičių kalvyno rytinio šlaito, yra fliuvioglacialinė keiminė terasa, suformuota tekančių ledyno tirpsmo vandenų. Tirpsmo vandenys sruvo į terasos vietoje buvusį 8 km ilgio ir vidutiškai 1,2 km pločio duburį piečiau Užvenčio bei pripildė jį fliuvioglacialinių nuogulų. Ankstesnėse mokslinėse publikacijose keiminei terasai buvo priskiriama ne akumuliacinė terasinė aikštelė į pietus nuo

Užvenčio, o nuo Užvenčio į šiaurę esantys nuolaidžių lygaus paviršiaus aikštelių fragmentai (Mikalauskas *ir kt.*, 1973; Микалаускас, Юргайтис, 1979). Pateiktame geologiniame pjūvyje Mantvydų apylinkių nuogulų vidinė sandara yra labai paprasta, jos priskirtos keiminės terasos nuoguloms (3.2.7 pav.).



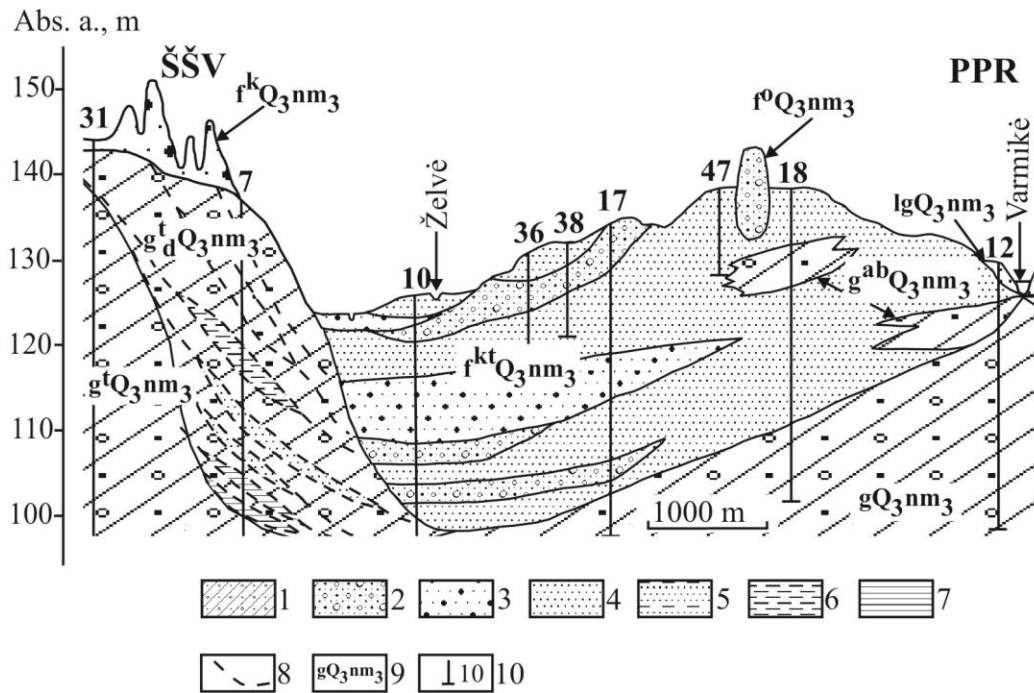
3.2.7 pav. Fliuvioglacialinės stormės pjūvis Mantvydų karjere (pagal Mikalauskas *ir kt.*, 1973; Микалаускас, Юргайтис, 1979).

Paviršiaus geomorfologinė, paleogeomorfologinė situacija bei šių nuogulų pjūvių sedimentologinė analizė leidžia tvirtinti, kad minimos nuogulos yra ne keiminės terasos, o fliuvioglacialinės deltos, kuri ir parodyta Užvenčio glaciomorfologinėje schemeje.

Užvenčio keiminės terasos fliuvioglacialinių nuogulų vidutinis storis – 20-22 m. Maksimalus storis – 38,2 m, minimalus – 7,3 m. Storiausias nuogulų kiekis susikaupė išilgai kalvyno šlaito papėdės (3.2.8 pav.). Terasos paviršiuje nuo jos šiaurinio pakraščio iki vidurio (nuo Užvenčio iki Želvių) slūgso smulkus smėlis, o nuo Želvių iki terasos pietinio pakraščio vyrauja žvirgždingas smėlis. Kadangi į duburį tarp kalvyno ir negyvo ledo medžiaga buvo prinešama iš įvairių pusių, terasą sudarančių nuogulų litologija labai

kaiti: žvirgždo-smėlio nuogulos, įvairus smėlis, smulkus smėlis. Šios litologinės atmainos neretai yra aleuritingos, kartais – molingos.

Vertikaliame pjūvyje sluoksniai išsidėstę be kokių nors dėsningumų – tai smėlis smulkus aleuritingas slūgso viršuje, o apačioje žvirgždo-smėlio nuogulos ar smėlis įvairus, tai smėlis smulkus aleuritingas slūgso apatinėje



3.2.8 pav. Profilis ir nuogulos išilgai Užvenčio keiminės terasos. Profilio vieta parodyta 3.2.3 pav.:

1 – moreninis priemolis ir priemolis; 2 – žvirgždo-smėlio nuogulos; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis smulkus; 5 – smėlis aleuritingas; 6 – aleuritas; 7 – molis; 8 – skeldiška morenos struktūra; 9 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: $g_{Q_3 nm_3}$ – pagrindinės morenos; $g^t_{Q_3 nm_3}$ – kraštinių darinių deformacinės; $g^t_{Q_3 nm_3}$ – kraštinių darinių; $g^{ab}_{Q_3 nm_3}$ – abliacinės morenos; fluvio-glacialinės nuogulos: $f^0_{Q_3 nm_3}$ – ozų; $f^k_{Q_3 nm_3}$ – keimų; $f^{kt}_{Q_3 nm_3}$ – keiminių terasų; limnoglacialinės nuosėdos: $lg_{Q_3 nm_3}$ – prieledyninių baseinų; 10 – gręžinys ir jo numeris.

arba vidurinėje nuogulų dalyje. Žvirgždo kiekis žvirgždo-smėlio nuogulose – iki 41%. Terasos pietinės dalies pjūviuose aptinkami abliacinės morenos tarp sluoksniai iki 5 m storio.

Nuo terasos vidurio (nuo Želvių) iki pietinio pakraščio terasoje iš viršaus iki 5,7 m gylio dažniausiai slūgso smėlis rudas, nuo 3,9 m – pilkai

rudas, įvairus (vyrauja smulkus) polimiktinis, su pavieniu žvirgždu, nuo 3,9 m iki 7,0 m gylio pereinantis į žvirgždo-smėlio nuogulas, kuriose žvirgždo (frakcija 5-40 mm) yra 14% (vyrauja 5-10 mm frakcija). Žvirgždas vidutinio apzulinimo (kampuotų ir apvaliai kampuotų formų), vyrauja nuosėdinių uolienu apvalainukai. Užpildantis smėlis rudas, įvairus, vyrauja vidutinis iki smulkaus, polimiktinis, molingas. Giliau (intervalas 7,0-8,5 m) vėl slūgso pilkai rudas, įvairus smėlis (vyrauja smulkus), su žvirgždu apie 15%, silpnai molingas. Terasos pjūvio apačioje iki 12,4 m gylio slūgso žvirgždo-smėlio nuogulos, kuriose žvirgždo (frakcija 5-70 mm) yra 38% (vyrauja 10-20 mm frakcija). Nuogulos įkypai sluoksniuotos, sluoksnių polinkio kampas – 20° (3.2.9 pav.).



3.2.9 pav. Įkypai sluoksniuotos Užvenčio keiminės terasos nuogulos Junkilų karjere. Sienelės azimutas – 120°.

Terasos nuogulos slūgso ant pilko kompaktiško moreninio priemolio su žvirgždu 10-15%.

Keiminės terasos plote aptikta aštuonių keimų virtinė, susiformavusių ties terasos šlaitu. 10 m aukščio keimas ties Naikmiškės vienkiemiu sudarytas iš žvirgždo-smėlio nuogulų, kuriose žvirgždo frakcija (5-70 mm) sudaro: 33%

– 0,4-4,5 m gylyje, 36% – 4,5-8,7 m (vyrauja 10-20 mm frakcija). Žvirgždas gero, blogo ir vidutinio apzulinimo. Frakcijų 10-20 mm ir 20-40 mm žvirgždo apzulinimas blogas, frakcijos 5-10 mm žvirgždo apzulinimas vidutinis ir geras. Žvirgždas magminių, metamorfinių ir nuosėdinių uolienu (vyrauja nuosėdinių). Smėlis žvirgždo-smėlio nuogulose geltonai rudas, įvairus, vyrauja smulkus iki vidutinio, polimiktinis, silpnai molingas. Keimo apatinėje dalyje (iki 12 m gylio) slūgso geltonas, smulkus-smulkutis smėlis. Asloje (nuo 12,0 m iki 18,0 m gylio) – suklotas smulkutis smėlis su 20 mm diametro žvirgždu (2%), oligomiktinis, aleuritingas. Asloje slūgsančios nuogulos – jau keiminės terasos nuogulos.

Dauguma keimų neturi moreninės dangos, ir tik vienas-kitas su morenine danga. Vieno iš limnoglacialinio keimo dangą sudaro 3,5 m storio abliacinė morena – šviesiai rudas, kompaktiškas priemolis su retu smulkiu žvirgždu. Po abliacinė morena iki keimo pado (iki 6,2 m gylio) slūgso šviesiai rudas, smulkutis, stipriai molingas smėlis.

Ozai, vingiuojantys terasos paviršiumi, yra su "šaknimis". Ozų nuogulų pjūviuose dažniausiai stebimas įvairaus smėlio ir žvirgždo-gargždo persisluoksniavimas bei įstrižas sluoksnitumas. Eksploatuojamo Junkilų žvyro karjero sienelėje atsidengė ozą sudarančių nuogulų pjūvis.

I. Viršutinėje ozo dalyje iki 1,4 m gylio nugulęs smėlis šviesiai rudas, intervale 0,6-1,0 m – raudonai rudas, smulkus, oligomiktinis, su retu žvirgždu ir gargždu, stipriai molingas.

II. Giliau, iki 3,8 m gylio, slūgso žvirgždo-smėlio nuogulos, kuriose žvirgždo (5-70 mm frakcija) kiekis pasiskirsto taip: 1,4-2,5 m gylyje – 64%, 2,5-3,8 m – 24%, vyrauja 5-10 mm frakcijos apvalainukai. Magminių ir nuosėdinių uolienu žvirgždas gero ir vidutinio apzulinimo (apvaliai kampuotų formų). Smėlis gelsvai pilkas, įvairus, vyrauja smulkutis, polimiktinis.

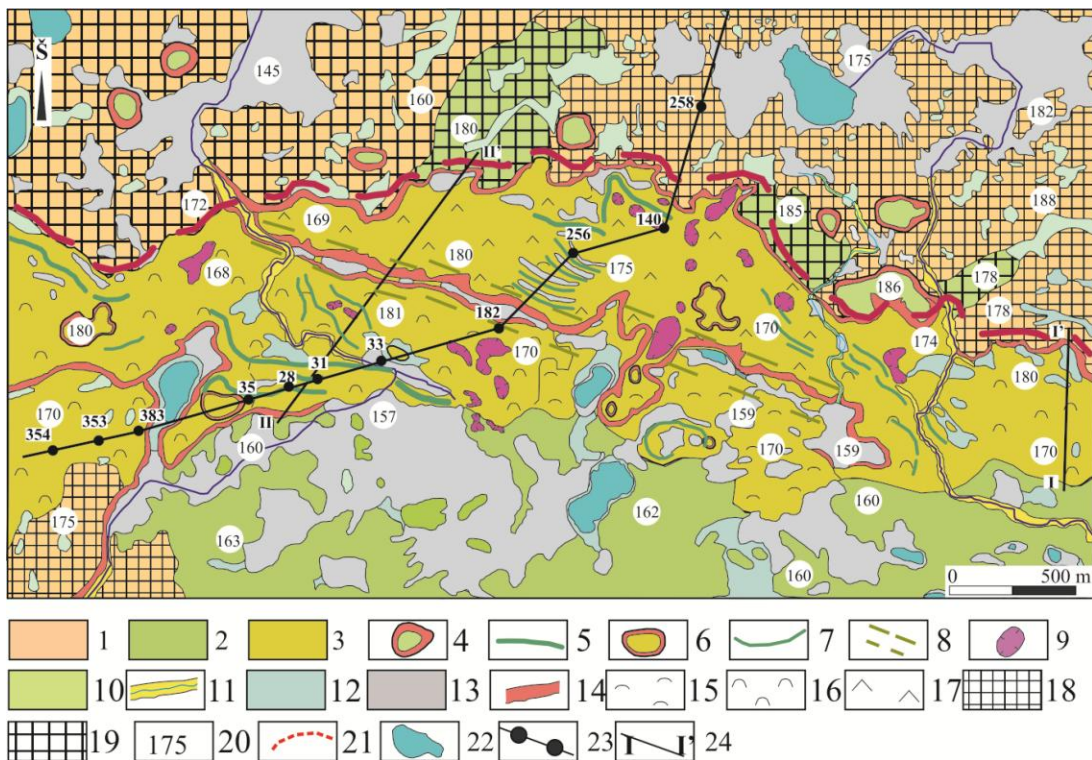
III. Po žvirgždo-smėlio nuogulomis (3,8-5,3 m) slūgso įvairaus rupumo gelsvai pilko smėlio, žvirgždingo smėlio ir žvirgždo-gargždo sluoksnynas. Žvirgždo-gargždo sluoksnelių storis – 1,0-3,0 cm. Žvirgždingo smėlio nuogulose žvirgždo (5-70 mm frakcija) yra 25%, vyrauja 10-5 mm frakcijos

apvalainukai. Žvirgždas gero ir vidutinio apzulinimo (apvaliai kampuotų formų), nuosėdinių ir magminių uolienu. Užpildas – smėlis gelsvai pilkas, įvairus, vyrauja vidutinis, oligomiktinis. 4,3-4,6 m gylyje smėlis gelsvai pilkas, smulkus, oligomiktinis, 4,6-4,9 m gylyje – žvirgždas-gargždas.

IV. 5,3-7,5 m gylyje susikaupusios žvirgždo-smėlio nuogulos, kuriose žvirgždo (5-70 mm frakcija) yra 32% (vyrauja 10-20 mm frakcija). Žvirgždas vidutinio apzulinimo (apvaliai kampuotų formų), nuosėdinių ir magminių uolienu. Smėlis užpilde rudai geltonas, įvairus, vyrauja smulkus, polimiktinis, silpnai molingas.

Giliau, iki 8,7 m gylio slūgsantis smėlis pilkai rudas, įvairus, vyrauja smulkus, oligomiktinis, molingas, su nuosėdinių ir magminių uolienu žvirgždu (1,2%), yra keiminės terasos nuogulos.

Kuktiškių keiminė terasa susiformavo aukštumų ežerų duburyje. Terasa tęsiasi iš vakarų į rytus per Kvyklius, Andreikėnus, Meldeikiškes, Kiauliupį, Kuktiškes iki Buitūnų (3.2.10 pav.).

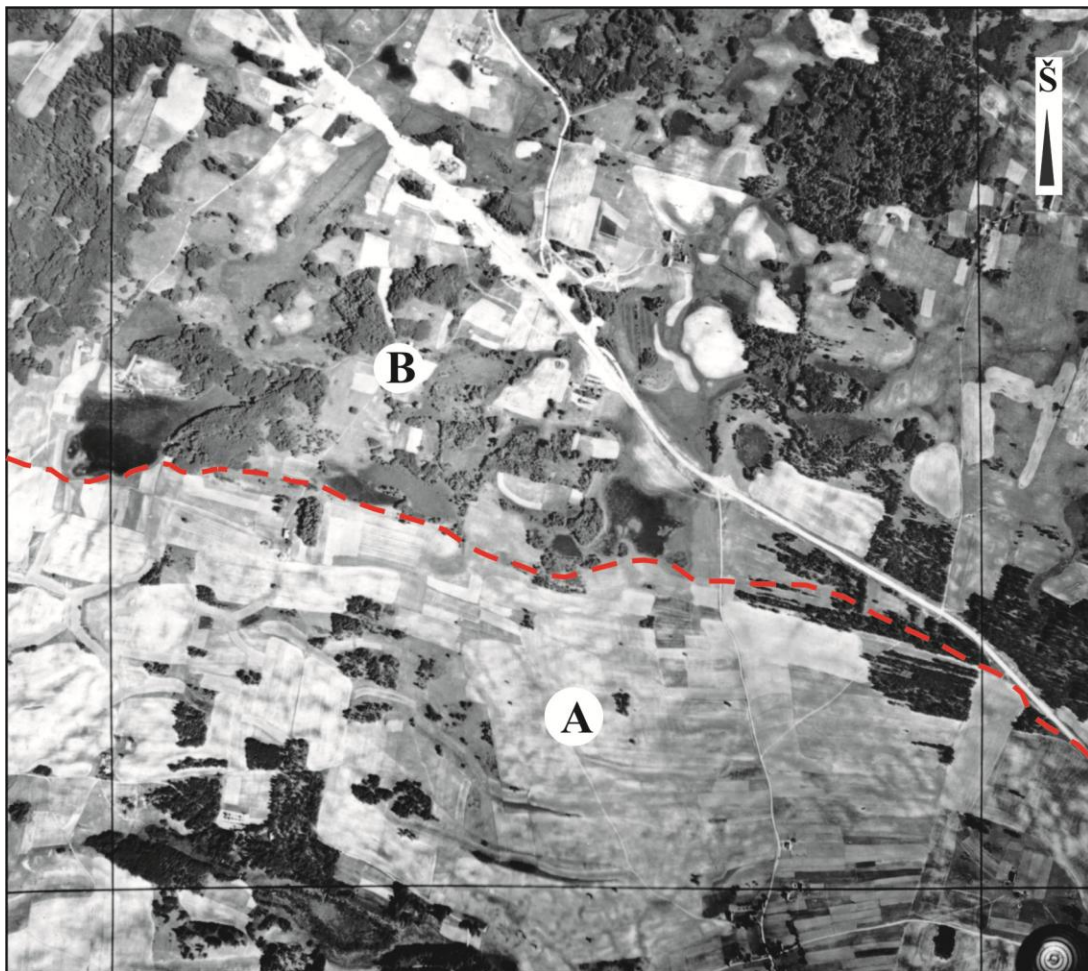


3.2.10 pav. Kuktiškių keiminės terasos geomorfologinė schema:

1 – ledyno pakraščio reljefas; 2 – fluvioglacialinis ledyno pakraščio reljefas; 3 – keiminė terasa; 4 – keimas; 5 – ozas; 6 – kalva keiminiame reljefe; 7 – gūbrio ketera; 8 – rina; 9 – glaciokarstinė dubė; 10 – zandrinė lyguma; 11 –

salpinis slėnis; 12 – limninė lyguma; 13 – pelkės lyguma; 14 – šlaitas; reljefo morfometrija: 15 – silpnai banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 16 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 17 – keteruotas reljefas (peraukštėjimas 1-3 m); 18 – smulkiai kalvotas reljefas; 19 – vidutiniškai kalvotas reljefas; 20 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 21 – Baltijos ledyno osciliacijos riba; 22 – ežeras; 23 – profilio linija; 24 – reljefo profilis.

Terasa plane išėstos formos, 12 km ilgio, vidutinis jos plotis – 1,0 km (3.2.11 pav.).

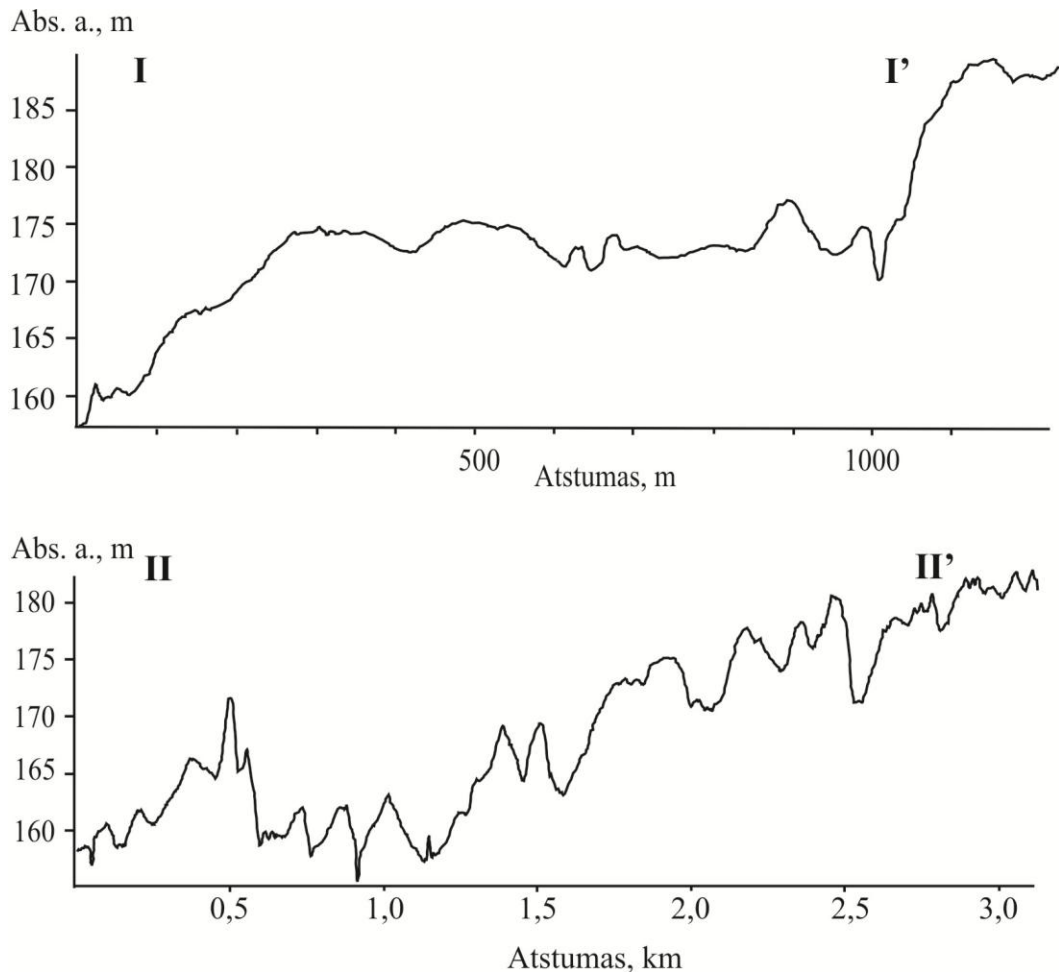


3.2.11 pav. Kuktiškių terasos aerofotovaizdas (1958 metų aerofotonuotrauka, M 1:15 000): A – keiminė terasa; B – pakraštiniai dariniai.

Iš šiaurinės pusės nuo Kvyklių iki Andreikėnų terasą juosia vidutiniškai kalvotas ledyno pakraščio darinių ruožas, nuo Andreikėnų iki rytinio terasos pakraščio plyti smulkiai kalvotas reljefas. Smulkiai kalvoto reljefo vyraujantis absoliutusias aukštis – 185 m, o atskiros viršūnės iškilusios iki 195 m. Terasos

paviršius yra 8-18 m žemiau. Šlaitas, skiriantis keiminę terasą ir vidutiniškai kalvotą reljefą, nežymiai banguotas, o riba tarp terasos ir smulkiai kalvoto reljefo – dantiyta.

