



Interreg

Latvija–Lietuva

Eiropas Reģionālās attīstības fonds



EIROPAS SAVIENĪBA

*LLI-483 «Unikālo ģeoloģisko un ģeomorfoloģisko dabas vērtību izmantošana zaļā izzinošā tūrisma attīstībā»/ GEOTOUR
Apmācības tūrisma gidiem “Dabas tūrisms Zemgalē - ģeoloģiskie un ģeomorfoloģiskie objekti”*

“Neparastākās ģeoloģiskās parādības Latvijā – toreiz un tagad.”

*Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes asociētais profesors,
pirmās latviešu polārpētnieku ekspedīcijas Antarktīdā dalībnieks **Māris Krievāns***

8.08.2022.

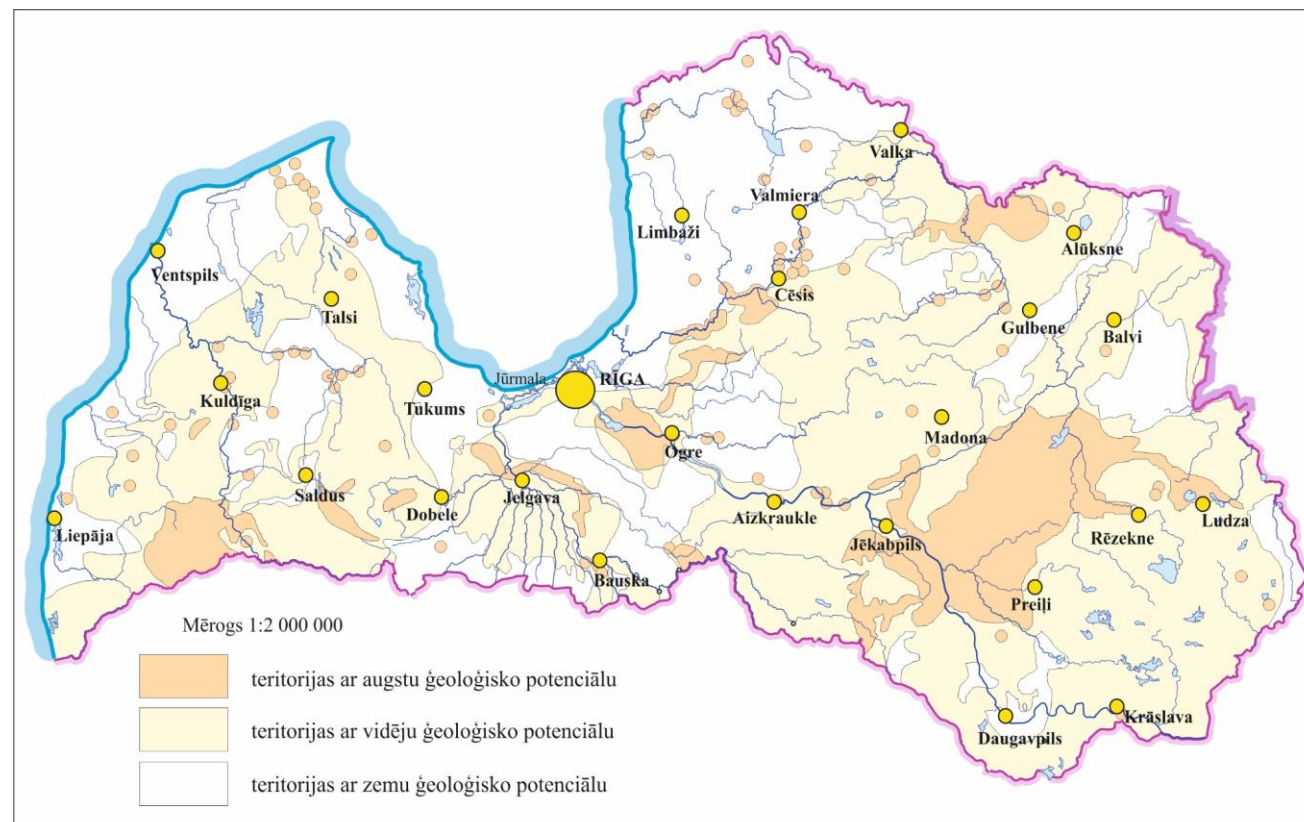
Ievads

Ģeoloģiskais potenciāls – teritorijas ģeoloģisko resursu kopums, kuru veido:

- zemes dzīļu nogabali, kuros iespējama zemes dzīļu derīgo īpašību izmantošana;
- derīgo izrakteņu izplatības areāli un atradnes;
- aizsargājamie ģeoloģiskie dabas objekti.

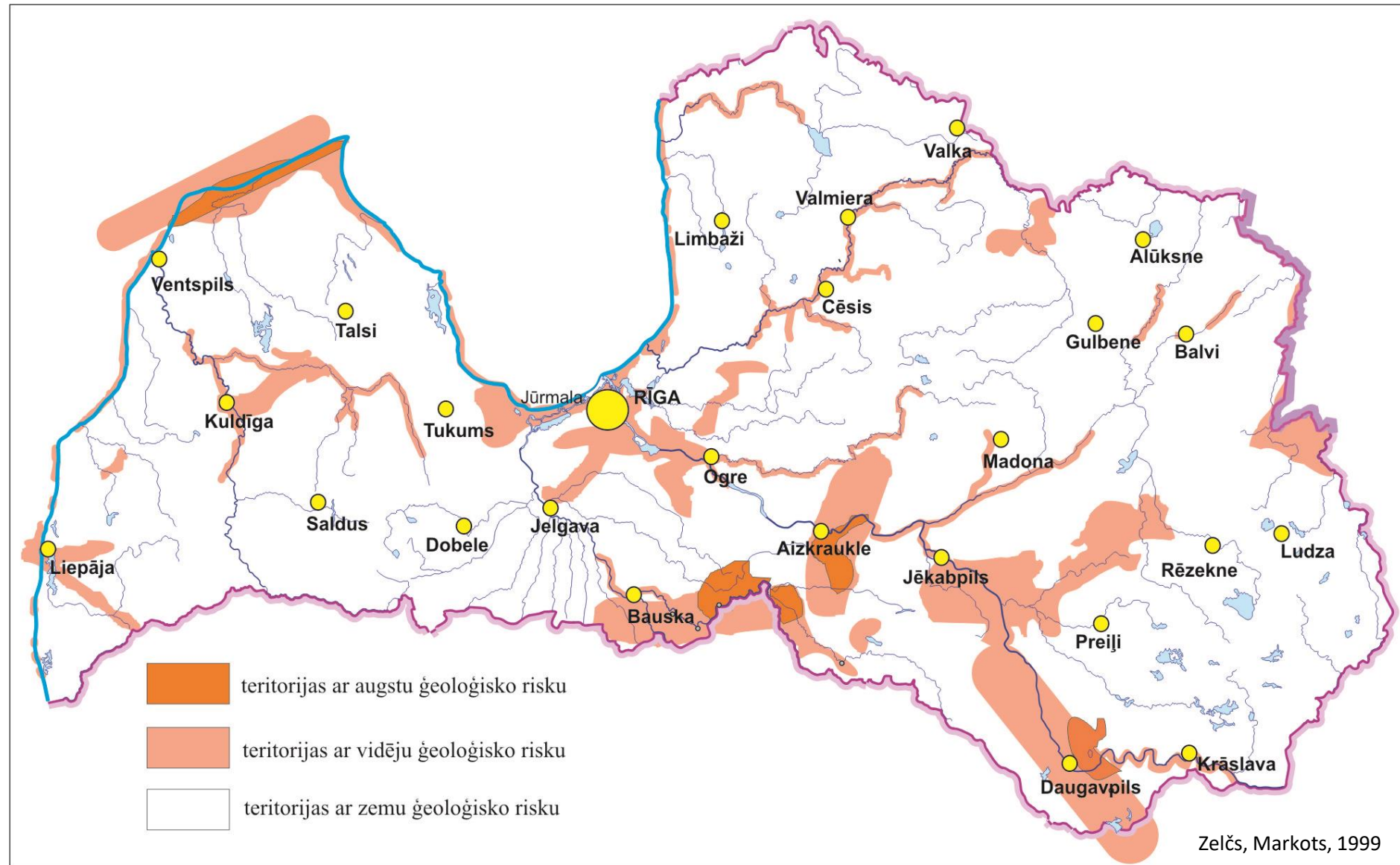
Ģeoloģiskais potenciāls parāda teritorijas pievilcību no ģeoloģisko interešu viedokļa

Kartē uzskatāmi parādās apvidi, kur dažādu derīgo izrakteņu izplatības areāli savstarpēji pārsedzas, kas ļauj viegli identificēt teritorijas ar augstu, vidēju vai zemu ģeoloģisko potenciālu.



Latvijas teritorijas ģeoloģiskā potenciāla vērtējums (Lācis, 1998. Avots: Zelčs, Markots, 1999).

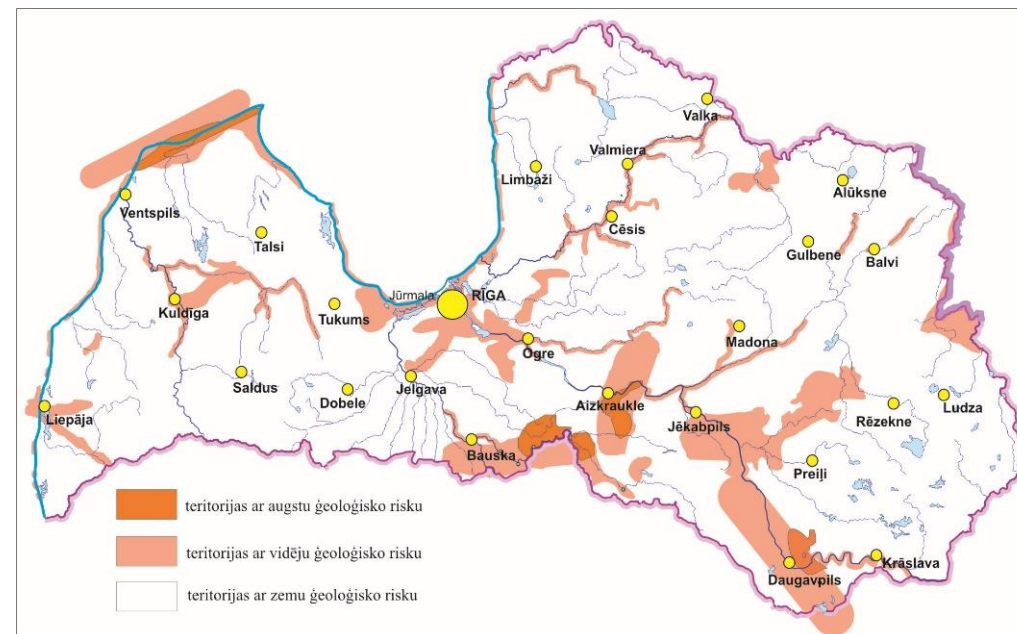
Latvijas teritorijas ģeoloģiskā riska vērtējums – ģeoloģiskās parādības



Latvijas teritorijas ģeoloģiskā riska vērtējums

Kartē iekļautie eksogēno (eksodinamisko) un endogēno (ģeodinamisko) bīstamo ģeoloģisko procesu izplatības nogabali:

- Karsta izplatības teritorijas;
- Aktīvās abrāzijas darbībai pakļautie jūras piekrastes posmi;
- Upju ieleju erozijas un akumulācijas posmi;
- Upju ieleju nogāžu posmi ar noslīdeņiem, nobrukumiem un gravu veidošanos;
- Ūdenskrātuvju krastu pārveidošanās posmi;
- Eolo procesu aktivizācijas iespējamie iecirkņi;
- Seismiskā riska zonas;
- Bīstamo ģeoloģisko procesu konstatētās aktīvās norises vietas.



Nav iekļautas potenciālo draudu teritorijas:

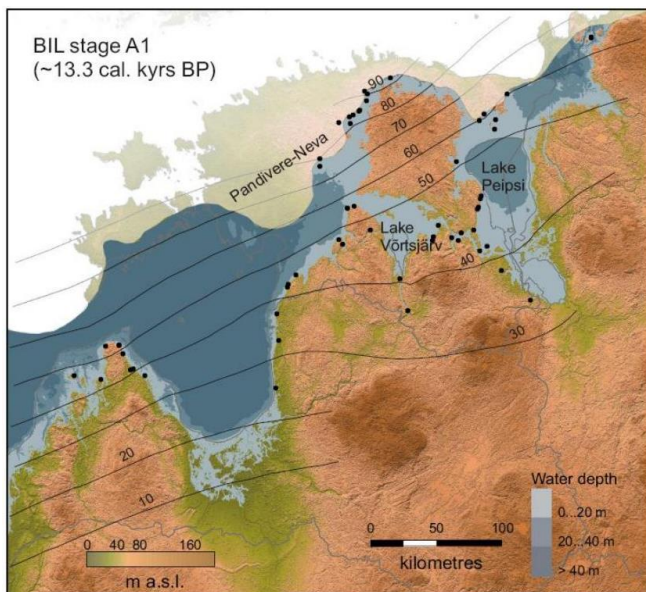
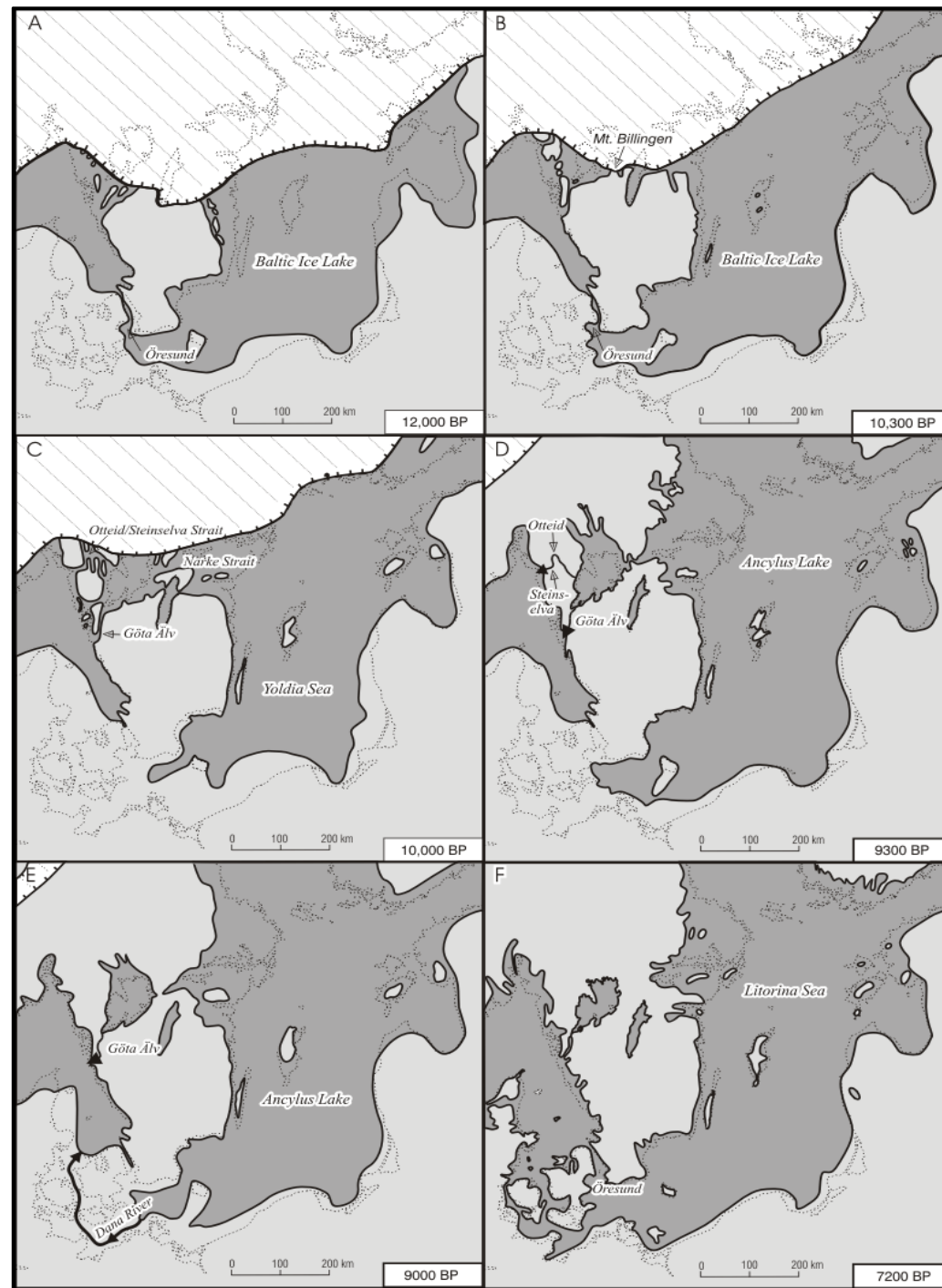
- Gāzes krātuvju dehermetizācija;
- Uzplūdu un palu laikā aplūstošās;
- Ūdenskrātuvju avāriju;
- Ģeoķīmisko, ģeomagnētisko un gravimetrisko anomāliju apvidi;
- Globālā klimata pasiltināšanās seku potenciāli apdraudētās teritorijas.

Baltijas jūras attīstības vēsture

Atsevišķos evolūcijas posmos Baltijas jūra bija savienota ar Pasaules okeānu, gan arī izolēta no tā.

Izveidojoties savienojumiem, iestājās iekškontinentālas (epkontinentālas) iesālūdens jūras apstākļi. Izolāciju laikā pastāvēja liela saldūdens ezera apstākļi.

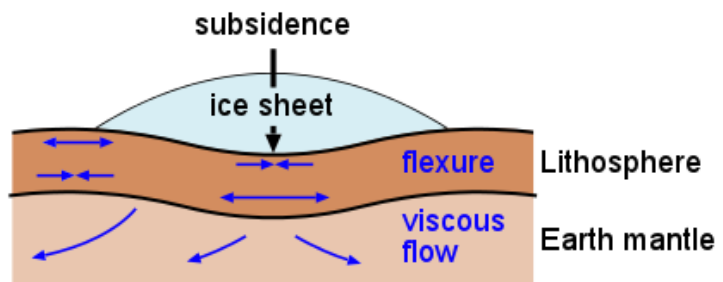
Par mūsdienu Baltijas jūras veidošanās sākumu nosacīti var uzskatīt Baltijas ledus ezera izveidošanos leduslaikmeta beigu posmā.



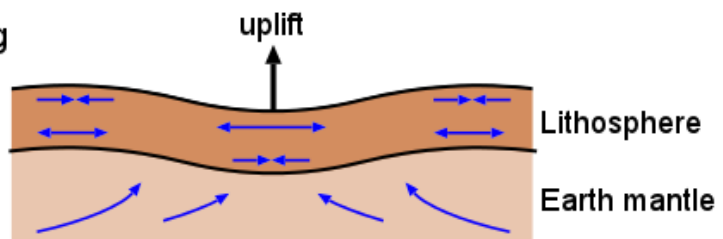
Neotektoniskās zemes garozas kustības



Loading

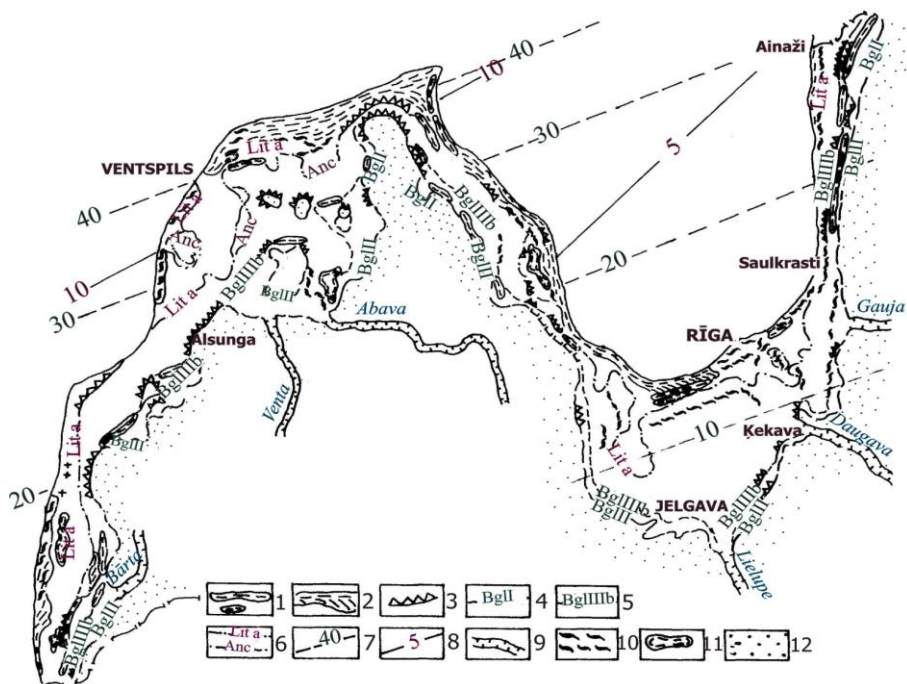


Deloading



Glacioizostāzija ir zemes garozas vertikālās kustības pleistocēna un mūsdienu segledāju klātajās teritorijās.

Atspoguļo zemes garozas nogabalu hidrostatiskā līdzsvara atjaunošanos pēc ledāja radītās noslodzes izzušanas, segledājam izkūstot.

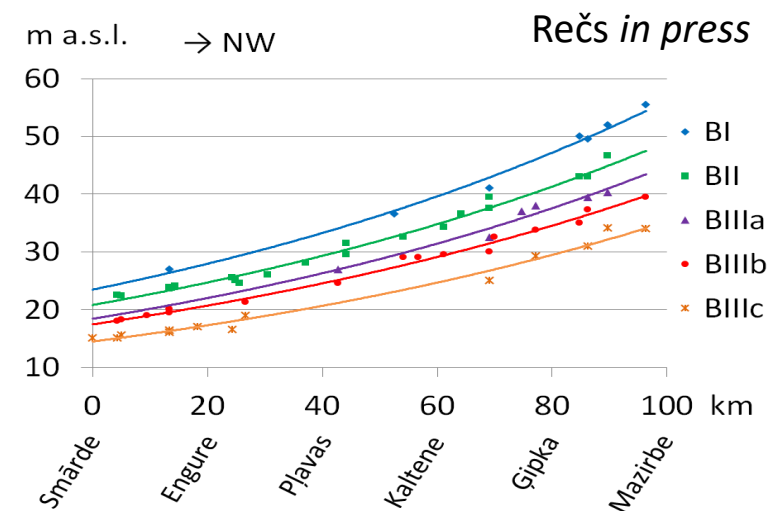
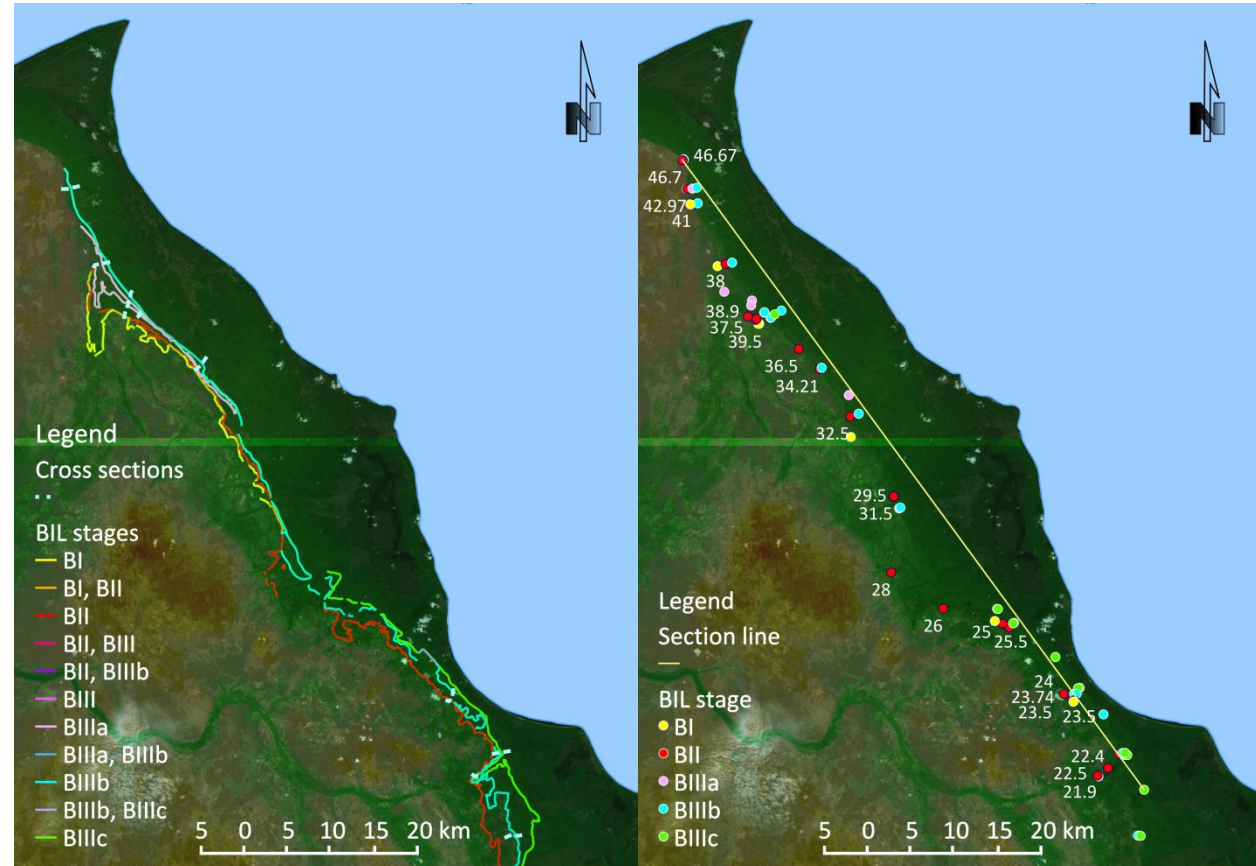


Baltijas ledusezera BglIII_b fāzes un Litorīnas jūras Lit_a stadijas krasta līniju novietojums virs mūsdienu jūras līmeņa dažādos Baltijas jūras piekrastes apvidos (Grīnbergs, 1957 ar V. Zelča izmaiņām).

