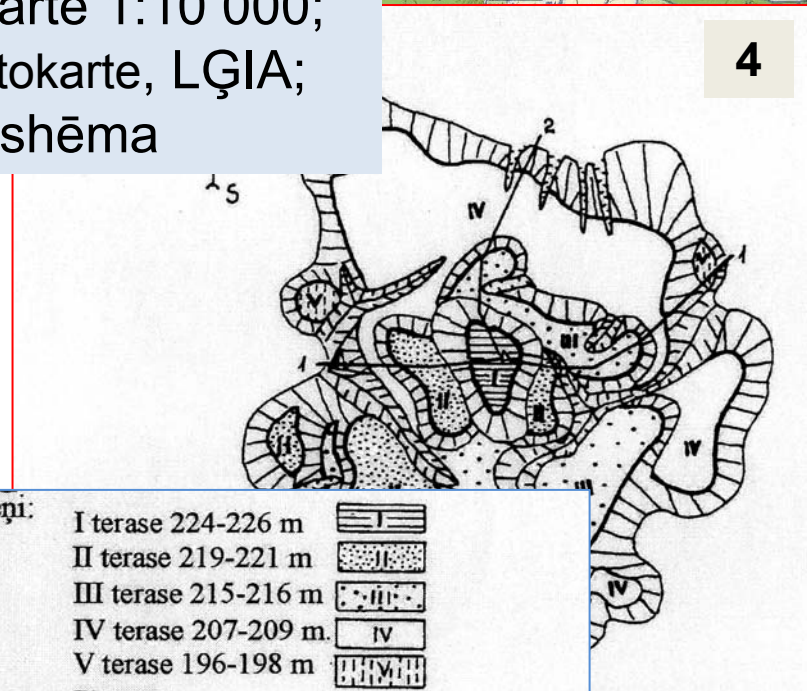
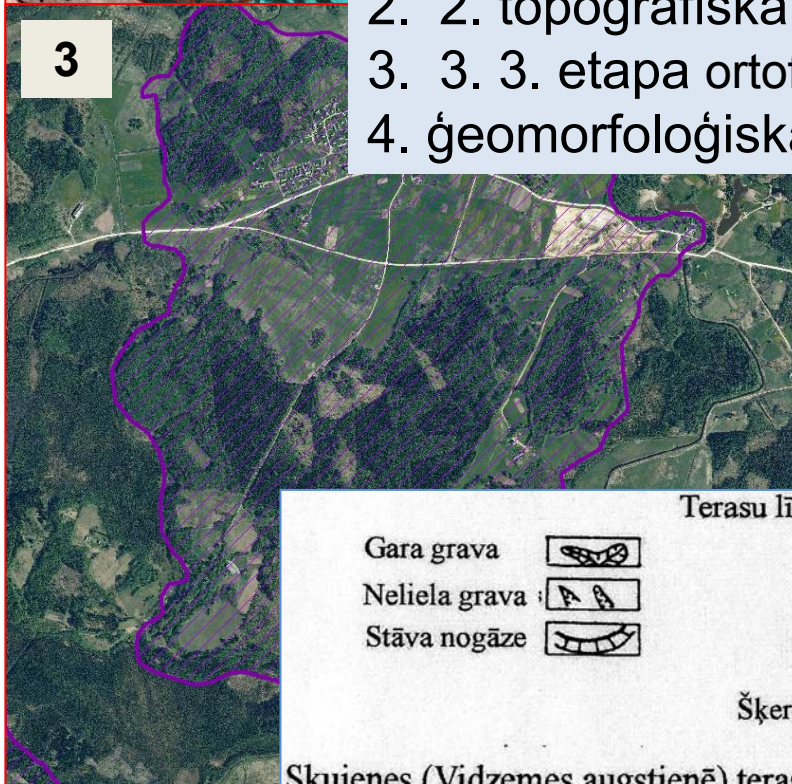
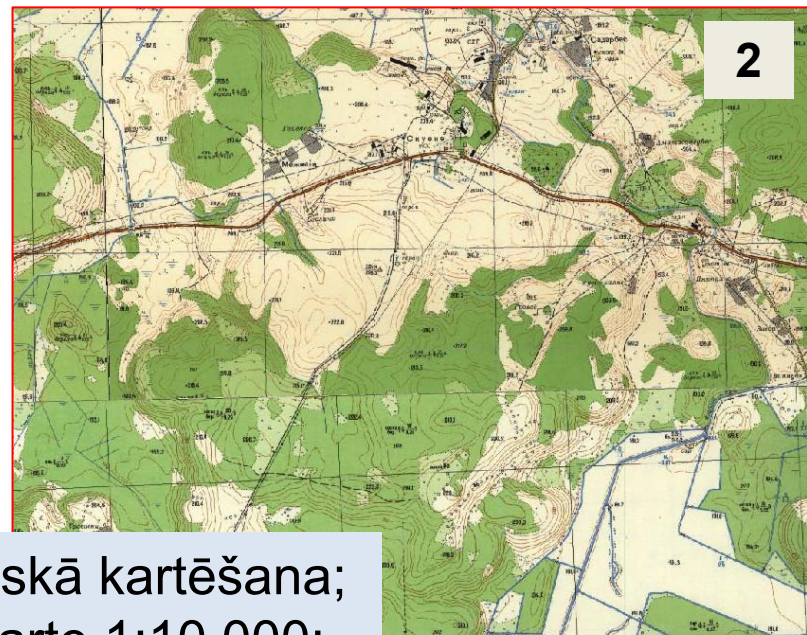
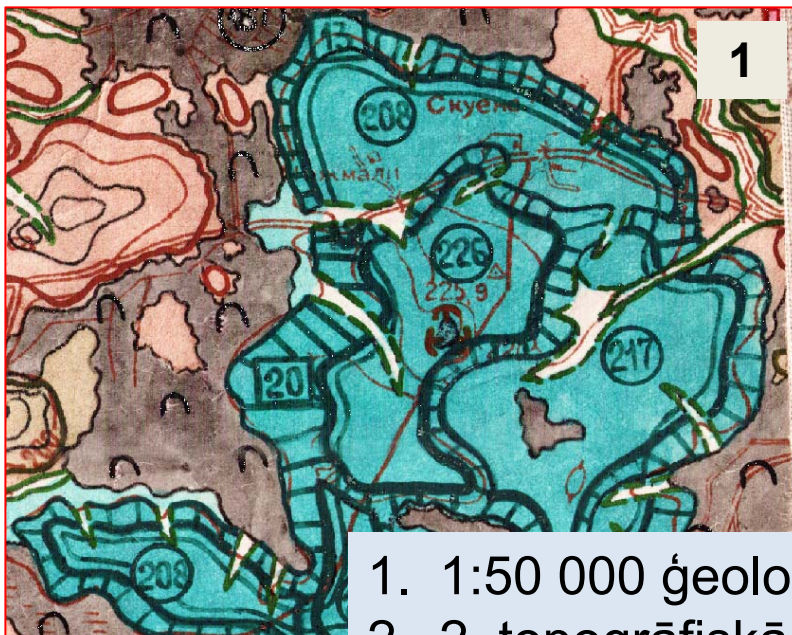