Tuo tarpu Kvyklių-Andreikėnų ruože terasos paviršius virš vidutiniškai kalvoto reljefo kartais iškyla 5-10 m. Šioje dalyje keiminės terasos absoliutusis aukštis – 174-180 m, pakraštinių darinių – 164-172 m. Šlaitas tarp terasos ir smulkiai kalvoto reljefo aiškus ir ryškus (3.2.12 pav., I-I' reljefo profilis).



3.2.12 pav. Kuktiškių keiminės terasos skersiniai reljefo profiliai I-I' ir II-II' (sudaryti žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenimis). Profilių vietos parodytos 3.2.10 pav.

Keiminės terasos papėdėje plyti fluvioglacialinė lyguma, virš kurios terasa iškilusi 10-15 m. Terasos šlaito aukštis ir jo statumas skirtingose atkarpose nevienodas. Dažniausiai jis ryškus ir status, 10 m aukščio, nuolaidesnis ir žemesnis yra vakarinėje pusėje, ten šlaito aukštis – 5-8 m.

Tarp terasos ir fliuvioglacialinės lygumos įsiterpusios pelkės, dėl ko šlaito kontūras plane raižytas. Terasos paviršiaus absoliutusias aukštis kinta plačiame intervale – nuo 160 m iki 186 m, vyraujantis aukštis – 175 m. Reljefas itin sudėtingas ir raižytas dėl daugybės terasos paviršiuje aptinkamų teigiamų ir neigiamų formų kaitos. Raižytą terasos reljefą puikiai iliustruoja reljefo profilis, sudarytas panaudojus žemės paviršiaus erdvinio lazerinio skenavimo duomenis (3.2.12 pav., II-II' reljefo profilis). Lygesnė tik terasos rytinė dalis tarp Kuktiškių ir Buitūnų.

Pagal morfografinių ir morfometrinių parametrų skirtumus keiminės terasos paviršiuje išskirti trys reljefo tipai: silpnai banguota, banguota ir keteruota lygumos. Vyrauja banguota ir keteruota lygumos, nedideli silpnai banguotos lygumos ploteliai aptinkami pietinėje terasos dalyje. Kadangi terasos reljefo formavime svarbus vaidmuo teko tekantiems ledo tirpsmo vandenims, paviršius tarp bangų ir keterų yra eroduotas, todėl bangų ir keterų santykinis aukštis yra didesnis, siekia 4-5 m (3.2.13 pav.).



3.2.13 pav. Banguotas keiminės terasos paviršius ties Meldeikiškėmis.

Terasos proksimalioje dalyje ties Kvykliais ir Kiauliupiu bei jos distalioje dalyje (piečiau Meldeikiškių) driekiasi keletas ozų. Skirtingai nei klasikiniai subglacialiniai ozai, pastarieji formavosi atviruose negyvo ledo plyšiuose.

Ledyno tirpsmo vandenys tekėjo lede esančiais plyšiais, tuneliais, lyg upėmis, ir juose klojo savo „aliuvį“ – nuolaužinę medžiagą. Vieną plyšį užpildęs nuogulomis, vanduo ieškodavo kitos vagos ir taip susidarydavo išsišakojimai kaip upių deltose. Ledui ištirpus, liko ilgi siauri ozai, vietomis išsišakoję į kelias atšakas. Visų ozų morfometriniai parametrai skirtingi. Paties ilgiausiojo ozo ilgis – 1,5 km, o dažniausiai jų ilgis – 200-400 m. Santykinis aukštis – 3 m, kai kurių ozų keteros nuo papėdės iškilusios 6 m.

Ties Kiauliupiu terasos paviršiuje tik keteruotame reljefe aptinkami „netikri“ gūbriai. Tai savitas reljefas, susidaręs gūbrių keteroms susilietus ir sudarius vientisą grandinę, primenančią gūbrį, kuris labai panašus į ozą. Santykinis gūbrių aukštis – 2-3 m, vietomis jų keteros iškilusios 4-5 m. Keterų grandinės puikiai dešifruojamos aerofotonuotrukose. Gūbrius vieną nuo kito skiria pažemėjimai, dauguma jų – užpelkėję. Gūbrių kilmė poligenetinė. Pradžioje, matyt, atvirose negiliose negyvo ledo protakose ir išgraužose iš nusėdusios terigeninės medžiagos susiklojus nuoguloms, susidarė gūbrių branduoliai. Teritorijai nuledėjus, nusėdo ant keiminės terasos paviršiaus. Vėliau tekantys tirpsmo vandenys erodavo tarp jų pažemėjimus, tuo pačiu formas santykinai paaukštino.

Be gūbrių, terasos paviršiuje iškyla keletas kalvų. Jos 5-10 m aukščio, netaisyklingos, raižytos konfigūracijos, 200-500 m skersmens papėdėje. Šios formos, matyt, yra eroziniai palikuonys, palikę nesuardyti terasos paviršiumi tekėjusių ledyno tirpsmo vandenų.

Neigiamos paviršiaus formos – tai įvairaus dydžio ir gylio erozinės protakos bei glaciokarstinės kilmės dubės. Erozinės protakos yra 200-400 m ilgio ir 20-40 m pločio, jų dugnai dažniausiai sausi, rečiau – užpildyti limninėmis nuosėdomis. Dubės, dažniausiai aklinos, taip pat įvairaus dydžio ir formos, skirtingo gylio: nuo 50-100 m iki 500 m skersmens ir nuo 1-2 m iki 10 m gylio. Stambesniųjų dubių dugnai uždurpėję.

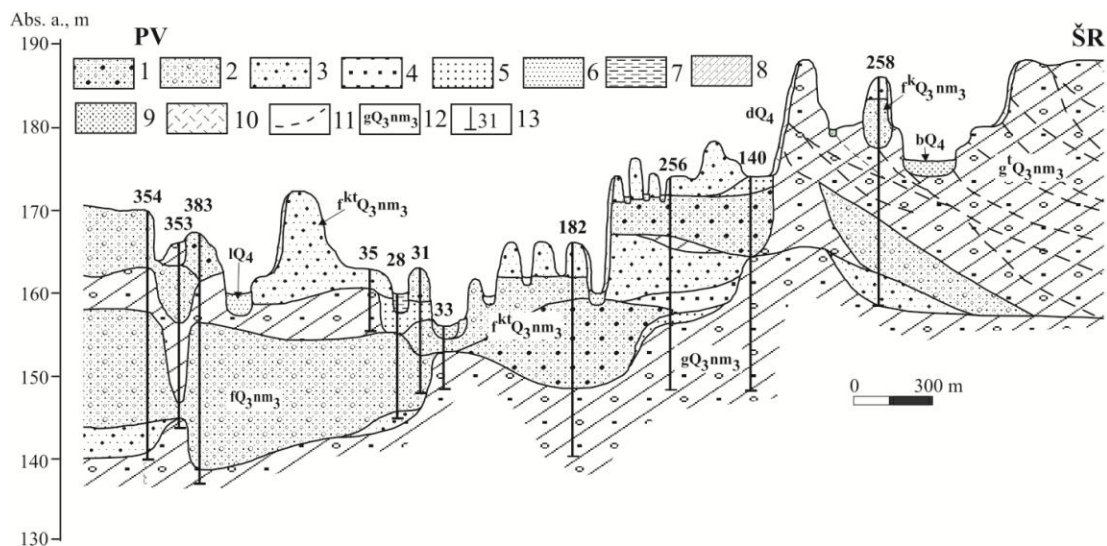
Šiaurės vakarų-pietryčių kryptimi terasą skrodžia 5 km ilgio ir 15 m gylio rina. Šiaurės rytinis rinos šlaitas yra 8 m aukštesnis ir statesnis už pietvakarinį.

Kuktiškių keiminė terasa sudaro genetiškai vientisą 12 km ilgio ir 1,0 km pločio fliuvioglacialinių nuosėdų masyvą. Terasos vidinė sandara ištirta, terasą sudarantis žvyras tebekasamas (3.2.14 pav.).



3.2.14 pav. Kiauliupio telkinio žvyro karjeras.

Terasos vidinė sandara ir slūgsojimo sąlygos pavaizduotos skersiniame profilyje, kertančiame terasą iš pietvakarių į šiaurės rytus (3.2.15 pav.).



3.2.15 pav. Skersinis profilis ir nuogulos per Kuktiškių keiminę terasą. Profilio vieta parodyta 3.2.10 pav.:

1 – gargždo-žvirgždo nuogulos; 2 – žvirgždingas smėlis; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis vidutinis; 5 – smėlis smulkus; 6 – smėlis smulkutis; 7 – aleuritas; 8 –

moreninis priesmėlis, priemolis; 9 – durpės; 10 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 11 – skeldiška morenos struktūra; 12 – nuogulų stratigafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $g^{ab}Q_3nm_3$ – abliacinės morenos; fliuvioglacialinės nuogulos: fQ_3nm_3 – prieledyninės; $f^kQ_3nm_3$ – keimų; $f^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; *Holocenas*: lQ_4 – limninės nuosėdos; bQ_4 – biogeninės nuogulos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 13 – grėžinys ir jo numeris.

Terasos paviršiuje nuo Kvyklių iki Kuktiškių (vakarinė dalis) vyraujančios nuogulos – įvairus, kartais žvirgždingas smėlis, o nuo Kuktiškių iki Buitūnų (rytinė dalis) paviršiuje dažniausiai slūgso smulkus smėlis. Didžiojoje terasos dalyje pjūvis atrodo taip: gelsvai rudos, rudos arba geltonos spalvos oligomiktinis, kai kur molingas smėlis slūgso po augaliniu sluoksniu. Žvirgždingame smėlyje žvirgždo yra nuo pavienių grūdelių iki 25% (vyrauja 10-15%). Gargždas (iki 90 mm skersmens) nuosėdinės ir magminės kilmės uolienų, vidutinio apzulinimo. Žvirgždingo smėlio sluoksnio storis – 1,5-4,0 m, rečiau – 6,0-8,0 m (3.2.16 pav.).



3.2.16 pav. Žvirgždingo smėlio sluoksnis Kiauliupio karjere.

Giliau slūgso dar rupesnės nuogulos – žvirgždingas smėlis ir gargždo-žvirgždo nuogulos, kuriose nuo 15 iki 50% yra 5-70 mm frakcijos (vyrauja 5-20 mm frakcija). Žvirgždas ir gargždas dažniausiai apvaliai kampuotų, rečiau pailgų

formų, blogo bei vidutinio apzulinimo, kas liudija, kad ši stambianuolaužinė medžiaga nebuvo toli nešta ledyno tirpsmo vandenų (3.2.17 pav.).



3.2.17 pav. Gargždo-žvirgždo nuogulų subhorizontali tekstūra.

Nuogulose aptikta ir pavienių riedulių. Užpildantis smėlis įvairus su žymia smulkaus smėlio priemaiša. Kontaktas su paviršinėmis nuogulomis nelygus. Į gargždo-žvirgždo nuogulų sluoksnį įsiterpia dažniausiai smulkaus, rečiau įvairaus, kartais molingo smėlio lėšiai ir tarp sluoksniai (storis kinta nuo kelių cm iki 1,8 m, daugumoje 0,4-0,6 m) (3.2.18 pav.).



3.2.18 pav. Smulkaus horizontaliai sluoksniuoto smėlio lizės, įsiterpusios į gargždo-žvirgždo nuogulas.

Žvirgždo kiekis kinta nuo 37% iki 59%, vyrauja 40-45%. Tame tarpe stambių frakcijų (virš 70 mm) gargždo ir riedulių nuogulose vietomis visai nėra, kitur siekia 12% (vyrauja 2-7%). Žvirgždo, gargždo ir riedulių paplitimo dėsninumų nustatyti nepavyko: vienur žvirgždo ir gargždo daugiau nuogulų viršutinėje dalyje, kitur – apatinėje dalyje. Nuosėdinės, magminės ir metamorfinės kilmės uolienų žvirgždas ir gargždas vidutiniškai ir blogai apzulintas. Nuogulų apatinėje dalyje, ypač pado pažemėjimuose, susikaupė gelsvai pilkas, pilkas smulkus smėlis. Jo storis – 2-4 m. Vietomis terasos nuogulų pjūviuose viršutinėje nuogulų dalyje aptikta abliacinės morenos lėšių – rausvai rudo moreninio priemolio ir priesmėlio su žvirgždu iki 30-35%. Lėšių storis – 0,4-1,9 m.

Fliuvioglacialinių nuogulų storis kaitus – nuo 2,0 m iki 27 m, vidutinis storis – 8-10 m. Nuogulos slūgso ant pilko, pilkai rudo moreninio priesmėlio su žvirgždu ir gargždu iki 10-15%. Nuogulų padas nelygus.

3.3. Mišrios akvaglacialinės keiminės terasos

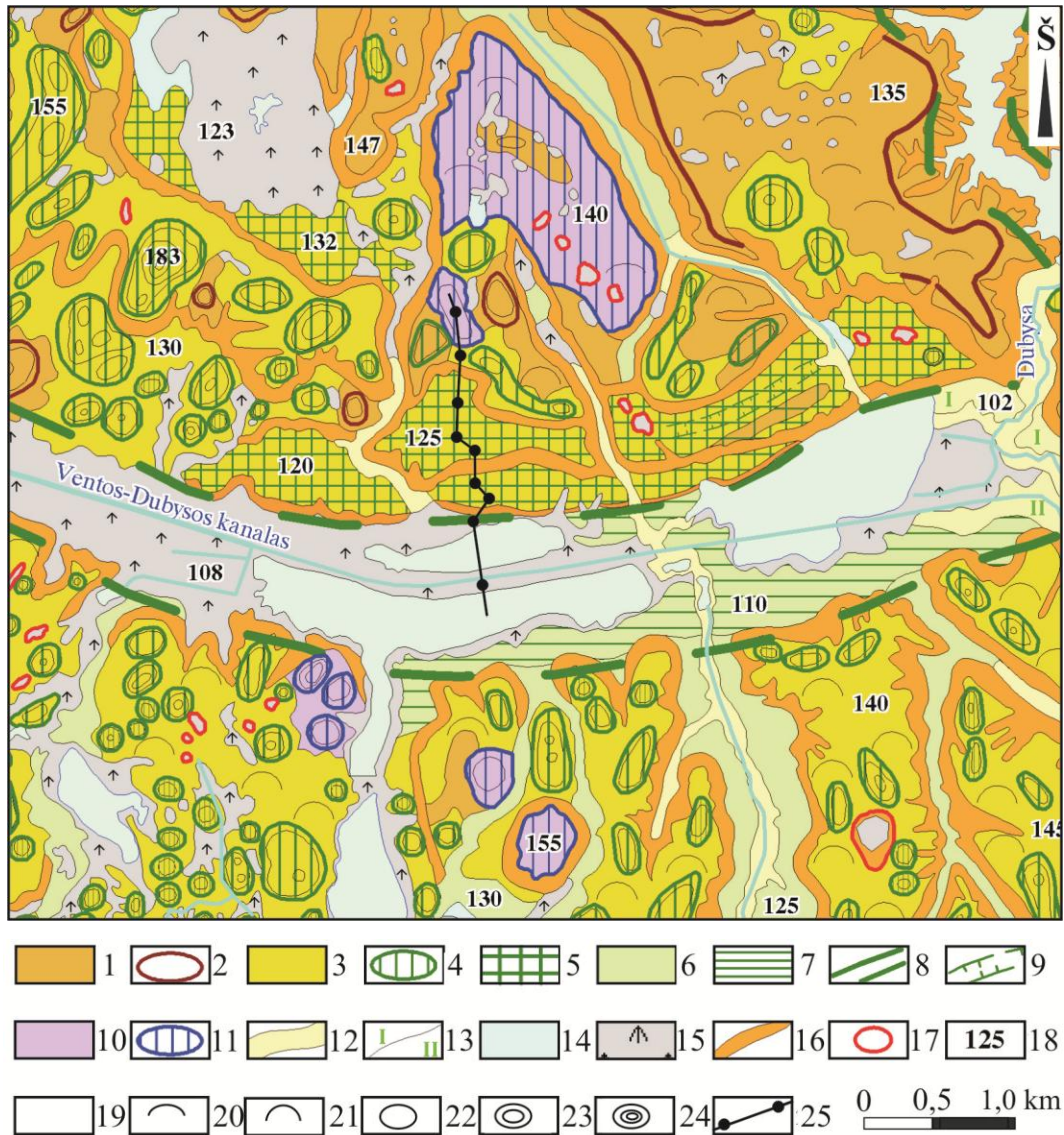
Pastarosios keiminės terasos yra aptinkamos palei aukštumą, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus, išilgai marginalinių gūbrių distalaus šlaito, ledynų plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse ir palei klonių šlaitus.

Skaudvilių keiminė terasa. Ledyno išorėje susiformavusiuose kloniuose neretai prie jų šlaitų būdavo akumuliuojama medžiaga, kuri, teritorijai nuledėjus, iškildavo kaip keiminės terasos. Šio tipo – klonio šlaitų – terasa yra Skaudvilių keiminė terasa, esanti Kurtuvėnų kalvotame masyve palei Ventos-Dubysos riną. Rytų Žemaičių plynaukštę Kurtuvėnų kalvotasis masyvas perskiria į dvi dalis – šiaurinę ir rytinę. Masyvas priklauso antrajam – rytiniui porajoniui. Kurtuvėnų masyvas traktuotas kaip „sudėtingiausio reljefo pakraštinių moreninių darinių ruožas“ (Basalykas, 1965). Vienareikšmio atsakymo į klausimą, kaip susidarė Kurtuvėnų kalvotasis masyvas, nėra. Neabejotina, kad masyvo stuomuo, kaip ir Žemaičių aukštumos, yra paveldėtas

iš senesnių apledėjimų. Autorės nuomone, masyvo reljefo formos ir nuogulos formavosi negyvo ledo sąlygomis (Karmazienė, 2006a; 2006b). Tuomet visos negyvo ledo ertmės buvo aklinai užpildytos ledyno tirpsmo vandenų atnešta medžiaga ir galutinai ištirpus ledynui atskirų ertmių ir properšų užpildai susiliejo į vieną masyvą. Masyvas nėra vienalytis – jame aiškiai galima išskirti penkis meridianinės krypties ruožus, prišlietus vieną prie kito, kurie turi skirtingą morfologinę išraišką bei medžiaginę sudėtį. Šiaurinę Kurtuvėnų masyvo dalį iš vakarų į rytus kerta rina, sujungusi Ventos ir Dubysos upes. Publikacijoje, nagrinėjančioje paleoįrėžių, kartu ir rinų pasiskirstymą, nes pastarosios yra šiuolaikinių paleoįrėžių analogas, akcentuojamas glaudus jų koreliacinis ryšys su tektoniniais, ypač su neotektoniškai aktyviais, lūžiais (Нечипоренко, 1989). Ventos-Dubysos rinos gylis – 50 m, ilgis – 15 km, plotis 1,5 km. Ji platesnė pakraščiuose – rytinėje dalyje 2,5 km, vakarinėje dalyje išplatėja iki 4 km. Rytinėje dalyje rina užsibaigia nedideliu išnašų kūgiu. Turimi duomenys rodo, kad rinos dugnas užpildytas 20 m storio smėlingų nuogulų storumė, sudaryta iš persisluoksniuojančių smulkaus, vidutinio ir įvairaus smėlio sluoksnių (rinoje išgręžti du 24 m gylio gręžiniai). Storumės dugne aptiktas bazalinis žvirgždo-gargždo sluoksnis, po kuriuo slūgso moreninės nuogulos. Holoceno laikotarpiu virš riną užpildančių fliuvioglacialinių nuogulų susikaupė 1-2 m storio ežerinių nuosėdų sluoksnis, o jas padengė biogeninės nuogulos – durpės. Vietomis durpių storis viršija 4 m. Remiantis turimais duomenimis ir įvertinus tai, kad paleoįrėžiai, o dabartiniame paviršiuje rinos, neretai pasikartoja tose pačiose vietose, realus komplekso gylis gali siekti net 100 m. Skaudvilių keiminė terasa susiformavo ties Ventos-Dubysos rinos šlaitu (3.3.1 pav.).

Terasa iš vakarų į rytus 5,5 km ilgio ir 0,5 km pločio juosta tęsiasi nuo Girnikų per Rimučius, Skaudvilius, Gervėnus iki Dubysos aukštupio. Terasa dviejų lygių: viršutinis terasos lygis plyti 125 m, žemutinis lygis – 120 m absoliučiajame aukštyje, lygius skiria 4 m aukščio aiški ir stati reljefo pakopa. Šiauriau terasos esantis Kurtuvėnų kalvotasis masyvas iškilęs virš terasos 10-15 m, o vakarinėje dalyje – 20-25 m. Vyraujantis šios dalies Kurtuvėnų

kalvotojo masyvo absoliutusias aukštis – 135-140 m, pavienės kalvos, kaip Girnikų kalnas, iškyla iki 183 m. Keiminę terasą nuo Kurtuvėnų kalvotojo masyvo riboja aiškus masyvo šlaitas. Terasa nežymiai palinkusi Ventos-Dubysos rinos link. Virš dabartinio rinos paviršiaus terasa iškilusi 10 m, šlaitas tarp terasos ir rinos status ir ryškus, vietomis suskaidytas protakų.