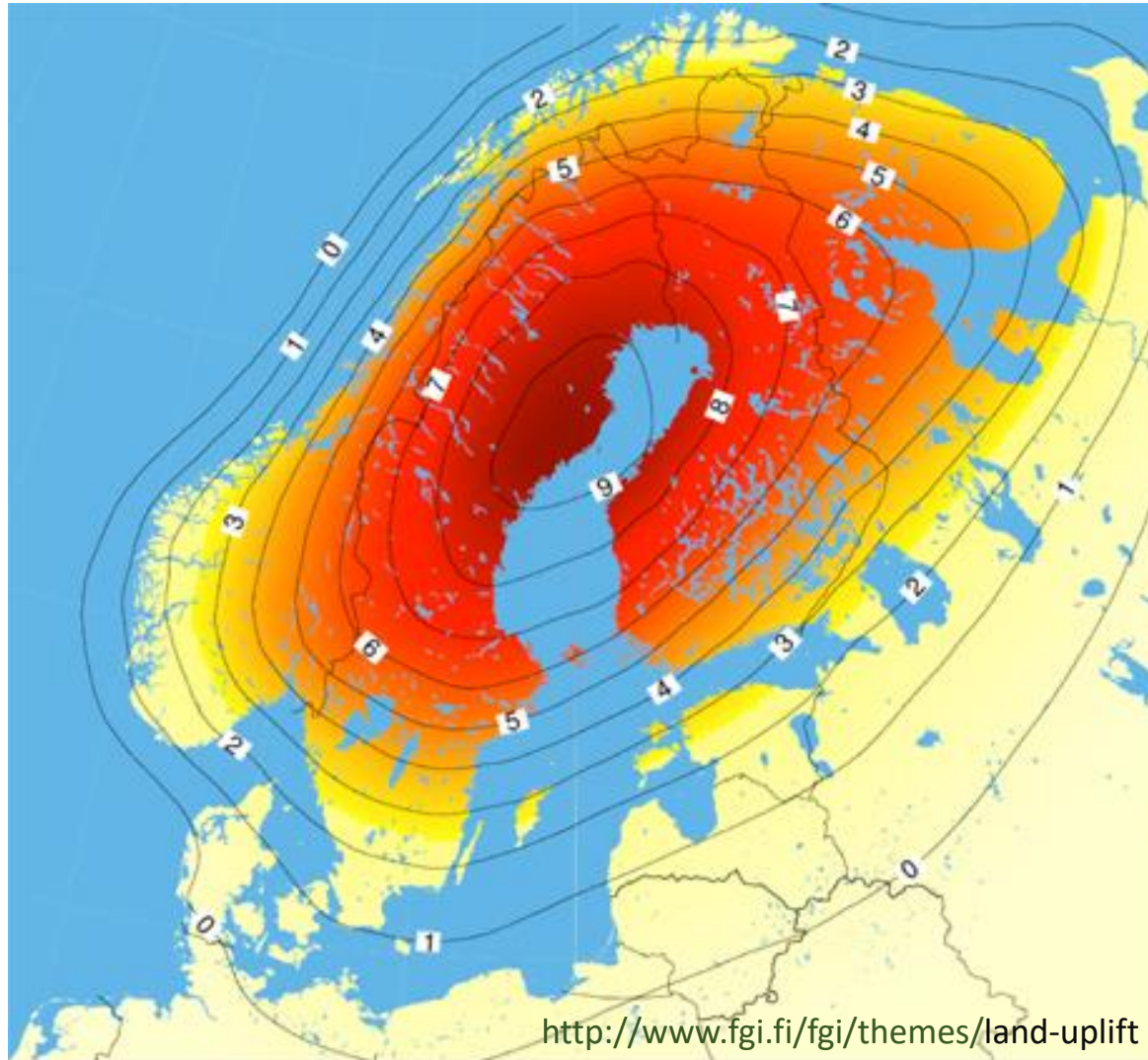
Liecības par zemes garozas pacelšanos:

- Baltijas jūras stadiju krasta līniju deformācijas;
- upju terasu spektri un to deformācijas;
- zemestrīces.

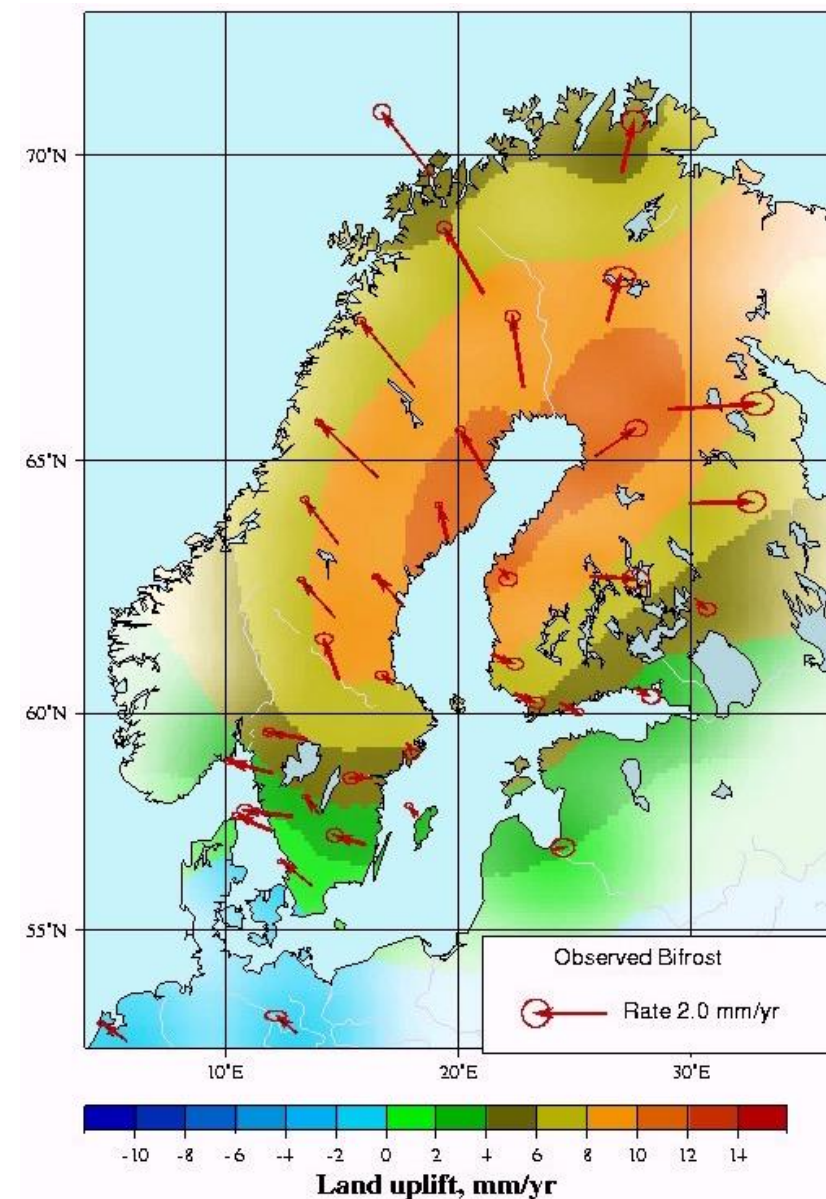
Latvijā kopš Baltijas ledus ezera BglI maksimālā relatīvā pacelšanās glaciozostāzijas ietekmē Kurzemes pussalas Z daļā ir ap 40-50 m.



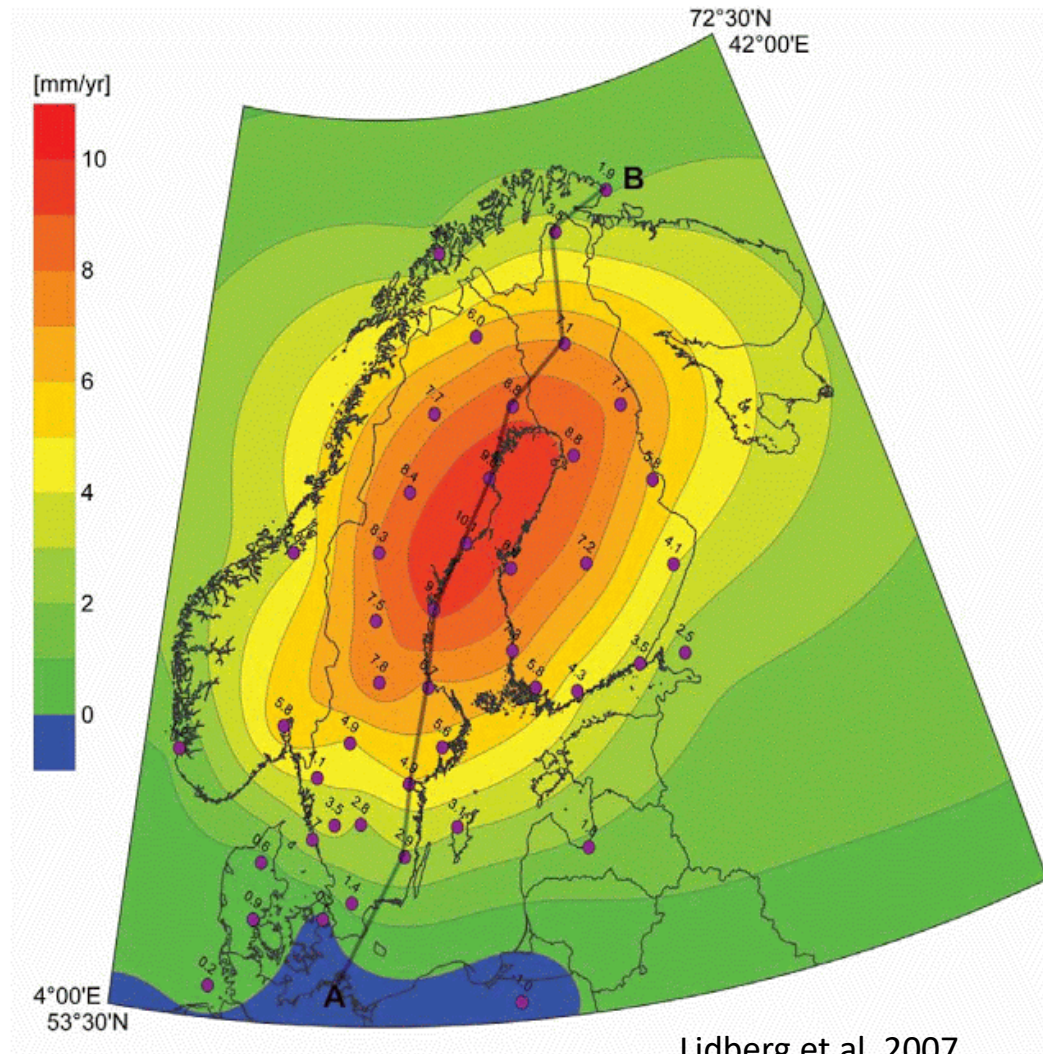
Glaciostāzijas efekts Fenoskandijā un DA-Baltijā



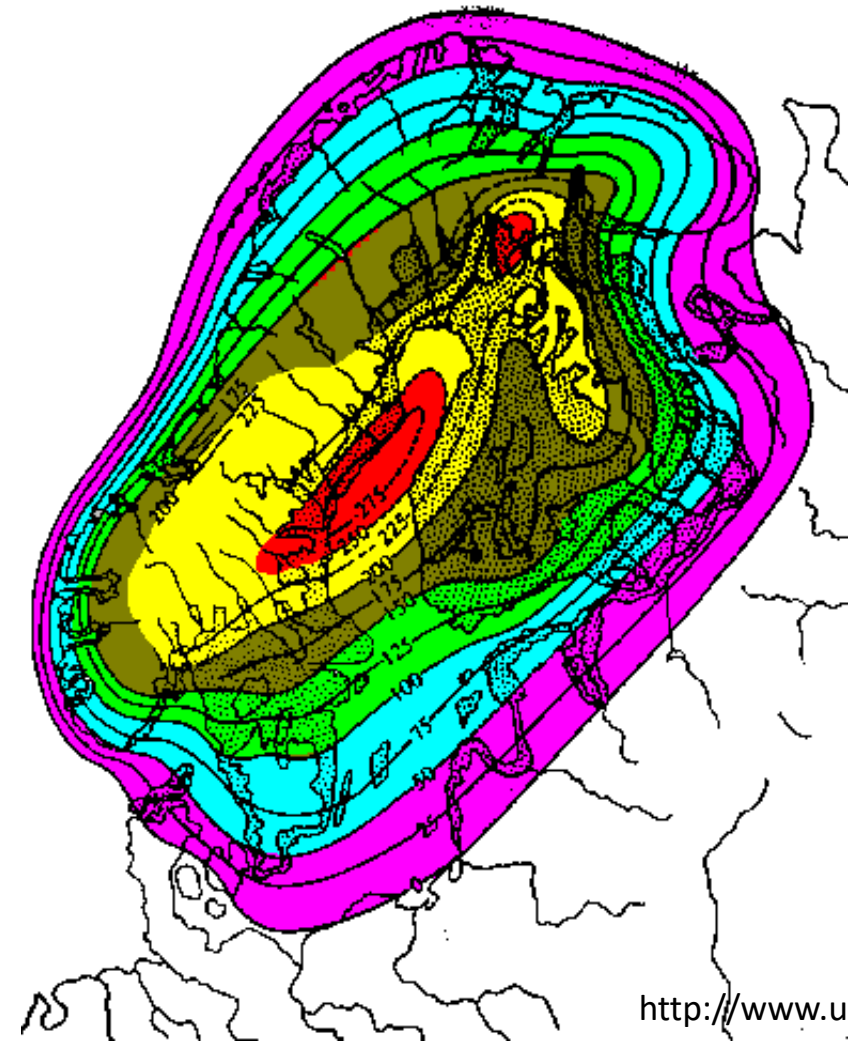
Baltijas un Skandināvijas teritorijas zemes virsmas celšanās (mm/gadā) attiecībā pret Zemes centru.



Glaciostāzijas efekts Fenoskandijā un DA-Baltijā

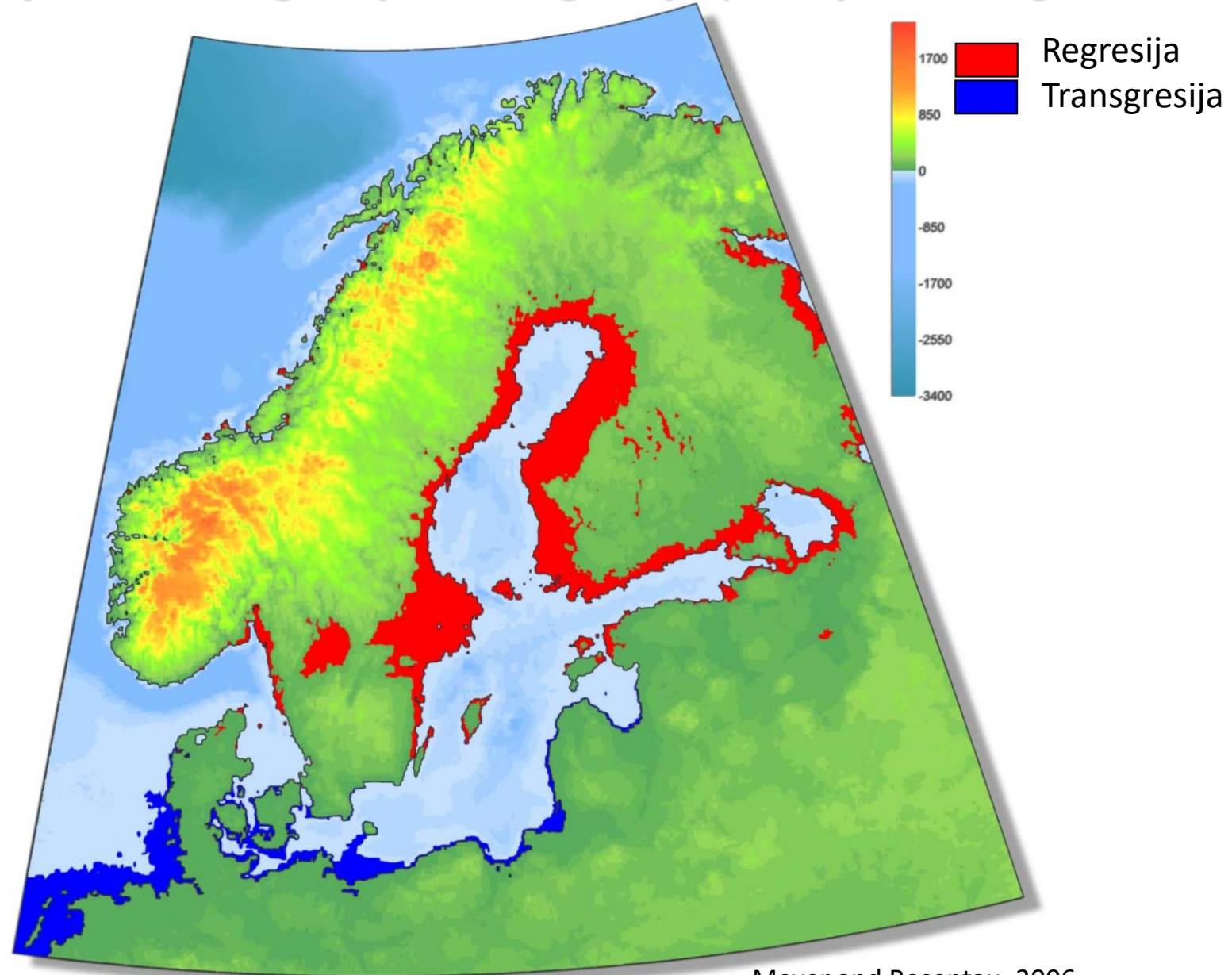


Glacioizostatiskās pacelšanās intensitāte.



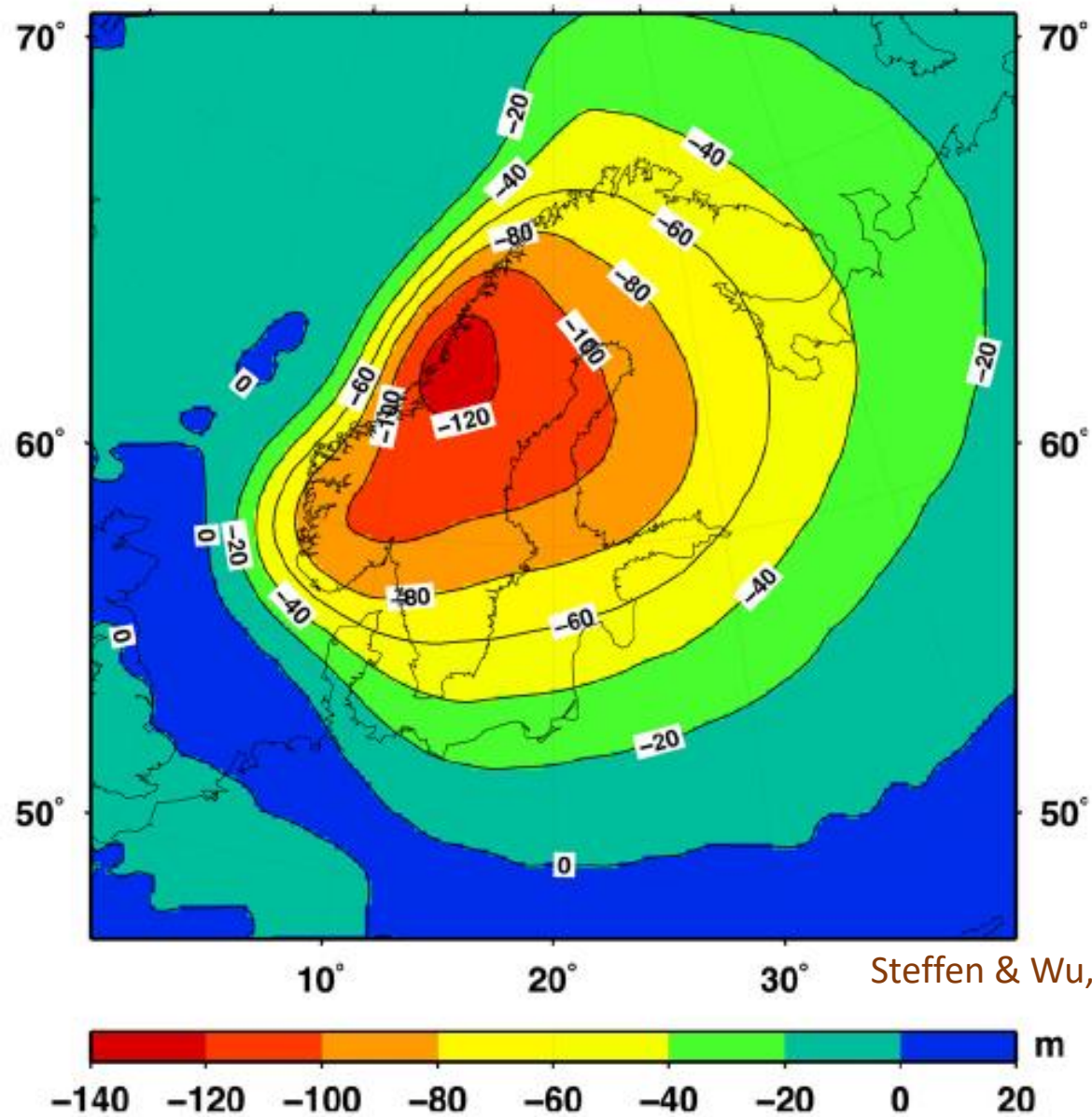
Zemes garozas izostatiskās pacelšanās augstums
10 000 gadu laikā.