PLAKANVIRSAS PAUGURU DATU BĀZE ĢIS VIDĒ – ĢEOTELPISKĀS ANALĪZES REZULTĀTS UN AVOTS HIPOTĒZĒM

Aivars Markots
LU ĢZZF ĢĢM katedra
Aivars.Markots@lu.lv

Plakanvirsas pauguri ir vieni no savdabīgākajiem kontinentālā segledāja veidojumiem pleistocēna apledojumu klātajās teritorijās. Tie izplatīti galvenokārt salveida akumulatīvi glaciostrukturālajās augstienēs, kas raksturojas ar visizteiktāko ledāja radīto zemes virsmas saposmojumu un ledāja nogulumu mozaīkveida izplatību.





1. 1:50 000 ģeoloģiskā kartēšana;
2. 2. topogrāfiskā karte 1:10 000;
3. 3. 3. etapa ortofotokarte, LĢIA;
4. ģeomorfoloģiskā shēma

Gara grava

Neliela grava

Stāva nogāze

Terasu līmeņi:

I terase 224-226 m

II terase 219-221 m

III terase 215-216 m

IV terase 207-209 m.

V terase 196-198 m

Šķersprofili

Pēc O.Āboltiņa

Skujenes (Vidzemes augstienē) terasētā platoveida paugura morfoloģiskā shēma

Lielpauguru datu bāze kā ģeometriski precīzu koordinātu telpai (LKS-92) piesaistītu apveidu jeb poligonu atribūtu tabula satur daudzveidīgu informāciju par pētījuma objektiem (1. tabula kā datu bāzes piemērs). Datu bāze aptver tikai salveida akumulatīvo glaciostrukturālo augstieņu plakanvirsas pauguru telpisko stāvokļa un dažādu parametru raksturojumu.

1. tabula. Plakanvirsas pauguru ĢIS datubāzes pamatstruktūra (ar 2 plakanvirsas pauguru datu piemēriem).