3.3.1 pav. Skaudvilių keiminės terasos apylinkių geomorfologinis žemėlapis:

1 – ledyno pakraščio reljefas; 2 – moreninė kalva; 3 – fluvio-glacialinis intraglacialinis reljefas; 4 – keimas; 5 – keiminė terasa; 6 – fluvio-glacialinė lyguma; 7 – fluvio-glacialinė terasa; 8 – rina; 9 – reliktinė srauto vaga; 10 – limnoglacialinis intraglacialinis reljefas; 11 – keimas; 12 – salpinis slėnis; 13 – I-oji ir II-oji viršsalpinės terasos; 14 – limninė lyguma; 15 – pelkės lyguma; 16 – šlaitas; 17 – glaciokarstinė dubė; 18 – vyraujantis reljefo absoliutusias aukštis, metrais; 19 – plokščia lyguma (peraukštėjimas iki 1 m); 20 – silpnai

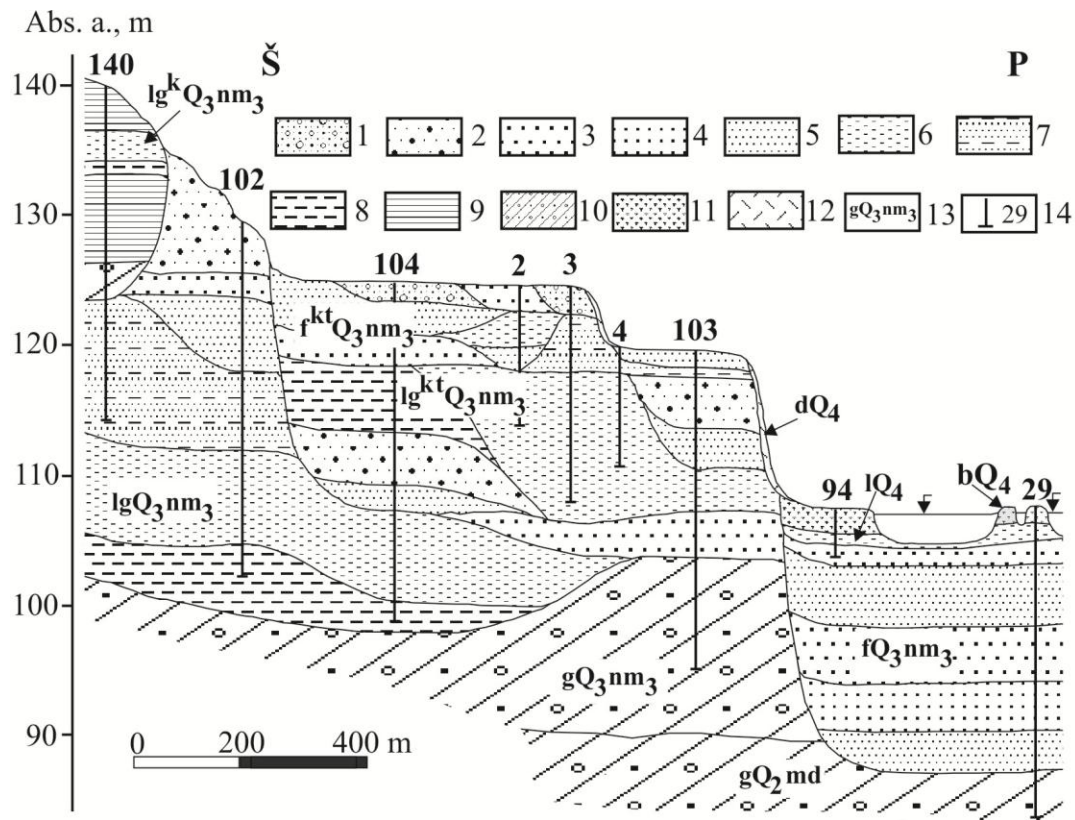
banguota lyguma (peraukštėjimas 1-2 m); 21 – banguota lyguma (peraukštėjimas 2-3 m); 22 – žema kalva (aukštis 3-5 m); 23 – vidutinė kalva (aukštis 5-10 m); 24 – aukšta kalva (aukštis 10-20 m); 25 – profilio linija.

Protakų slėniai, besileidžiantys į riną, terasos paviršių skaido skersai iš šiaurės į pietus. Viršutiniame terasos lygyje 3-4 m gylio fliuvioglacialinės kilmės protaka išilgai terasos tęsiasi nuo Gervėnų iki Skaudvilių. Glaciokarstinės dubės terasos paviršiuje retos, 50-80 m pločio ir 2-4 m gylio, uždurbėjusios. Viršutinio lygio keiminės terasos paviršius vakarinėje dalyje lygus, likusioje – banguotas, žemutinio lygio – silpnai banguotas. Rytiniame terasos pakraštyje Gervėnų apylinkėse ties terasos šlaitu iškyla 10 m aukščio ir 70 m pločio papėdėje keimas. Šių formų buvimas yra požymis, leidžiantis Skaudvilių terasą traktuoti ne kaip prieledyninę terasą, o kaip keiminę terasą.

Terasos vidinė sandara žinoma – terasos plote veikė Skaudvilių ir Gervėnų žvyro karjerai. Mišrios akvaglacialinės keiminės terasos nuogulų pjūvis yra kaitus. Terasos apatinėje dalyje, t.y. terasos pade slūgso 4-6 m storio fliuvioglacialinių nuogulų sluoksnis. Tai smėlis su žvirgždu arba molingas įvairus smėlis su žvirgždu (2-60 mm iki 5%). Vyrauja 5-10 mm skersmens žvirgždas. Kartais nuogulose aptinkama pilkai rudo aleuritingo iki 50 cm storio smėlio lėšių. Molingos nuogulos byloja, kad maitinimo šaltinis buvo arti ir tekantys ledyno tirpsmo vandenys nespėjo išrūšiuoti medžiagos (3.3.2 pav.).

Nuogulų klostymąsi tekančiuose ledyno tirpsmo vandenyse nutraukė baseininė sedimentacija, todėl vidurinėje keiminės terasos pjūvio dalyje aptinkamos limnoglacialinės kilmės nuosėdos. Nuosėdų storis 3-5 m, vietomis – 10 m, jas sudaro smulktis smėlis, aleuritingas smėlis, rečiau – rudai gelsvas kompaktiškas aleuritas. Dažnai smėlingose nuosėdose aptinkama pavienio 2-6 mm skersmens žvirgždo priemaišų, kartais 2-10 mm skersmens žvirgždo kiekis siekia iki 5%. Tai rodo, kad sedimentacijos sąlygos nebuvo visą laiką ramios ir sezoninių pašiltėjimų metu ledyno tirpsmo vandenų srovės į baseiną atplukdydavo stambesnių dalelių. Viršutinė terasos nuogulų dalis suformuota tekančių ledyno tirpsmo vandenų. Čia slūgso 2-6 m storio, žemesniame terasos

lygyje – 10 m storio smulkus smėlis su žvirgždu iki 5-7% arba žvirgždingas smėlis.



3.3.2 pav. Skersinis profilis ir nuogulos per Skaudvilių keiminę terasą. Profilio vieta parodyta 3.3.1 pav.:

1 – žvirgždingas smėlis; 2 – smėlis su žvirgždu; 3 – smėlis įvairus; 4 – smėlis vidutinis; 5 – smėlis smulkus; 6 – smėlis smulkutis; 7 – smėlis aleuritingas; 8 – aleuritas; 9 – molis; 10 – moreninis priemolis ir priemolis; 11 – durpės; 12 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 13 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Vidurinis pleistocenas*, *Žeimenos svita*, *Medininkų posvitė*: gQ_2md – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: gQ_3nm_3 – glacialinės pagrindinės morenos nuogulos; fluvio-glacialinės nuogulos: $f^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; fQ_3nm_3 – prieledyninės; limnoglacialinės nuosėdos: $lg^kQ_3nm_3$ – keimų; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; lgQ_3nm_3 – prieledyninių baseinų; *Holocenas*: lQ_4 – limninės nuosėdos; bQ_4 – biogeninės nuogulos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 14 – grėžinys ir jo numeris.

Terasos viršutinio lygio paviršiuje atsidengia žvirgždingas ir įvairus smėlis, žemutinio lygio paviršiuje vyrauja įvairus ir smulkus smėlis, rečiau – žvirgždingas smėlis. Žvirgždingos nuogulos telkiasi keiminės terasos

vidurinėje dalyje tiek viršutiniame, tiek žemutiniame lygiuose. Rimučių apylinkėse keiminės terasos žemutinio lygio 5 metrų aukščio sienelės nuovaloje žvirgždo frakcijos (5-70 mm) 0,2-1,7 m gylyje yra 54%. Giliau, iki nuovalos pado (iki 4,8 m gylio) žvirgždo kiekis sumažėja iki 23%. Vyrauja 5-10 mm frakcija. 2,4-2,7 m ir 3,4-3,9 m gylyje žvirgždo dalelių (iki 20 mm skersmens) yra apie 50%. Žvirgždas vidutinio ir gero apzulinimo (pusiau apvalių ir apvalių formų), nuosėdinių, magminių ir metamorfinių uolienų. Užpildantis smėlis rudas, įvairus, vyrauja stambus, polimiktinis. Sluoksniuotumas horizontalus, pasviręs į terasos nuolydžio pusę.

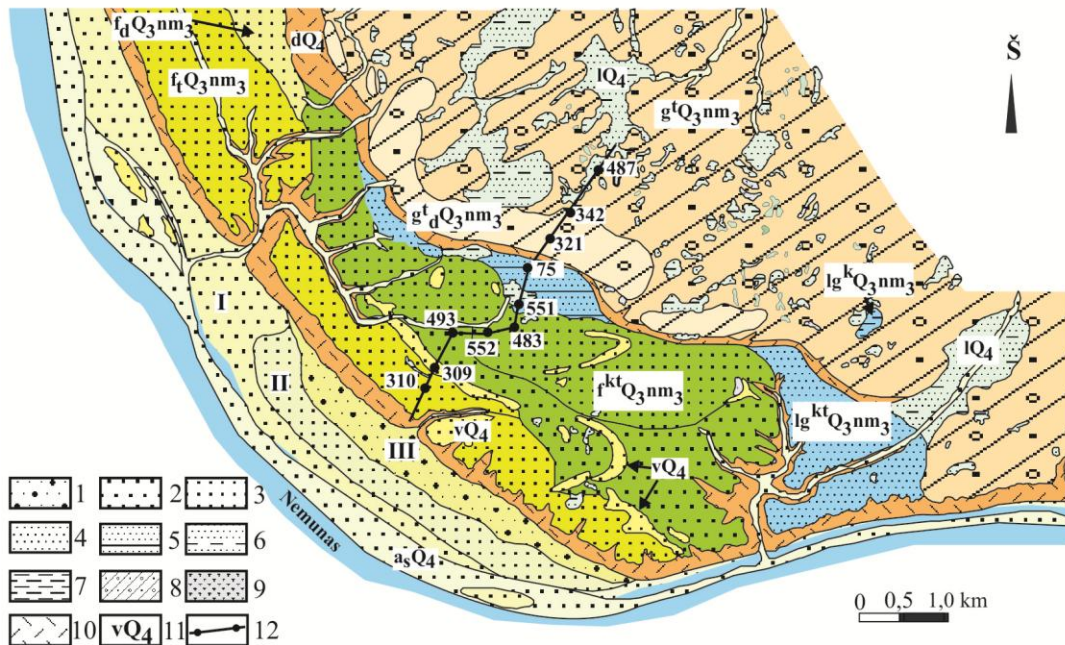
Skirtingose terasos dalyse keičiasi ir nuogulų pjūvis. Rytinėje terasos dalyje ties Gervėnais po 2-4 m storio abliacinės morenos sluoksniu slūgso 4 m storio žvirgždingas smėlis, kuriame žvirgždas (5-70 mm frakcija) sudaro 37% (vyrauja 5-10 mm frakcija). Užpildantis smėlis įvairus, molingas. Giliau, iki 15 m gylio aptinkamas vidutinis smėlis su žvirgždu iki 3%.

Skaudvilių keiminės terasos nuogulų vidutinis storis – 10 m, didžiausias – 17,5 m. Žemutinio lygio terasos nuogulos slūgso ant Viršutinio Nemuno amžiaus rudo rupaus moreninio priesmėlio su žvirgždu, o viršutinio lygio – ant to paties amžiaus limnoglacialinių nuosėdų.

Išilgai Vidurio Lietuvos fazės marginalinio kalvagūbrio distalaus šlaito plyti **Kulautuvos keiminė terasa**. Kuomet Nevėžio ledyninė plaštaka maksimalios transgresijos metu akumulavo Vidurio Lietuvos fazės marginalinį kalvagūbrį, toliausiai į pietus nutolusio kalvagūbrio lanko distalioje pusėje susiformavo dvi keiminės terasos – Sargėnų (Kauno mieste) ir Kulautuvos keiminės terasos. Tyrimų metu nustatyta, kad pirmoji pagal savo vidinę sandarą yra limnoglacialinė keiminė terasa, antroji – mišri akvaglacialinė keiminė terasa (3.3.3 pav.).

Kulautuvos keiminės terasos susidarymo faktas rodo į pietvakarius nuo jos egzistavus pakraštinių darinių ruožą, kurį paliko Nemuno žemupio ledyninė plaštaka, savo priekyje suformavusi Veiverių kalvagūbrį. Tie pakraštiniai dariniai yra Veiverių kalvagūbrio tąsa. Vėliau šie dariniai buvo eroduoti Kauno–Kaušiadorių limnoglacialiniam baseinui dabartiniu Nemuno upės

slėniu ištekant į Jūros-Šešupės priedėdyninį baseiną. Ištekėjimo žymės aptinkamos Kauno miesto Žaliakalnio rajone.



3.3.3 pav. Kulautuvos keiminės terasos apylinkių paviršiaus nuogulų žemėlapis:

1 – smėlis įvairus; 2 – smėlis vidutinis; 3 – smėlis smulkus; 4 – smėlis smulkutis; 5 – smėlis smulkutis molingas; 6 – smėlis aleuritingas; 7 – aleuritas; 8 – moreninis priemolis, priemolis; 9 – durpės; 10 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 11 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas, Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: $g_d^t Q_3 nm_3$ – kraštinių darinių deformacinės; $g^t Q_3 nm_3$ – kraštinių darinių; limnoglacialinės nuosėdos: $lg^{kt} Q_3 nm_3$ – keiminių terasų; $lg^k Q_3 nm_3$ – keimų; fliuvioglacialinės nuogulos: $f^{kt} Q_3 nm_3$ – keiminių terasų; $f_d Q_3 nm_3$ – deltų; $f_t Q_3 nm_3$ – fliuvioglacialinių terasų; *Holocenas ir vėlyvasis ledynmetis*: aliuvinės nuogulos: $a_s Q_4$ – salpinės terasos; viršsalpinių terasų: I – pirmosios; II – antrosios; III – trečiosios; $l Q_4$ – limninės nuosėdos; $v Q_4$ – eolinės nuogulos; $b Q_4$ – biogeninės nuogulos; $d Q_4$ – deliuviniai dariniai; 12 – profilio linija.

Kulautuvos keiminė terasa iš šiaurės vakarų į pietryčius puslankiu tęsiasi nuo Virbaliūnų per Mozūriškius iki Netonių. 6 km ilgio ir 1,0-1,2 km pločio (didžiausias plotis centrinėje terasos dalyje – 1,7 km), pakraščiuose susiaurėjanti (iki 400 m), terasa plyti 75 m absoliučiajame aukštyje.

Kulautuvos keiminės terasos ir Vidurio Lietuvos fazės pakraštinių darinių sąlyčio zonoje iškyla marginalinis gūbrys. Šis 10 km ilgio gūbrys,

žymintis buvusios Nevėžio ledyninės plaštakos postovį, tęsiasi nuo Kvesų. Jo pietinis galas užsibaigia ties Kulautuvos keiminės terasos rytiniu pakraščiu. Gūbrys virš aplinkinio reljefo iškyla 10-14 m, jo absoliutusias aukštis – 94 m. Kad susiformuotų ryškus gūbrys, ledyno pakraštys turėjo būti stabilus. Marginalinio gūbrio distalaus šlaito iškilumas ir tiesumas leidžia spėti, kad Pietų Lietuvos fazės laikotarpiu nebuvo ištirpę ledo luistai. Būtent marginalinio gūbrio papėdėje šliejasi Kulautuvos keiminė terasa.

Šlaitas tarp marginalinio gūbrio ir keiminės terasos yra ryškus, jo aukštis – 8-10 m, tik rytinėje terasos atkarpoje perėjimas tarp Vidurio Lietuvos fazės pakraštinių darinių ir keiminės terasos ne toks ryškus, o palaiapsniškas, čia 5 m aukščio šlaitas nuožulnus.

Keiminės terasos, esančios Vidurio Lietuvos fazės pakraštinių darinių papėdėje, paviršius yra 80 m absoliučiajame aukštyje, vidurinėje dalyje ji pakopiškai žemėja distalaus pakraščio link iki 70 m. Distalioje pusėje terasos šlaito papėdėje yra skirtingos kilmės reljefo kompleksai. Šiaurės vakarinėje dalyje terasa ribojasi su Kvesų fluvio-glacialinės deltos pietiniu pakraščiu. Nors santykinis peraukštėjimas tarp terasos ir deltos yra 7 m, šlaitas tarp skirtingos genezės reljefo yra nuolaidus. Toliau, į pietryčius iki pat Nemuno upės slėnio, terasos šlaito papėdėje plyti fluvio-glacialinė terasa, nuo keiminės terasos skiria nuolaidus 5-8 m aukščio šlaitas. Status 10 m aukščio terasos šlaitas yra tose vietose, kur palei šlaito briauną vėjai supustė siaurą 8 m aukščio (100 m pločio papėdėje) ir 1,5 km ilgio kopagūbrį. Kitose atkarpose terasos šlaitas dažniausia nuolaidus, 5-8 m aukščio. Pietryčiuose keiminė terasa virš dabartinio Nemuno upės slėnio iškyla 50 m.

Pagal morfografinių ir morfometrinių parametrų skirtumus terasos paviršiuje išskirti du reljefo tipai: silpnai banguota ir banguota lygumos. Terasos paviršiuje atsidengia skirtingos kilmės nuogulos, o jų paplitimo plotai tiesiogiai siejasi su nevienodu keiminės terasos paviršiaus reljefu. Paviršiaus plote, kuriame atsidengia limnoglacialinės kilmės nuosėdos, reljefas yra silpnai banguotas. Toks reljefas yra terasos rytinėje dalyje ir siauras (100-200 m

pločio) ruožas centrinėje jos dalyje marginalinio gūbrio papėdėje. Reljefo bangos 100-150 m skersmens, jų santykinis aukštis – 2 m.

Terasos dalyse, kur paviršiuje slūgso fliuvioglacialinės kilmės nuogulos, plyti banguotas reljefas. Reljefo bangos 200-400 m skersmens, jų aukštis siekia 3,0-3,5 m. Banguotumo įspūdį sustiprina eolinės formos ir fliuvalinės erozijos išgraužti bei negyvo ledo luistų išgulėti pažemėjimai.

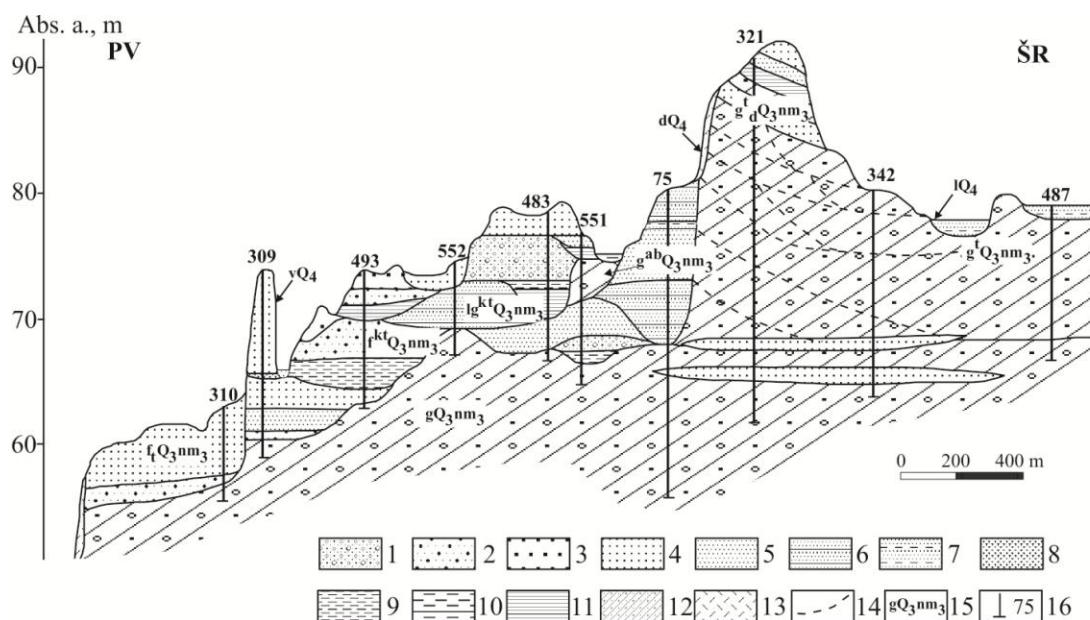
Pirminis keiminės terasos paviršius perdirbtas eolinių procesų, bet perpustytas tik fliuvioglacialinės kilmės terasos paviršius. Remiantis žemyninių kopų morfologine klasifikacija (Gudelis, Vaitonienė, 1974), Kulautuvos keiminės terasos paviršiuje susidariusios eolinės formos priskirtinos prie elementarių formų kopų. Keletas iškilų parabolinių kopų supustyta vidurinėje terasos dalyje, jų keteros virš terasos paviršiaus iškilusios 10 metrų. Vyraujantis kopų plotis papėdėje – 80-100 m. Jos turi statų pavėjinį ir nuožulnų priešvėjinį šlaitus. Kopų sparnai nukreipti prieš vėją. Ties terasos šlaito briauna į prielėdyninės fliuvioglacialinės terasos lygumą driekiasi 8 m aukščio tiesios formos kopagūbrių grandinė.

Terasos paviršių, ypač pietrytinę jos dalį, raižo nuo 100-300 m iki 1,5 km ilgio raguvos bei upelių vagos – jos dažnesnės šiaurės vakarinėje terasos dalyje. Rytinėje terasos dalyje vienos iš raguvų dugnu į Nemuno upės slėnį leidžiasi upelio vaga. Raguvos gilios – 10-30 m gylio, jos kerta keiminės terasos masyvą ir perrėžia terasos asloje slūgsančias nuogulas. Šiaurės vakarinėje dalyje terasos paviršių skaido mažieji Nemuno intakai – lygiagrečių 10-15 m gylio upelių slėniai.

Glaciokarstinės kilmės formos terasos paviršiuje retos, pavienės daubos susiformavo proksimalioje terasos dalyje, terasos ir marginalinio gūbrio kontakto zonoje. 300-400 m ilgio ir 100-200 m pločio užpildytos ežerinėmis nuosėdomis daubos yra senojo glaciokarsto palikuonys. Daug dažnesnės neigiamos paviršiaus formos aptinkamos kopų papėdėse – tai defliacinės kilmės pažemėjimai.

Kulautuvos keiminės terasos vidinė sandara žinoma: ieškant smėlio ir žvyro telkinių buvo išžvalgytas prognozinis plotas, esantis Kulautuvos

keiminėje terasoje. 22 gręžiniai pilnai pergręžė keiminės terasos nuogulas ir įsigilino į terasos aslos nuogulas. Išanalizavus visą faktinę medžiagą ir detaliai išnagrinėjus terasos sandarą, nustatyta, kad Vidurio Lietuvos fazės marginalinių darinių distalioje pusėje susiformavusi Kulautuvos keiminė terasa pagal ją sudarančios medžiagos pobūdį yra mišri akvagliacialinė keiminė terasa. Būdinga Kulautuvos keiminės terasos sandaros ypatybė ta, kad pjūvyje fliuvioglicialines nuogulas limnoglacialinės nuosėdos pakeičia staiga, o ne palaipsniui, kartais keliais ritmais. Terasos nuogulų ir nuosėdų vidinė sandara ir slūgsojimo sąlygos pavaizduotos profilyje (3.3.4 pav.).



3.3.4 pav. Skersinis profilis ir nuogulos per Kulautuvos keiminę terasą. Profilio vieta parodyta 3.3.3 pav.:

1 – žvirgždingas smėlis; 2 – smėlis įvairus; 3 – smėlis vidutinis; 4 – smėlis smulkus; 5 – smėlis smulkutis; 6 – smėlis smulkutis molingas; 7 – smėlis aleuritingas; 8 – smėlis durpingas; 9 – aleuritas; 10 – aleuritas molingas; 11 – molis; 12 – moreninis priemolis, priemolis; 13 – molingas smėlis su retu žvirgždu; 14 – skeldiška morenos struktūra; 15 – nuogulų stratigrafiniai ir genetiniai indeksai: *Viršutinis pleistocenas*, *Viršutinio Nemuno svita*: glacialinės nuogulos: gQ_3nm_3 – pagrindinės morenos; $g^dQ_3nm_3$ – kraštinių darinių deformacinės; $g^tQ_3nm_3$ – kraštinių darinių; $g^{ab}Q_3nm_3$ – abliacinės morenos; fliuvioglicialinės nuogulos: $f^{kt}Q_3nm_3$ – keiminių terasų; $f_tQ_3nm_3$ – prieledyninių terasų; $lg^{kt}Q_3nm_3$ – limnoglacialinės keiminių terasų nuosėdos; *Holocenas*: lQ_4 – limninės nuosėdos; vQ_4 – eolinės nuogulos; dQ_4 – deliuviniai dariniai; 16 – gręžinys ir jo numeris.