Baltijas jūras transgresija un regresija pēdējo 8000 gadu laikā

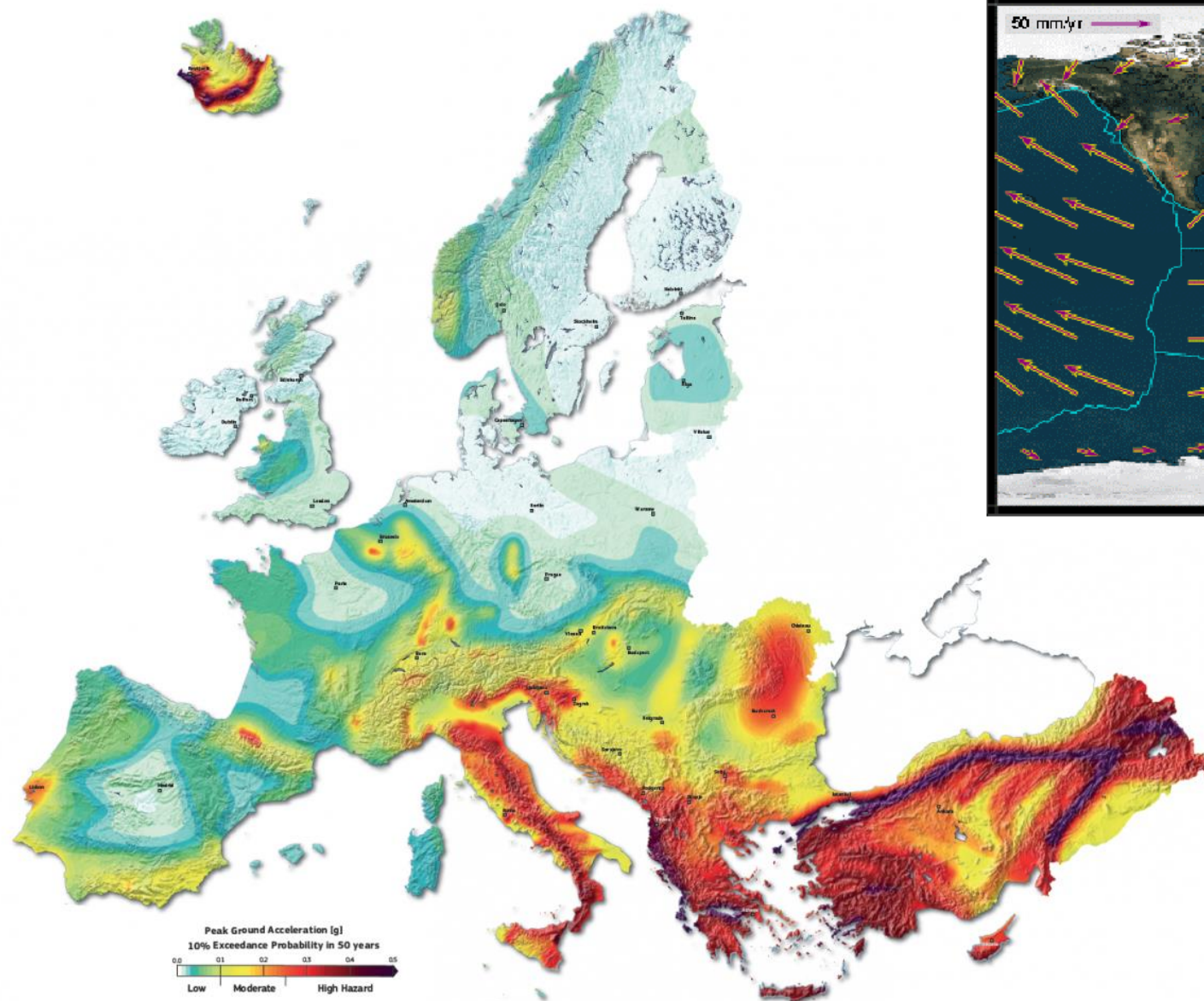


Meyer and Rosentau, 2006

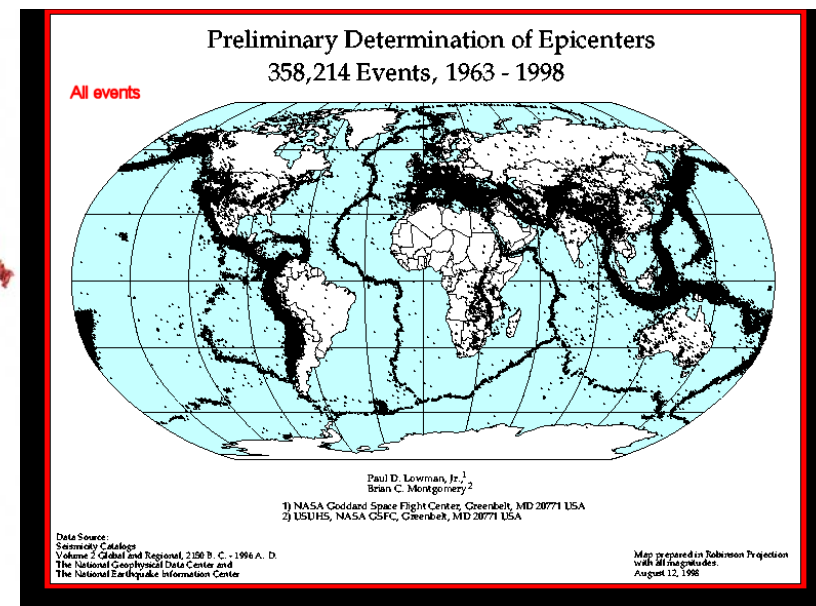
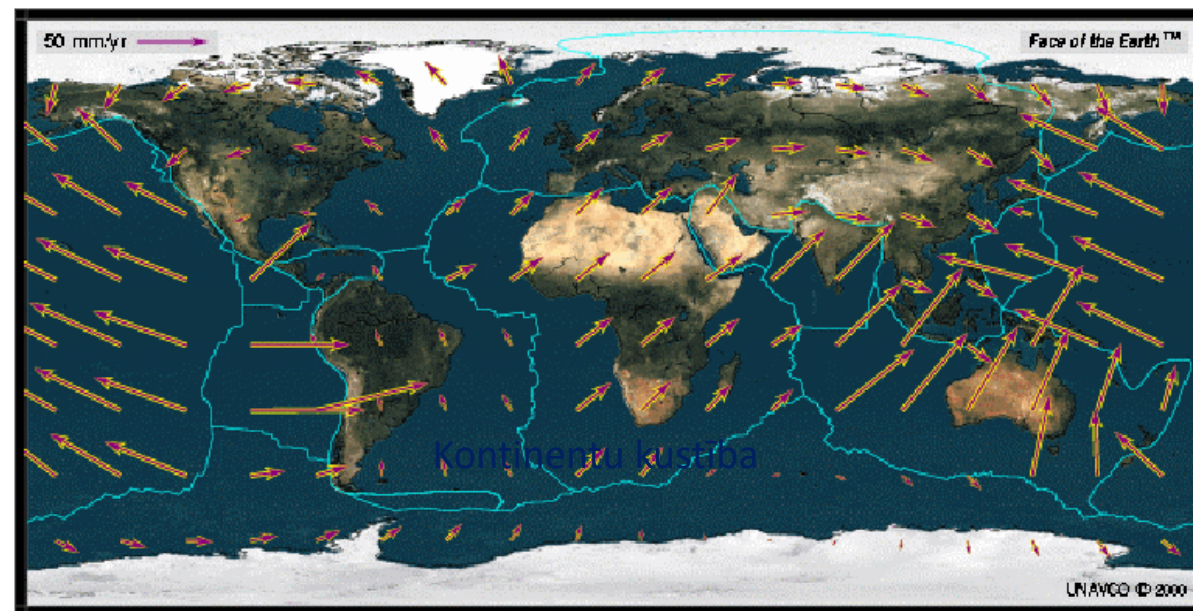
Atlikusī pācelšanās



Seismiskā aktivitāte



Seismiskā apdraudējuma karte



Latvijas seismogēno zonu karte

Apzīmējumi:

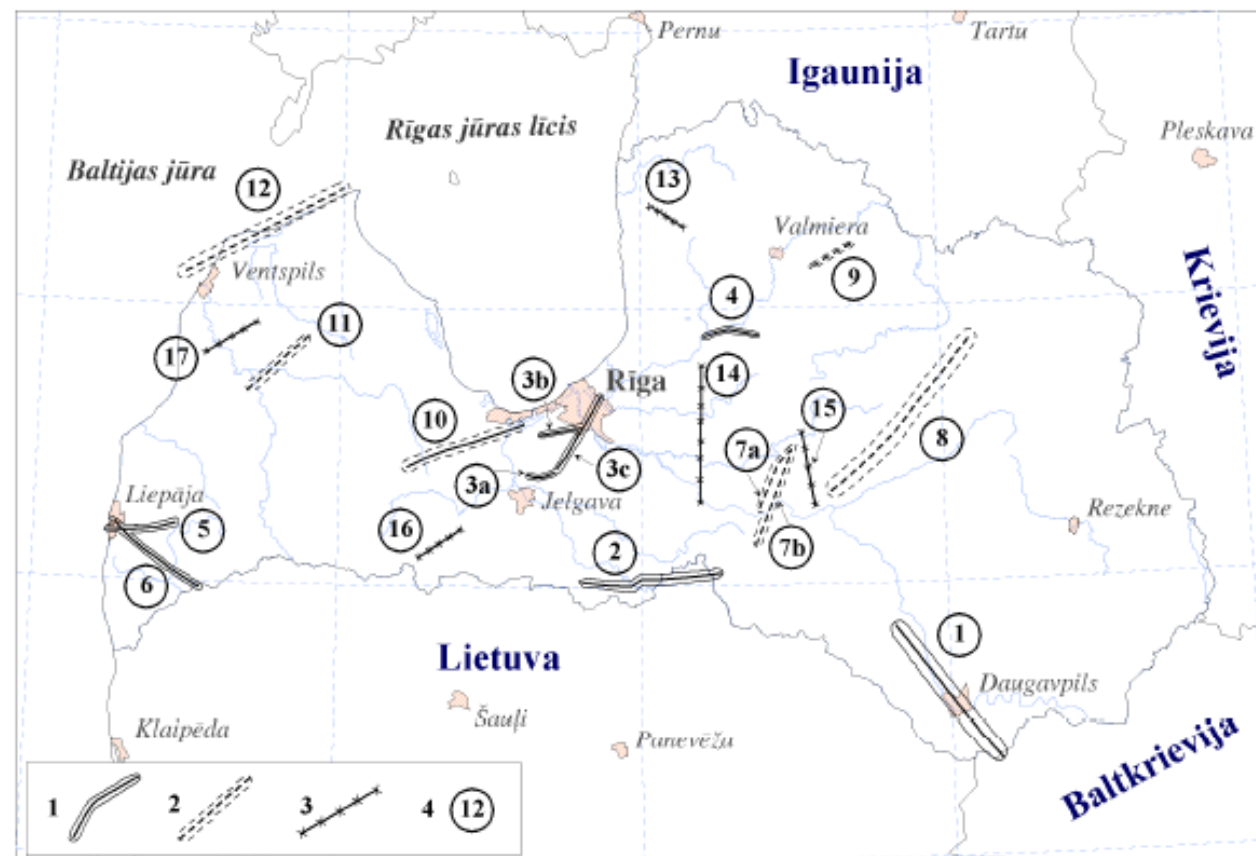
1 – zemestrīču cilmvietu rašanās droši noteiktas (ZCR) zonas;

2 – zemestrīču cilmvietu rašanās potenciālās (ZCRP) zonas;

3 – seismotektoniskās (ST) zonas;

4 – seismogēnās zonu numurs:

1 – Daugavpils; 2 – Bauska; 3a – Jelgava; 3b – Pārdaugava; 4 – Sigulda; 5 – Liepāja-Saldus; 6 – ZR-Žemaitija; 7a – Aizkraukle-1; 7b – Aizkraukle-2; 8 – Gulbene; 9 – Valmiera; 10 – Sloka; 11 – Usma; 12 – Irbe-Pērnavas; 13 – Svētupes; 14 – R-Baltija; 15 – A-Baltija; 16 – Dobeles; 17 – Piltene.

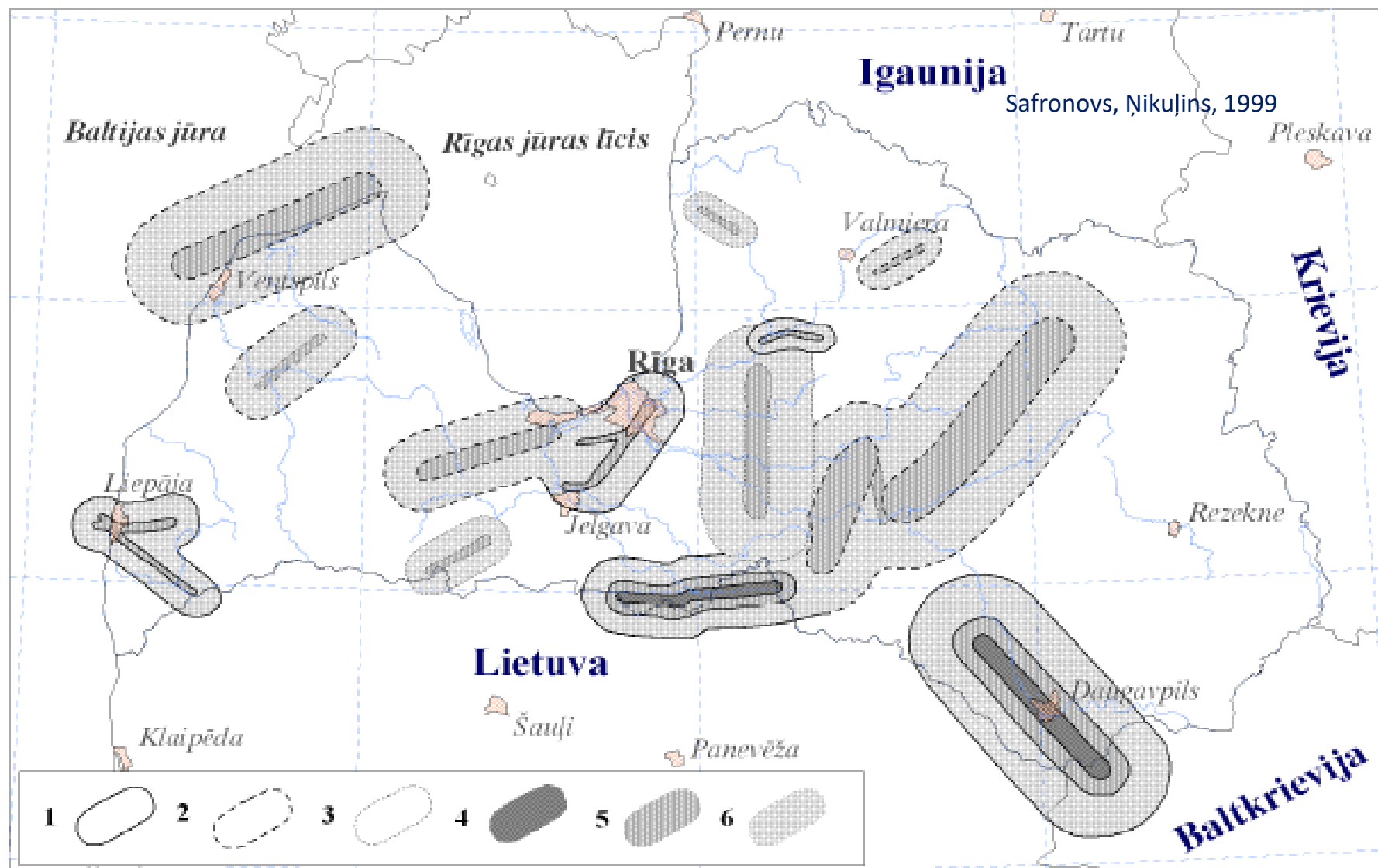


ZCR zona – seismogēnā zona, kuru droši var noteikt pēc ģeoloģiski-ģeofizikālo un seismoloģisko datu kompleksa. Šajā zonā radušās un nākotnē var rasties zemestrīču cilmvietas.

ZCRP zona – aktīvs pārrāvums, kas noteikta pēc ģeoloģiski-ģeofizikālo pazīmju kompleksa. Netālu no šī aktīvā pārrāvuma ir konstatētas vai instrumentāli reģistrētas viena vai dažas zemestrīces.

ST zona – pārrāvums, kas nav aktīvs. Šīs zonas tuvumā noteiktas vai instrumentāli reģistrēta viena vai dažas zemestrīces, kas varētu būt ģenētiski saistītas ar konkrēto pārrāvumu.

Latvijas seismiskā rajonēšana



Apzīmējumi: 1 = ZCR zonas ietekmes robeža; 2 = ZCR potenciālo zonu ietekmes robeža;

3 = iespējamo seismotektonisko zonu robeža; **Seismiskās iedarbības intensitāte** (pēc MSK-64 skalas): 4 = 7 balles; 5 = 6 balles; 6 = 5 balles.

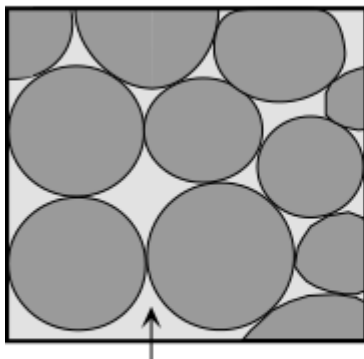
Seismiskās skalas

MERKALLI SKALA		MEDVEDEVA SKALA		RIHTERA SKALA	
BALLES	IESPĒJAMĀS PARĀDĪBAS	BALLES	RAKSTUROJUMS	MAGNITŪDAS	RAKSTUROJUMS
I	Cilvēki nesajūt, uzrāda tikai instrumenti. Dzīvnieki ir satraukti. Durvis var lēni sašūpoties.	1.	Nemanāma	1,0	Reģistrējama tikai ar mērinstrumentiem
II	Sajūt tikai daži cilvēki, kuri atrodas ēku iekšienē, sevišķi augšējos stāvos.	2.	Ļoti vāja	2,0-2,9	Ļoti vāji sajūtama
III	Ēku iekšienē vairāki cilvēki sajūt kā strauju vibrāciju. Karājošies priekšmeti var mazliet šūpoties.	3.	Vāja	3,0-3,9	Vāja
IV	Ēku iekšienē sajūt daudzi cilvēki, bet ārpusē tikai daži. Stāvoši automobiļi kratās.	4.	Mērena	4,0-4,9	Mērena
V	Sajūt lielākā daļa ārpus telpām esošo cilvēku. Ēkas dreb. Nelieli priekšmeti apgāžas. Durvis šūpojas.	5.	Jūtama	5,0-5,9	Jūtama 32 km (20 jūdžu) attālumā no epicentra. Iespējami sīki postījumi nelielā teritorijā
VI	Sajūt visi: cilvēkus pārņem bailes. Dreb koki. Sāk zvanīt nelieli zvani. Plīst trauki. Nogāžas gleznas un grāmatas.	6.	Stipra		
VII	Vispārējs satraukums. Cilvēkiem grūti noturēties uz kājām. Gāžas skursteņi. Krīt apmetums. Plīst logi.	7.	Ļoti stipra	6,0-6,9	Ļoti stipra
VIII	Grūti vadīt automobili. Ēkām ievērojami bojājumi.	8.	Postoša		
IX	Vispārēja panika. Gruntī parādās plaisas. Dažas ēkas sagraust.	9.	Ļoti postoša	7,0-7,9	Postoša zemestrīce
X	Upes iziet no krastiem. Pazemes vadi sarauti gabalos. Sagrauta lielākā daļa ēku.	10.	Iznīcinoša		
XI	Slejas dažu māju drupas. Sagraust tilti. Dzelzceļa sliedes izlokās. Lieli nogrūvumi.	11.	Katastrofāla	8,0-8,9	Ļoti postoša
XII	Gandrīz visas būves ir iznīcinātas. Zemes virsa viļņojas. Upes maina savu tecējumu.	12.	Galēji katastrofāla	>9,0	Iznīcinoša

Tiksotropija un zemestrīces

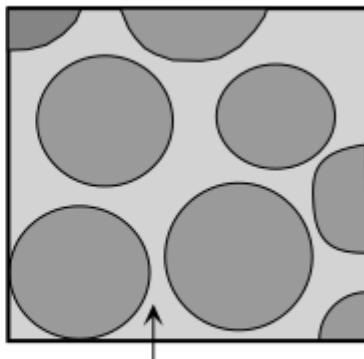
Tiksotropija (liquefaction) ir grunts spēja dinamiskas slodzes (vibrācijas, triecienu, transporta kustības, ultraskaņas u.c.) ietekmē sašķidrināties, un pāriet no plastiska stāvokļa tekošā stāvoklī, un pēc kāda laika atjaunot sākotnējo struktūru, neizmainoties mitruma daudzumam gruntīs.

Ar ūdeni
piesātināta grunts

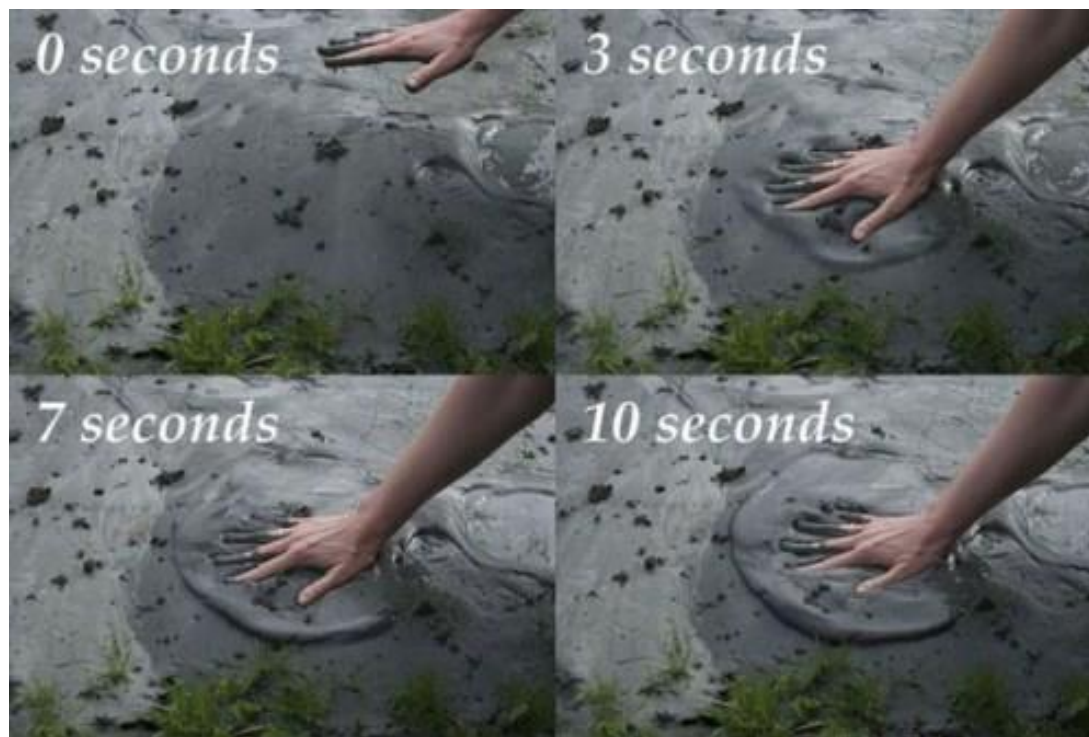


Ūdens aizpilda poras starp grunts cieto komponenti. Graudi saskārušies.

Sašķidrināšanās



Ūdens pilnībā aptver graudus. Grunts var plūst kā šķidrums.



https://www.youtube.com/watch?v=tvYKcCS_J7Y

Grunts sašķidrināšanās notiek, jo saistītais ūdens pāriet brīvajā ūdenī, tādējādi strauji palielinot grunts reālo mitrumu un samazinot grunts cieto fāzi.