FID*	Shape*	ID	H max	9	H relat	Platība	Areāls
1	2	3	4	5	6	7	8
28	Polygon	1	231	180	51	1991542	1
62	Polygon	2	236	194	42	4239970	9

Tabulas turpinājums

Piez	Terasas	F2	F3	Kods2	Terasas sk	Coment
9	10	11	12	13	14	15
Icniešu kalns	Vaļņv.; ter; 220, 215; 210	170,930	1,919	3	3	Nivelēts un zondēts
Zelta kalns	Sh, 220, 227	167,301	2,192	2	2	Publicēta shēma

FID* (1) – ieraksts tiek ģenerēts automātiski objekta ievadīšanas secībā;
Shape* (2) – ieraksts tiek ģenerēts automātiski, atkarībā no objekta attēlojuma formas (Feature type: Point, Polyline, Polygon, MultiPoint, MultiPatch), iespējams viens attēlojuma formas tips; ID (3) – tiek apzīmēta (kodēta ar ciparu) augstiene (šeit 1 – Alūksnes, 2 – Vidzemes, 3 – Latgales); H max (4) – maksimālais formas virsotnes augstums, iegūts no topogrāfiskās kartes, veselos m, lai nepārspīlētu precizitāti); H min (5) – minimālais formas piekājes augstums, iegūts no topogrāfiskās kartes, veselos m, lai nepārspīlētu precizitāti); H relat (6) – relatīvais formas virsotnes augstums, iegūts no H max atņemot H min, rēķināts veselos m, lai nepārspīlētu precizitāti); Platiba (7) – ar programmu izrēķināta platība m²; Arealis (8) – tiek nodefinēts plakanvirsas pauguru areāls (1 – Iceniešu, 9 – Skujenes, numerācija no Z uz D, 15 – ārpus areāliem esošie pauguri Latgales augstienē); Piez (9) – paugura (kalna) nosaukums (ja tāds pastāv, izmantoti Satelītkartes dati, Latvijas Dabas enciklopēdijas dati u.c. avoti); Terasas (10) – tiek aprakstīta forma un virsmas terašu līmeņu augstumi (m); F2 (11) – formas orientācija, šeit iegūta ar *Image Pro Plus* 5.1. programmu; apzinoties, ka rezultāts pārspīlēts (3 zīmes aiz komata);

F3 (12) – formas linearitātes rādītājs, iegūts ar *Image Pro Plus* 5.1. programmu; apzinoties, ka rezultāta precizitāte (3 zīmes aiz komata) pārspīlēts, jo mazliet precizējot formas kontūru, rezultāts mainīsies; Kods2 (13) - izmantojot datus par formas morfoloģiju, t. sk. izmēriem, terašu skaitu un veidolu kartēs, plakanvirsas pauguru tiek kodēti atbilstoši darbā izstrādātajai klasifikācijai: Terases sk (14) – plakanvirsas paugura virsas terašu skaits; Coment (15) – vieta piezīmēm.

ArcMap GIS vide neparedz vienā slānī (failā vai datnē) apvienot dažāda veida (vienkāršākā izvēlē punktveida, līnijveida un poligonveida) informāciju (tabula, *Shape** ieraksts – viens visai datu tabulai), tāpēc kopumā analizējot tikai pat vientipiskas reljefa formas, pētniekam veidojas salīdzinoši sarežģītu datu kopa, kuras izmantošana kļūst pietiekoši komplicēta, taču spēj sniegt atbildes uz daudziem jautājumiem, ja tādi rodas, īpaši izmantojot plašo *ArcMap* saimes analīzes rīku kopu.

Papildu izveidotās datu kopas:

(1) nogāzes – Jāpiebilst, ka M 1:10 000 topogrāfisko karšu reljefa attēlošanas precizitāte ir atkarīga no reljefa saposmējuma, bet garu un stāvu nogāžu gadījumos, kas plakanvirsas pauguriem ir ļoti raksturīgas, nogāžu stāvums attēlojas nepietiekoši korekti, jo nogāzes krituma leņķa izšķirtspējas robežlielums ir 20°.

(2) virsotnes (1 vai arī vairākas pēc augstuma tuvas pauguru augstākās virsotnes, kas palīdz analizēt virsmas galveno slīpumu virzienus);