Keiminę terasą sudarančių nuogulų storis kaitus – nuo 2,5 m iki 12,5 m, vidutinis storis – 6 m. Nuogulų ir nuosėdų padas nelygus, su pakilumomis ir įdaubomis. Terasos nuogulų asla – Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos ledyno pilkas moreninis priemolis su žvirgždu apie 10%.

Terasos pade slūgso 1-2 m storio limnoglacialinių nuosėdų sluoksnis. Tai pilkas, kompaktiškas aleuritas su smėlio tarp sluoksniais. Aukščiau jį pakeičia fliuvioglacialinės kilmės įvairus arba žvirgždingas smėlis (5-40 mm žvirgždo frakcijos kiekis – 31%). Šių fliuvioglacialinių nuogulų sluoksnio storis kinta nuo 0,9 m iki 4,3 m. Tekančių ledyno tirpsmo vandenų srautams nusilpus išsivysto baseininė sedimentacija, todėl virš fliuvioglacialinių nuogulų slūgso limnoglacialinės nuosėdos: 2,5 m storio pilkas aleuritingas smulkutis smėlis, kurį dengia 3,0 m storio rudas kompaktiškas su smėlio tarp sluoksniais molis.

Vėliau vėl pasikeitus sedimentacinei aplinkai ir plūstant ledyno tirpsmo vandenų srautams, nugulė įvairus ir žvirgždingas smėlis. Žvirgždo (frakcija 5-70 mm) kiekis yra 30-35% (vyrauja 5-10 mm frakcija). Žvirgždas blogo ir vidutinio apzulinimo, magminių, metamorfinių ir nuosėdinių uolienu, vyrauja nuosėdinės. Smėlio užpildas rudas, įvairus, vyrauja smulkus, polimiktinis. Fliuvioglacialinių nuogulų storis kinta nuo 1,1 m iki 3,6 m. Sedimentacinės aplinkos pasikeitimai buvo staigūs, todėl kontaktai tarp skirtingų litologinių atmainų yra ryškūs.

Paviršinių keiminės terasos nuogulų kaita, palyginus su vertikaliu pjūviu, nėra didelė. Terasos dalyse, kur paviršių sudaro fliuvioglacialinės kilmės nuogulos, slūgso vidutinis ir smulkus smėlis, o paviršiuje, suformuotame baseininių nuosėdų, aptinkamas smulkutis smėlis.

Kai kuriuose terasos nuogulų pjūviuose viršutinėje nuogulų dalyje aptikta abliacinės morenos lėšių – pilko, kompaktiško moreninio priemolio su žvirgždu (iki 20 mm diametro) apie 8%. Lėšių storis – iki 3,4 m. Moreninė medžiaga slūgso keiminės terasos nuogulose marginalinio gūbrio papėdėje arba greta jos, t.y. proksimalioje terasos dalyje. Moreninio priemolio lėšių aptinkama neigiamose formose – negyvo ledo luistų išgulėtuose

pažemėjimuose. Vėliau kai kurie iš tų pažemėjimų užsipildė plonu (0,5-0,7 m storio) ežerinių nuosėdų sluoksniu, o kitų paviršiuje liko slūgsoti morena, nusėdusi ištirpus morenine medžiaga prisotintam ledo luistui.

Vėjai į parabolines kopas ir kopagūbrį supustė tik fliuvioglacialinės kilmės keiminės terasos nuogulas. Parabolinių kopų sudėtyje vyrauja vidutinis smėlis, o kopagūbriai supustyti iš smulkaus smėlio. Visame kopų – tiek parabolinių, tiek kopagūbrio pjūvyje smėlis vienalytis, masyvus. Eolinio smėlio storis priklauso nuo kopos aukščio: parabolinėse kopose pergręžtas maksimalus eolinių nuogulų storis – 9,8 m, kopagūbryje – 8,6 m. Po eolinėmis nuogulomis slūgso keiminės terasos nuogulos. Kopagūbryje, supustytame ties keiminės terasos briauna, po eolinės kilmės smėliu aptiktas palaidotas 0,30 cm storio ežerinių nuosėdų sluoksnelis, jį sudaro durpingas smėlis (3.3.4 pav., 309 grėž.).

4. KEIMINIŲ TERASŲ SUSIDARYMAS VĒLYVOJO NEMUNO APLEDĖJIMO SRITYJE

Remiantis klasikiniu keiminių terasų susidarymo modeliu, terasos formuojasi tarp proksimalaus (ledyno plaštakos atžvilgiu) marginalinio moreninio gūbrio šlaito ir degraduojančio ledyno, suformavusio tą gūbrį arba ledyno ir ankstesniojo apledėjimo stadijos ar fazės aukštumos šlaito (Flint, 1957; 1971; Геологический словарь, 1978; Паукас, Конт, 1978; Hawley, Parsons, 1980; Enciklopedinis..., 2009 ir kt.). Gauti keiminių terasų Lietuvoje tyrimų duomenys Vėlyvojo Nemuno apledėjimo zonoje yra pagrindas įvairiau interpretuoti paleoglaciodinaminę situaciją bei paleogeografinę aplinką terasų formavimosi metu. Išanalizuota limnoglacialinių ir fliuvioglacialinių terasų sandara rodo, kad terasos formavosi skirtingose ledyno tirpsmo vandenu dinaminėse sąlygose, o tuo pačiu ir esant kitokiai nuosėdų sedimentacinei aplinkai.

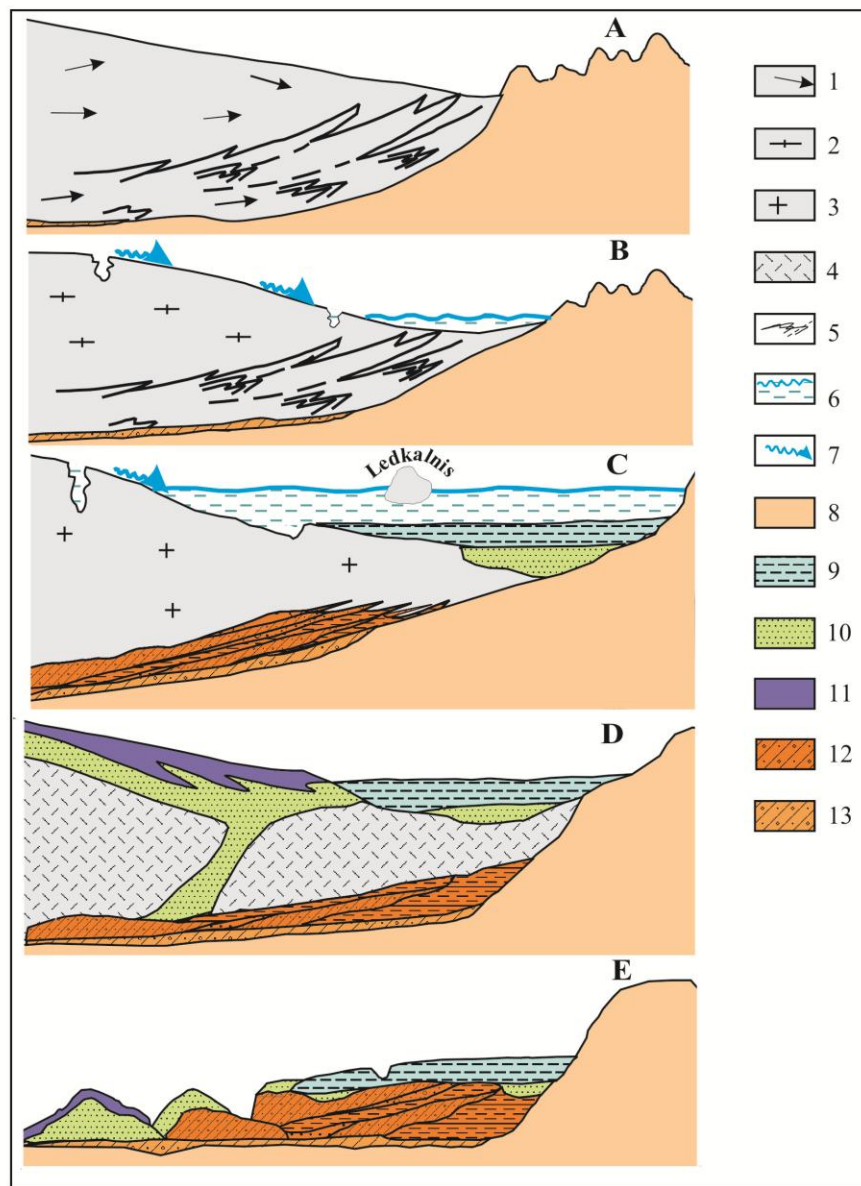
4.1. Limnoglacialinių keiminių terasų susidarymas

Pagal paleoglaciodinaminę situaciją ir paleogeografinę aplinką limnoglacialinės keiminės terasos skirstomos į susidariusias palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus, išilgai marginalinių gūbrių distalaus ir proksimalaus šlaitų (terminoglacialinės), aukštumų ežerų duburiuose, ledyno plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse ir palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus (supraglacialinės).

Keiminės terasos palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus susidarė už ledyno kūno (kontaktas su ledynu tik iš vienos pusės). Autorės siūlomas teorinis limnoglacialinių keiminių terasų susidarymo modelis Vaitkūnų keiminės terasos tyrimų pagrindu pavaizduotas 4.1.1 paveiksle.

Ledyno ledo masėms būdingas sluoksninis laminarinis tekėjimas. Slenkant ledynui į priekį ir išsekus jo energijai, atsiradus kliūčiai slinkimas sustoja. Ledynui sustojus, kurį laiką ledo masės dar teka į jo pakraščio zoną. Tekėjimas iš pasluoksninio virsta slinkimu pagal vidinio skalumo plokštumas,

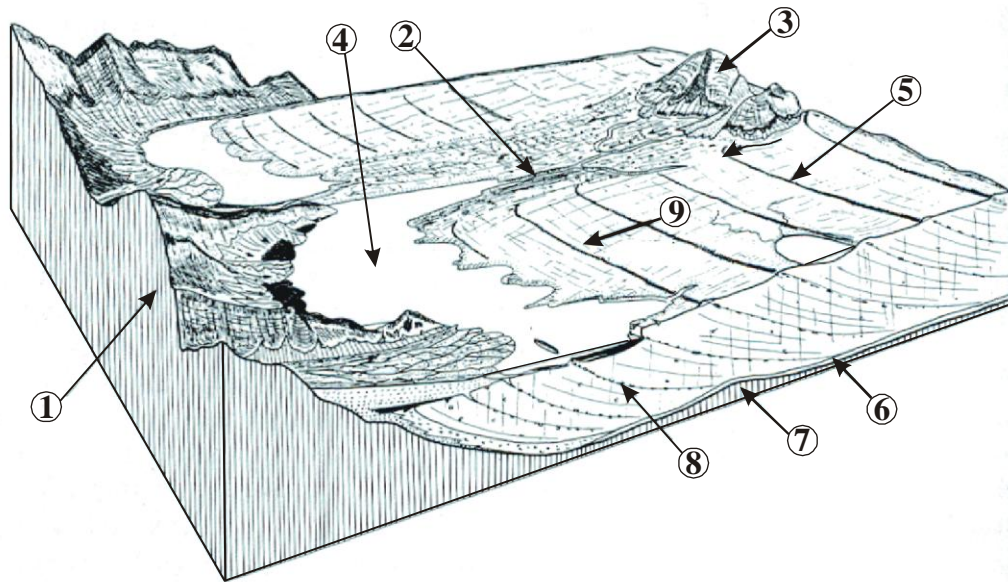
t.y. blokiniu slinkimu (Аболтыньш, 1972; Лаврушин, 1976). Ledynas savo kelyje sutinka barjerą ir jo pakraštys stabilizuojasi (4.1.1 pav., A).



4.1.1 pav. Keiminės terasos palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus susidarymo schematinis modelis:

A – aktyvaus ledyno etapas; B – frontinio (terminoglacialinio) ežero susidarymo etapas; C – frontinio ežero egzistavimo etapas; D – ežero nusidrenavimo ir palaidoto ledo tirpimo pradžios etapas; E – palaidoto ledo tirpimo pabaiga. 1 – aktyvus ledynas ir jo slinkimo kryptis; 2 – pasyvus ledynas; 3 – negyvas ledas; 4 – palaidotas ledas; 5 – skeldiškos struktūros ledas ir morena; 6 – ledo tirpsmo vandens baseinas; 7 – vyraujanti ledo tirpsmo vandens srauto kryptis; 8 – senesnio ledyno paliktas reljefas; 9 – frontinio ežero nuosėdos; 10 – fliuvioglacialinės (srautų) nuogulos; 11 – abliacinė morena; 12 – marginalinė morena; 13 – dugninė (pagrindinė) morena.

Prasidėjus ledyno degradacijai, ledyno ir aukštumos kontakto zonoje ledo tirpimas suintensyvėja. Ledyno tirpsmo vanduo, negalėdamas laisvai nutekėti, pasitvenkia, nes iš vienos pusės barjeru jam tampa aukštuma, o iš kitos – ledynas (4.1.1 pav., B ir 4.1.2 pav.).



4.1.2 pav. Supraglacialinis ežeras ledyno pakraštyje, besiformuojantis dėl tirpsmo vandenų patvankos prieš aukštumą (Brodzikowski, Van Loon, 1991):
 1 – aukštuma, kuri veikia kaip barjeras; 2 – supraglacialinė drenažo sistema; 3 – nunatakas; 4 – frontinis supraglacialinis ežeras; 5 – volų nuogulos; 6 – moreninis priemolis, priesmėlis; 7 – senesniojo ledyno paliktos nuogulos; 8 – skeldės; 9 – ledyno slinkimo kryptis.

Vanduo palei ledyno pakraštį pasitvenkia ant negyvo ledo paviršiaus, formuodamas supraglacialinius baseinus. Ledyno tirpsmo vandens baseinėliai didėja, nes juos nuolat papildo tirpsmo vanduo, tekantis ledyno pakraščio link. Ankstyvosiose ledyno patvankos stadijose susidaro maži ežeriukai, kurie palaipsniui plečiasi ir jungiasi tarpusavy (Bartkowski, 1967). Tokia situacija turėjo būti dažna vidurio Europoje pleistoceno apledėjimų paliestose teritorijose (Brodzikowski, Van Loon, 1991). Iš kitos pusės ežero, kuriame akumuliuojasi terasos nuosėdos, krantai vandenų tėkmes ir srautus patvenkia ir nukreipia kitur. Terasa gali susiformuoti tik esant paviršiaus polinkiui link ledyno. Ledyno tirpsmo vandenys plukdo daug iš ledyno kūno ištirpusios

nuotrupinės medžiagos, kuri nusėda baseino (ežero) dugne. Sedimentacija vyksta taip greitai, kad klasikinės pakraščio ir dugno nuosėdų facijos nespėja susidaryti. Taigi, atsiranda daugybė supraglacialinių ežerinių nuosėdų plotų, kurias tinkamiausia vadinti „supraglacialiniu ežeriniu kompleksu“ ir kuriam charakteringa greita sedimentacija (4.1.1 pav., C). Tuo būdu keiminių terasų sandaroje kaupiasi supraglacialinės ežerinės nuosėdos (Klatkova, 1972; Shaw, 1972; Schwan, Van Loon, 1979; Schwan *et al.*, 1980).

Nuolat degraduojantis ledynas, veikiamas supraglacialinių bei subglacialinių tirpsmo vandenų, pakraštyje tiek suplonėja, kad nebegali būti patvanka limnoglacialiniam baseinui. Netekęs ledyno patvankos, baseinas nusidrenuoja, nuosėdų sedimentacija nutrūksta. Ištekėjus limnoglacialinio ežero vandeniui, dugno nuosėdos atsidūria paviršiuje. Nuosėdose gausu įvairaus dydžio palaidotų negyvo ledo blokų (4.1.1 pav., D). Jiems ištirpus terasos paviršiuje atsiveria skirtingo gylio ir pločio glaciokarstinės kilmės dubės. Po ežero dugno nuosėdomis palaidotas negyvas ledas tirpsta ilgiausiai, o jam ištirpus keiminės terasos nuosėdos atsiduria ant substrato. Terasos nuosėdos proksimalia puse prisišlieja prie aukštumos (4.1.1 pav., E).

Dabartinė keiminių terasų paviršiaus išvaizda išliko nepakitusi nuo to susidarymo etapo, kuomet ištirpo paskutiniai terasoje palaidoti negyvo ledo blokai. Stipriausiai terasų paviršių poledynmetyje keitė periglacialinės griovos ir raguvos.

Keiminės terasos išilgai marginalinio gūbrio distalaus šlaito formavimosi modelis Linkuvos keiminės terasos tyrimų pagrindu autorės su bendraautoriais buvo pristatytas 2004 m. publikacijoje (Bitinas *et al.*, 2004). Vėliau šis modelis vėl buvo nagrinėtas A. Bitino (Bitinas, 2011). Autorius teigia, kad limnoglacialinės keiminės terasos išilgai marginalinio gūbrio distalaus šlaito „galėjo atsirasti glaudžiai sąveikaujant aktyviems ledyno srauto proveržiams ir pasyviai tirpstančio negyvo ledo masyvams“.

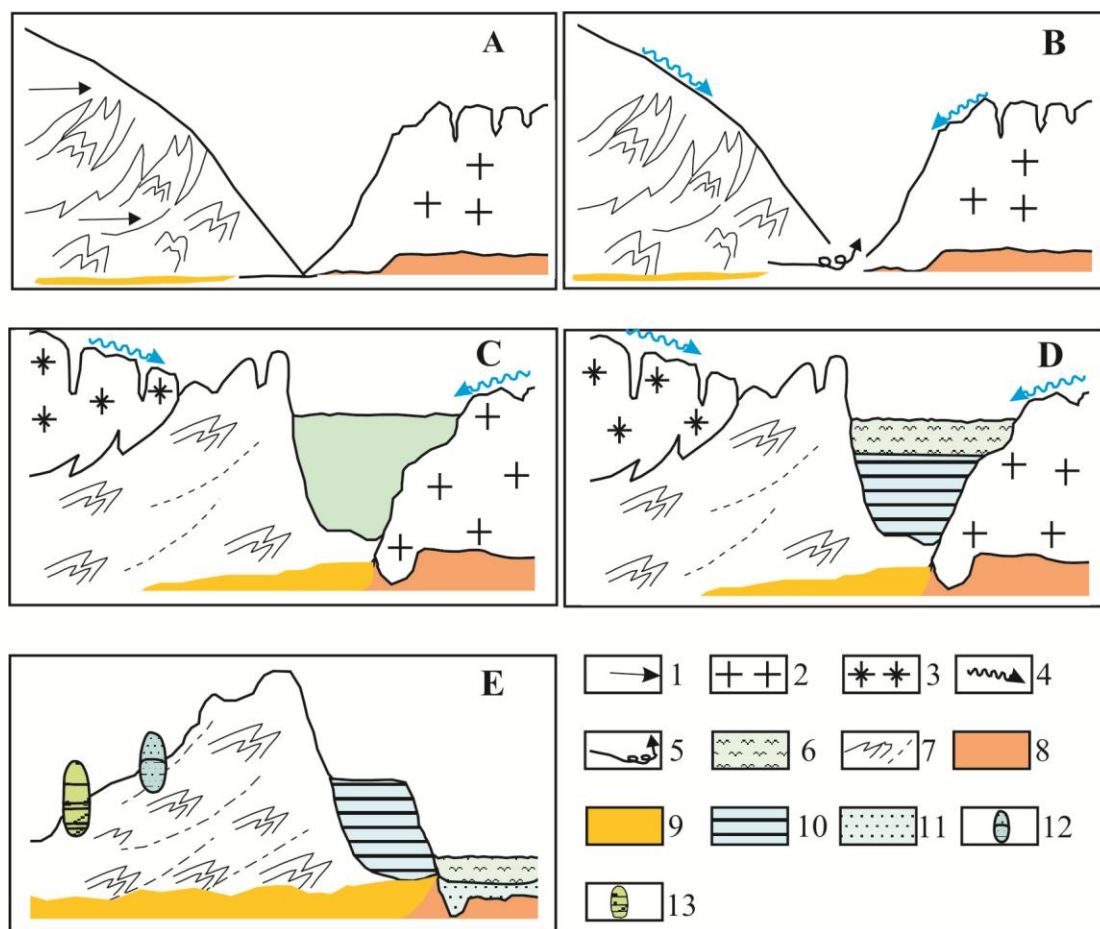
Apibendrinant pateiktus keiminių terasų išilgai marginalinių gūbrių distalaus šlaito geomorfologinius bei litologinius požymius, pastebėta, kad:

1 – terasos morfografiškai neatsiejamos nuo kalvagūbrio;

- 2 – terasos prišlietos prie kalvagūbrių;
- 3 – terasų paviršius yra 15-20 metrų aukščiau, negu gretimų limnoglacialinių patvenktinių baseinų lygumų;
- 4 – terasų tįsa sutampa su kalvagūbrių tįsa;
- 5 – terasos paviršius nelygus, palinkęs terasos šlaito link, daug kur išraižytas griovų bei raguvų;
- 6 – limnoglacialinių keiminių terasų cokoliuose slūgso masyvios tekstūros molis, kurio storis siekia net 21 m (Molupių keiminė terasa);
- 7 – terasų molio storymėje aptinkama žvirgždo, gargždo bei karbonatinių konkretijų priemaiša apytikriai sudaro 3-5% visos nuosėdų masės;
- 8 – tarp molingų nuosėdų aptinkami reti priesmėlio sluoksniai, kuriuos, matomai, galima traktuoti kaip abliacinę moreną, nužliaugusią nuo moreninio gūbrio arba kaip į baseiną patekusių ledo gabalų – mažų ledkalnių – tirpsmo produktą.

Atlikus detalius keiminių terasų, prišlietų prie marginalinio gūbrio distalaus šlaito, tyrimus, darytina išvada, kad šio tipo keiminės terasos formavosi tarp ledyno, esančio pasyvioje būklėje ir negyvo ledo laukų. Aktyvus ledynas nebuvo atsirėmęs į negyvo ledo laukus, o tik priartėjęs prie jų, nes toks platus (0,5–2,0 km – terasos plotis) ledo tirpsmo vandens pripildytas duburys, kuriame klostėsi terasos nuosėdos, negalėtų susidaryti. Tam, kad susiformuotų keiminė terasa, reikia, kad tarp marginalinių darinių ir negyvo ledo būtų duburys, kuriame kauptųsi ledo tirpsmo vanduo. Tokios patvankos sąlygos susidaro, kuomet naujas aktyvus ledyninis srautas, silpnėjant jo energijai, priartėja prie negyvo ledo masių (4.1.3 pav., A).

Prasidėjus teritorijos deglaciacijai ties ledyninio liežuvio pakraščiu akumuliuojasi moreninė medžiaga. Ledyno ir negyvo ledo zonoje pradeda formuotis užuomazga baseino, kuriame vėliau kaupsis limnoglacialinės keiminės terasos nuosėdos (4.1.3 pav., B).