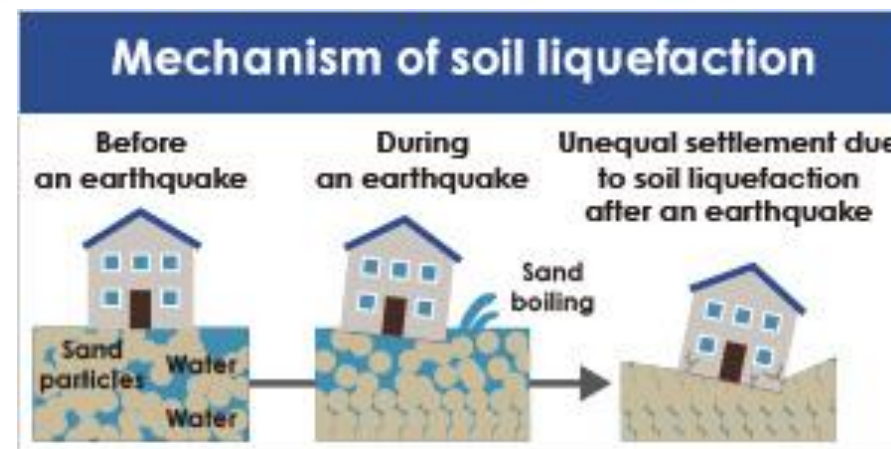
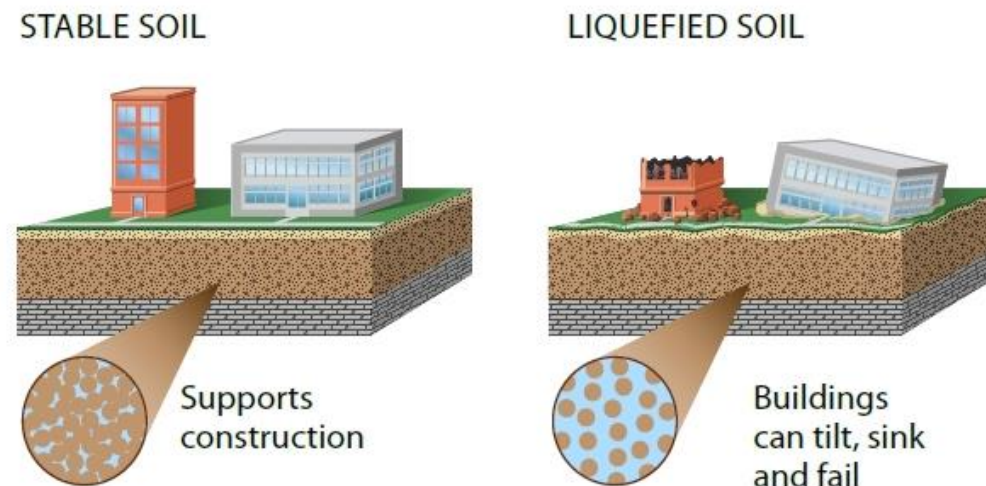
Tiksotropija un zemestrīces

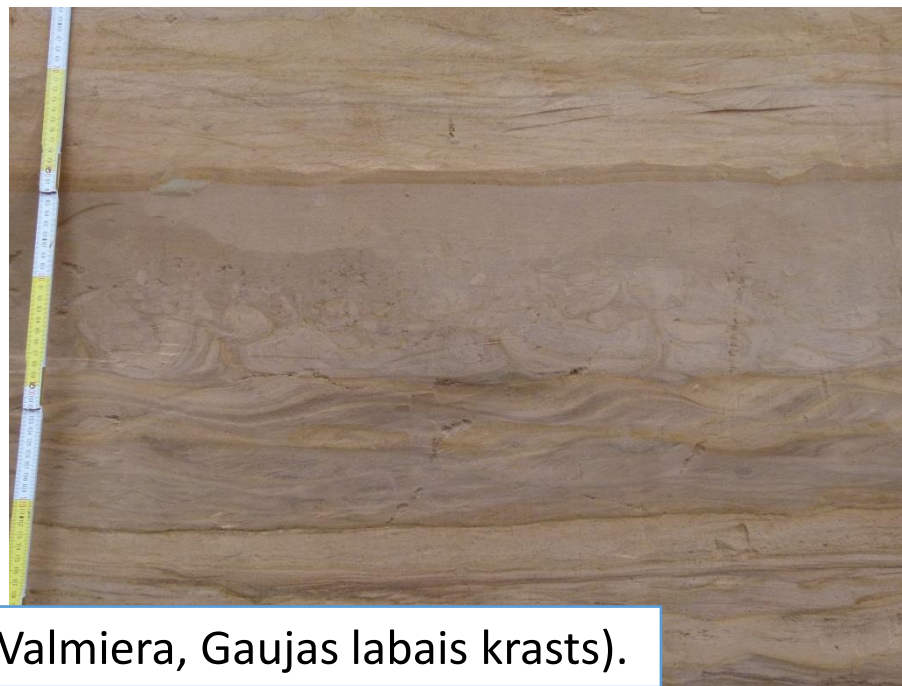
Tiksotropija raksturīga gruntīm, kas satur minerālas vai organiskas izcelsmes koloīdus.

2% liels māla daļiņu piejaukums smalkgraudainām viendabīgām kvarca smiltīm ir pietiekams, lai tajās izpaustos tiksotropijas parādības.

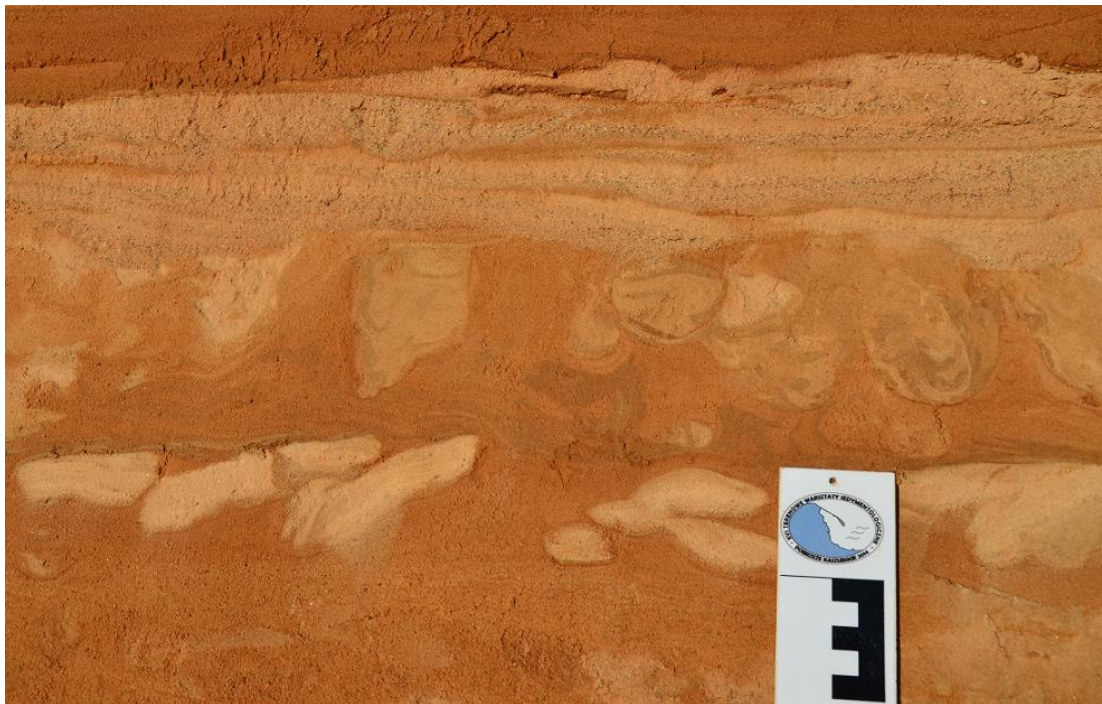
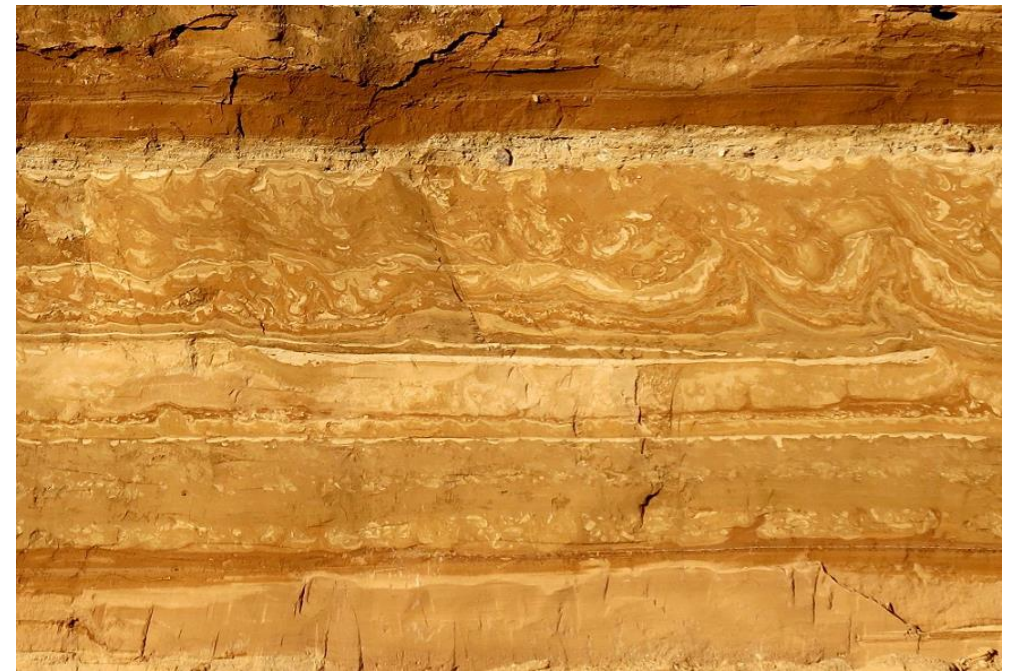


Grunts tiksotropiskā sašķidrināšanās ir tieši saistīta ar plūdeņu veidošanos grunts masīvā, kas var radīt lielas problēmas būvniecībā un būvju ekspluatācijā.

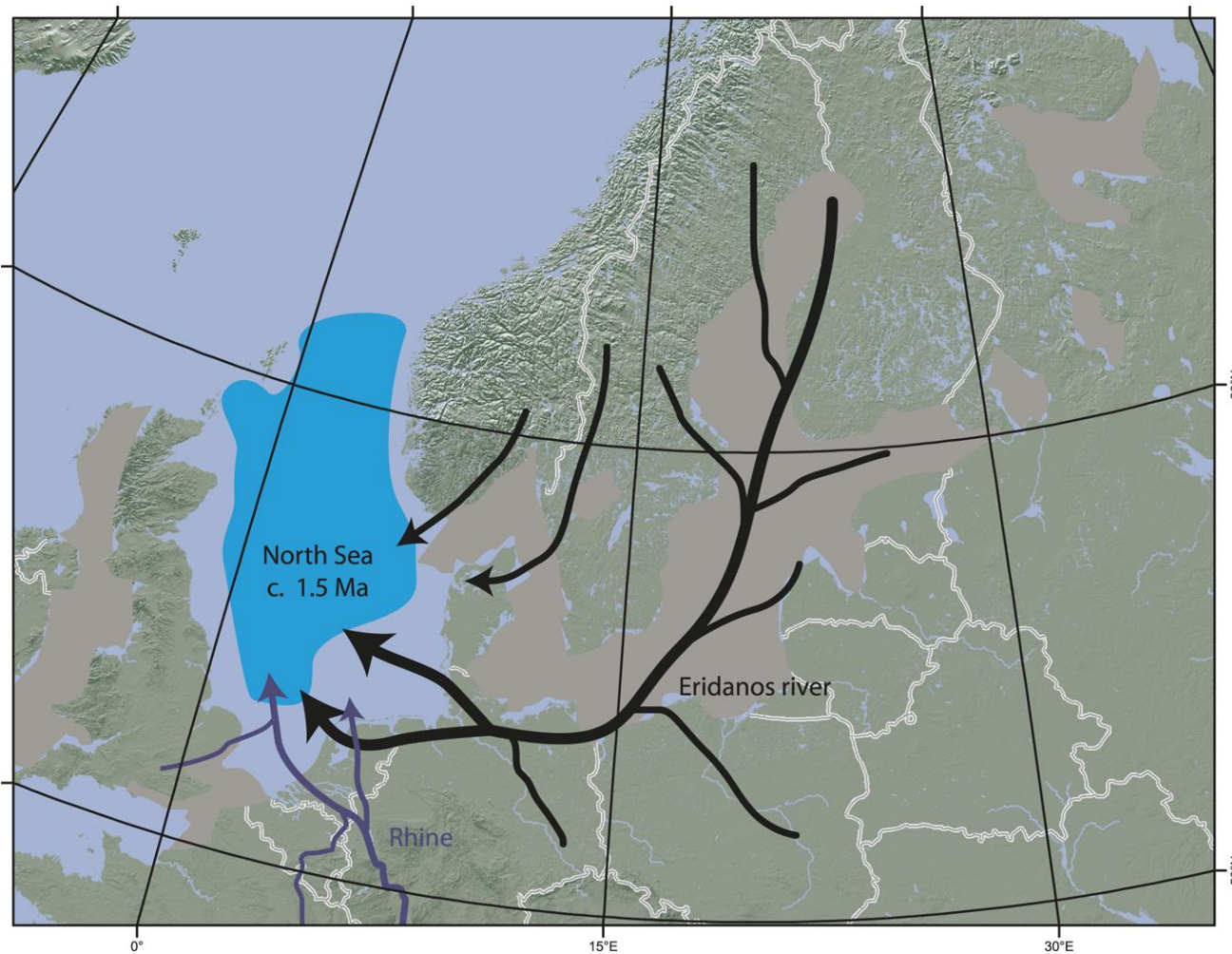




Seismīti Stāvo krastu atsegumā (Valmiera, Gaujas labais krasts).



Eridana



Eriadana zināma arī kā Baltijas upju sistēma eksistēja pirms 60-40 miljoniem gadu Eocēnā.

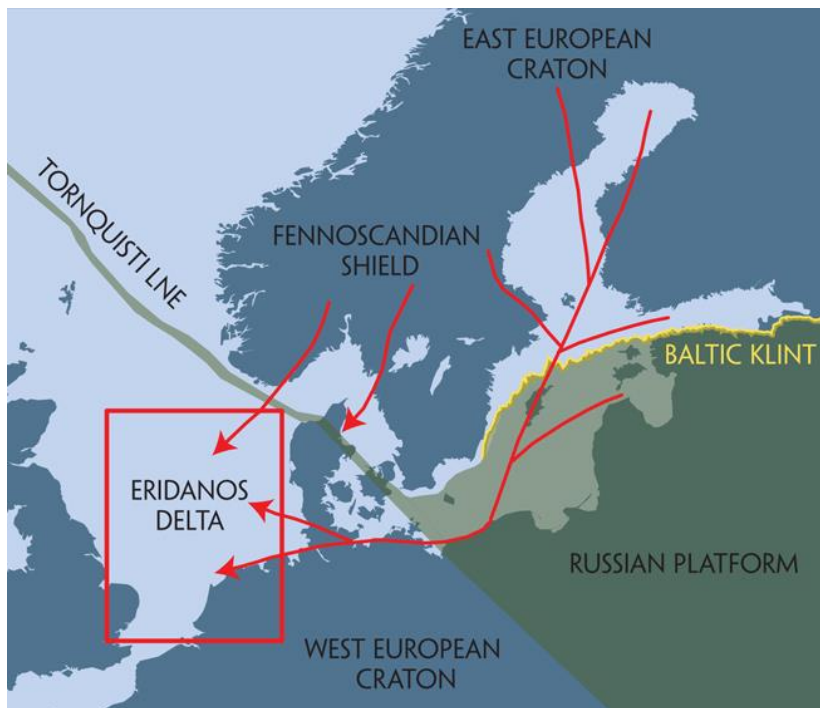
Aptuveni pirms 12 milj. gadu tā sasniedza Ziemeļjūras areālu, kurā mūsdienās sastopama milzīga 115 km plata delta.

Deltas izmēri salīdzināmi ar mūsdienu Amazones deltu.

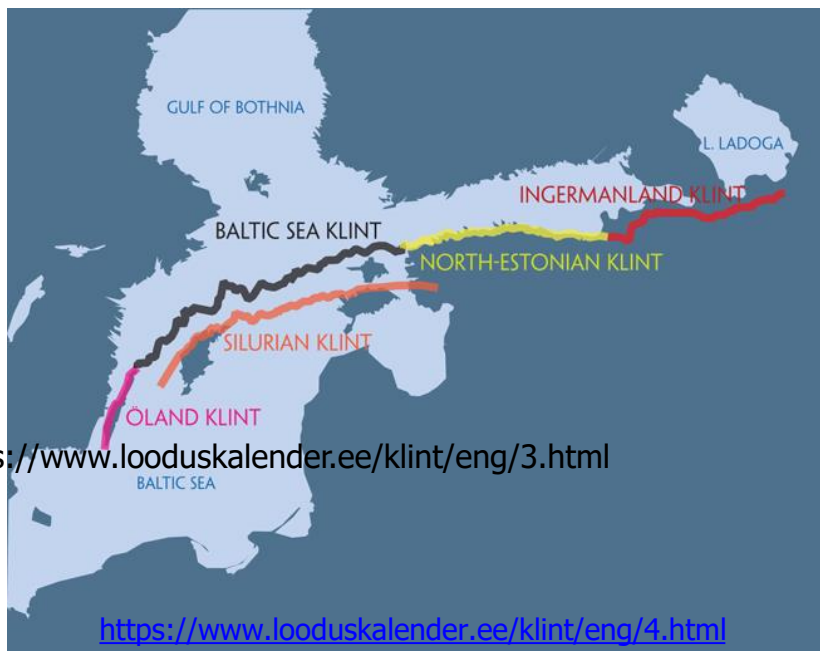
Deltā atrasti milzīgi dzintara krājumi.

Upes garums sasniedza 2700 km, kas ir nedaudz mazāk nekā mūsdienu Donavai.

Upes nosaukumus dots pēc sengrieķu mitoloģiskās Eridanas upes.

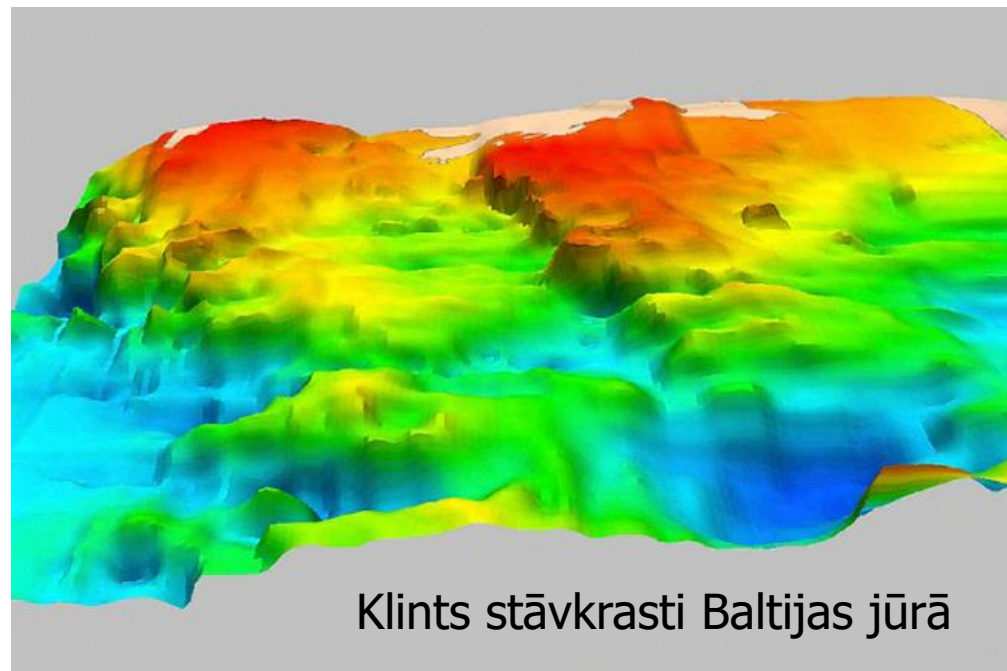


Paldiski, Pakri pussala



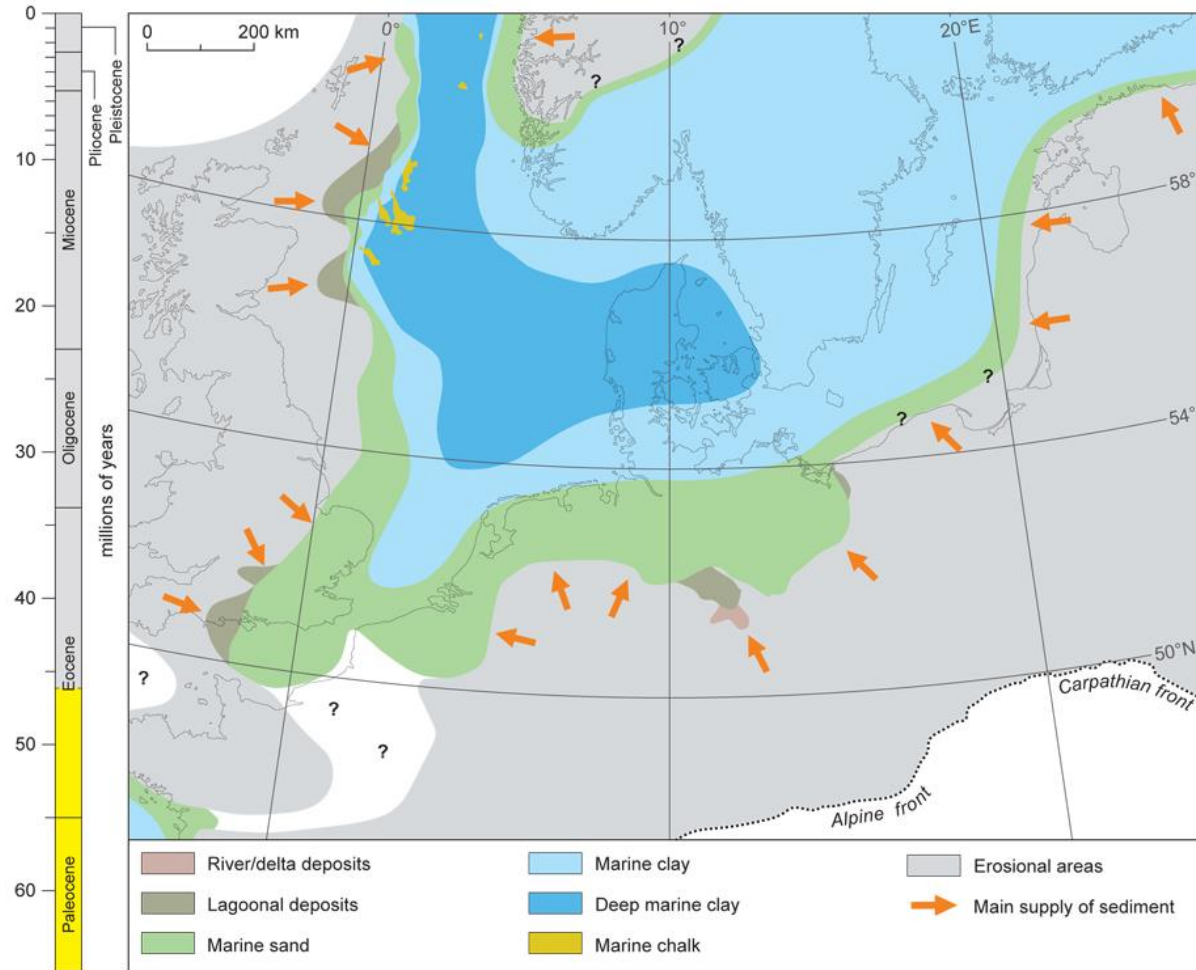
<https://www.looduskalender.ee/klint/eng/3.html>

<https://www.looduskalender.ee/klint/eng/4.html>

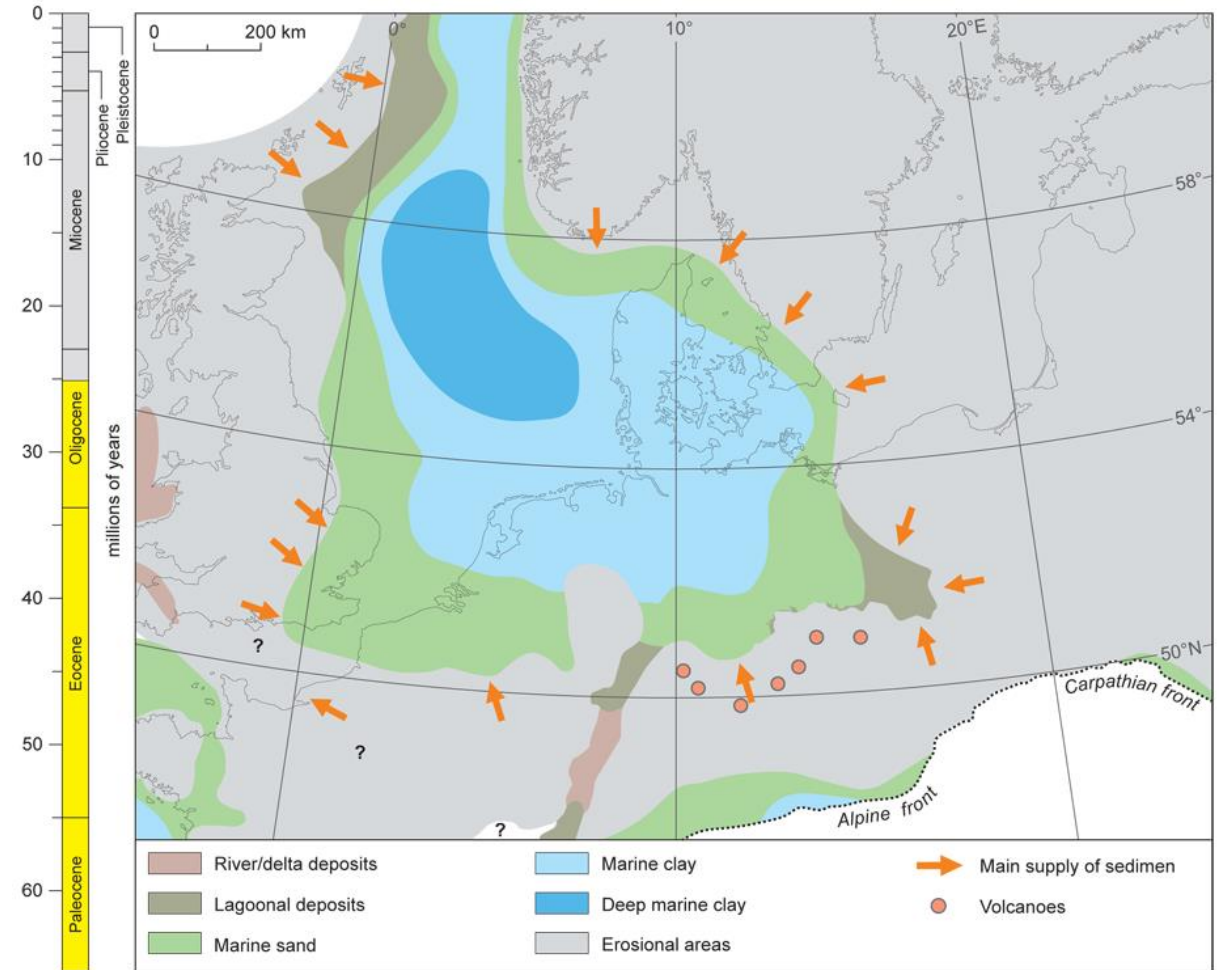


Klints stāvkrasti Baltijas jūrā

Early Eocene (late Ypresian) 56 - 47.8 milj.