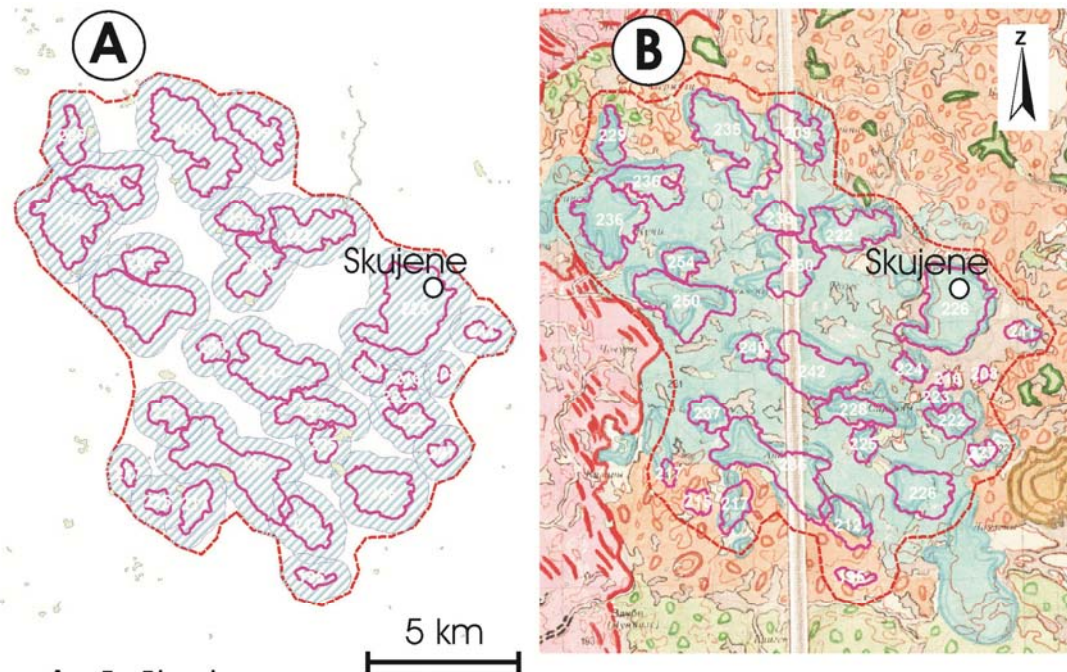
(3) karjeri (izmantojot dažāda mēroga topogrāfiskās kartes un ortofotokartes, ir identificētas vietas, kur notikusi vai notiek derīgo izrakteņu ieguve). Pēc šiem datiem tika **lokalizētas pētījumu vietas pirms apsekošanas un lauka darbiem**;

(4) reljefs horizontālēs (digitizēts no M 1:10 000 topogrāfiskajām kartēm;

(5) plakanvirsas pauguru izplatības areālu robežas. To izdalīšana nav līdz šim bijusi stingri noteikta un parasti attēlotas tikai maza mēroga kartēs. Tāpēc darbā iegūtais rezultāts tiek piedāvāts kā risinājums, kad šī robeža vilkta apmēram 0,5 – 1 km attālumā no areāla malas pauguriem, precizēta pēc apkārtnes reljefa formām.