4.1.3 pav. Limnoglacialinės keiminės terasos išilgai marginalinio gūbrio distalaus šlaito susidarymo schematinis modelis (pagal Bitinas *et al.*, 2004, koreguotas autorės):

1 – aktyvus ledynas ir jo slinkimo kryptis; 2 – negyvas ledas; 3 – naujo ledyninio srauto negyvas ledas; 4 – vyraujanti ledo tirpsmo vandens srauto kryptis; 5 – vanduo ledyno pade; 6 – ledo tirpsmo vandens baseinas; 7 – skeldiškos struktūros ledas ir morena; moreninis priemolis ir priemolis; 8 – senesnio ledyno; 9 – jaunesnio ledyno; 10 – keiminės terasos nuosėdos; 11 – prieledyninio limnoglacialinio baseino nuosėdos; 12 – limnoglacialinis keimas; 13 – fliuvioglacialinis keimas.

Palapsniui buvęs aktyvus ledyninis srautas netenka judrumo ir tampa negyvu ledu. Atitekėjęs iki ledyno pakraščio ledo tirpsmo vanduo tvenkiasi duburyje tarp negyvo ledo masių ir neišledėjusio (besiformuojančio) marginalinio kalvagūbrio. Ledyno pade susikaupęs ledo tirpsmo vanduo, paveiktas didelio hidrostatinio spūdzio, tai pat ieško kelių prasiveržti, o prasi veržęs iš po ledyno, išsilieja ledyno ir negyvo ledo kontakto zonoje. Tokiu būdu neturintis nuotėkio duburys greitai prisipildo ledyno tirpsmo vandens

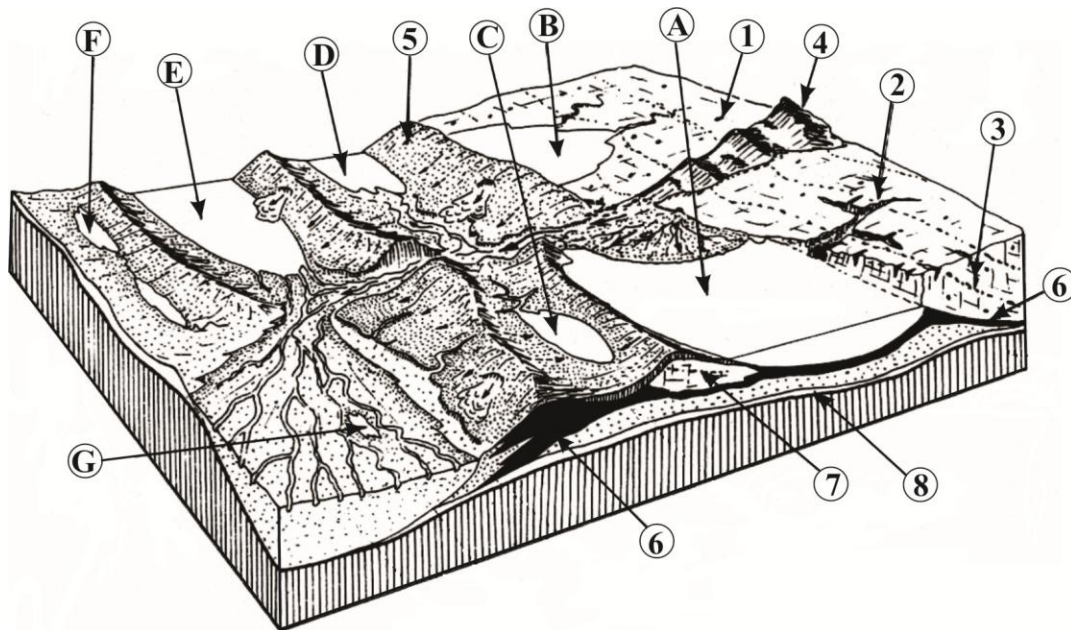
(4.1.3 pav., C). Tirpsmo vanduo atplukdo gausią iš ledyno kūno ištirpusią medžiagą, kuri nusėda ežero dugne sulėtėjus vandens masės judėjimui (4.1.3 pav., D).

Klimatui atšilus ateina momentas, kuomet negyvas ledas nustoja būti vientisu limnoglacialinio ežero krantu. Tirpdamas negyvas ledas susiskaido į atskirus blokus, o ežero vanduo nuteka į žemiau plytintį prieledyninį baseiną. Ežero dugno nuosėdos atsidūria žemės paviršiuje kaip teigiama forma – keiminė terasa. Jeigu sedimentacinį baseiną supo skardingi ir nesuskaidyti į blokus negyvo ledo krantai, ledui ištirpus keiminės terasos šlaitas taps vientisu ir stačiu (4.1.3 pav., E).

Keimines terasas, susidariusias aukštumų ežerų duburiuose, iliustruoja Rubikių ir Alaušo limnoglacialinės keiminės terasos. Ledyniniai ežerai yra vienas būdingiausių ledyno pakraščio zonos elementų, jie susiformuoja įvairiose ledyninės sedimentacijos erdvėse, priklausomai nuo ledyno dangos ir jo padėties. Mokslinėse publikacijose pateikta daugybė pavyzdžių ežerų, kurie tiesiogiai siejami su ledynu: subglacialiniai ežerai (May, 1977; Huddart, 1983; Gilbert, 1990; Shoemaker, 1991; Siegert, 2000; Munro-Stasiuk, 2003), dideli terminoglacialiniai patvenktiniai ežerai (Merta, 1986; Gilbert, Desloges, 1987; Donnelly, Harrias, 1989; Syverson, 1998; Eyles *et al.*, 2005; McGinn *et al.*, 2009), supraglacialiniai ežerai (Eyles *et al.*, 1987; Brodzikowski, 1983) ir nedideli ežerai, pasitvenkę tarp negyvo ledo blokų (Ehlers, 1994; Bennet *et al.*, 2000; Clayton *et al.*, 2008; Bitinas, 2012) (4.1.4 pav.).

Iškiliausiose ledoskyrų ir marginalinių aukštumų poledyninio substrato vietose deglaciacijos metu ledyno dangos storiui suplonėjus iki kritinio storio, ištisi ledyno dangos plotai toliau nebegali plastiškai tekėti ir apmiršta, t.y. tampa negyvu ledu. Sumažėjęs tirpimas ir laikina ledyno pulsacija sąlygoja naujo ledyninio liežuvio įsiveržimą į susidariusius negyvo ledo laukus. Kontakto su negyvu ledu zonoje susiformuoja naujas aktyvus ledyno frontas. Aktyvių ledyninių liežuvių su negyvo ledo masyvais kontakto vietoje susidaro

padidintos horizontalios įtampos zona, dėl ko šioje zonoje vyrauja ledyno blokų slinkimas pagal vidinio skalumo plokštumas.

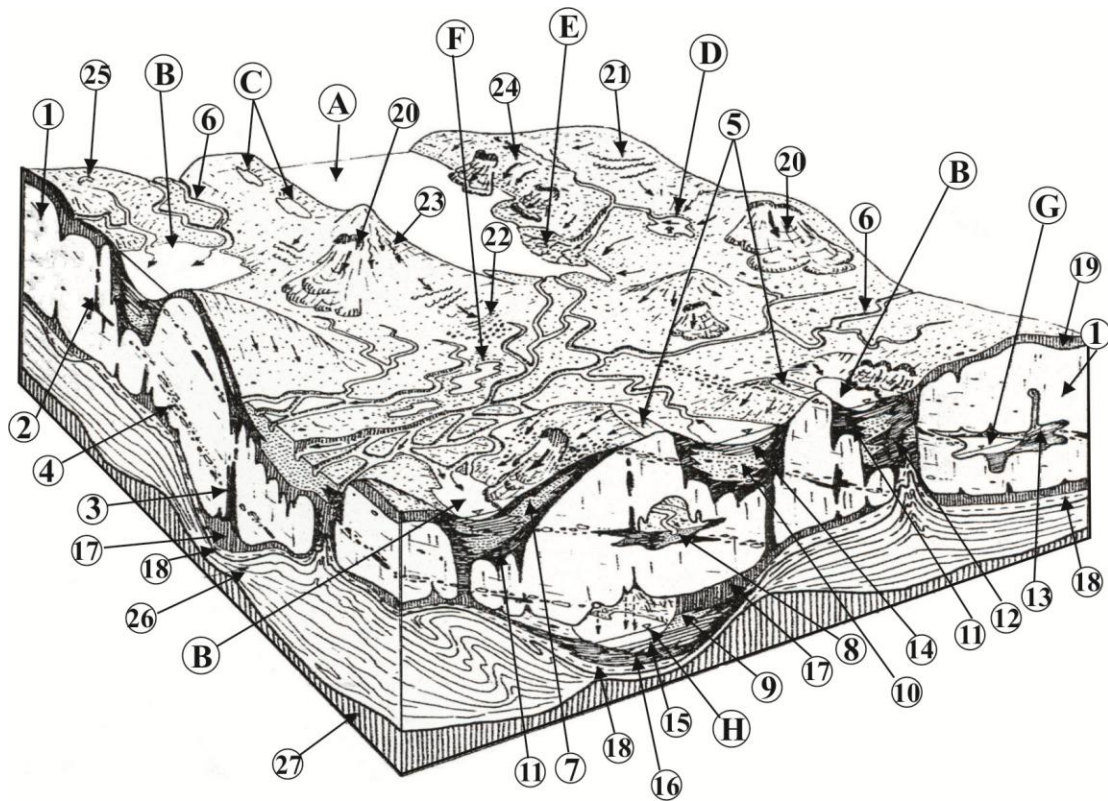


4.1.4 pav. Ledyninių ežerų įvairovė glacigeninėje aplinkoje. Supaprastintas schematinis paleogeografinis modelis (pagal Brodzikowski, 1993):

A – termino glacialinis ežeras; B – supraglacialinis ežeras; C – glaciokarstinis ežeras; D – tarpgūbrinis ežeras; E – proglacialinis ežeras; F – uždaras ledo tirpsmo vandens baseinas; G – ežerėlis zandre. Paleogeografinė situacija: 1 – aktyvus ledynas; 2 – marginaliniai ledyno plyšiai; 3 – ledyno slinkimo plokštumos; 4 – nunatakas; 5 – morena su ledo branduoliu; 6 – subglacialinis diamiktas; 7 – negyvas ledas morenos viduje; 8 – senesnės glacigeninės nuogulos.

Esant tokiam ledo masių judėjimui ledyninių liežuvių pakraštyje į paviršių iš ledyno bazalinio sluoksnio išstumiamos ledo skeldės su gausia nuolaužine medžiaga, todėl ledyninių liežuvių pakraštyje ledyno masė būna prisotinta moreninės medžiagos visame ledyno storumės pjūvyje. Ledyno pulsacijai silpstant, ledyninis srautas regresuoja ir periferinėje zonoje apmiršta. Kartu distalioje pusėje apmiršta ir ryškaus plastiško judėjimo zonos dalis. Tokiu būdu formuojasi du negyvo ledo masyvų tipai: negyvas ledas su skeldiška vidine ledo struktūra ir negyvas ledas su pasluoksninio tekėjimo (sluoksnių slūgsojimas artimas horizontaliam) vidine ledo struktūra. Tarp jų yra esminis skirtumas – tai skirtingas ledyno prisotinimo morena laipsnis. Šių negyvo ledo

zonų sandūroje formuojasi įvairaus ploto ir dydžio supraglacialiniai ežerai (Eyles *et al.*, 1987; Brodzikowski, 1983) (4.1.5 pav.).



4.1.5 pav. Limnoglacialinių baseinų tipai supraglacialinėje subaplinkoje deglaciacijos metu. Substrate guli negyvas ledas (pagal Brodzikowski, Van Loon, 1987):

A – trumpalaikis sekus didelio ploto supraglacialinis baseinas; B – gilūs nedideli plyšiniai baseinai; C – smulkūs ledo tirpsmo vandens baseinėliai; D – baseinėliai, suformuoti paviršinių tirpsmo vandenų upelių; E – ežerėliai deltos paviršiuje; F – ežerėliai fluvio-glacialinėje lygumoje; G – intraglacialiniai baseinai; H – subglacialiniai baseinai. Aplinkos situacija: 1 – negyvas ledas; 2, 3, 4 – nuolaužinė medžiaga (debris) ledo viduje; 5 – negyvas ledas, atsidengęs paviršiuje; 6 – supraglacialiniai tirpsmo vandenų kanalai; 7, 8, 9, 10 – fluvio-glacialinės nuogulos; 11, 12, 13 – perklostytas diamiktas; 14, 15, 16 – stovinčio vandens nuosėdos; 17 – ištirpęs subglacialinis diamiktas; 18 – dugninė morena; 19 – abliacinis diamiktas; 20 – nuošliaužos; 21 – solifliukciniai šleifai; 22 – slinkimas; 23 – paviršinė nuoplova; 24 – linijinė nuoplova; 25 – akivaras; 26 – ledyno transgresijos laikotarpio nuogulos; 27 – pamatas.

Pirmojo tipo negyvo ledo storumė praktiškai visa prisotinta morenos, o antrojo tipo negyvo lede morena susikaupusi pagrindinai bazalinėje ledo

dalyje. Šis struktūrinis skirtumas ir nevienodas prisotinimo morenine medžiaga laipsnis turėjo įtakos reljefą formuojantiems procesams. Nykstant skeldiškos struktūros negyvam ledui formuojasi kontrastingas kalvotas moreninis reljefas. Besiformuojančio kalvoto reljefo ypatybė yra ta, kad jame nėra arba silpnai išsivysčiusios intraglacialinės reljefo formos. Tai paaiškinama tuo, kad glaciokarstinių procesų vystymuisi, o tuo pačiu ir inversinio intraglacialinio reljefo formavimuisi nebuvo sąlygų, nes negyvas ledas persotintas morenine medžiaga. Tirpstant negyvo ledo laukams su pasluoksninio tekėjimo vidine ledo struktūra, formuojasi smulkiai kalvotas arba banguotas moreninis reljefas, nes toks negyvas ledas tirpo, palyginti, tolygiai, buvo daugiau ar mažiau monolitinis, o nuolaužinė medžiaga susikaupusi apatiniuose ledo sluoksniuose. Abliacinės morenos sluoksnis šio tipo negyvo ledo paviršiuje paplitęs netolygiai, aktyviai vystosi glaciokarstiniai procesai, formuojasi supraglacialinis reljefas: pakilumos su abliacine danga ir dubumos, užpildytos ledyno tirpsmo vandenimis. Keiminių terasų nuosėdos kaupėsi viršledyniniuose ežeruose, kurie tolesnėje nuledėjimo eigoje pasitvenkdavo riboje tarp dviejų struktūrinių požiūriu skirtingų negyvo ledo zonų. Reikia manyti, viršledyninių ežerų duburiai buvo asimetriškos formos.

Mažesnis ežerų gylis buvo tose dalyse, kur tirpsmo vanduo telkėsi ant skeldiškos struktūros ledo paviršiaus ir gilėjo į negyvo ledo su pasluoksninio tekėjimo vidine sandara pusę. Supraglacialinio ežero duburys buvo tarsi „gili ledinė vonia“, supama skardingų ledinių šlaitų, į kurią per labai trumpą šiltąjį sezoną paviršiniai laikini ledyno tirpsmo vandenų srautai atplukdydavo iš ledyno kūno išplautas daugiausia aleuritingas ir molingas daleles. Sunkesnės aleuritingos dalelės nuguldavo trumpojo šiltojo periodo metu, o lengvesnės molingos dalelės, būdamos suspensiniame būvyje, nusėdavo ilgesnio šaltojo periodo metu, kuomet ežerą padengdavo ledas. Ežero duburio dugne kaupdavosi neryškiai juostuota aleuritinga-molinga medžiaga, sudaryta iš labai plonyčių (milimetrų storio) gelsvai pilko aleurito sluoksnelių ir storesnių šokoladinio molio sluoksnelių. Po to, kai duburį supantys lediniai krantai ištirpdavo, ežero vanduo ištekėdavo arba jo giliausiose vietose likdavo

liekaninis ežeras, kuris dažnai egzistuoja šalia dabartinių šio tipo keiminių terasų. Molingos-aleuritingos ežerinės nuosėdos susiprojektuodavo ant ledo paviršiaus, suformuodamos terasinę aikštelę (4.1.6 pav.).

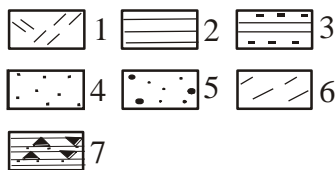
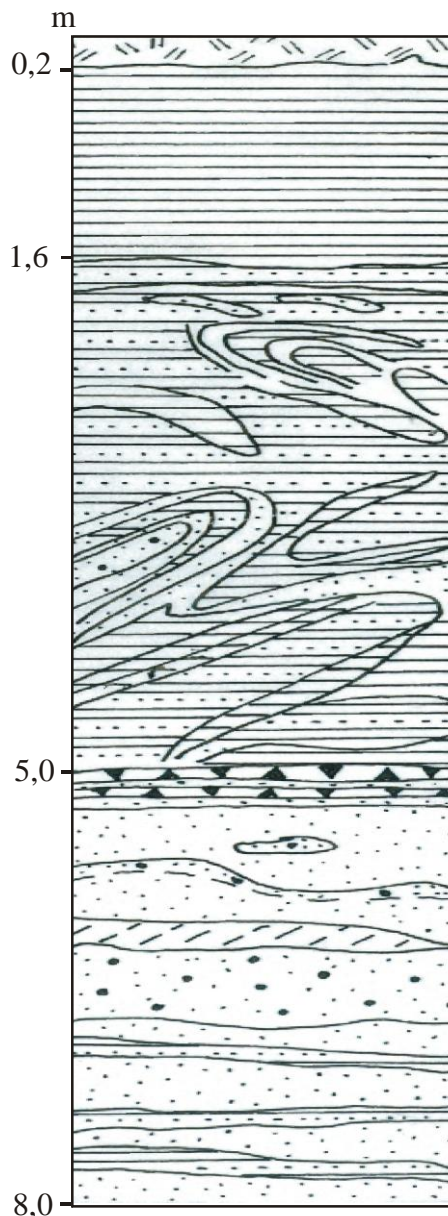


4.1.6 pav. Alaušo keiminės terasos paviršius

Kai kuriose terasose pastebėtos sluoksnių deformacijos. Jos susidarė tuomet, kai terasa susiprojektavo ant pagrindo tik galutinai ištirpus įterptam į nuogulas ledui. Tokios sluoksnių deformacijos matomos Alaušo keiminėje terasoje (4.1.7 pav.).

Aukštumų ežerų duburiuose susiformavo Rubikių ir Alaušo keiminės terasos. Šio tipo keiminėms terasoms būdingas daugiapakopiškumas: pvz., Rubikių keiminę terasą sudaro keturių lygių pakopos.

Keiminės terasos, suklotos ledyno plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse (Viečiūnų keiminės terasos tyrimų pagrindu). Ledyno storymei tirpstant ir traukiantis, ledynas tampa nejudrus ir didžiuliai jo plotai atskyla, prarasdami tiesioginį ryšį su pagrindine ledyno mase. Pačios palankiausios vietos susidaryti negyvo ledo laukams buvo ledyno pado, t.y. poledyninio reljefo pakilumos ir ledyninės dangos pakraštys.



4.1.7 pav. Keiminės terasos prie Alaušo ežero sienelės nuovala (sudaryta remiantis T. Baliukonienės nepublikuotais duomenimis. Lietuvos geologijos tarnybos Geologijos fondas, 1952, *Inv. Nr. 462.*):

1 – augalinis sluoksnis; 2 – molis; 3 – smėlis molingas; 4 – smėlis smulkus; 5 – smėlis įvairus; 6 – moreninis priemolis; 7 – konglomeratas.

0,0-0,2 m – augalinis sluoksnis

0,2-1,6 m – molis tamsiai rudas, tankus, gniutulinės struktūros, pagal skalumą stebimos žalsvai pilkos spalvos aptraukos, su pavieniais klintinių kongrecijų iki 10 mm skersmens intarpais.

1,6-5,0 m – smėlis molingas tamsiai rudas su geltonai pilko silpnai molingos smėlio lęšiais ir tarp sluoksniais. Nuo 2,4 m smėlio sluoksnyje stebimi tamsiai rudo riebaus molio lęšiai ir tarp sluoksniai. Tarp sluoksnių storis – nuo 0,5 iki 2 cm. Molio lęšių – iki 3-4 cm, jų forma įvairi.

Pagal skalumą molingos smėlio ir molio sluoksnyje stebimos žalsvai pilkos spalvos aptraukos. Šiame molingos smėlio intervale taip pat pastebimas sluoksniuotumas. Sluoksniuotumas labai smulkus, išlinkęs kampu, sujauktas, sulankstytas, pastatytas vertikaliai, suraukšlėtas. Sluoksniuotumas molingame smėlyje skiriasi pagal spalvos atspalvius. 3,2 m gylyje aptinkamas storesnis (0,5 m storio) tamsiai rudo molio tarp sluoksnis su žalsvai pilkos spalvos aptraukomis. Giliau – smėlis molingas su plonais molio tarp sluoksniais ir lęšiais, turinčiais netaisyklingą sluoksniuotumą. Šio smėlio sluoksniuotumas neįžiūrimas.

5,0-5,2 m – konglomeratas iš žvirgždo-gargždo, užpildantis smėlis sucementuotas karbonatiniu cementu. Viršutinėje intervalo dalyje (iki 0,5 cm storio) – smulki molinga medžiaga, stipriai sucementuota. Apatinė dalis – konglomeratas iš žvirgždo ir gargždo.

Nuo 5,2 m gylio – smėlis pilkas, įvairus, vyrauja vidutinis, su tarp sluoksniais ir linžėmis iš žvirgždingo smėlio. Tarp sluoksnių storis – 2-3 cm. Giliau smėlis pereina į smulkų aleuritingą smėlį su tarp sluoksniais iš žvirgždingo ir įvairaus smėlio. Žvirgždingo smėlio tarp sluoksnių storis – 1-2 cm, įvairaus smėlio – iki 5 cm. Žvirgždingo smėlio tarp sluoksnis išlenktas. Smėlio klode aptinkami ploni moreninio priemolio tarp sluoksniai. Giliau smėlis pereina į įvairų, vyraujant vidutiniam, pilkos spalvos smėlį.