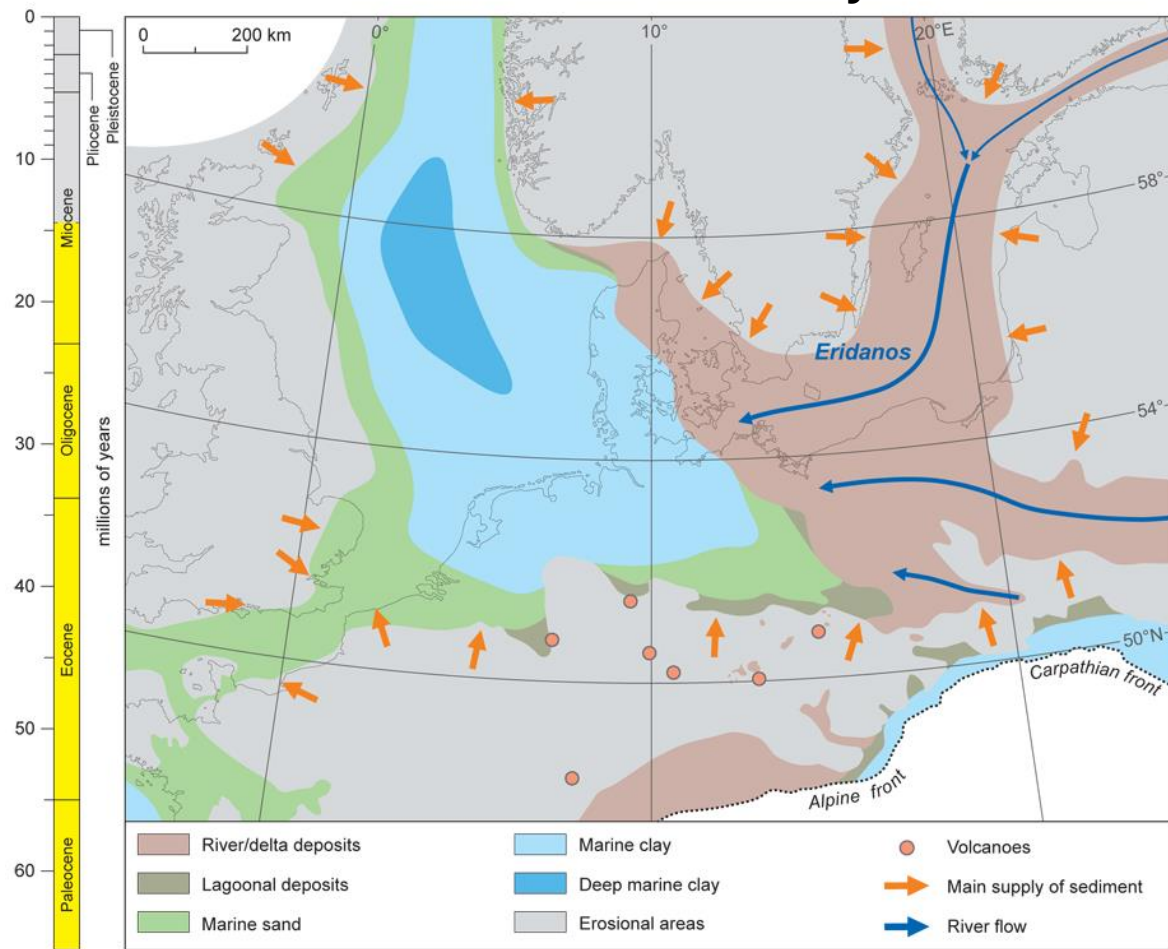


Late Oligocene (middle Chattian) 27.8 – 23 milj.

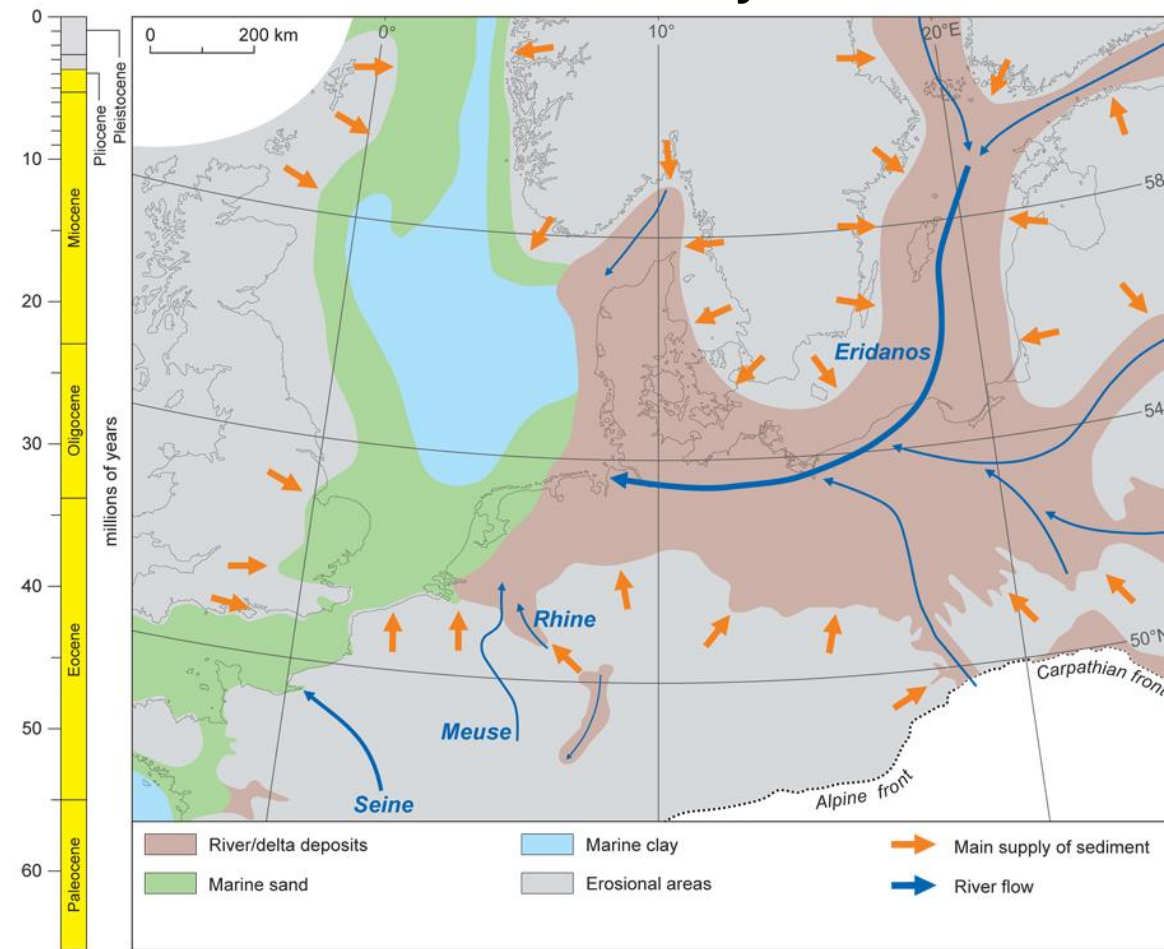


<https://popups.uliege.be/1374-8505/index.php?id=5171>

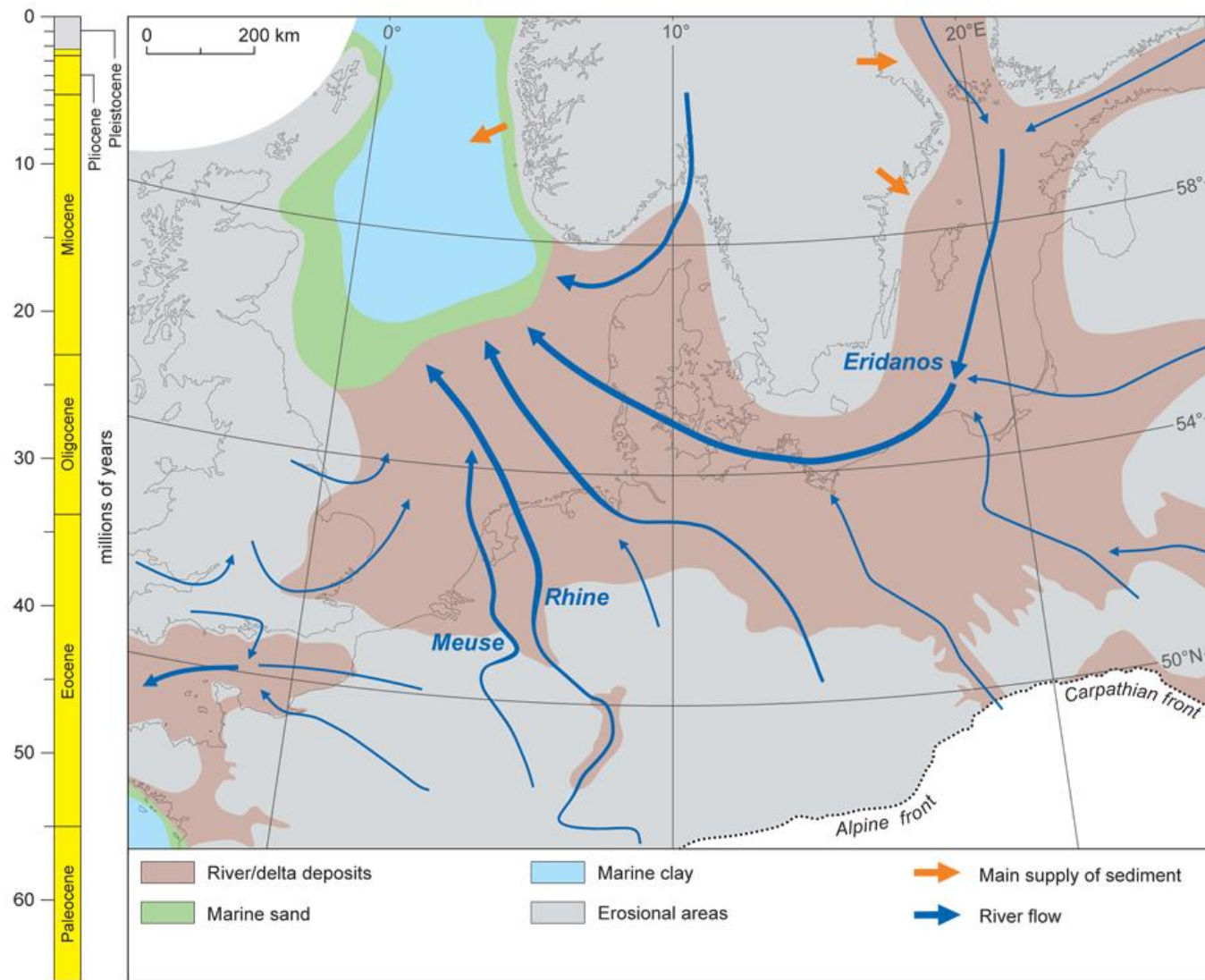
Mid-Miocene (late Langhian) 15.97 – 13.82 milj.



Early Pliocene (Zanclean) 5.33 – 3.6 milj.



Early Pleistocene 2.58 milj.



Kaliningradas dzintara atradne - Jantarnaja

Jūras krasta procesi



Latvijas ~497 km garā krasta līnija atrodas Baltijas jūras austrumu krastā, pret kuru vērsti reģionā valdošie DR un R vēji.

Atlantijas cikloni rudens-ziemas vētras izraisa:

- Spēcīgu viļņošanos;
- Augstus vējuzplūdu līmeņus krasta zonā;
- Krastu noskalošanu;
- Vietām zemo piekrastes teritoriju applūšanu.

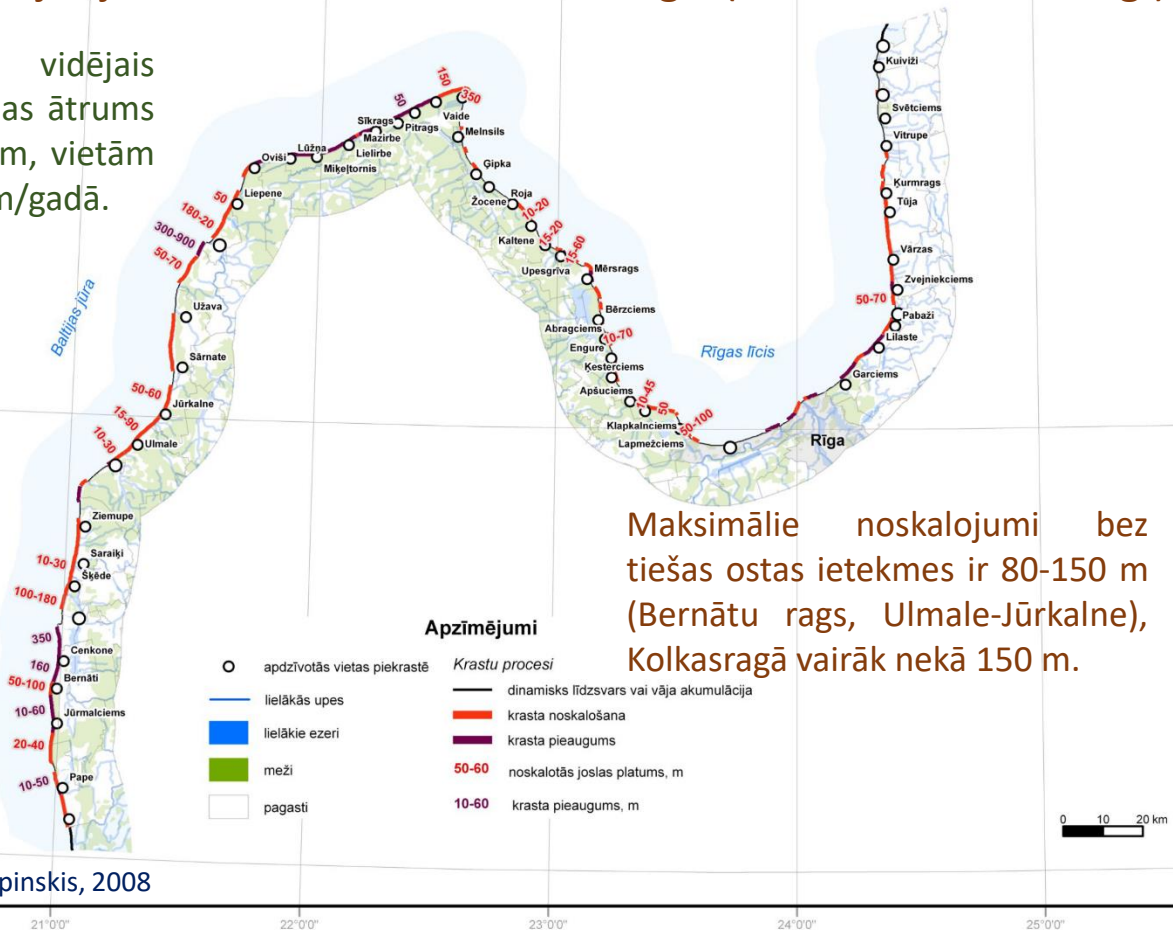
Krasta izturība pret noskalošanu vētrā galvenokārt ir atkarīga no:

- Krasta līnijas vērsuma pret vēju;
- Krasta reljefa ģeoloģiskās uzbūves un morfoloģiskajām īpašībām.

Jūras krasta procesi

Baltijas jūras krastu noskalošana 20. gs. (1935/1937. – 1990.g.)

Ilggadējais vidējais krasta erozijas ātrums 0,5 līdz 1,5 m, vietām 2,5 līdz 3,5 m/gadā.



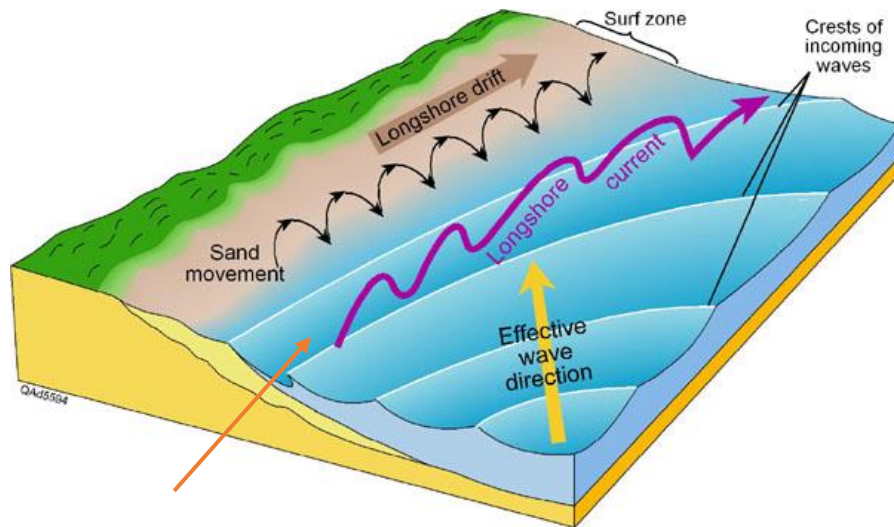
Eberhards un Lapinskis, 2008

Krasta izmaiņas (noskalošana, pieaugums) nav noteikts krasta iecirkņiem, kuru robežās plešas nepārtraukti mežu masīvi bez apdzīvotām teritorijām un lauksaimniecībā izmantojamām platībām.

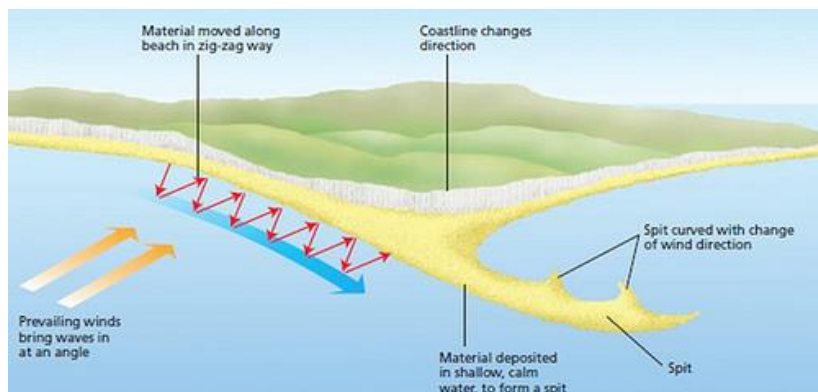
Krasta noskalošanas pieaugošā intensitāte daudzējādā ziņā saistāma ar klimata pasiltināšanos.

Pēdējo gadu laikā atkārtojas spēcīgas vētras, ir palielinājies vējzuplūdu radītais maksimālais jūras līmenis vētru laikā.

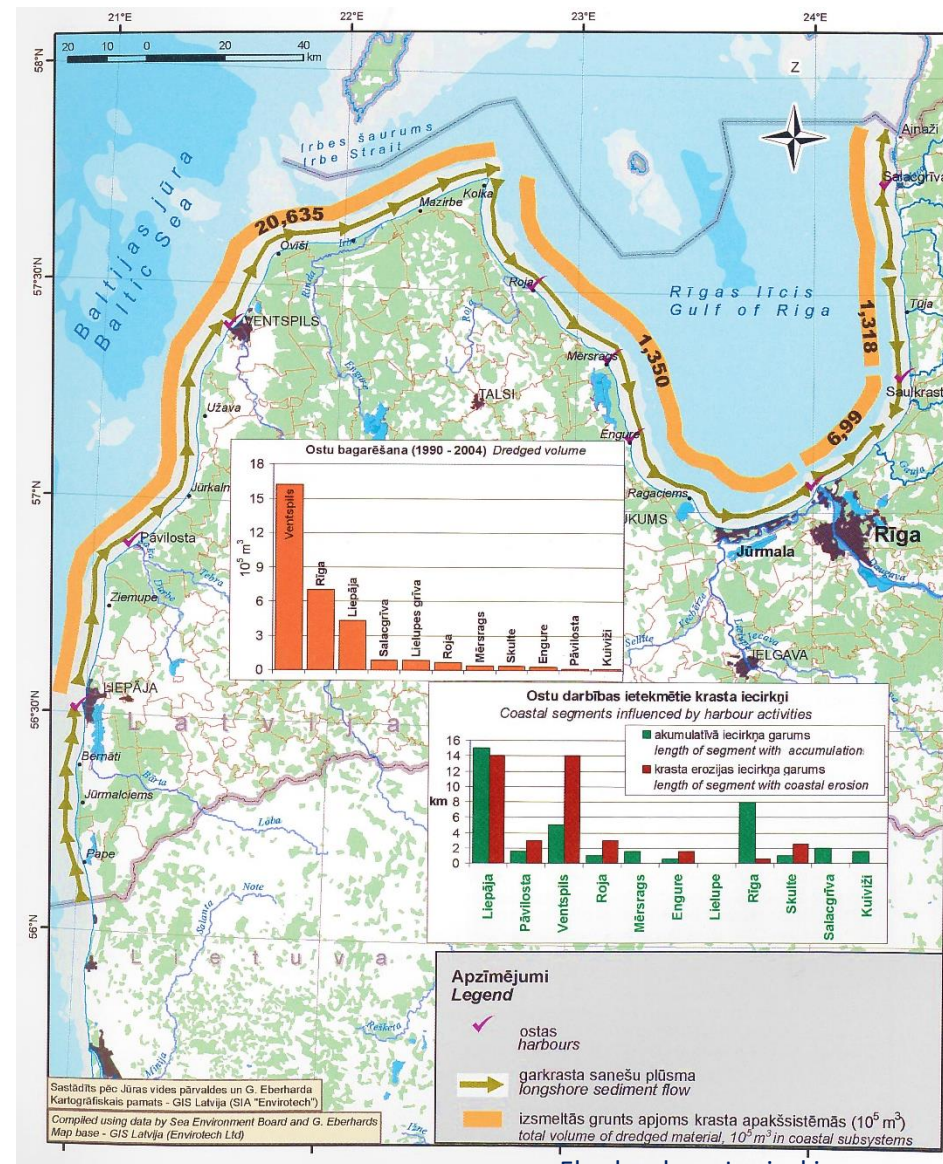
Garkrasta sanesu plūsma



Garkrasta sanesu plūsma veidojas tāpēc, ka krastā viļņi pārsvarā pienāk slīpā leņķī.