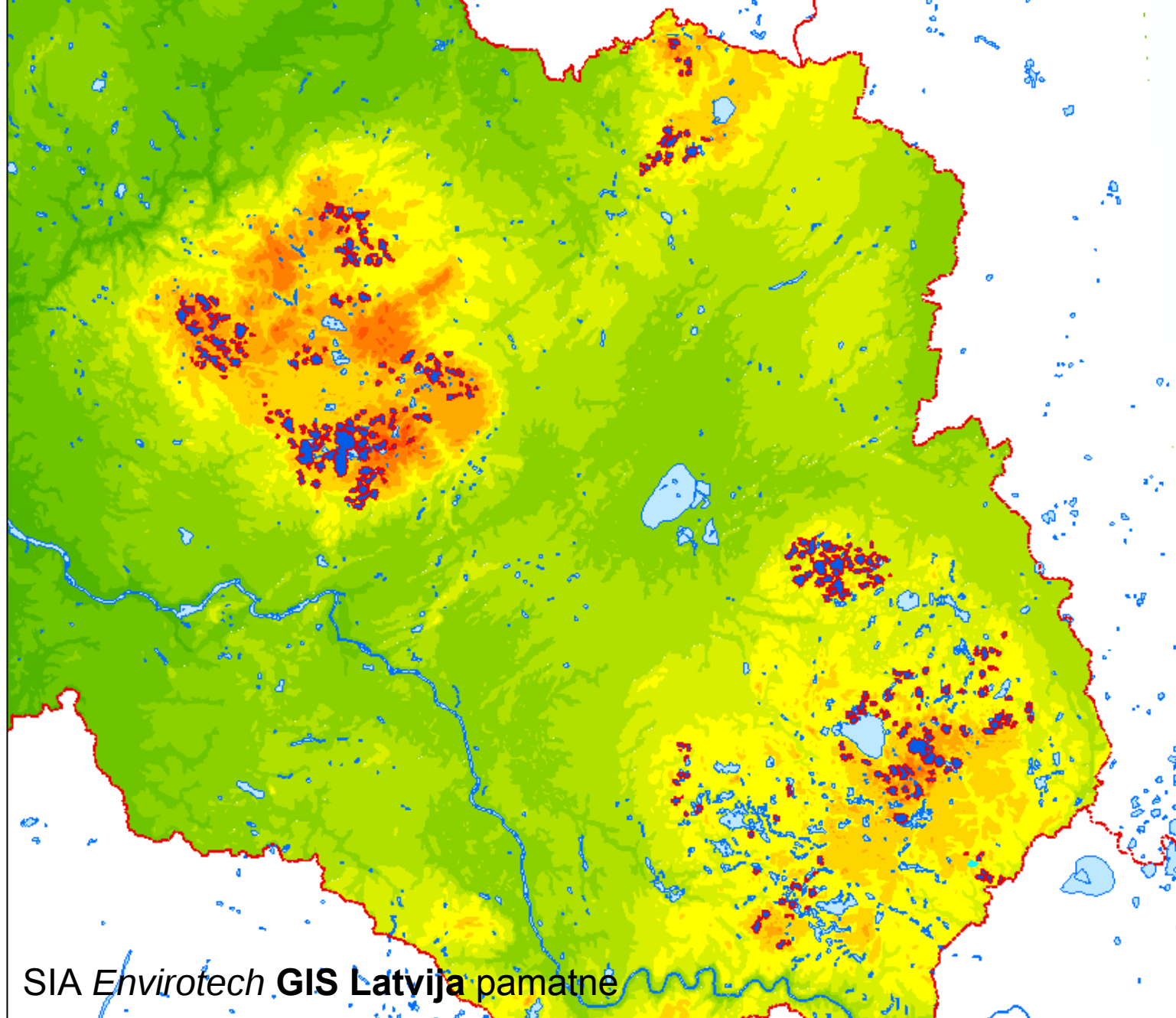
Citi dati: ezeri, purvi, osveida formas, malas veidojumu joslas, nogulumu datējumu vietas...

Areāla robeža tiek izvilкта analizējot pamatā plakanvirsas pauguru formu savstarpējo izvietojumu. Ar *ArcMap* rīku *Buffer* tiek izvilktas joslas dažādos attālumos, cenšoties atrast lielumu, pie kura veidotos pietiekošs pārklājums, kas labi, bet ne pārmērīgi aizpildītu „tukšos” laukumus starp formām (A - ar 0,5 km lieluma robežu (buferi)). Iegūtais lielums ir salīdzināts un uzrāda augstu sakritību ar 1:200 000 ģeomorfoloģisko karti (Mironovs *et al.*, 1973), kurā uzrādīta glaciolimnisko nogulumu izplatība plakanvirsas pauguru tuvumā (B att.).



Apzīmējumi

-  plakanvirsas pauguri ģeomorfoloģiskajā kartē
-  glaciolimnisko nogulumu izplatība ģeomorfoloģiskajā kartē
-  plakanvirsas pauguri ĢIS vidē
-  plakanvirsas paugurs ar 0,5 km ārejo joslu (buferi)
-  plakanvirsas pauguru izplatības areāls