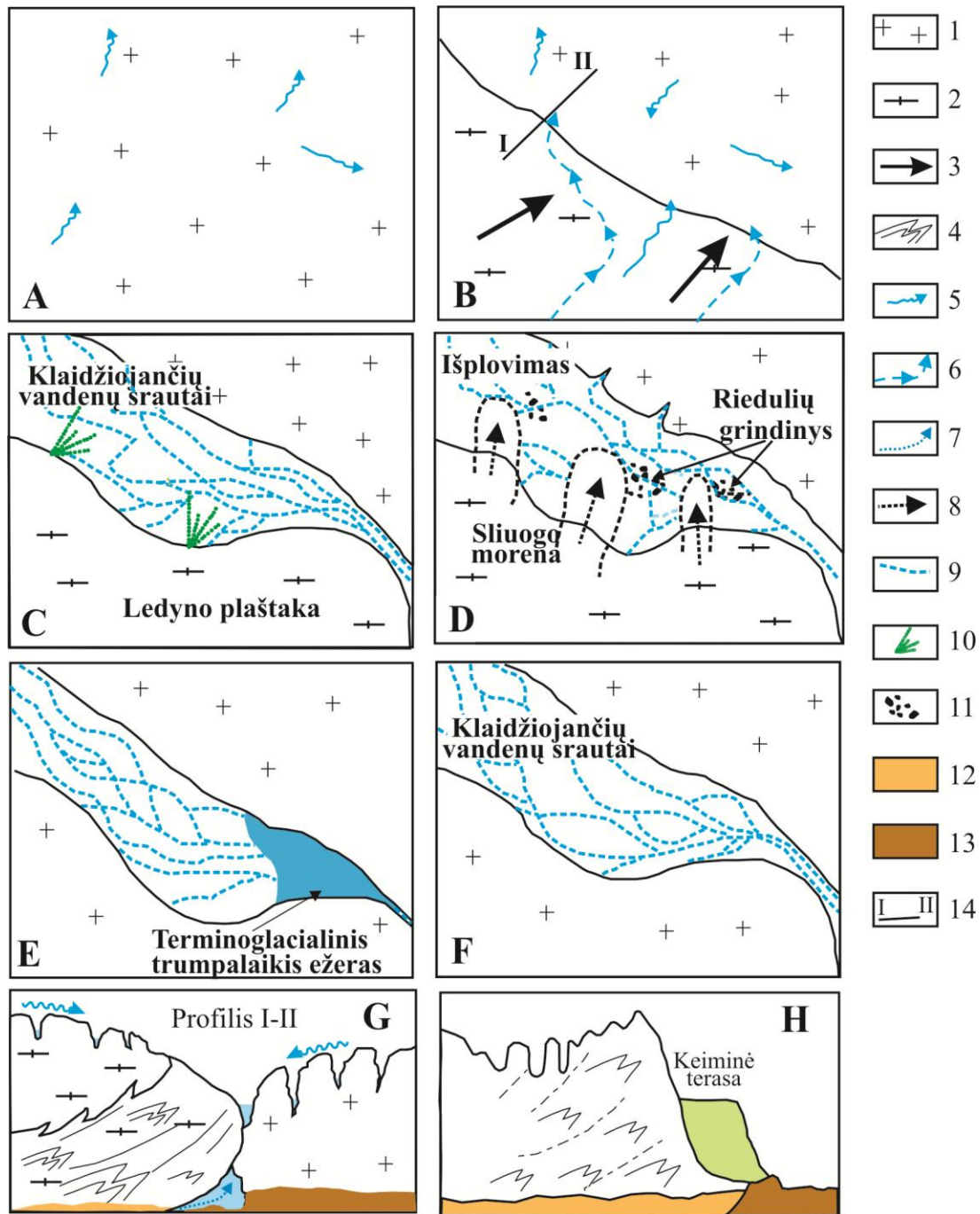
6,5-8,0 m – rudai pilko molingos smėlio (užteršto žvirgždu) sluoksnelių persisluoksniavimas su pilko įvairaus, vyraujant smulkiam, smėlio sluoksneliais. Sluoksniuotumas subhorizontalus.

Tuo metu ledynas pakraščio zonoje jau būna suaižėjęs ir suskeldėjęs išilginiais ir skersiniais įtrūkimais ir plyšiais, kurie dažnai kerta visą ledyno kūną. Plyšiai ir protirpos ledyne susidaro ir tuomet, kai ledo tirpsmo vanduo pradeda kauptis ledyno paviršiuje. Toliau terminiai procesai skatina negyvo ledo tirpimą, tuo pačiu plyšiai plečiasi, didėja ir gilėja. Juose telkiasi ledo tirpsmo vanduo, formuojasi supraglacialiniai ir intraglacialiniai ežerai (Eyles *et al.*, 1987; Brodzikowski, Van Loon, 1991; Brodzikowski, 1993). Ledui įtrūkus, supraglacialinis plyšys visą laiką gilinamas ir plečiamas. Viršledyninių ežerų duburiai būna asimetriškos formos. Kadangi ledyno tirpsmo vanduo cirkuliuoja tais plyšiais pastoviai, vieni iš jų būna patvenkti ir į juos tirpsmo vandenys atplukdo iš morenos išplautos medžiagos, kuri nusėda plyšio dugne. Kitais plyšiais vanduo migruoja į gilesnius ledyno sluoksnius, sudarydamas intraglacialines vandens kaupykles. Vykstant tolimesniam ledo tirpimui, konservuojantis vandens kaupykles negyvo ledo skliautas sukrenta – susiformuoja supraglacialinis ežeras. Iš vienos vandens telkinio pusės krantą sudaro kompaktiškas ledas, kai tuo tarpu iš kitos pusės pagal plyšio išilginę ašį krantą atstojo konservuojantis negyvas ledas, susidaręs sužliaugus ir sukritus gaubusiam lediniam skliautui (Baranecka, 1969). Plyšio dugne tarp šio negyvo ledo ir nuogulų formavosi ledo kontakto šlaitas. Viršledyninio vandens telkinio didėjimo greitis ir nuosėdų vandens baseino duburyje kaupimosi greitis būna tapatus, dėl ko nuosėdų storumės dydis, esant sąlyginai pastoviam baseino vandens lygiui, auga ledyno atžvilgiu proksimalia kryptimi.

4.2. Fliuvioglacialinių keiminių terasų susidarymas

Fliuvioglacialines keimines terasas suformuoja ledyno tirpsmo vandenys, tekantys palei ledyno pakraštį tarp negyvo ledo laukų ir aukštumos ar marginalinių darinių šlaito.

Autorės sudarytame fliuvioglacialinių keiminių terasų formavimosi modelyje Užvenčio keiminės terasos tyrimų pagrindu pateikiami terasos raidos etapai (4.2.1 pav.).



4.2.1 pav. Fliuvio glacialinės keiminės terasos formavimosi manomas modelis:

A, B, C, D, E, F – plane, G, H – profilyje:

1 – negyvas ledas; 2 – aktyvus ledynas; 3 – ledyno slinkimo kryptis; 4 – skeldiškos struktūros ledas, glaciodydislokacijos; 5 – supraglacialiniai klaidžiojantys vandens srautai; 6 – intraglacialiniai vandens srautai; 7 – subglacialinis ledo tirpsmo vanduo; 8 – sliuogų morenos slinkimo kryptis; 9 – vandens srautai, klaidžiojantys ledyno pakraščiu ir negyvo ledo šlaitu apribotame plote; 10 – išnašų kūgis; 11 – riedulių grindinys; moreninis priemolis ir pjesmėlis, suformuotas; 12 – senesnio ledyno; 13 – jaunesnio ledyno; 14 – profilio linija.

Plastiškas pasluoksninis ledyno tekėjimas, atsiradus ledyno srauto kelyje kliūčiai, virsta blokiniu ledyno slinkimu pagal vidines skalumo plokštes (АБОЛТЫНЬШ, 1972; Лаврушин, 1976). Išsekus ledyno energijai ir ledyninės dangos storiui suplonėjus iki kritinio storio, jo slinkimas stabilizuojasi, o ištisi ledyno dangos plotai tampa negyvu ledu (4.2.1 pav., A).

Dėl ledyno pulsacijų susiformuoja naujas aktyvus ledyno srautas, kuris įsiveržia į negyvo ledo laukus (4.2.1 pav., B).

Ledyninio srauto pakraštyje dėl skeldiškos vidinės ledo sandaros susidaro moreninės medžiagos padidintos akumuliacijos zona. Gausiai prisotintas morenine medžiaga ledynas sparčiai tirpsta ne tik todėl, kad pakraščio zonoje ledas yra ploniausias, bet ir todėl, kad skeldiškos struktūros ledas yra gausiai prisotintas morenine medžiaga, kuri pirmiausia ir atsidengia ledyno pakraštyje. Dėl to tirpimas tik didėja, nes atsidengusios nuogulos, akumuliuodamos daugiau saulės energijos nei ledas, greitina tirpimą.

Pastoviai slenkantis aktyvus ledyno kūnas su kiekvienu poslinkiu į pakraščio zoną atgabena vis naujos moreninės medžiagos kiekį. Ties ledyno pakraščiu pradeda formotis marginaliniai moreniniai dariniai.

Prasidėjus teritorijos deglaciacijai, ledyno tirpimas suaktyvėja ir buvęs aktyvus ledyno srautas tampa pasyviu. Kurį laiką pasyvaus ledyno pakraštys dar pasilieka neatskirtas nuo pagrindinės aktyvaus ledyno masės. Kadangi ledas ledyno pakraščio zonoje būna suskaidytas plyšiais, toliau intensyvėjant tirpimui, jie tik plėtėja ir gilėja. Plyšiais visą laiką cirkuliuoja ledyno tirpsmo vanduo, juos tik dar labiau plėsdamas ir gilindamas.

Intensyvėjant tirpimui, formuojasi gausūs ledyno tirpsmo vandenys, kurie nuo pasyvaus ledyno ir nuo senesnio ledyno negyvo ledo laukų plūsta ledyno pakraščio link. Sandūra tarp senesnio negyvo ledo masių ir besiformuojančių ties ledyno pakraščiu darinių tampa pagrindinėmis ledyno tirpsmo vandenų arterijomis. Čia intensyviausiai pasireiškia ledyno tirpsmo vandens erozinė bei akumuliacinė veikla, susiformuoja platūs ir gilūs kloniai su tirpsmo vandenų kanalais. Gausūs ledyno tirpsmo vandenys, tekėdami išilgai ledyno pakraščio, didina atstumą tarp negyvo ledo laukų ir ties

ledyno pakraščiu besiformuojančių ledyno pakraščio darinių. Galingi ir gilūs ledyno tirpsmo vandenų srautai klaidžioja tarp ledyno pakraščio ir negyvo ledo šlaito, nes perklostytos medžiagos kiekis, lyginant su vandens kiekiu, yra labai didelis. Klaidžiojančių srautų sedimentacinę seką pertraukia nuo ledyno pakraščio į klonį atsiveriantys išnašų kūgiai (4.2.1 pav., C).

Tolesnis ledo tirpimas iš ledyno kūno išlaisvina didžiulį nuotrupinės medžiagos kiekį, kuris kartu su tirpsmo vandenų srautais plukdomas link ledyno periferinės dalies. Vandens srovės, susidariusios ledyno paviršiuje, jo plyšiuose ir po juo, patekusios į klonį, perklosto atneštą moreninę medžiagą, ją diferencijuoja. Tuo pačiu metu vyksta nuogulų klostymas ir perklostymas: meandruojantys srautai vienose atkarpose nešmenis nuguldo, o to paties srauto kitoje atkarpoje vyksta jau nuguldytų nešmenų erozija. Stiprus ir galingas srautas išplauna, pakelia ir nuneša tolyn visas smulkesnes daleles, palikdamas tik grindinį (4.2.1 pav., D; 4.2.2 pav.).



4.2.2 pav. Suklostytas smėlis su gargždo juostomis (grindiniu) Užvenčio keiminėje terasoje.

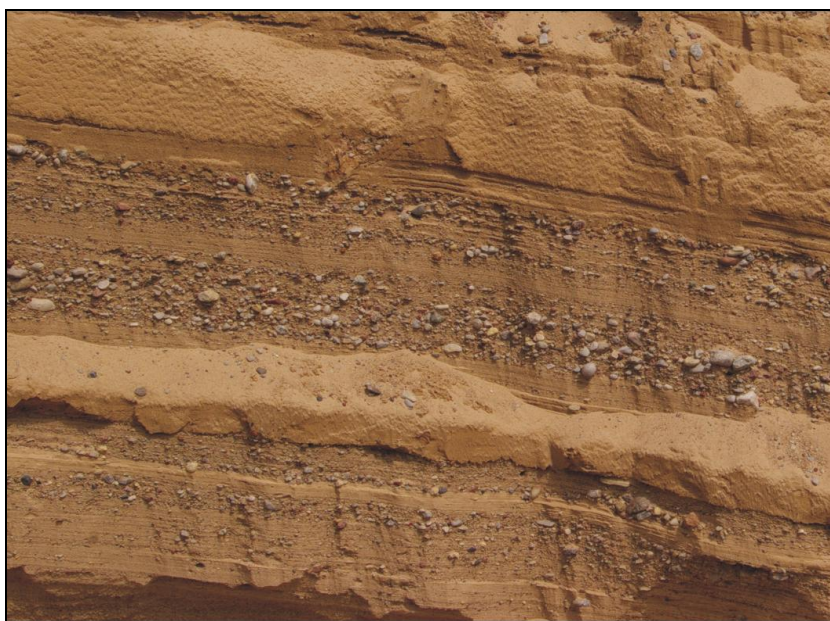
Nuo ledyno paviršiaus pastoviai žemyn šliaužianti moreninė medžiaga formuoja sliuogo facijos nuogulas. Mažai rūšiuotos nuogulos patenka į ledyno

pakraščiu ir negyvo ledo šlaitu apribotą klonį, kur jos išlieka silpnai perklostytos (4.2.3 pav.).



4.2.3 pav. Mažai rūšiuotos nuogulos Survilų keiminėje terasoje.

Šios sliuogo facijos nuogulos rodo susilpnėjusį tekėjimą arba, gali būti, protakos vietos pasikeitimą. Sedimentacijos sąlygos klonyje, tirpstant ledynui, sparčiai keitėsi dėl paros ir sezoninių temperatūros svyravimų, kas atsispindi dalelių dydžio diferenciacijoje (4.2.4 pav.).



4.2.4 pav. Granuliometrinės sudėties kaita (Survilų keiminė terasa).

Net ir labai nežymi ledyno pulsacija gali sąlygoti ledyninio liežuvio pasistūmėjimą ir tuomet klonis patvenkiamas. Susiformuoja sekus terminoglacialinis trumpalaikis ežeras (4.2.1 pav., E). Jame kaupiasi nuosėdos esant labai silpnoms srovėms (4.2.5 pav.).



4.2.5 pav. Smulkus smėlis, nusėdęs silpnai pratekamame baseine plokščios sedimentacijos fazės metu (Užvenčio keiminė terasa).

Ledyninio liežuvio pakraščiu aptirpus patvenkto ežero vanduo nusidrenuoja į žemesnes vietas ir vėlesnė sedimentacijos fazė reiškia sugrįžimą prie apribotame plote klaidžiojančių srautų sistemos (4.2.1 pav., F).

Ledyno pakraštyje nuo ledyno krentantys kriokliai išmuša evorzines duobes, kurios pripildomos nuogulų. Teritorijai išledėjus šios nuogulos keiminių terasų distalioje pusėje tampa keimais, o ištirpus palaidotam negyvam ledui susiformuoja glaciokarstinės kilmės dubės.

Keiminių terasų morfologija labai priklausė nuo vandens srauto dydžio, ledyno pakraščio statumo ir negyvo ledo padėties. Jei ledyno tirpsmo vandens srautas buvo galingas ir ledyno pakraštys status, o priešais ledyną – nuožulnus negyvo ledo šlaitas, tuomet būdavo sukloti plati keiminė terasa. Distalioje keiminės terasos pusėje, kuomet ledynas tirpo ir negyvo ledo kontakto zonoje bliuško ir smigo, susiformuodavo charakteringas status ledo kontakto šlaitas. Ledo luistai buvo palaidojami arti ledyno pakraščio. Šiuo atveju terasos

paviršius galutinai susiformuodavo tik ištirpus ledynui. Terasa įgaudavo išorinį kraštą, kurį sudaro siaura keimų ir glaciokarstinių daubų juosta. Daubos susidarė įslūgus terasos paviršiui, kuomet ištirpdavo palaidoti negyvo ledo luistai. Dažnai keiminių terasų paviršius žemėja terasos šlaito link. Fliuvioglacialinės keiminės terasos gali būti neištisinės, o susidarydavo tik ten, kur tirpsmo vanduo prasiskverbdavo ir galėjo sukloti nuogulas. Jos nesusiformuodavo, jeigu ledyno tirpsmo vanduo koncentravosi pratekėti atšakomis arba aptekėdavo kliūtis.

5. MORFOGENETINĖ KEIMINIŲ TERASŲ KLASIFIKACIJA

Atlikti tyrimai parodė, kad Lietuvoje Vėlyvojo Nemuno apledėjimo srityje išplitusioms keiminėms terasoms būdinga morfologijos ir sandaros įvairovė. Detaliai išstudijavus terasų, paplitusių Nemuno kontinentinio apledėjimo srityse, tyrimų medžiagą, galima konstatuoti, kad keiminių terasų klasifikavimo klausimams mokslinėse publikacijose skirta nedaug dėmesio.

M. Baraniecka, pateikdama bendrą keimų klasifikaciją, išskyrė dviejų tipų keimines terasas pagal jų susidarymo vietą ledyne – išorines ir vidines (Baraniecka, 1969). Pirmosios susidaro jau išledėjusios aukštumos šlaito ir ledyno pakraščio kontakto zonoje. Antrosios – susiformuoja ledyno viduje – ledo plyšiuose ir protirpose. Pagal terasas sudarančių nuogulų ar nuosėdų kaupimosi sąlygas, dviejų tipų terasos suskirstytos – fliuvioglacialinės (formavosi tekančiame ledyno tirpsmo vandenyje) ir limnoglacialinės keiminės terasos (susidarė stovinčiame baseine).

A. Basalykas, nagrinėdamas Lietuvos paviršių, recesuojančio pasyvaus ledyno reljefe išskyrė keiminius terasinius plato (plynaukštė), kurie susiformavo nuoguloms užpildžius pažemėjimus tarp negyvo ledo blokų (Басаликас, 1969). Ledynui ištirpus, paviršiuje liko terasų pavidalo aikštelės. Tuo atveju, kai keiminis plato iš vienos pusės prišlietas prie aukštumos – tai keiminė terasa. Detalesnio terasų suskirstymo autorius nepateikė.

N. Čebotariova ir M. Faustova, nagrinėdamos keiminio reljefo formas, terasas priskyrė ledo kontakto formoms (Чеботарева, Фаустова, 1972). Autorės išskyrė terasas, susiformavusias nuotėkio kloniuose, ežerų duburiuose, palei ankstesniojo apledėjimo paliktų darinių arba palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus.

J. W. Hawley ir R. B. Parsons keimines terasas, susiformavusias kalnų slėnių tipo ledynų pakraščio zonoje, skirstė į dvi rūšis: 1 – terasos, susidariusios tarp nykstančio ledyno ir slėnio šlaito, ir 2 – terasos, susidariusios tarp nykstančio ledyno ir lateralinės morenos (Hawley, Parsons, 1980). Pagal J. A. Jackson keiminės terasos formuojasi: a – fliuvioglacialinėms nuoguloms

kaupiantis tarp besitraukiančio ledyno ir proksimalios išnašų kūgio pusės, b – tarp negyvo ledo ir slėnio šlaito (Jackson, 1997).

Pastaruoju metu tyrinėtos keiminės terasos, aptiktos Vidžemės, Alūksnės ir Latgalės salinių aukštumų pašlaitėse (Dauškans *et al.*, 2011). Terasos pagal morfologinį tipą suskirstytos į segmentiškas ir linijines. Pagal genetinį ryšį su glacialiniu makroreljefu jos suskirstytos į terasas palei Vidžemės aukštumos ir glacigeninių reljefo formų šlaitus. Terasos taip pat suskirstytos pagal pakopų skaičių bei pagal vidinę sandarą.

Remiantis autorės keiminių terasų tyrimais, pateikiama morfogenetinė keiminių terasų klasifikacija. Klasifikacija, įvertinus Vėlyvojo Nemuno apledėjimo specifiką, apima visas keimines terasas, aptiktas skirtingose orografinėse makroformose. Pateikiamoje klasifikacijoje atsižvelgta į keiminių terasų morfografiją ir morfologiją, terasas sudarančių litologinių darinių (nuogulų ir nuosėdų) ypatybes, terasų lokalizacijos ledyne vietą jų formavimosi metu bei terasų paviršiaus epigenetinius pakitimus (5.1 lentelė).

Pagal padėtį ledyno atžvilgiu skiriamos terminoglacialinės (formavosi ledyno pakraštyje) ir supraglacialinės (formavosi ledyno paviršiuje) keiminės terasos.

Pagal geomorfologinę padėtį terasos suskirstytos į susidariusias palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus, palei klonių šlaitus, išilgai marginalinių gūbrių distalaus ir proksimalaus šlaitų, aukštumų ežerų duburiuose, ledyno plyšiuose, protirpose bei kitokiose ertmėse ir terasos palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus.

Keiminių terasų formavimosi būdas yra tiesioginis, kuomet terasa susidaro betarpiškai ant ledo pado ir inversinis, kai terasa susiprojektuoja ant pagrindo tik galutinai ištirpus palaidotam nuogulose ledui. Skyrimo vienai ar kitai grupei kriterijus yra terasos vidinės sandaros struktūriniai ir tekstūriniai požymiai. Keiminių terasų vidinė sandara tiesiogiai priklauso nuo jas formavusių veiksnių. Terasos dažniausiai susidaro vientisos akumuliacijos dėka. Pagal tai, ar terasos nuogulos arba nuosėdos susiklojo tekančiame ledyno

5.1 lentelė. Morfogenetinė keiminių terasų klasifikacija.

Pagal padėtį ledyno atžvilgiu	Pagal geomorfologinę padėtį	Pagal vidinę sandarą
Terminoglaciacinės Supraglaciacinės	Terasos palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus Klonių šlaitų terasos Terasos išilgai marginalinių gūbrių distalaus šlaito Terasos išilgai marginalinių gūbrių proksimalaus šlaito Aukštumų ežerų duburių terasos Ledyno plyšių, protirpų bei kitokių ertmių terasos Terasos palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus	Fliuvioglaciacinės keiminės terasos Limnoglaciacinės keiminės terasos Mišrios akvaglaciacinės keiminės terasos

5.1 lentelės tęsinys.

Pagal formavimosi būdą	Pagal morfografiją	Pagal planinę morfologiją	Pagal lygių skaičių	Pagal pirminio reljefo pobūdį
Tiesioginės Inversinės	Elementarios Sudėtingos	Ištęstos Segmentiškos	Vienpakopės Daugiapakopės	Plokščia lyguma Silpnai banguota lyguma Banguota lyguma

5.1 lentelės tęsinys.

Pagal paviršiaus epigenetinius pakeitimus	Terasų šlaitai
Plokščios Kauburiuotos Dubėtos-daubotos Suraižytos raguvomis	Tiesūs Vingiuoti Dantyti

tirpsmo vandenyje ar stovinčiame, skiriamos fliuvioglacialinės ir limnoglacialinės keiminės terasos. Kuomet terasos formavime dalyvavo tiek tekantys, tiek ir stovintys ledyno tirpsmo vandenys, susidaro mišrios akvaglacialinės keiminės terasos.

Pagal morfografiją terasos yra elementarios ir sudėtingos. Elementarių terasų paviršius yra lygus ir vienodas, beveik nekintantis visame terasos plote, dažniausiai plokščia arba silpnai banguota, rečiau – banguota lyguma.

Sudėtinga terasų paviršiaus morfografija yra dėl daugybės terasos paviršiuje aptinkamų teigiamų ir neigiamų formų kaitos. Banguoto reljefo fone iškyla pavieniai keimai arba jų grupės, neretai driekiasi pavieniai ozai ir jų grandinės. Keimų ir ozų papėdėse esantys pažemėjimai užpildyti ežerinės kilmės nuosėdomis arba uždurpėje. Terasose paplitusios glaciokarstinės kilmės dubės ir daubos. Kai kuriose daubose telkšo ežerėliai arba jos užpelkėjusios.