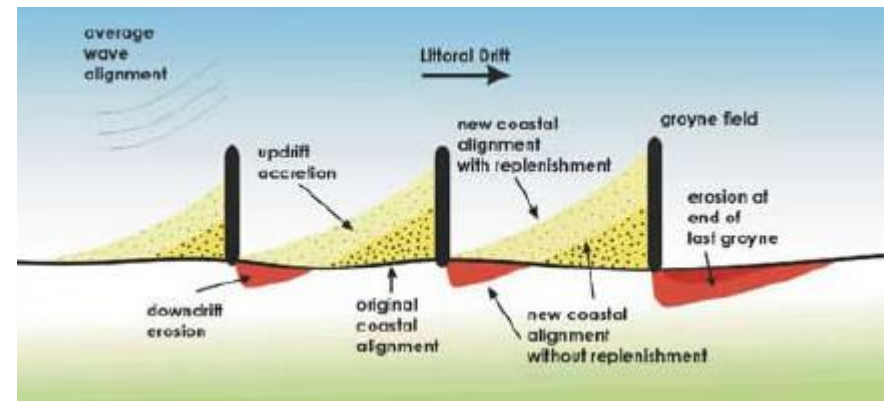
Ir eksperimentāli noteikts, ka sanesas gar krastu visstraujāk pārvietosies, ja viļņu stars veido ar ūdenslīniju ap 45° lielu leņķi.



Eberhards un Lapinskis



Valējo molu ietekme uz garkrasta sanesu plūsmu ir minimizēta.



Pāvilostas slēgtais mols bloķē garkrasta sanesu plūsmu, tāpēc augšpus mola pludmale pieaug platumā, bet lejpus vētru laikā tā tiek noskalota.

Nidas akmeņainā pludmale



Strantes – Ulmales stāvkrasts

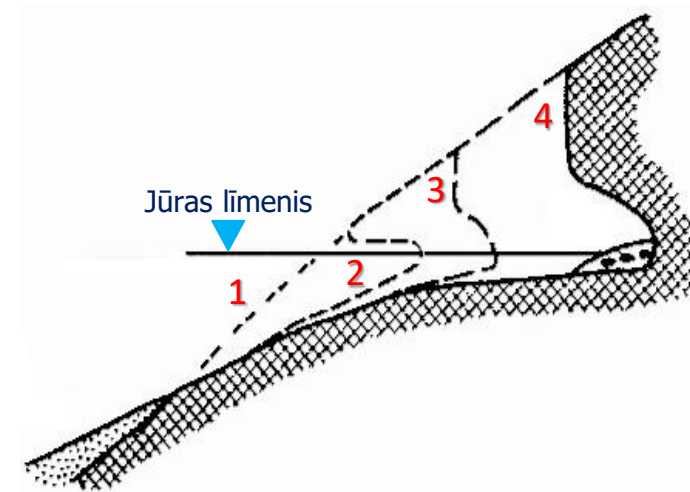


Staldzenes stāvkrasts



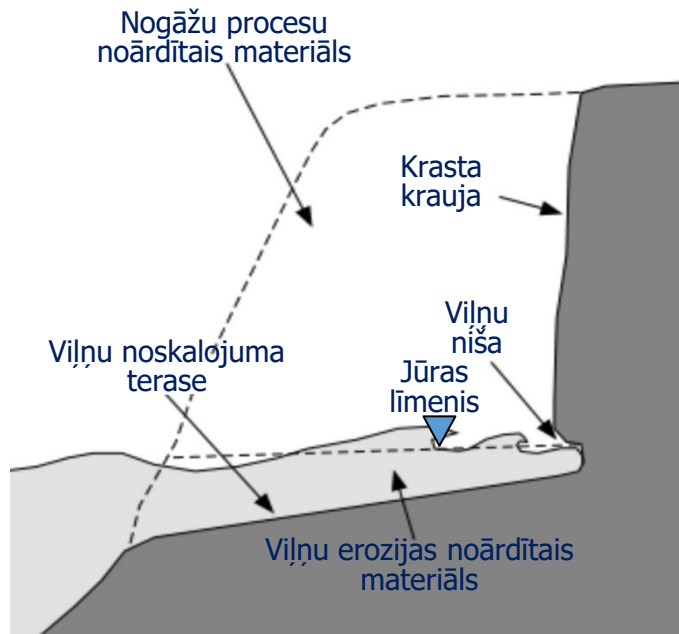
Vidzemes akmeņainā pludmale





Erozijas (noskalojuma) krasta attīstības secība: 1 = sākotnējais profils, 2, 3 = starpposmi; 4 = pašreizējais posms.

Erozijas krasts ar noskalojuma terasi Rīgas līča Vidzemes piekrastē



Lēzenais akumulācijas krasts randu (no vācu *Rand* – mala) pļavu teritorijā
Igaunijas DR, Ainažu-Salcgrīvas posmā.



Sanesu uzkrāšanās noris pateicoties ļoti lēzenajai krasta zemūdens nogāzei un jūrakmeņu koncentrācijas joslām uz tās. Zemūdens jūrakmeņu vāli ļoti jūkami apslāpē viļņu enerģiju un izraisa pienestā materiāla uzkrāšanos jau pat 3-4 km no krasta, kur jūra ir tikai 2 m dziļa un tajā atrodas sēkļi.

Zemūdens krasta vāli pamazām parādās virs ūdens un, sanesām uzkrājoties starp tiem, ar laiku saplūst ar krastu, tādējādi atvēršot krasta līniju virzienā uz jūru un paplašinot randu pļavu teritoriju.

Vējuzplūdi



Orkāns "Ervins" no 08. līdz 09.2005.

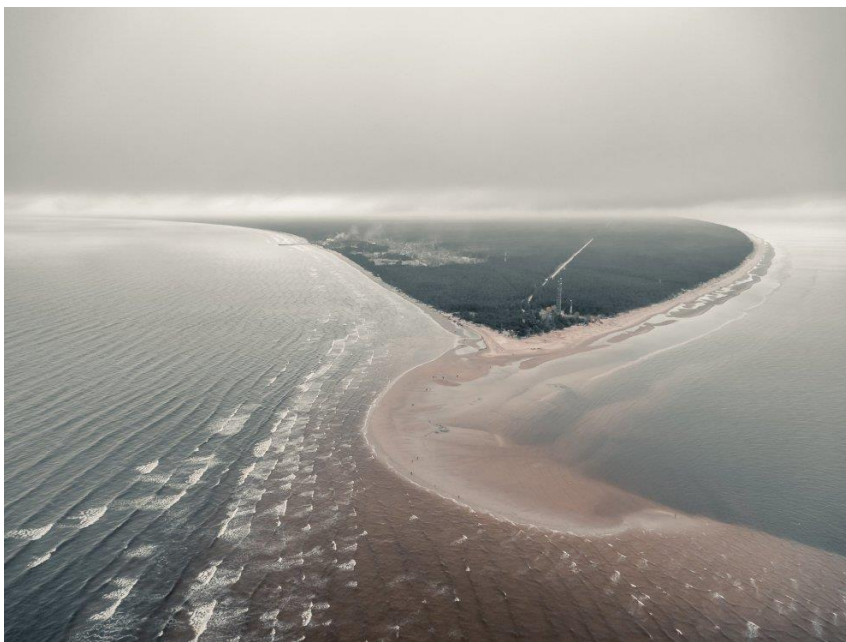


Vējuzplūdu radītais ūdens līmeņa paaugstinājums Latvijā:

- Skulte +2,47 m
- Gaujas grīvā pie Carnikavas + 2,3 m
- Daugavas grīva +2,14 m, Andrejostā +2,29 m (02.11.1969), **atplūdi** -1,3 m 09.12.1959.
- Lielupes grīva +2 m, vējuzplūdu ietekme līdz 90 km augšpus ietekas Rīgas līcī
- Ventas grīva +1,41 m
- Liepāja +1,74 m

Salīdzinājumam: Sanktpēterburga +4,21 m 19.11.1824.

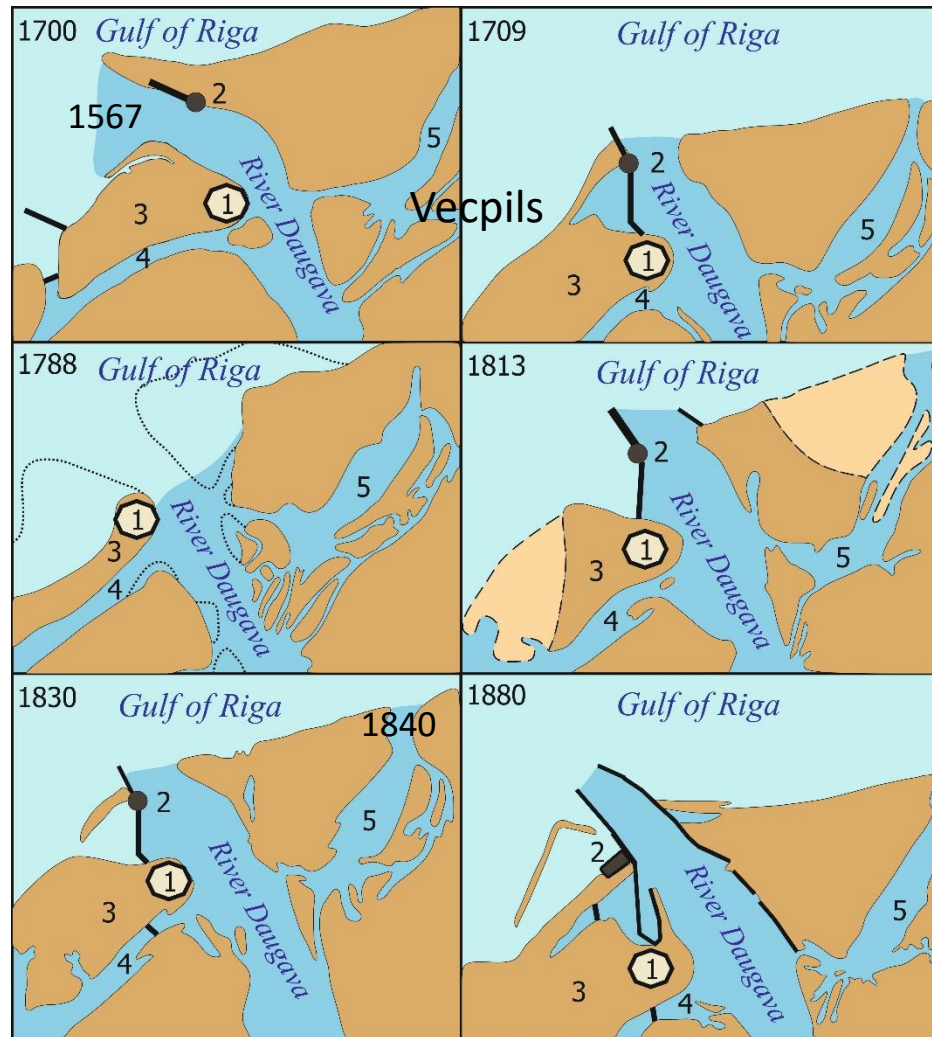
Pasaulē: Misisipi grīva un Florida 5,0-5,5 m, ilgums līdz 20 diennaktīm.



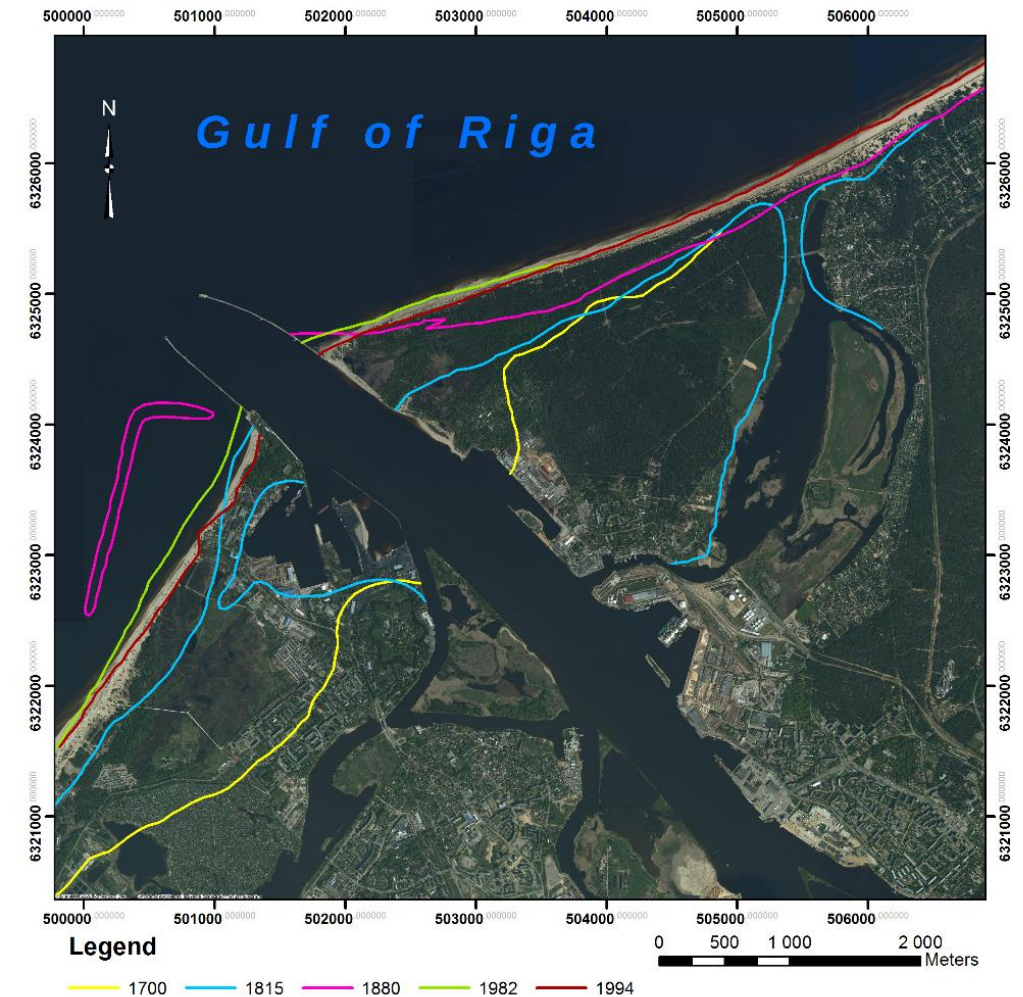
Artūrs Dombrovskis «Grafiskās vides pasaule»

Atplūdi Kolkas ragā 2016. gadā

Upju mainība grīvās

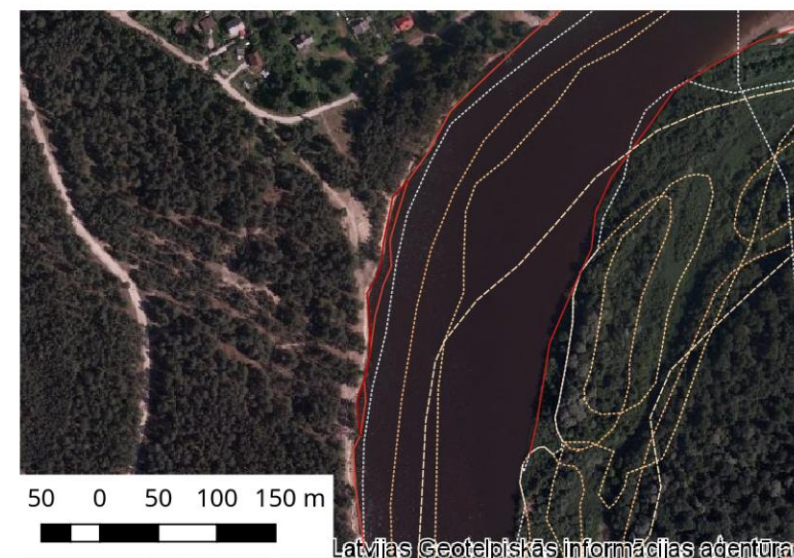
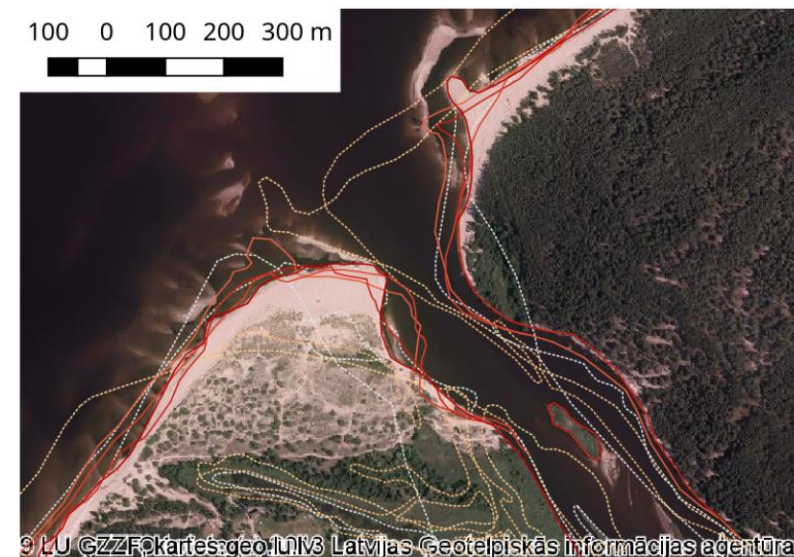
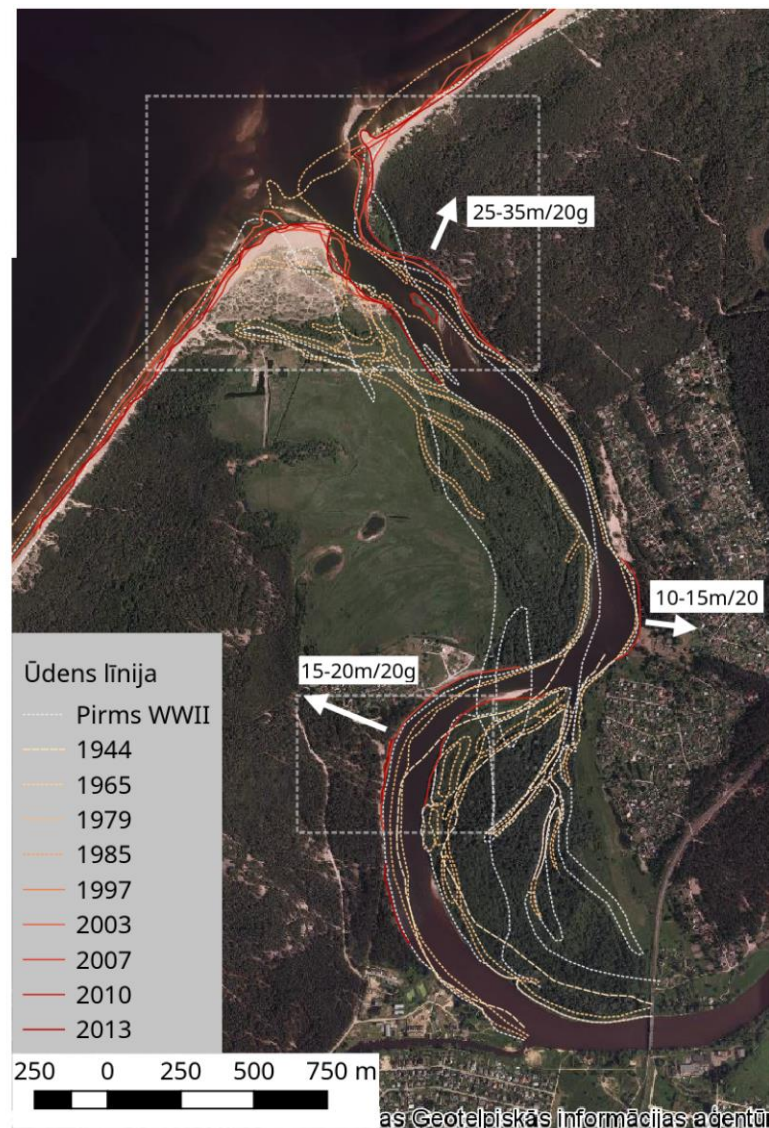


1 – Daugavgrīvas cietskni; 2 – Komēta cietskni; 3 – Daugavgrīvas sala; 4 – Buļļupe; 5 – Vecdaugava;
Galvenie moli apzīmēti ar biezajām, melnajām līnijām.



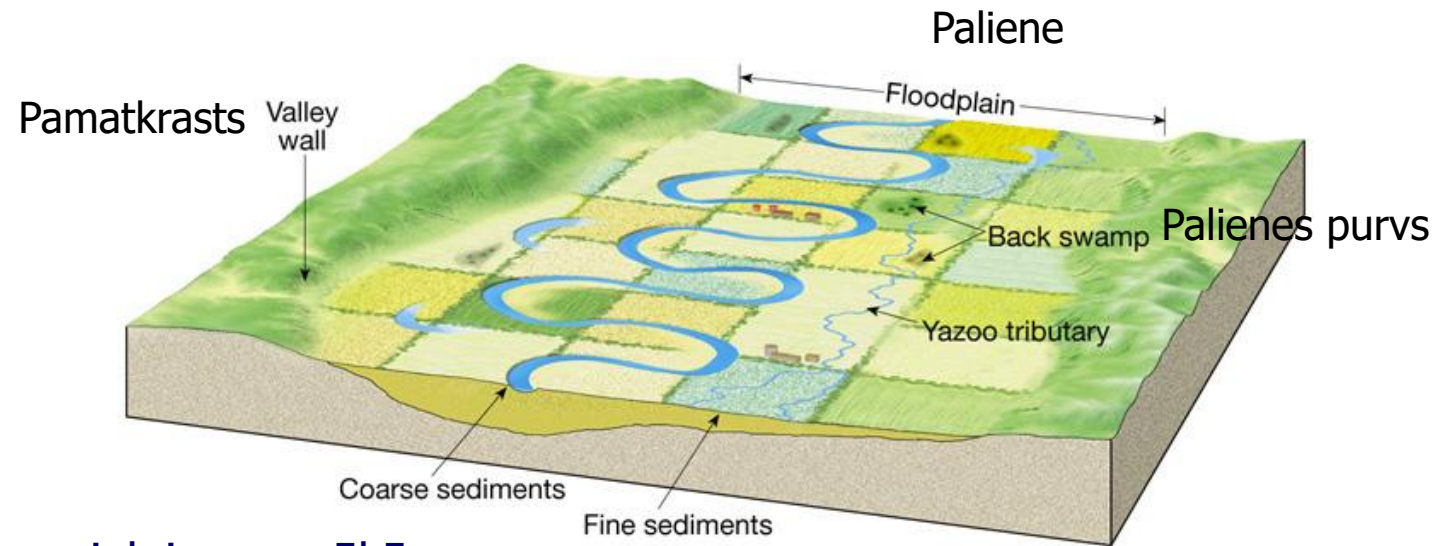
Daugavas gultnes un Baltijas jūras krasta līniju izmaiņas cilvēka darbības rezultātā 300 g. laikā.