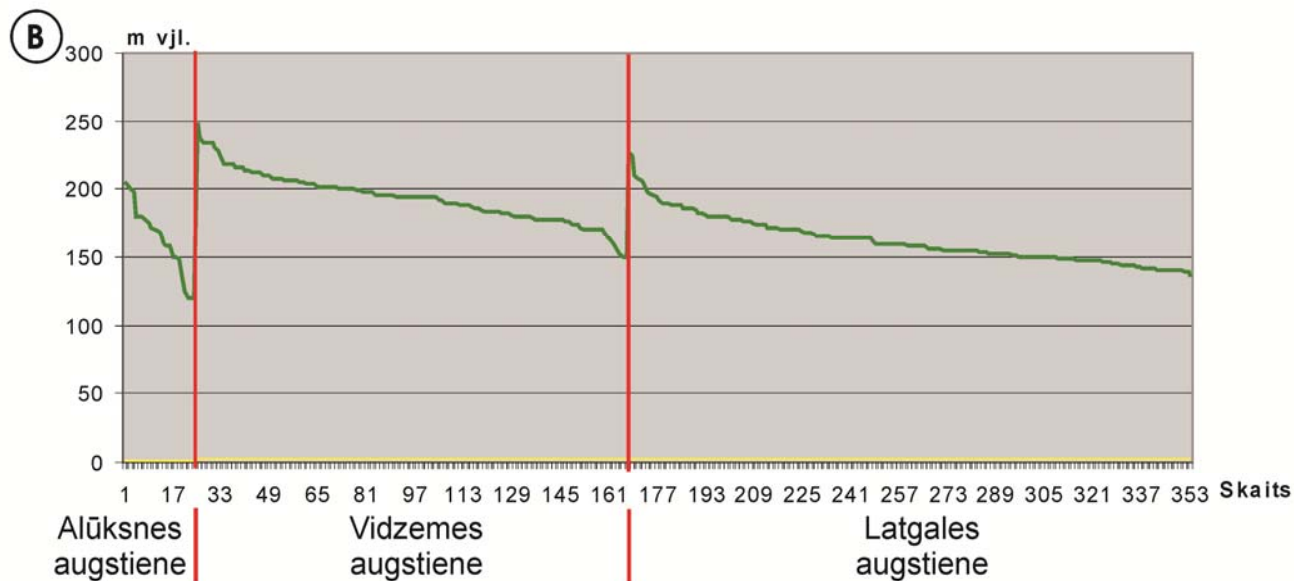
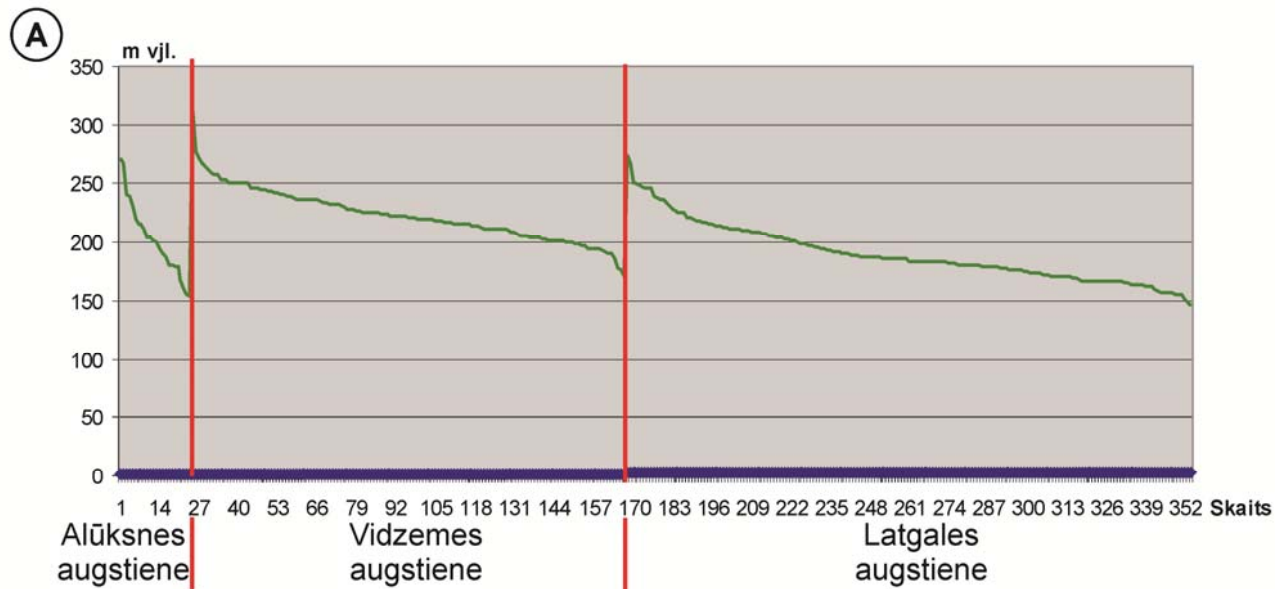
Plakanvirsas pauguru pētījumu terotorija