Keiminių terasų planinė konfiguracija įvairi, bet dažniausiai terasos būna išstętos formos arba terasos segmentų virtinė.

Pagal lygių (pakopų) skaičių aptiktos elementarios arba vienpakopės ir daugiapakopės terasos.

Terasų reljefas dažniausiai – plokščia, silpnai banguota ar banguota lyguma, dažnai nuolaidi arba gerokai pasvirusi terasos šlaito link. Fliuvioglacialinių keiminių terasų paviršius yra nuolaidus buvusio srauto tekėjimo kryptimi. Pirminį terasų reljefo pobūdį keitė epigenetiniai procesai. Terasų paviršius tapo plokščias, kauburiuotas, išmargintas glaciokarstinės kilmės dubėmis ir daubomis bei suraižytas raguvų. Terasų paviršiuje dubės ir daubos paprastai aptinkamos distalioje terasos dalyje ties terasos briauna, t.y. jauniausioje nuogulų dalyje. Proksimalioje terasos dalyje ties terasos užpakaline siūle dubių yra mažiau, nes palaidotas ledas, matomai, ištirpdavo dar nesibaigus terasos nuogulų ar nuosėdų sedimentacijai. Tad anksčiau atsivėrusios dubės būdavo užpildomos nuogulomis. Kai kuriose daubose telkšo ežerėliai arba jos užpelkėjusios.

Kiekviena keiminė terasa iš pažemėjimo pusės ribojama pakankamai aiškiai išreikšto šlaito, fiksuojančio buvusio negyvo ledo šlaitą, t.y. ledo

kontakto šlaitą. Ledo kontakto šlaitai susiformuoja visur, kur tik vyksta nuogulų kaupimasis kontakte su negyvu ledu. Tiesūs ištisiniai ledo kontakto šlaitai būna tik pavienėse, atskirose atkarpose. Paprastai jie vingiuoti, kartais dantyti, suskaidyti įsiterpusių pelkučių ir reljefo daubų, retkarčiais juos komplikuoja kalvos. Sudėtingus, t.y. vingiuotus, dantytus ir suraižytus šlaitus suformavo panašios konfigūracijos ledyno pakraštys.

Pateikta klasifikacija paremta keiminių terasų Lietuvos teritorijoje morfologijos, morfometrijos ir sandaros tyrimais. Išsamesnės klasifikacijos Vėlyvojo Nemuno apledėjimo ribose paruošimui reikalingi detalūs keiminių terasų tyrimai kituose to paties apledėjimo regionuose.

IŠVADOS

1. Keiminės terasos Lietuvos teritorijoje formavosi Vėlyvojo Nemuno apledėjimo Baltijos stadijos metu. Terasos aptinkamos marginalinėse Baltijos ir sališkoje Žemaičių aukštumose ir ties jų bei atskirų ledyno degradacijos fazių marginalinių gūbrių distaliais ir proksimaliais šlaitais. Grūdų stadijos metu suformuotame reljefe keiminių terasų Lietuvos teritorijoje neaptikta.

2. Keiminės terasos yra savarankiški ledyno pakraščio dariniai, susidarę supraglacialinėje ir terminoglacialinėje subaplinkose. Ledyno ledo dangos šlaitas buvo tik viena iš jas sudarančių nuogulų sedimentacinės erdvės ribų.

3. Keiminių terasų morfologinėje struktūroje išskiriamas akumuliacinis šlaitas, distalia kryptimi nuolaidus paviršius (terasinė aikštelė), jos paviršiuje susidariusios glaciokarstinės dubės ir daubos bei sprūdžiai, dislokuojantys nuogulų storumę.

4. Fliuvioglacialinių keiminių terasų nuogulų sandara yra labai kaiti horizontalia ir vertikalia kryptimis. Nuogulų storumę sudaro įkypų smėlio ir žvirgždų sluoksnelių serijos bei horizontalūs smėlio sluoksneliai su moreninio priemolio ir priesmėlio intarpais ir luistais. Nuogulų horizonto storis kinta nuo 2-3 m (minimalus) iki 38 m (maksimalus). Didžiojoje tirtų terasų dalyje vidutinis nuogulų horizonto storis siekia 8-10 m.

5. Fliuvioglacialinės keiminės terasos gali sudaryti nedidelius segmentus (kelių ha ploto) ar stambias mezoforas (keliolika km² ploto). Fliuvioglacialinių keiminių terasų ilgis kinta nuo 100-300 m iki 8-12 km, vidutinis terasų plotis – 1,0 km. Šių terasų paviršiui būdingos banguotos lygumos, vietomis pereinančios į plokščias, silpnai banguotas ar keteruotas lygumas. Terasų paviršiuje aptinkami keimai ir ozai yra santykinai senesni dariniai, struktūriškai siekiantys terasas sudarančių nuogulų storumės padą.

6. Limnoglacialinės keimines terasas sudaro masyvus ir juostuotas molis su aleurito ir smulkučio smėlio sluoksniais. Molio sluoksnio storis įvairus: nuo 1–2 m (minimalus) iki – iki 24 m (maksimalus). Dažniausiai pasitaikantis vidutinis molio sluoksnio storis siekia 10–12 m.

7. Limnoglacialinių keiminių terasų ilgis kinta nuo 200-300 m iki 22 km. Terasų plotis kinta nuo 50-100 m iki 5,5 km, o vidutinis siekia 1,0 km. Vyraujantis limnoglacialinių keiminių terasų paviršiaus reljefo tipas – plokščia lyguma su ja keičiančiais silpnai banguotos ar banguotos lygumos plotais.

8. Atliktas tyrimas leido detaliau klasifikuoti Lietuvos keimines terasas. Klasifikacija pagrįsta terasų padėtimi, pirminio reljefo pobūdžiu, jų morfologija, susidarymo būdu, morfometriniais rodikliais, lygių skaičiumi, nuogulų sandara, epigenetiniu performavimu. Išskirtos terasos, susiformavusios palei ankstesniojo apledėjimo aukštumų šlaitus, klonių šlaitų terasos, terasos išilgai marginalinių gūbrių distalaus ir proksimalaus šlaitų, aukštumų ežerų duburių terasos, ledynų plyšių, protirpų bei kitokių ertmių terasos ir terasos palei aukštumų, susidariusių atskiruose nuledėjimo etapuose, šlaitus.

LITERATŪRA

1. Baltrūnas, V., Karmaza, B., Karmazienė, D. 2005. Pleistoceno nuogulų sandaros ir formavimosi ypatybės Šiaurės Lietuvoje. *Geologija*, 52: 22–33.
2. Baraniecka, M. D. 1969. Klasyfikacja form kemowych na tle typów i dynamicznych etapów deglacjacji. *Kwartalnik Geologiczny*, 13 (2): 442–458.
3. Bartkowski, T. 1967. O formach strefy marginalnej na Nizinie Wielkopolskie (On the forms of the marginal zone in the Wielkopolska lowland). *Prace Kom. Geogr. Geol. PTPN*, 7: 260 pp.
4. Basalykas, A. 1965. Lietuvos TSR fizinė geografija. II, Vilnius: Mintis, 496 p.
5. Berthling, I., Blaszkiewicz, M., Sollid, J. L. 1999. Osady glacialimniczne w dolinie Lagen (Norwegia). *Prz. Geogr.*, 71(1-2): 127–141.
6. Bennet, M. R., Huddart, D., McCormic, T. 2000. An integrated approach to the study of glaciolacustrine landforms and sediments: a case study from Hagavatn, Iceland. *Quatern. Sc. Rev.*, 19: 633-665.
7. Bitinas, A. 2012. New insights into the last deglaciation of the south-eastern flank of the Scandinavian Ice Sheet. *Quaternary Science Reviews*, 44, 21, 69-80.
8. Bitinas, A. 2011. Paskutinysis ledynmetis rytinės Baltijos regione. Klaipėda, 156 p.
9. Bitinas, A., Karmazienė, D., Jusienė, A. 2004. Glaciolacustrine kame terraces as an indicator of conditions of deglaciation in Lithuania during the Last Glaciation. *Sedimentary Geology*, 165: 285–294.
10. Blais-Stevens, A., Clague, J. J., Mathews, R. W., Hebda, R. J., Bornhold, B. D. 2003. Record of large, Late Pleistocene outburst floods preserved in Saanich Inlet sediments, Vancouver Island, Canada. *Quatern. Sc. Rev.*, 22: 2327-2334.
11. Blaszkiewicz, M., Gruszka, B. 2005. Development and infill of Vistulian

- glacial Lake Gniew (N Poland): a sedimentological analysis. *Geological Quarterly*, 49 (4): 449–462.
12. Brazier, V., Kirkbride, M. P., Gordon, J. E. 1998. Active ice-sheet deglaciation and ice-dammed lakes in the northern Cairngorm Mountains, Scotland. *Boreas*, 27, (4): 297–310.
 13. Brodzikowski, K., Van Loon, A. J. 1983. Sedimentology and deformation history of unconsolidated Quaternary sediments in the Jarosłów Zone (Sudetic Foreland). *Geol. Sudetica*, 18: 121–196.
 14. Brodzikowski, K. 1993. Sedymentacja glacialimniczna. Część I. *Acta Geographica Lodziensia*, 62: 119 pp.
 15. Brodzikowski, K.; Van Loon, A. J. 1991. *Glacigenic Sediments*. Elsevier, Amsterdam. 674 pp.
 16. Brodzikowski, K., Zielinski, T. 1992. Geneza masywnych, pelitycznych osadów glacialimnicznych deponowanych w warunkach tektonicznej aktywności podłoża. (na przykładzie rowu Kleszczowa). *Materialy I Szkoły Sedymentologicznej*, Murzynowo k. Płocka.
 17. Charlesworth, J. K. 1928. The glacial retreat from Central and Southern England. *Quart J. geol. Soc.*, 84: 293–344.
 18. Clayton, L., Attig, J. W., Ham, N. R., Johnson, M. D., Jennings, C. E., Syverson, K. M. 2008. Ice-walled-lake plains: Implications for the origin of hummocky glacial topography in middle North America. *Geomorphology*, 97: 237–248.
 19. Dauškans, M., Zelčs, V., Nartišs, M. 2011. Kame terraces of the interlobate insular uplands: the case study in the Vidzeme Upland, Latvia. In: P. Johansson, J. P. Lunka, P. Sarala (Eds.) Late Pleistocene Glacigenic Deposits from the Central Part of the Scandinavian Ice Sheet to Younger Dryas End Moraine Zone. *Excursion guide and abstracts*. INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion Northern Finland, 12-17 June 2011.

20. Desloges, J. R. 1994. Varve deposition and the sediment yield record at three small lakes of the South Canadian Cordillera. *Arctic and Alpine Res.*, 26: 130–600.
21. Doktorowicz-Hrebniński, S. 1935. *Arkusz Grodziec, objaśnienia*. Warszawa: Państw. Inst. Geo. 218 pp.
22. Doll, C. G. 1970. Surficial geologic map of Vermont. Vermont Geological Survey, 1:250 000.
23. Donnelly, R., Harrias, Ch. 1989. Sedimentology and origin of deposits from a small ice-dammed lake, Leirbreen, Norway. *Sedimentology*, 36: 581–600.
24. Dumanowski, B. 1961. The Bolków Upland and the Basin of Jelenia góra. In: *Guide-Book of Excursion B, The Sudetes, INQUA VIth Congress, Poland*, 19–24.
25. Ehlers, J. 1994. Kames in North Germany. *Acta Univ. N. Copernici. Geogr.* 27: 161–171.
26. Eyles, N., Clark, B. M. 1985. Gravity-induced soft-sediment deformation in glaciomarine sequences of Upper Proterozoic Port Aischaig Formation, Scotland. *Sedimentology*, 32: 789–814.
27. Eyles, N., Clark, B. M., Clague, J. J. 1987. Coarse-grained sediment gravity flow facies in a large supraglacial lake. *Sedimentology*, 34: 193–216.
28. Eyles, N., Eyles, C. H., Miall, A. D. 1983. Lithofacies types and vertical profile models; an alternative approach to the description and environmental interpretation of glacial diamict and diamictite sequences. *Sedimentology*, 30: 393–410.
29. Eyles, N., Eyles, C. H., Woodworth-Lynas, C., Randall, T. A. 2005. The sedimentary record of drifting ice (early Wisconsin Sunnybrook deposits) in an ancestral ice-dammed Lake Ontario, Canada. *Quatern. Res.*, 63: 171–181.
30. Eyles, N., Miall, A. D. 1984. Glacial facies models. In: *Facies Models* (ed. R. G. Walker): 15–38. Geosc. Canada Repr. Ser., Geol. Ass.

31. *Enciklopedinis geologijos terminų žodynas*. 2009. Sud. V. Kemėšis, A. Linčius, J. Paškevičius (2 dalys). Vilnius: Vilniaus universiteto leidykla. 650 ir 200 p.
32. Falkowska, E. 2008. Naturalne geologiczne bariery izolacyjne na obszarach glacialnych na przykładzie fragmentu Wysoczyzny Nidzickiej w okolicach Grzebska. *Geologia*, 34 (4): 663–675.
33. Falkowska, E. 2009. *Geomorfologiczne uwarunkowania występowania naturalnych geologicznych barier izolacyjnych na wybranych obszarach Polski Środkowej*. Warszawa. 192 pp.
34. Firth, C. R. 1984. Raised shorelines and ice limits in the inner Moray Firth and Loch Ness areas, Scotland. Unpublished PhD thesis, Coventry (Lanchester) Polytechnic.
35. Flint, R. F. 1928. Pleistocene terraces of the Lower Connecticut Valley. *Bull. Am. Geol. Soc.*, 39: 966–984.
36. Flint, R. F. 1929. The stagnation and the dissipation of the last ice sheet. *Geogr. Rev.*, 19.
37. Flint, R. F. 1957. *Glacial and Pleistocene Geology*. New York: Wiley. 553 pp.
38. Flint, R. F. 1971. *Glacial and Quaternary Geology*. New York: Wiley. 892 pp.
39. Gilbert, R. 1990. Evidence for the subglacial meltwater origin and late Quaternary lacustrine environment of Bateau Channel, eastern Lake Ontario. *Can. J. Earth Sc.*, 27: 939–945.
40. Gilbert, R., Desloges, J. R. 1987. Sediments of ice-dammed, self-draining Ape Lake, British Columbia. *Can. J. Earth Sc.*, 24: 1735–1747.
41. Gilewska, S. 1963. Rzeźba progu środkowotriasowego w okolicy Będzina. *Prace geogr. IG PAN*, 44: 135 pp.
42. Gontaszewska, A., Kraiński, A. 2007. Budowa geologiczna północnego fragmentu Wału Zielonogórskiego (okolice Przylepu). *Inżynieria Środowiska*, 14: 51–60.

43. Gordon, J. E. 1993. *Torvean*. Available on the Internet: <http://www.jncc.gov.uk/page-2731>.
44. Gray, J. M. 1975. The Loch Lomond Readvance and contemporaneous sea-levels in Loch Etive and neighbouring areas of western Scotland. *Proceedings of the Geologists Association*, 86: 227–238.
45. Gray, J. M. 1991. Glaciofluvial landforms. In: *Glacial Deposits in Great Britain and Ireland*. Eds. by J. Ehlers, P. L. Gibbard, J. Rose, A. A. Balkema, Rotterdam, 443–454.
46. Gray, J. M. 1993. Moss of Achnacree and Achnaba landforms. In: *Quaternary of Scotland*. Eds. by J. E. Gordon, D. G. Sutherland. London, Chapman & Hall, 319–323.
47. Gray, M. 1995. The kame terraces of lower Loch Etive. *Scottish Geographical Journal*, 111 (2): 113–118.
48. Gudelis, V., Vaitonienė, R. 1974. Lietuvos žemyninių kopų morfologinės klasifikacijos ir tipizacijos klausimu. *Geografinis metraštis*, 13: 159–167.
49. Guobytė, R. 2001. Lietuvos geomorfologijos žemėlapis. *Geologijos akiračiai*, 3: 23–35.
50. Guobytė, R. 2002. Lietuvos paviršiaus geologijos ir geomorfologijos ypatumai bei deglaciacijos eiga. Daktaro disertacijos santrauka, fiziniai mokslai, geologija (05 P). Vilnius, 32 p.
51. Hall, A. 2002. *Cairngorm Landscapes*. Edinburgh, Scotland. Available on the Internet: <http://www.fettes.com/Cairngorms/kame%20terrace.htm>
52. Hart, J. K. 1992. Sedimentary environments associated with glacial lake Trimmingham, Norfolk, UK. *Boreas*, 21: 119–136.
53. Hawley, J. W., Parsons, R. B. 1980. *Glossary of selected geomorphic and geologic terms*. Mimeo. U. S. Dept. Agric., Soil Conservation Service, West National Technical Center, Portland, OR. 30 pp.
54. Hicock, S. R., Dreimanis, A. 1992. Sunnybrook Drift in the Toronto area, Canada: reinvestigation and reinterpretation. In: *The Last Interglacial-Glacial Transition in North America* (eds. P. U. Clark and P. D. Lea). *Geol. Soc. Am. Spec. Pub.*, 270: 139–162.

55. Huddart, D. 1983. Flow tills and ice-walled lacustrine sediments, the Petteril Valley, Cumbria, England. In *Tills and related deposits*. Eds. by E. B. Evenson, Ch. Schlüchter, J. Rabassa. Balkema, Rotterdam, 81–91.
56. Jackson, J. A. (ed.) 1997. Glossary of geology, 4th Ed. American Geological Institute, Alexandria, VA, 769 p.
57. Jamieson, T. F. 1874. On the last stage of the Glacial Period in North Britain. *Quart. J. Geol. Soc.*, 30: 317–338.
58. Jahn, A. 1960. Czwartorzęd Sudetów. *Regionalna Geologia Polski*, 3: 358–438.
59. Jahn, A. 1963. Deglaciation of the Sudetes. *Reports of the VIth International Congress of Quaternary*, 3: 117–122.
60. Jahn, A. 1969. Terasy kemowe w Sudetach. *Folia Quaternaria*, 30: 17–22.
61. John, B. S. 1972. A Late Weichselian kame terrace at Mullock Bridge, Pembrokeshire. *Proceedings of the Geologists' Association*, 83, (2): 213–216.
62. Jurgaitis, A., Juozapavičius, G. 1989. Genetic classification of glaciofluvial deposits and criteria for their recognition. *Genetic classification of glacigenic deposits*. Rotterdam. 227–242.
63. Karmazienė, D. 1999. Targių ozai – Kurtuvėnų regioninio parko gamtos puošmena. *Geologijos akiračiai*, 1: 52–57.
64. Karmazienė, D. 2003. Kauno miesto kvartero geologinis žemėlapis. *Lietuvos geologijos tarnyba, Inv. Nr. 6508, Vilnius*, 125 p. [Rankraštis saugomas LGT GF].
65. Karmazienė, D. 2006a. Reljefas ir geomorfologija. Kn.: *Šiaulių krašto geologija*. Red. J. Satkūnas. Vilnius-Utena: 34–46.
66. Karmazienė, D. 2006b. Tiesioginė geologinė aplinka. Kn.: *Šiaulių krašto geologija*. Red. J. Satkūnas. Vilnius-Utena: 27–33.
67. Karmazienė, D. 2007. The North Lithuanian ice marginal moraine ridge: structure, origin and relationship of surface forms with pre-Quaternary structures. In *Proceedings of the International Field Symposium, The Quaternary of Western Lithuania: from the Pleistocene Glaciations to the*

- Evolution of the Baltic Sea.* May 27 – June 02, 2007, Plateliai, Lithuania, 30–31.
68. Karmaziene, D., Karmaza, B., Baltrūnas, V. 2007. Structural characteristics of Pleistocene deposits in North Lithuania. In *Applied Quaternary research in the central part of glaciated terrain*. Eds. by Peter Johansson, Pertti Sarala. Proceedings of the INQUA Peribaltic Group Field Symposium 2006, Oulanka biological research station, Finland, September 11.–15. Geological Survey of Finland, Special Paper 46, 31–37.
69. Karmazienė, D., Zinkutė, R., Karmaza, B., Česnulevičius, A. 2011. Clay as a natural isolating cover: its formation in supraglacial and proglacial subenvironments in North Lithuania. The 8th International Conference Environmental Engineering. May 19-20, 2011, Vilnius, Lithuania. Selected papers. Vol. I. Edited by D. Cygas and K. D. Froehner. 155–161. ISSN 2029-7106 print / ISSN 2029-7092 online, ISSN 978-9955-28-831-2 CD (ISI Proceedings).
70. Karmazienė, D., Karmaza, B., Baltrūnas, V. 2013. Glacial geology of North Lithuanian ice marginal ridge and surrounding plains. *Baltica*, 26 (1): 57–70.
71. Kelts, K., Hsü, K. J. 1978. Freshwater sedimentation. In: *Lakes – Chemistry, Geology, Physics* (ed. A. Lerman). Springer-Verlag. New York.
72. Klatkova, H. 1972. Region Łódzki. In *Geomorfologia Polski*. Ed. By R. Galon. Warszawa: Wyd. Nauk, 240–270.
73. Klimaszewski, M. 1960. Geomorphological studies of western part of Spitsbergen between Kongsfiord and Eidembukta. *Zesz. nauk. UJ, Prace geogr., Ser. Nowa*, 1: 166 pp.
74. Klimavičienė, V. 1973. Rytų Žemaičių plynaukštės vėlyvojo ledynmečio limnoglacialinių baseinų geomorfologinė sąranga. *Geografinis metraštis*, XII, 57-70.

75. Klimek, K. 1962. W sprawie genezy moren czolowych położonych na południe od Częstochowy. *Folia Quatern.*, 11: 21 pp.
76. Klimek, K. 1965. On the regularities in composition and mode of origin of kame terraces in the north-western part of the Malopolska Upland. *Geographia polonica*, 6: 85–92.
77. Kotowski, A., Kraiński, A. 1998a. Charakterystyka gruntów spoistych tarasów kemowych rejonu Zielona Góra-Przylep-Łężyce (Wał Zielonogórski). *Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej-Budownictwo*, 31: 27–46.
78. Kotowski, A., Kraiński, A. 1998b. Tarasy kemowe rejonu Stary Kisielin – Zawada (Wał Zielonogórski). *Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej-Budownictwo*, 31: 47–59.
79. Kotowski, A., Kraiński, A. 1998c. Wyniki badań wieku bezwzględnego osadów wału Zielonogórskiego. *Zeszyty Naukowe Politechniki Zielonogórskiej-Budownictwo*, 31: 79–91.
80. Larsen, C. P. S., Pienitz, R., Smol, J. P., Moser, K. A., Cumming, B. F., Blais, J. M., MacDonald, G. M., Hall, R. I. 1998. Relations between lake morphometry and the presence of laminate lake sediments: a re-examination of Larsen and MacDonald. *Quatern. Sc. Rev.*, 17: 711–717.
81. Last, W. M. 2001. Mineralogical analysis of lake sediments. *Tracking Environmental Change Using Lake sediments, volume 2: Physical and Geochemical Methods*. Ed. By W. M. Last, J. P. Smol, 43- 187.
82. Lemmen, D. S., Gilbert, R., Smol, J. P., Hall, R. I. 1987. Holocene sedimentation in glacial Tasikutaaq Lake, Baffin Island. *Can. J. Earth. Sc.*, 25: 810–823.
83. Lietuvos geomorfologinis žemėlapis, M 1:200 000 (autorė R. Guobytė, 2000), <http://www.lgt.lt/maps>.
84. Lindner, I. 1971. Stratygrafia plejstocenu i paleogeomorfologia północno-zachodniego obrzeżenia Gór Świętokrzyskich. *Stud. Geol. Pol.*, 35.