Jūras krasta līnijas un Gaujas izmaiņas

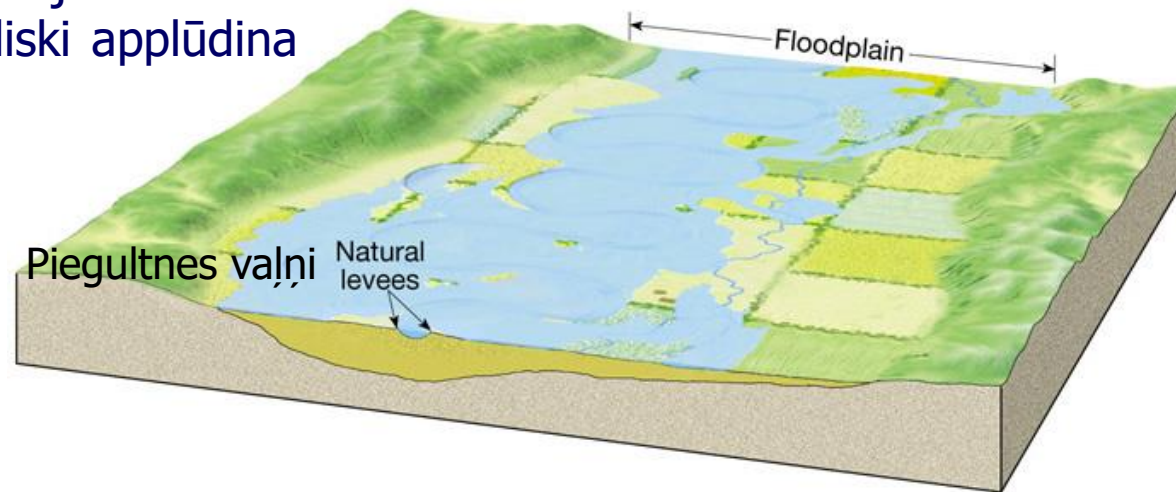


Zelčs, Nartišs

Palienes veidošanās

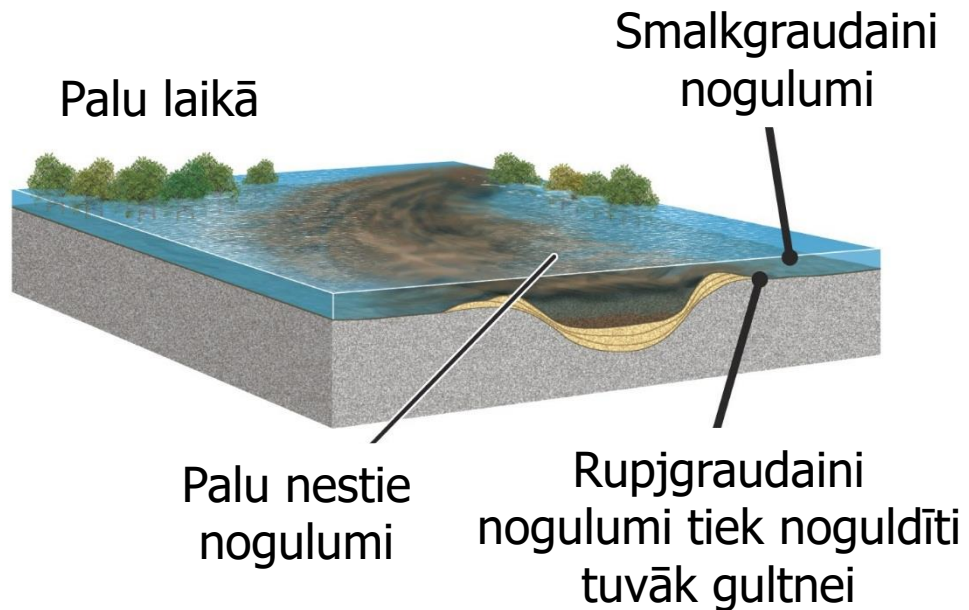
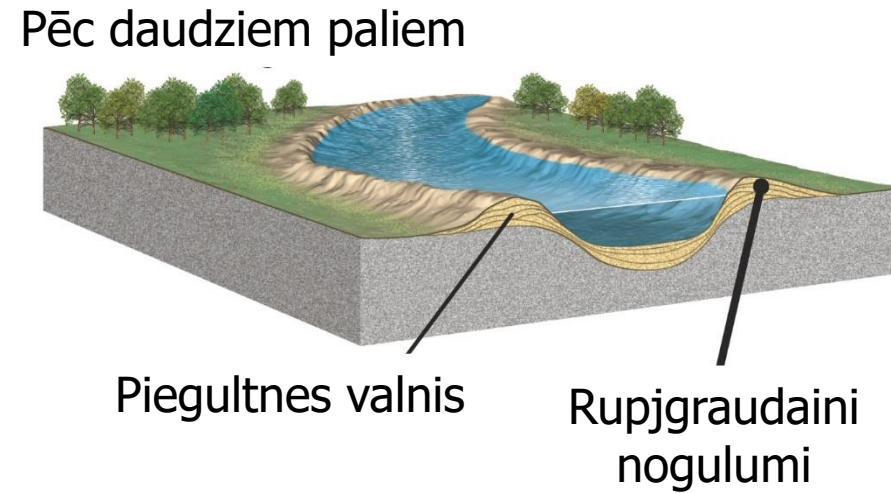
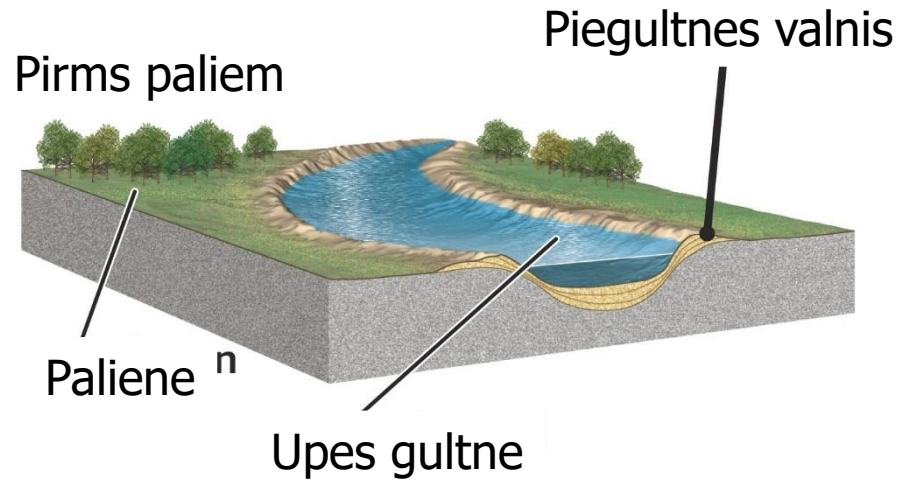


Paliene ir upes ielejas zemākā daļa, kuru periodiski applūšina palu ūdeņi



Pēc palienes nogulumu jeb palu alūvija uzbūves īpatnībām un virsas rakstura nodala: piegultnes palieni, palienes vidu un palienes ārmalu.

Palienes veidošanās – piegultnes vaļņi



nogulumu granulometriskā sastāva
samazināšanās distālā virzienā no
suspendētajām sanesām

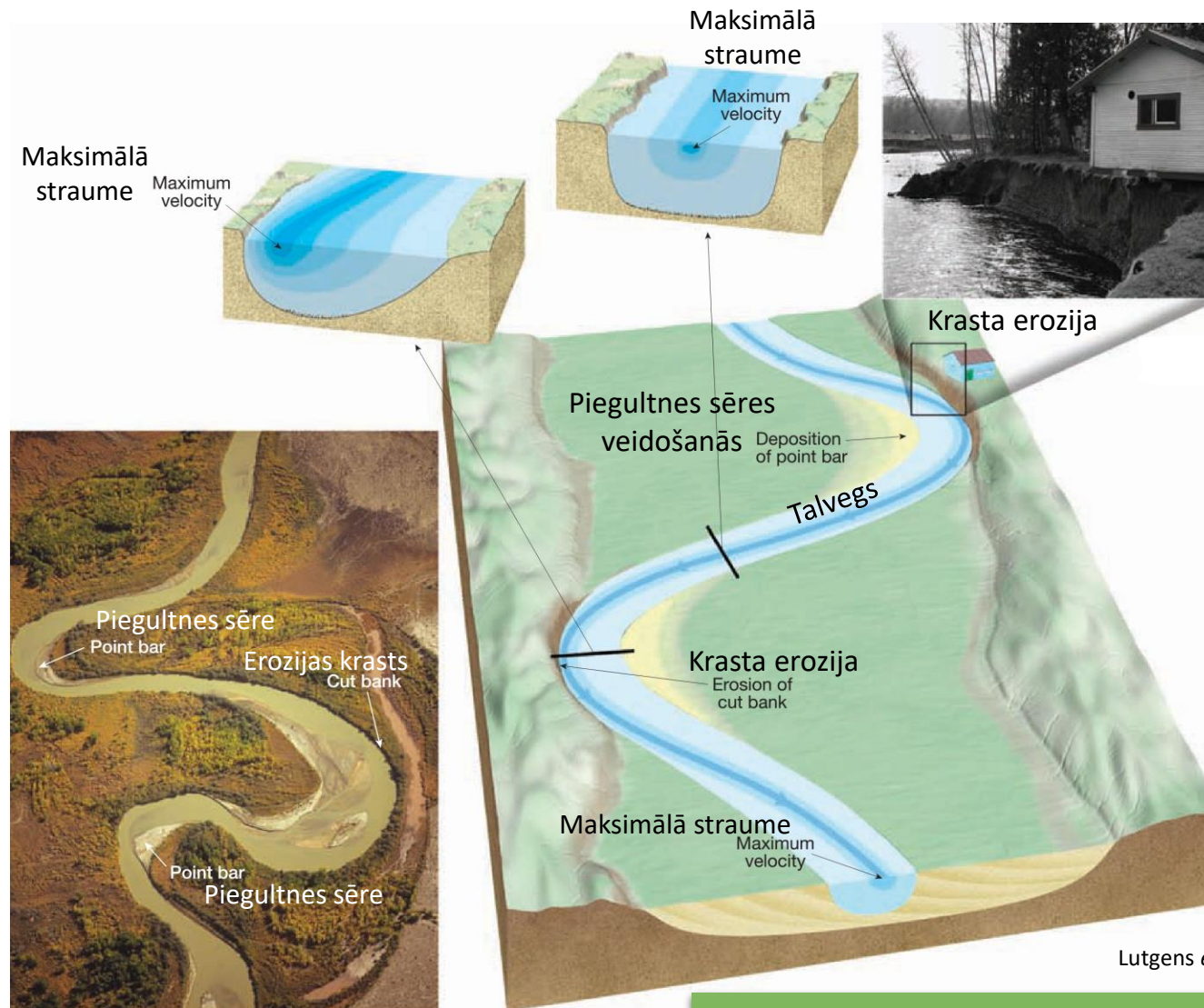


Brierley and Fryirs, 2005



Piegultnes valnis Gaujas kreisajā krastā pie Valmieras

Ūdens plūsma gultnē

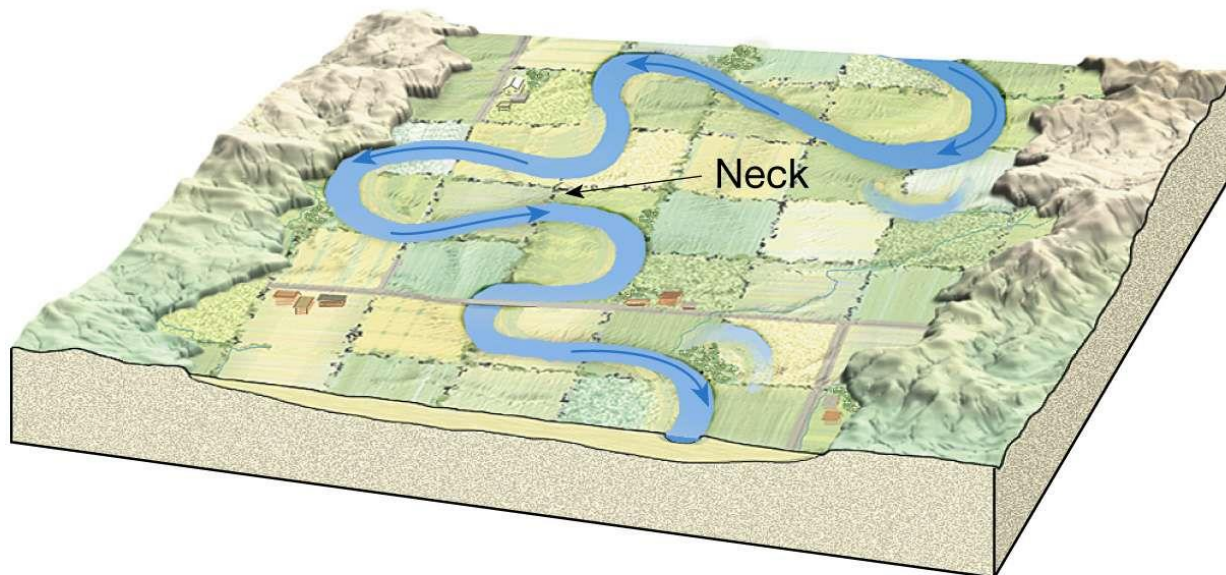
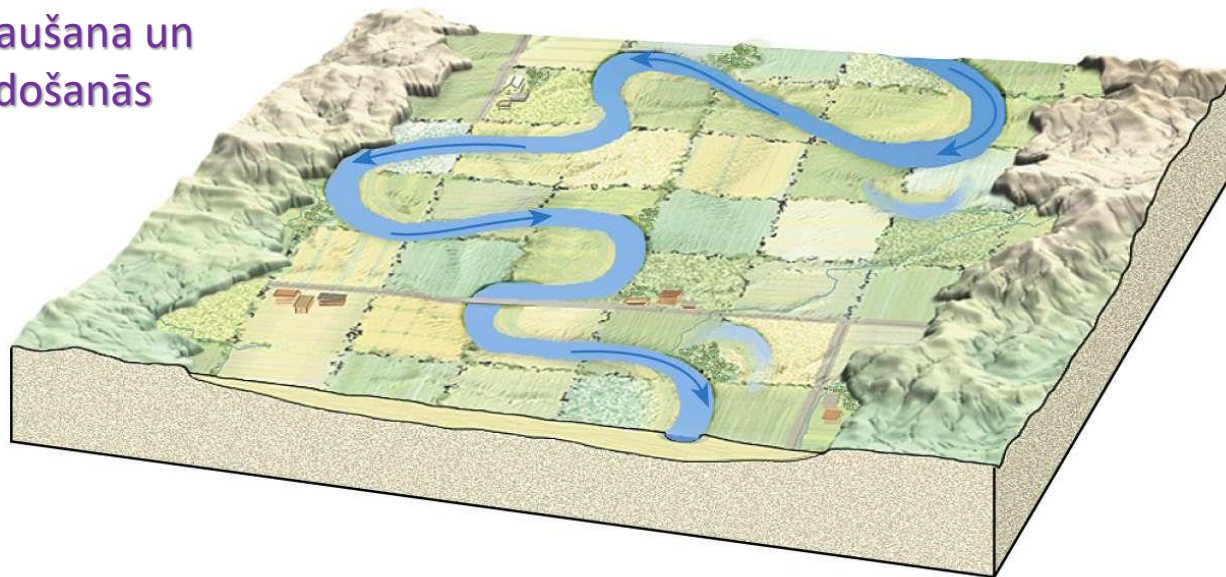


Talvegs – līnija, kas savieno gultnes maksimālā dziļuma punktus.

Meandrējošā gultnē talvegs, izejā no meandra izliekuma līdz nākamā meandra izliekumam, pakāpeniski pārkārtojas pretējā krasta pusē.

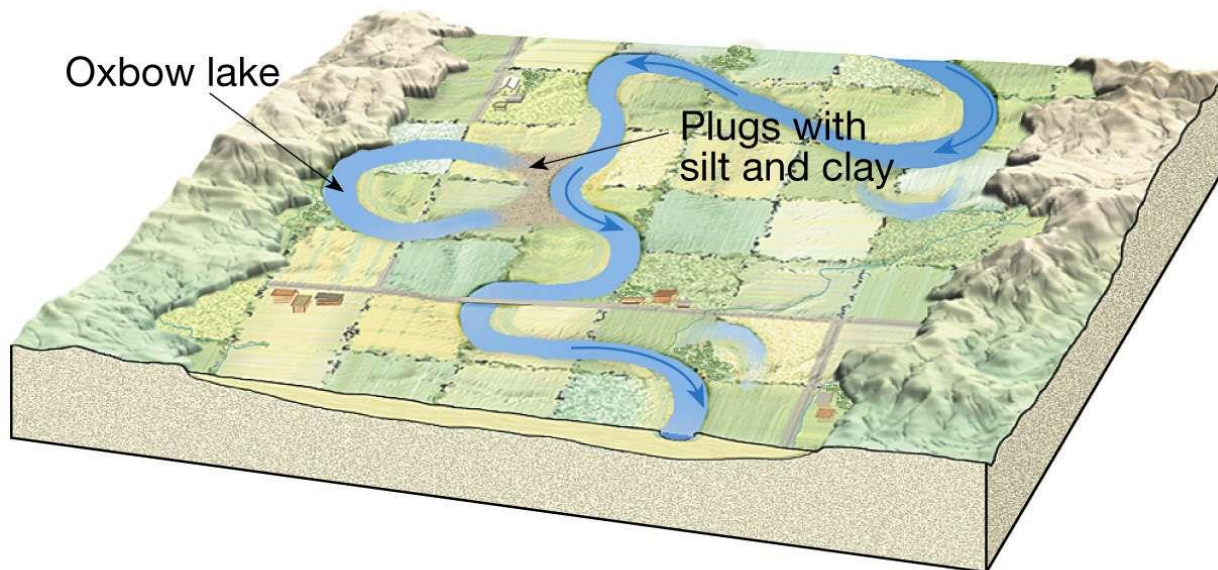
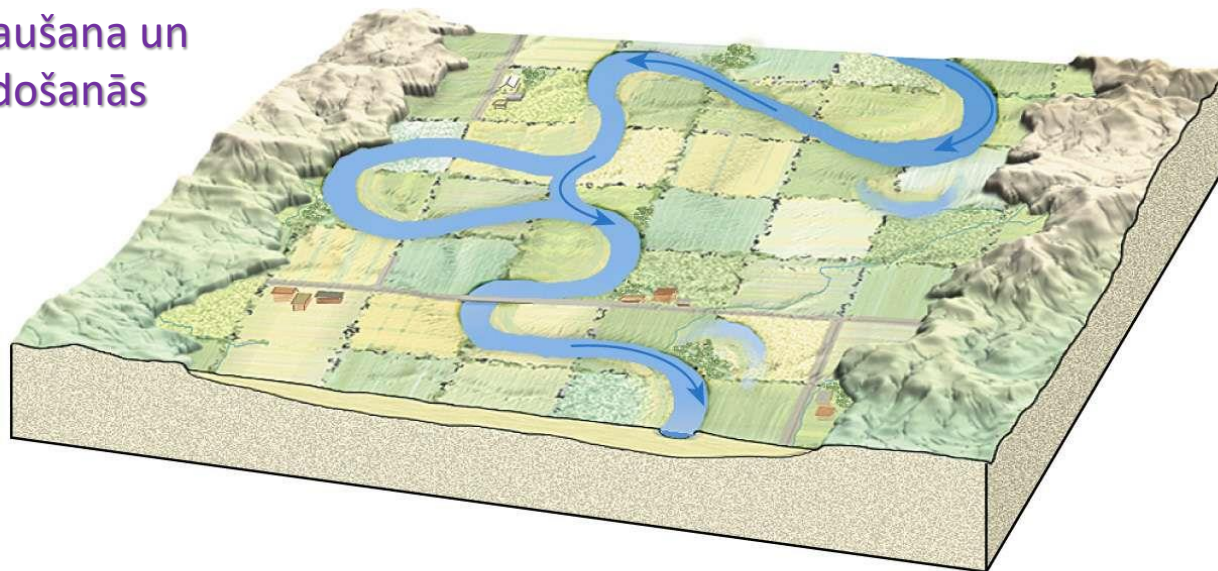
Meandru pārraušana

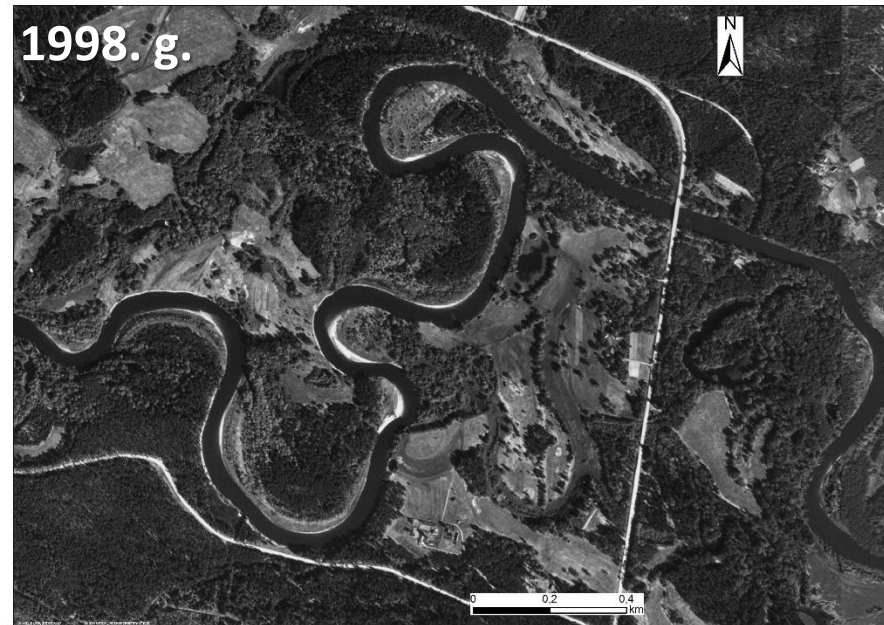
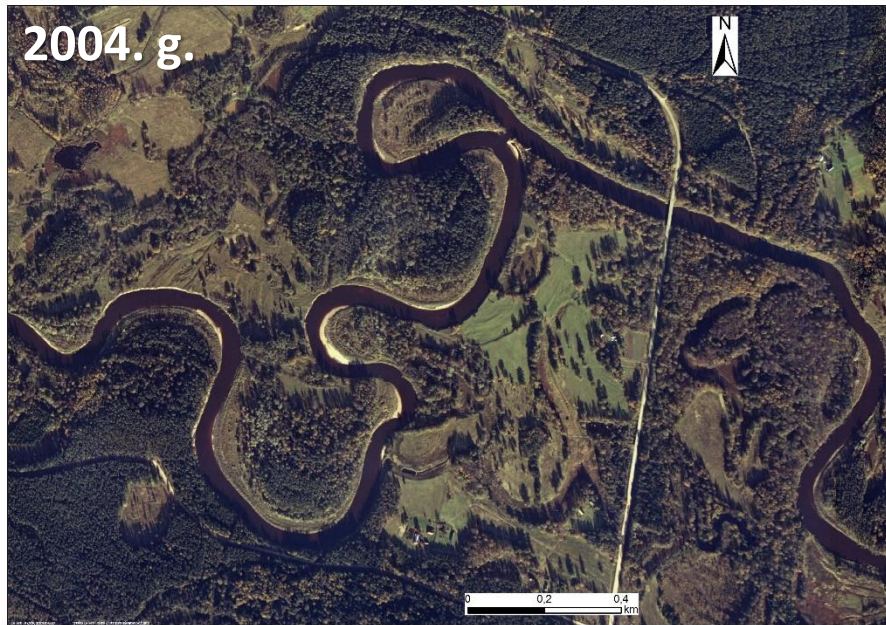
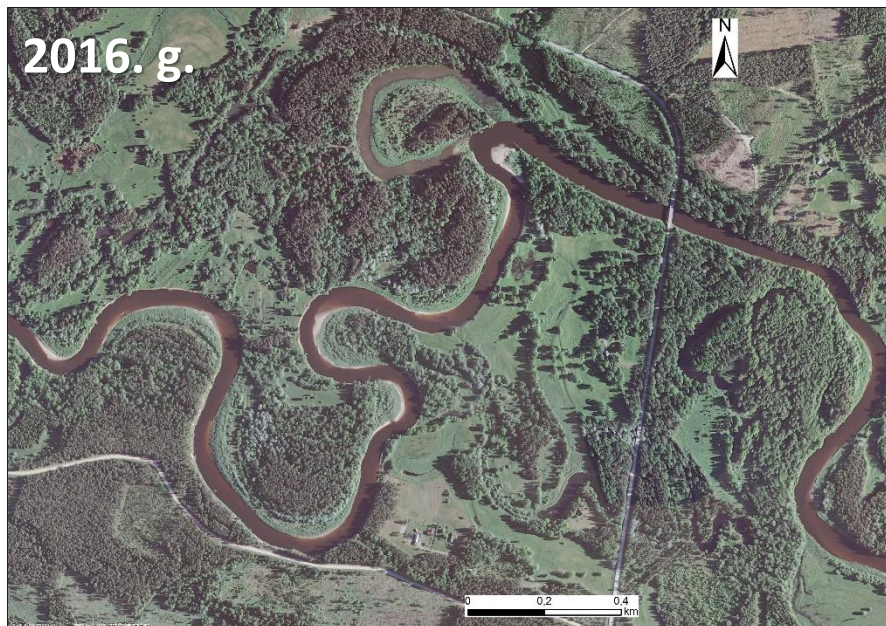
Meandra pārraušana un
vecupes veidošanās