Latvijas glaciostruktūru akumulatīvās augstienes

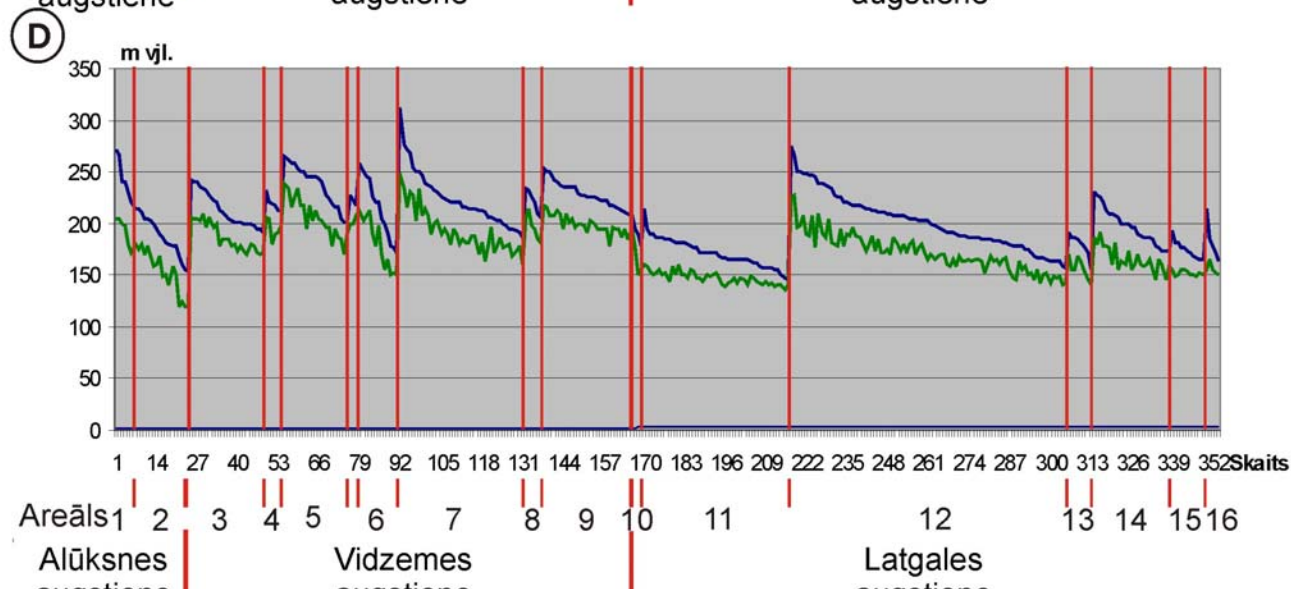
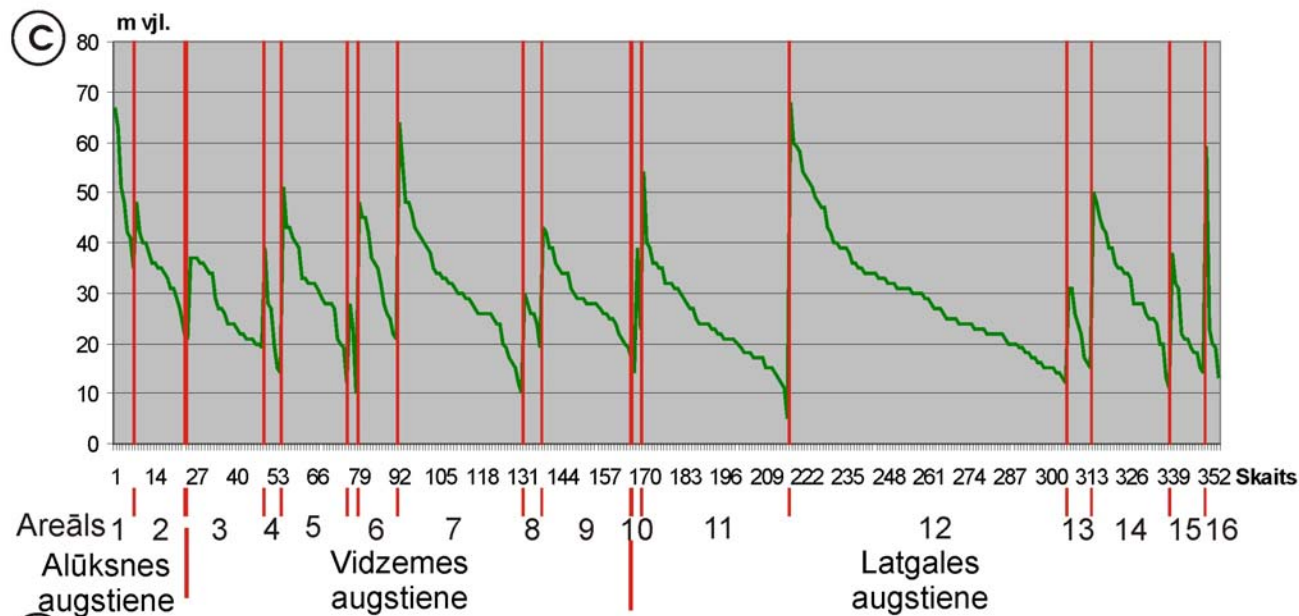
	Platība (<i>km</i> ²)	Maksimālais augstums (<i>m</i>)	Platopauguru skaits (<i>gab.</i>)
• Alūksnes augstiene	887	271,5	~ 24
• Vidzemes augstiene	4605	311,6	~ 145
• Latgales augstiene	6376	289,3	~ 185
Kopā:	11 868		~ 354

Plakanvirsas lielpauguri ieņem nozīmīgu vietu Latvijas salveida akumulatīvi glaciostrukturālo augstieņu reljefā un virskārtas nogulumu segas raksturā.