85. Lisicki, S. 2001. Geneza niecki jeziora Śniardwy i budowa geologiczna jej otoczenia w świetle nowych danych geologicznych. *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 397: 133–150.
86. May, R. W. 1977. Facies model for sedimentation in the glaciolacustrine environment. *Boreas*, 6: 175–180.
87. Mathews, W. H. 1956. Physical limnology and sedimentation in a glacial lake. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 67: 537–552.
88. McCabe, A. M., O'Cofaigh, C. 1995. Late Pleistocene morainal bank facies at Greystones, eastern Ireland: an example of sedimentation during ice marginal re-equilibration in an isostatically depressed basin. *Sedimentology*, 42: 647–663.
89. McCann, S. B. 1961. Some supposed “raised beach” deposits at Corran, Loch Linnhe and Loch Etive. *Geological Magazine*, 98: 131–142.
90. McCann, S. B. 1966. The limits of the Late-glacial Highland, or Loch Lomond Readvance along the West Highland seaboard from Oban to Mallaig. *Scottish Journal of Geology*, 2: 84–95.
91. McGinn, R. A., Wiseman, D. J., Zaniewski, K. 2009. Terminoglacial lacustrine sediments and other deposits in the Glacial Lake Proven basin, Riding Mountain, Manitoba. *Prairie Perspectives. Geographical Essays*. Edited by: Dion Wiseman and Daniel Olsen. Department of Geography, Brandon University, Brandon, Manitoba. 12: 63–78.
92. Merta, T. 1986. Varve sedimentation in extraglacial ice-dammed lakes. *Acta Geol. Pol.* 36 (4): 325–336.
93. Miall, A. D. 1983. Glaciomarine sedimentation in the Gowganda Formation (Huronian), northern Ontario. *J. Sediment. Petrol.*, 53: 477–491.
94. Mikaila, V. 1960. Lietuvos TSR Pietryčių molynų klausimu. *Geografinis metraštis*, 3: 365–376.
95. Mikaila, V. 1962. Lietuvos TSR stambesniųjų limnoglacialinių baseinų reikšmė ir perspektyvos statybinių medžiagų pramonei plėsti. *Geografinis metraštis*, 5: 143–158.

96. Mikalauskas, A., Kudaba, Č., Mikutienė, L. 1973. Rytų Žemaičių plynaukštės geomorfologinė sąranga. *Geografinis metraštis*, 12: 5–21.
97. Mikulėnas, V., Stančikaitė, M., Šečkus, R., Karmazienė, D. 1997. Pustlaukio duobės. *Kurtuva*, 3: 51–67.
98. Mokhtari Fard, A., van Loon, A. J. 2004. Deformation of an early Preboreal deposit at Nykvarn (SE Sweden) as a result of the bulldozing effect of a grounding iceberg. *Sediment. Geol.*, 165: 355–369.
99. Munro-Stasiuk, M. J. 2003. Subglacial Lake McGregor, south-central Alberta, Canada. *Sediment. Geol.*, **160**: 325–350.
100. Olszewski, A. 2000. Stanowisko 2 – Wojnowo (gm. Zbójno). Rynny subglacjalne, kemy i terasa kemowa okolic Wojnowa we wschodniej części Zbójeńskiego Basenu Glacjalnego. In: *Dawne i współczesne systemy morfogenetyczne środkowej części Polski północnej*. 5 Zjazd Geomorfologów Polskich, Toruń, 11-14 września 2000 r. Przewodnik wycieczek terenowych, 30–38.
101. Owen, L. A. 1996. Quaternary lacustrine deposits in a high-energy semi-arid mountain environment, Karakoram Mts, northern Pakistan. *J. Quatern. Sc.*, 11: 461–483.
102. Pakuckas, Č. 1940. Pietų Lietuvos molynai. *Lietuvos energijos komiteto darbai*, 4: 46–50.
103. Peacock, J. D. 1970. Some aspects of the glacial geology of west Inverness-shire. *Bulletin of the Geological Survey of Great Britain*, 33: 43–56.
104. Peacock, J. D. 1971. Terminal features of the Creran glacier of Loch Lomond Readvance age in western Banderloch, Argyll, and their significance in the late-glacial history of the loch Linnhe area. *Scottish Journal of Geology*, 7: 349–356.
105. Pisarska-Jamroży, M., Machowiak, K., Krzyszkowski, D. 2010. Sedimentation style of a Pleistocene kame terrace from the Western Sudety Mountains, S Poland. *Geologos*, 16 (2): 101-110.

106. Projekto ataskaita „Lietuvos kvartero limnoglacialinių baseinų molynų ypatybės ir jų susidarymo dėsningumai“, 1996. Ats. vykd. V. Baltrūnas. *Lietuvos geologijos tarnyba, Inv. Nr. 4459, Vilnius*, 123 p. [Rankraštis saugomas LGT GF].
107. Raukas, A., Stankowski, W. T. J., Zelčs, V. and Šinkūnas, P. 2010. *Geochronometria*, 36, 47-54.
108. Russell, I. C., 1893. Malaspina glacier. *J. Geol.*, 1: 219–245.
109. Salisbury, R. D., 1894. Surface geology – Report of progress, 1892. *New Jersey Geological Survey, Annual Report of the State Geologist for the year 1893*: 35–328.
110. Schou, A. 1949. *Atlas of Denmark. I The landscapes*. Text and Photographs. Copenhagen.
111. Schwan, J., Van Loon, A. J. 1979. Structural and sedimentological characteristics of a Weichselian kame terrace at Sønderby Klint, Funen, Denmark. *Geol. Mijnbouw*, 58: 305–319.
112. Schwan, J., Van Loon, A. J., Van Der Gaauw, P. G., Steenbeek, R. 1980. The sedimentary sequence of a Weichselian intraglacial lake at Ormehøj (Funen, Denmark). *Geol. Mijnbouw*, 59: 129–138.
113. Shaw, J. 1972. Sedimentation in the ice-contact environment, with examples from Shropshire, England. *Sedimentology*, 18: 23–62.
114. Shomaker, E.M. 1991. On the formation of large subglacial lakes. *Can. J. Earth Sc.*, **28**: 1975–1981.
115. Siegert, M. J. 2000. Antarctic subglacial lakes. *Earth-Sc. Rev.*, **50**: 29–50.
116. Sissons, J. B. 1958. The deglaciation of part of East Lothian. *Transaction of the Institute of British Geographers*, 25: 59–77.
117. Syverson, K. M. 1998. Sediment record of short-lived ice-contact lakes, Burroughs Glacier, Alaska Boreas 27 (1): 44–54.
118. Słowański, W. 1971. Czwartorzęd i jego podłoże w nowych wierceniach między Szczytnem i Orzyszem. *Prz. Geol.*, 2: 70–73.

119. Smith, N. D. 1978. Sedimentation processes and patterns in a glacier-fed lake with low sediment input. *Can. J. Earth Sc.*15: 741–756.
120. Stephan, H-J., Ehlers, J. 1983. North German till types. In: *Glacial Deposits in North-West Europe*. Ed. by J. Ehlers. A. A. Balkema, Rotterdam, 239–247.
121. Sturm, M., Matter, A. 1978. Turbidites and varves in Lake Brienz (Switzerland): deposition of clastic detritus by density currents. In: *Modern and Ancient Lake Sediments*. (eds. A. Matter and M. E. Tucker). IAS Spec. Publ., 2: 147-168.
122. Szupryczyński, J. 1963. Rzeźba strefy marginalnej i typy deglacjacji lodowców południowego Spitsbergenu. *Prace geogr. IG PAN*, 39: 162 pp.
123. Šinkūnas, P., Jurgaitis, A. 1998. Lėdyninių nuogulų litologija ir sedimentacija. Vilnius: Geologijos ir institutas, 70 p.
124. Teller, J. T., Leverington, D. W., Mann, J. D. 2002. Freshwater outbursts to the oceans from glacial Lake Agassiz and their role in climate change during the last deglaciation. *Quatern. Sc. Rev.*, 21: 879-887.
125. Terpiłowski, S. 2007. Genesis of transverse kame trains in eastern Poland. *Sedimentary Geology*, 193 (1-4): 59–69.
126. Thorp, P. W. 1986. A mountain icefield of Loch Lomond Stadial age, western Grampians, Scotland. *Boreas*, 15: 83–97.
127. Thomas, G. S. P., Connel, R. J. 1985. Iceberg drop, dump, and grounding structures from Pleistocene glacio-lacustrine sediments, Scotland. *J. Sediment. Petrol.*, 55: 243–249.
128. Van der Meer, J. J. M., Warren, W. P. 1997. Sedimentology of late glacial clays in lacustrine basins, central Ireland. *Quatern. Sc. Rev.*, 16: 779–791.
129. Van Loon, A. J., Brodzikowski, K., Zieliński, T. 1995. Shock-induced resuspension deposits from a Pleistocene proglacial lake (Kleszczów Graben, Central Poland). *J. Sediment. Res.*, A65: 417–422.
130. Vonsavičius, V. 1959. Molynų geologija. Kn.: *Lietuvos TSR mineralinių žaliavų apžvalga. It.*, Vilnius: Mintis, 14–20.

131. Walczak, W. 1957. Geneza form polodowcowych na przełęczach Sudetów Kłodzkich. *Czast. geogr.*, 28: 3–26.
132. Walczak, W. 1969. Terasy kemowe Gór Bardzkich. *Folia Quaternaria*, 30: 23–32.
133. Winsemann, J., Asprion, U., Meyer, T., Schultz, H., Victor, P. 2003. Evidence of iceberg-ploughing in a subaqueous ice-contact fan, glacial Lake Rintel, NW Germany. *Boreas*, 32: 386–398.
134. Woldstedt, P. 1961. *Das Eiszeitalter. Grundlinien einer Geologie des Quartärs, Band 1, 2. Auflage.* Stuttgart: Enke. 328 pp.
135. Аболтыньш, О. П. 1971. Развитие долины реки Гауя. Рига: Зинатне. 105с.
136. Аболтыньш, О. П. 1972. К вопросу о формировании островных возвышенностей. Кн.: И. Я. Даниланс (ред.). Ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, с. 51 – 61.
137. Аболтыньш, О. П., Страуме, Я. А., Юшкевичс, В. В. 1976. Рельеф и основные этапы ледникового морфогенеза Алуксненской возвышенности. *Вопросы четвертичной геологии*, 9: 74-89.
138. Баканова, И. П.; Бузлович, А. Л.; Малаховский, Д. Б. 1969. Лужско-Бежаницкая область. В сб. *Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области)*. Ред. Д. Б. Малаховский, К. К.Марков. Ленинград: Наука, 39–48.
139. Баканова, И. П., Малаховский, Д. Б. 1969. О происхождении современного рельефа. В сб.: *Геоморфология и четвертичные отложения Северо-Запада европейской части СССР (Ленинградская, Псковская и Новгородская области)*. Ред. Д. Б. Малаховский, К. К.Марков. Ленинград: Наука, 70–81с.
140. Баканова, И. П., Малаховский, Д. Б. 1972. Особенности деградации последнего оледенения на междуречье Ловати, Великой и Плюсы и некоторые вопросы образования межлопастных возвышенностей. В

- сб.: *Краевые образования материковых оледенений*. Москва: 233–238.
141. Басаликас, А. Б. 1969. Разнообразие рельефа ледниково-аккумулятивной области. Кн.: П. Вайтекунас (ред.). *Материковое оледенение и ледниковый морфогенез*. Вильнюс, 65-154.
142. Бискэ, Г. С. 1963. Маргинальные формы последнего ледника в Карелии. *Труды комиссии по изучению четвертичного периода*, 21: 30–40.
143. Вальчик, М. А., Зусь, М. Е., Феденя, В. М., Карабанов, А. К. 1990. Краевые образования Белорусской гряды. Минск: Наука и техника. 162 с.
144. Гайгалас, А. И., Юшкевичюте, А. Э., Балтрунас, В. А. 1978. Строение камов Дзукской возвышенности. В сб.: *Строение и формирование камов*. Таллин: 118–125.
145. Гайгалас, А. И., Ярцев, В. И. 1992. Методическая основа изучения четвертичных отложений. Вильнюс: Издательство Вильнюсского университета. 108 с.
146. Геологический словарь, 1973. 1т. Москва, 303 с.
147. Геологический словарь: в 2-х томах, 1978. Ред. К. Н. Паффенгольц и др. М.: Недра, 486 и 456 с.
148. Геоморфологическая карта республик Советской Прибалтики. 1980. М 1:500 000. Я. Страуме (отв. ред.). Министерство СССР.
149. Знаменская, О. М. 1978. Камы окрестностей Ленинграда. В сб.: *Строение и формирование камов*. Таллин: 71–76.
150. Карабанов, А. К. 1987. *Гродненская возвышенность. Строение, рельеф, этапы формирования*. Минск: Наука и техника. 108 с.
151. Комаровский, М. Е. 2009. *Палеоложбины Белорусского Поозерья*. Минск: БГУ. 183 с.
152. Кучас, А. П., Игнатавичюс, В. И., Кемешис, В. А. 1966. Отчет о комплексных геолого-гидрогеологических и инженерно-геологических съемочных работах м-ба 1 50 000, проведенных на

- территории листа N-34-48-Б. *Lietuvos geologijos tarnyba, Inv. Nr. 2165, Vilnius*, 514 p. [Rankraštis saugomas LGT GF].
153. Лаврушин, Ю. А. 1976. Строение и формирование основных морен материковых оледенении. Москва: Наука, 237 с.
154. Малаховский, Д. Б. 1978. О некоторых формах инверсионного водноледникового рельефа Северо-Запада Русской равнины. В сб.: *Строение и формирование камов*. Таллин: 161–171.
155. Малаховский, Д. Б., Спиридонова, Е. А., Котлукова, И. В., Баканова, И. П., Бузлович, А. Л., Квасов, Д. Д. 1969. Валдайский горизонт. В кн.: *Геоморфология и четвертичные отложения северо-запада Европейской части СССР*, Ленинград: 133–176.
156. Матвеев, А. В. 1988. *Рельеф Белоруссий*. Минск: БГУ. 317 с.
157. Мейронс, З. В. 1975. Рельеф Латгальской возвышенности и сопредельных районов Восточно-Латвийской низменности. *Вопросы четвертичной геологии*, 8: 48–81.
158. Микалаускас, А., Юргайтис, А. 1979. Флювиогляциальные образования. В кн.: А. Микалаускас (ред.). *Строение и рельеф Жямайтской возвышенности*. Вильнюс: Мокслас, 98-117 с.
159. Нечипоренко, Л. А. 1989. Условия залегания и тектоническая предопределенность антропогенного покрова Белоруссии. Минск: Наука и техника, 114 с.
160. Раукас, А. 1978. *Плейстоценовые отложения Эстонской СССР*. Таллин: Валгус. 310 с.
161. Раукас, А., Ряхни, А., Мийдел А. 1971. Краевые ледниковые образования Северной Эстонии. Таллин: Валгус. 228 с.
162. Раукас, А. В., Конт, А. Р. 1978. Разновидности камов (Толковый словарь). В сб.: *Строение и формирование камов*. Таллин, 180–183.
163. Ряхни, Э. Э. 1965. О камах Северной Эстонии. В кн.: *Литология и стратиграфия четвертичных отложений Эстонии*. Таллин: Валгус, 45–60.

164. Саммет, Э. Ю. 1961. Некоторые вопросы четвертичной геологии и геоморфологии западной части Ленинградской области. В сб.: *Палеогеография четвертичного периода СССР*. Москва, 7–20.
165. Скобликов, В. И. 1952. Отчёт о поисках и разведке месторождении глин в Дусетском районе Вильнюсской области Литовской ССР. *Lietuvos geologijos tarnyba, Inv. Nr. 462, Vilnius*, 166 p. [Rankraštis saugomas LGT GF].
166. Страуме, Я. А. 1979. Геоморфология. В сб.: *Геологическое строение и полезные ископаемые Латвии*. Рига: Зинатне. 297–440.
167. Татарников, О. М. 1984. Звонцы Великолукской маргинальной гряды. В сб.: *Палеогеография и стратиграфия четвертичного периода Прибалтики и сопредельных районов*. Вильнюс: 50–54.
168. Фаустова, М. А. 1972. Краевые образования и особенности деградации последнего оледенения в районе с. Микулино Смоленской области. В сб.: *Краевые образования материковых оледенений*. Москва: 77–86.
169. Фаустова, М. А., Чеботарева, Н. С. 1969. Деградация последнего оледенения на территории Белоруссии и Смоленской области. В сб.: *Последний ледниковый покров на северо-западе Европейской части СССР*. Москва.
170. Чеботарева, Н. С. 1972. Ледниковые потоки Валдайского ледникового покрова. В сб.: *Краевые образования материковых оледенений*. Москва: 69–77.
171. Чеботарева, Н. С., Фаустова, М. А. 1969. Формы рельефа краевых зон, созданных в период деградации последнего оледенения. В сб.: *Последний ледниковый покров на северо-западе Европейской части СССР*, Москва, 31–56.
172. Чеботарева, Н. С., Фаустова, М. А. 1972. О подходах к изучению и картированию камовых образований. В сб.: *Ледниковый морфогенез*. Рига: 109–113.

173. Юргайтис, А. А. 1984. Литогенез флювиогляциальных отложений области последнего материкового оледенения. Москва: Недра, 184 с.

PUBLIKACIJŲ DISERTACIJOS TEMA SĄRAŠAS

straipsniai periodiniuose mokslo leidiniuose, turinčiuose citavimo rodiklį
(WEB of Knowledge Thomson Reuters)

1. **Karmazienė, D.**, Karmaza, B., Baltrūnas, V. 2013. Glacial geology of North Lithuanian ice marginal ridge and surrounding plains. *Baltica*, 26 (1), 57–70. ISSN 0067–3064, ISSN 1648–858X.

2. Bitinas, A., **Karmazienė, D.**, Jusienė, A. 2004. Glaciolacustrine kame terraces as an indicator of conditions of deglaciation in Lithuania during the Last Glaciation. *Sedimentary Geology*, 165, 285–294. ISSN 0037-0738.

**Publikacijos kituose recenzuojamuose periodiniuose, tęstiniuose arba
vienkartiniuose leidiniuose**

3. **Karmazienė, D.**, Zinkutė, R., Karmaza, B., Česnulevičius, A. 2011. Clay as a natural isolating cover: its formation in supraglacial and proglacial subenvironments in North Lithuania. *The 8th International Conference Environmental Engineering, May 19-20, 2011, Vilnius, Lithuania. Selected papers. Vol. I. Edited by D. Cygas and K. D. Froehner.* 155–161. ISSN 2029-7106 print / ISSN 2029-7092 online, ISSN 978-9955-28-831-2 CD (ISI Proceedings).

4. **Karmazienė, D.**, Karmaza, B. & Baltrūnas, V. 2007. Structural characteristics of Pleistocene deposits in North Lithuania. *Applied Quaternary research in the central part of glaciated terrain (edited by Peter Johansson and Pertti Sarala): Proceedings of the INQUA Peribaltic Group Field Symposium 2006, Oulanka biological research station, Finland, September 11.–15. Geological Survey of Finland, Special Paper 46,* 31-37. ISBN 978-952-217-006-4 (paperback). ISBN 978-952-217-021-7 (PDF). ISSN 0782-8535.

5. **Karmazienė, D.** 2006. Reljefas ir geomorfologija. Kn.: *Šiaulių krašto geologija*. Red. J. Satkūnas. Vilnius-Utena: 34–46. ISBN 9986-623-43-

X, ISBN 9955-676-45-0.

6. **Karmazienė, D.** 2006. Tiesioginė geologinė aplinka. Kn.: *Šiaulių krašto geologija*. Red. J. Satkūnas. Vilnius-Utena: 27–33. ISBN 9986-623-43-X, ISBN 9955-676-45-0.

7. Baltrūnas, V., Karmaza, B., **Karmazienė, D.** 2005. Pleistoceno nuogulų sandaros ir formavimosi ypatybės Šiaurės Lietuvoje. *Geologija*, 52, 22-33. ISSN 1392-110X.

8. **Karmazienė, D.** 1999. Targių ozai – Kurtuvėnų regioninio parko gamtos puošmena. *Geologijos akiračiai*, 1: 52–57. ISSN 1392-0006.

PRANEŠIMAI KONFERENCIJOSE

1. **Karmazienė, D.** 2012. Kame terraces as an indicator of conditions of deglaciation in Lithuania during the Last Glaciation. *Geomorphology and palaeogeography of polar regions: Proceeding of the joint International Conference Geomorphology and palaeogeography of polar regions, Leopoldins Symposium and INQUA Peribaltic Working Group Workshop: Saint-Petersburg, SPbSU, 9-17 September, 2012*, 433.

2. **Karmazienė, D.** 2011. Quaternary geology and Geomorphology of the North Lithuanian Ice marginal ridge and surrounding plains. *Late Pleistocene glacigenic deposits from the central part of the Scandinavian ice sheet to Younger Dryas end moraine zone: Excursion guide and abstracts: INQUA Peribaltic Working Group Meeting and Excursion, Northern Finland, 12-17 June 2011*, 102-103.

3. **Karmazienė, D.**, Zinkutė, R., Karmaza, B., Česnulevičius, A. 2011. Clay as a natural isolating cover: its formation in supraglacial and proglacial subenvironments in North Lithuania. *Environmental Engineering: the 8th International Conference, May 19-20, 2011, Vilnius*, 155.

4. **Karmazienė, D.** 2009. Geological and geomorphological structure of the glaciolacustrine kame terrace of the North Lithuania phasial, Baltija stage. *Extent and timing of the Weichselian glaciation southeast of the Baltic sea:*

International Field Symposium of the INQUA Peribaltic Working Group, Tartu, September 13-17, 2009, 28-29.

5. **Karmazienė, D.** 2007. The North Lithuanian ice marginal moraine ridge: structure, origin and relationship of surface forms with Pre-Quaternary structures. *The Quaternary of western Lithuania: from the pleistocene glaciations to the evolution of the Baltic Sea: Proceedings: The INQUA Peribaltic Group Field Symposium, May 27 – June 02, 2007, Plateliai, Lithuania, 30-31.*

6. **Karmazienė, D.,** Karmaza, B., Baltrūnas, V. 2006. Peculiarities of the structure and formation of pleistocene deposits in northern Lithuania. *Late pleistocene glacial deposits in the central part of the Scandinavian ice sheet: The INQUA Peribaltic Group Field Symposium in Finland, September, 11-15, 2006: Abstracts, 18.*

7. Bitinas, A., **Karmazienė, D.,** Jusienė, A. 2002. Peculiarities of Lithuania's territory deglaciation. *Field Symposium on Quaternary geology and geodynamics in Belarus: May 20-25th 2002, Grodno: Abstract volume, 9.*

8. **Karmazienė, D.** 2001. The structure of the kame terrace of the North-Lithuania phasial Baltija stage. *Field Symposium Quaternary geology in Lithuania, 19-25 May, 2001: Abstract volume, 27-28.*