Meandru pārraušana

Meandra pārraušana un
vecupes veidošanās





Gaujas meandra pārraušana Valkas novadā



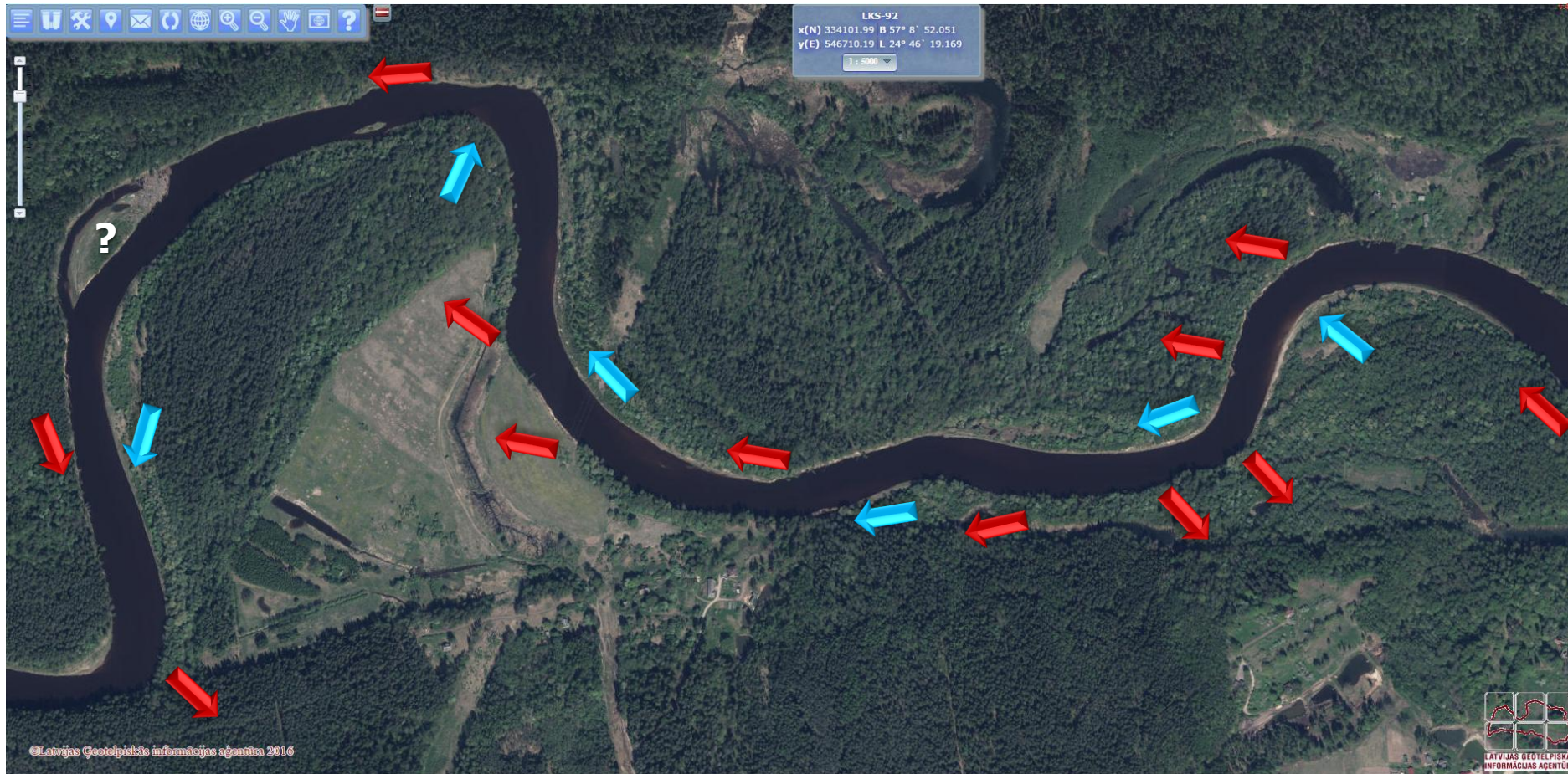
Gauja lejpus Siguldai ~ 12 gadu izmaiņas



Gauja lejpus Siguldai ~ 12 gadu izmaiņas

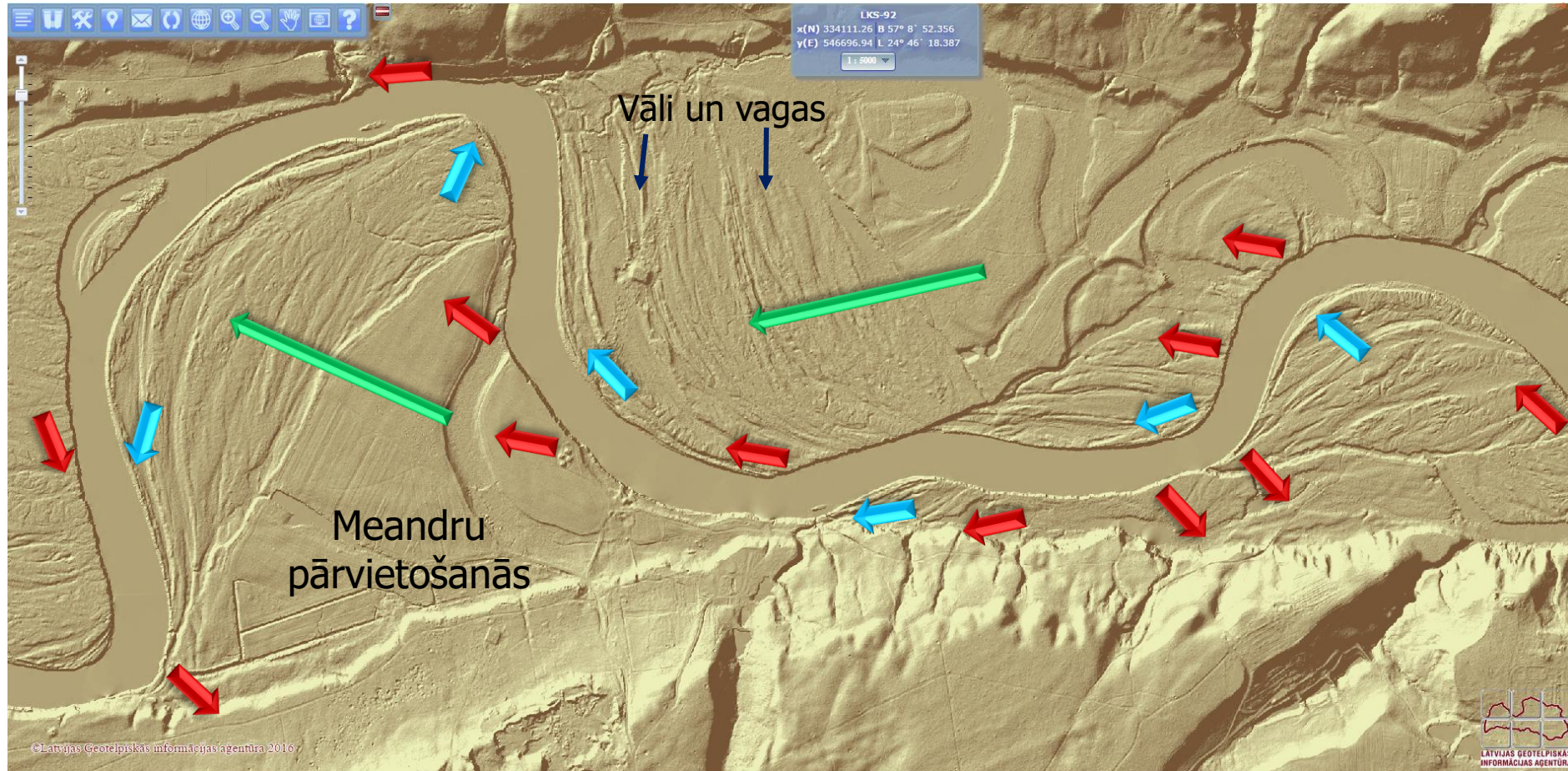


Gauja lejpus Siguldai ~ 12 gadu izmaiņas



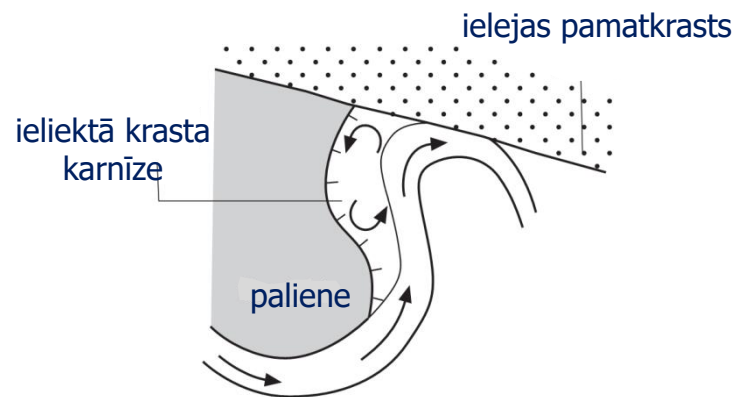
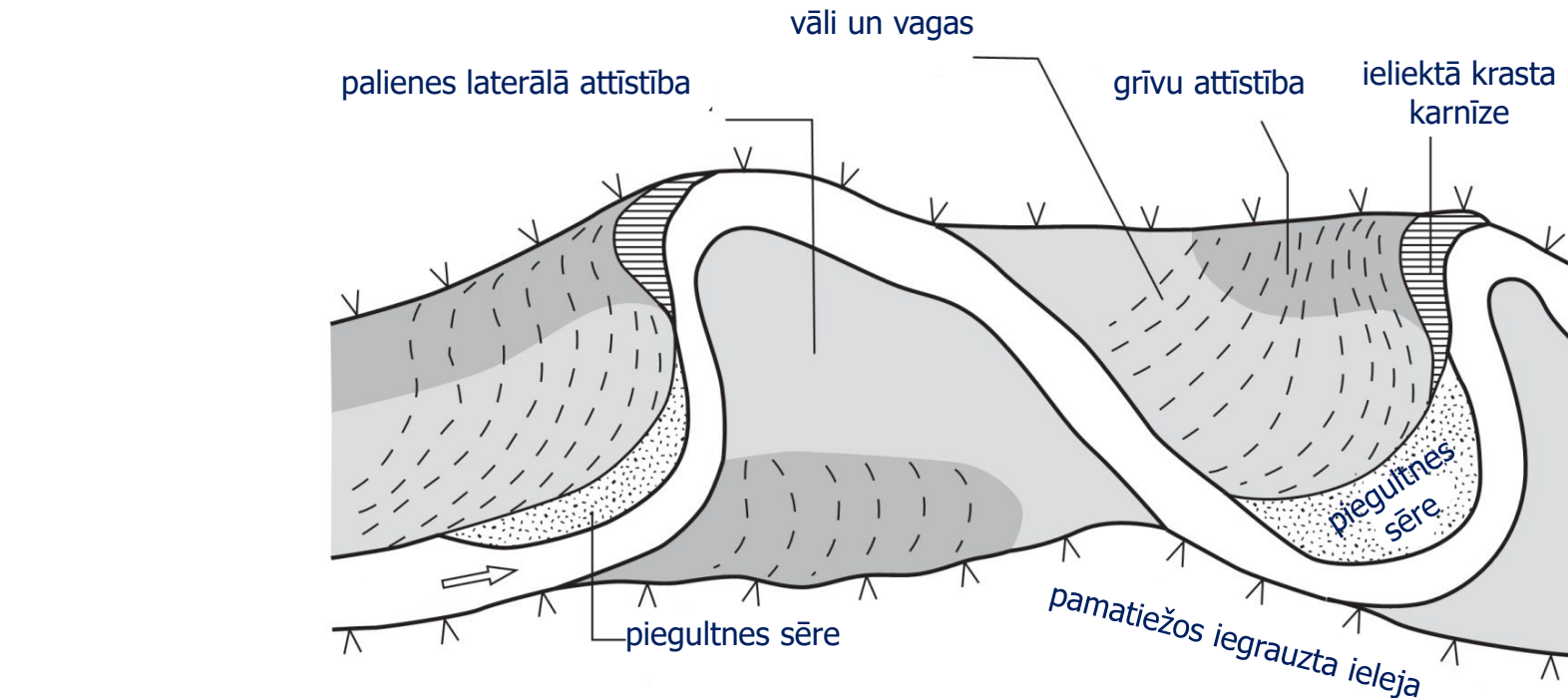
Erozija → Pieaugums →

Gauja lejpus Siguldai ~ 12 gadu izmaiņas



Erozija → Pieaugums → Meandru pārvietošanās →

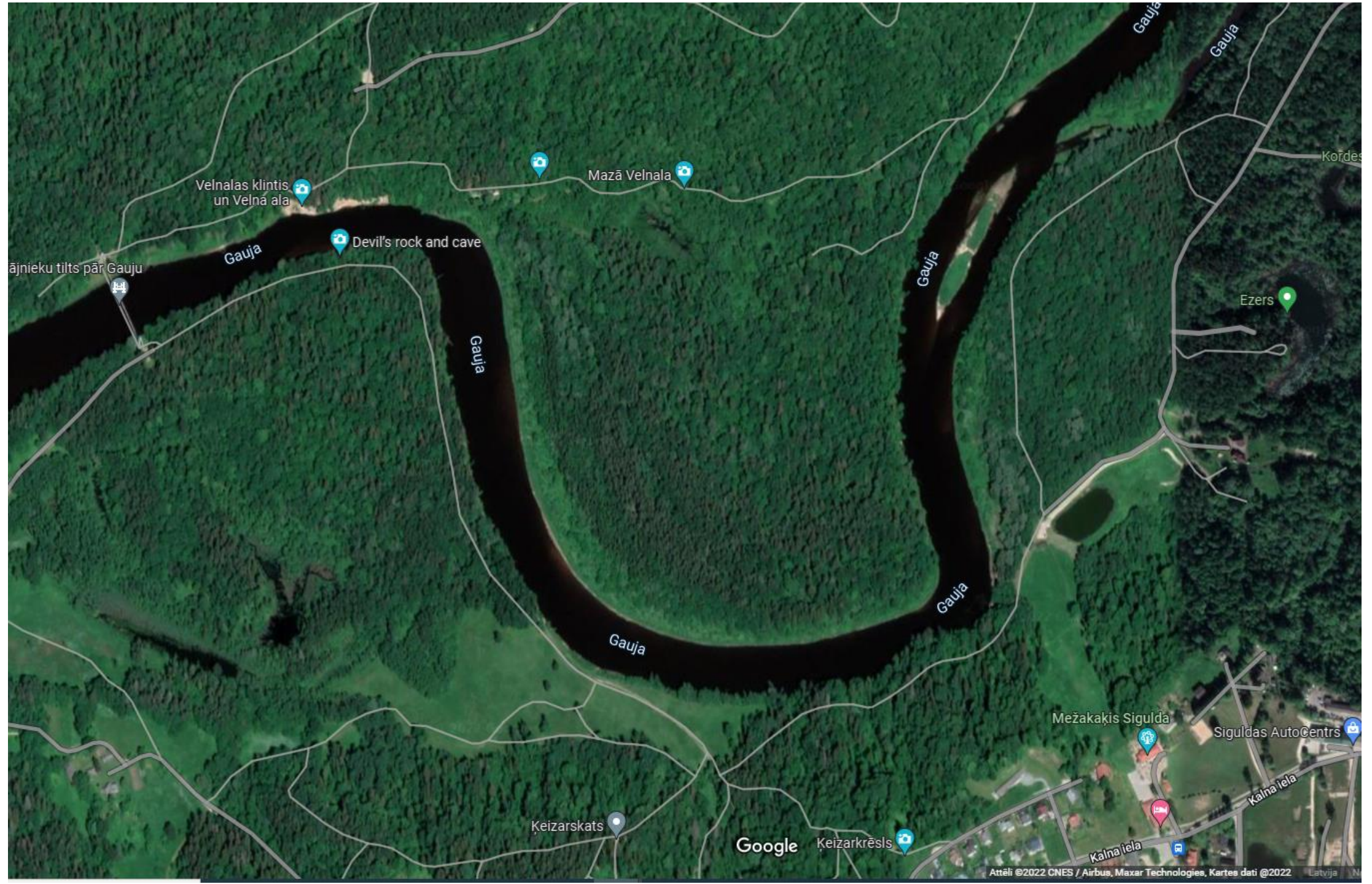
Palienes veidošanās



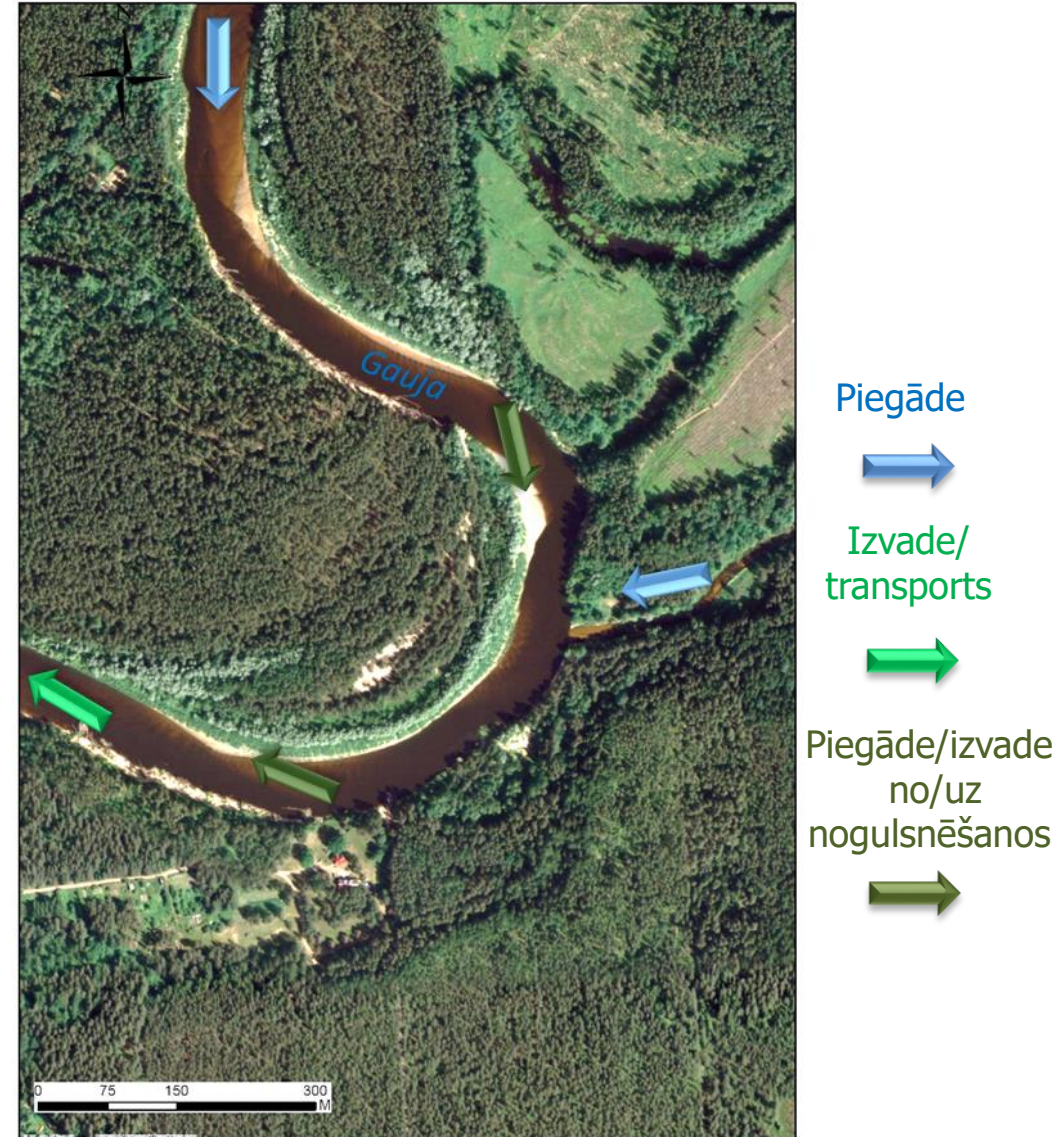
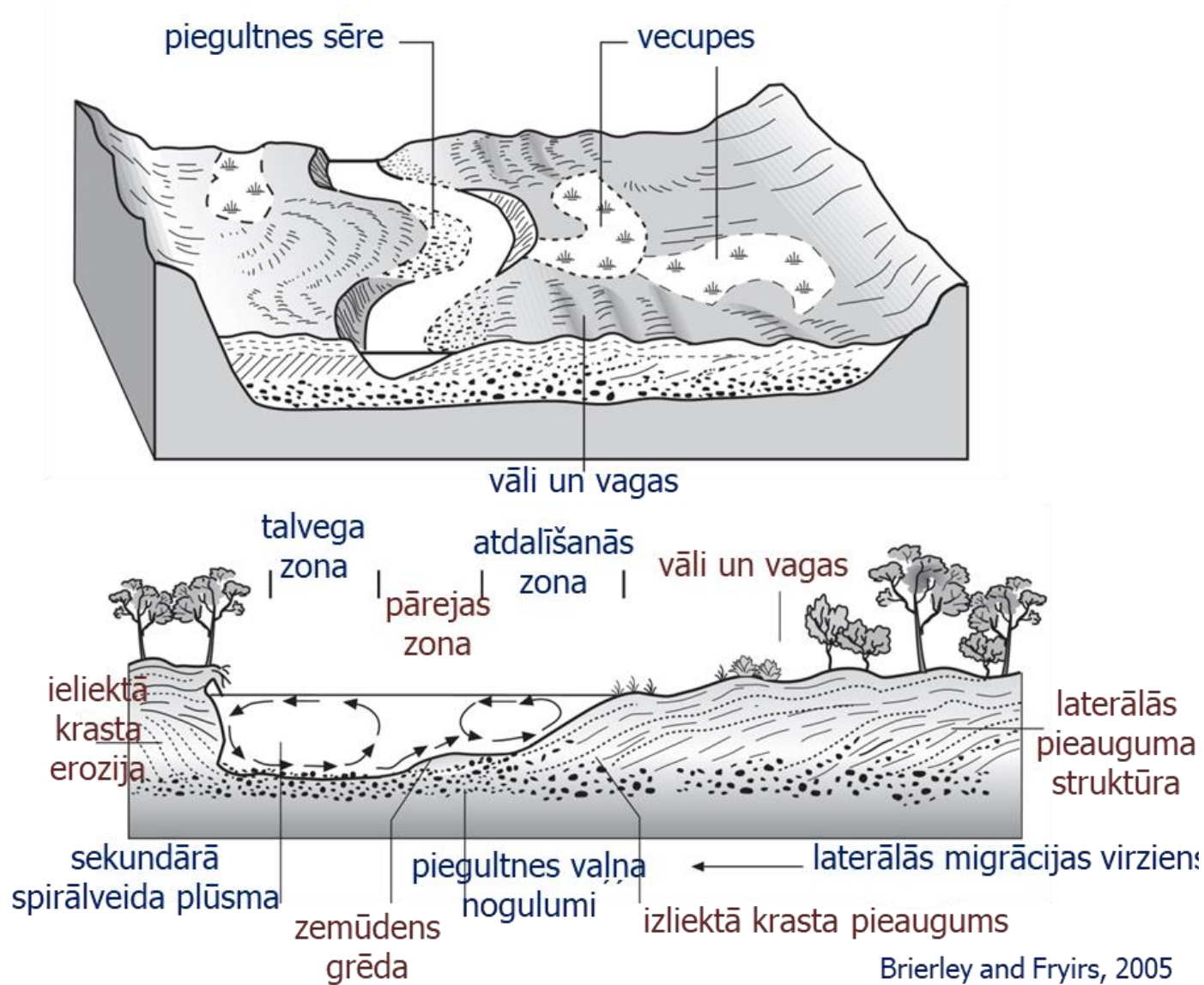
Brierley and Fryirs, 2005

Meandru pārvietošanos nosaka vairāku faktoru kopums, no kuriem noteicošie ir ielejas un gultnes ģeoloģiski ģeomorfoloģiskā uzbūve un upes hidroloģiskais režīms.

Piegultnes sēres pieaugums pie upes gultnes izliektā krasta un teces ass līnijas pārvietošanās attiecībā pret gultnes ģeometrisko asi, izsauc meandras ieliektā krasta loka augšējā un lejas spārna eroziju. Tā rezultātā notiek meandras pārvietošanās kā garen - tā šķērsvirzienā attiecībā pret upes ielejas asi. Pārvietošanās rezultātā meandra kļūst "asāka", līdz brīdim, kamēr likumotās gultnes forma nodrošina izdevīgākus hidrauliskos apstākļus, salīdzinot ar taisnvirziena gultni.



Palienes veidošanās





Interreg

Latvija–Lietuva

Eiropas Reģionālās attīstības fonds



EIROPAS SAVIENĪBA

Paldies par uzmanību!