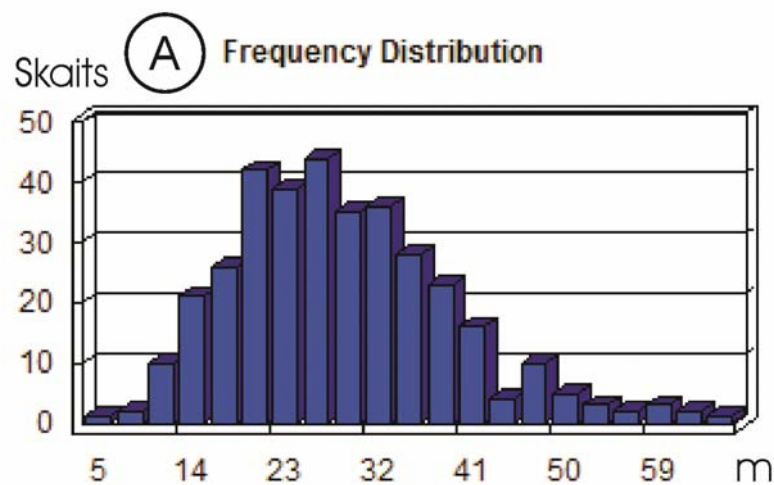
Analizējot šo formu telpisko izplatību, kā arī balstoties uz to ārējās morfoloģijas pazīmēm un iekšējās uzbūves datiem, var apgalvot, ka pastāv nelielas reģionālas atšķirības dažādās augstienēs.



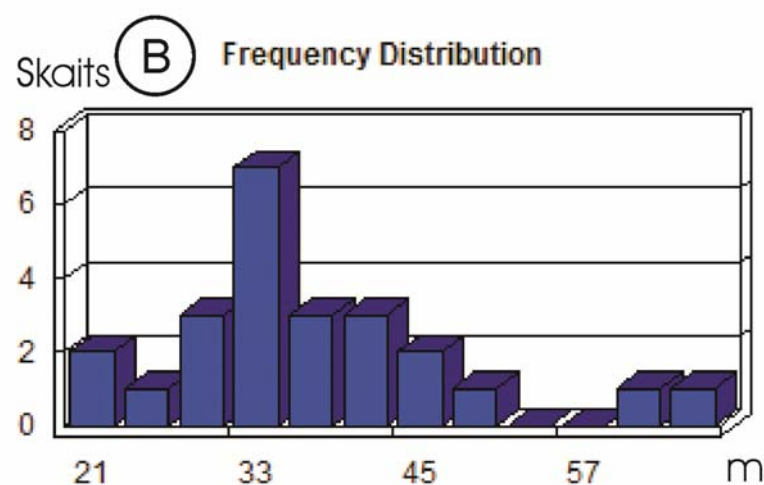
Plakanvirsmas lielpauguru maksimālā augstuma (A) un [piekājes] augstuma (B) sadalījuma grafiki dažādās Latvijas salveida akumulatīvi glaciostrukturālajās augstienēs.



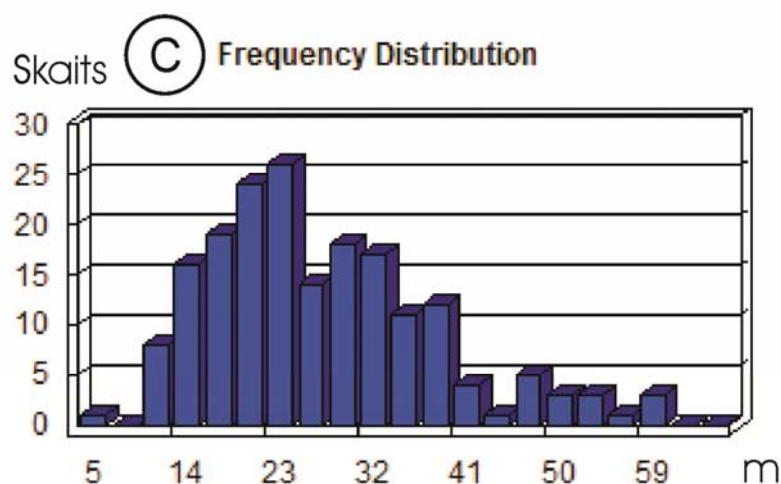
Plakanvirsmas lielpauguru relatīvā augstuma (C) un absolūtā augstuma (D) sadalījuma grafiki dažādās Latvijas salveida akumulatīvi glaciostrukturālajās augstienēs un plakanvirsmas pauguru izplatības areālos.



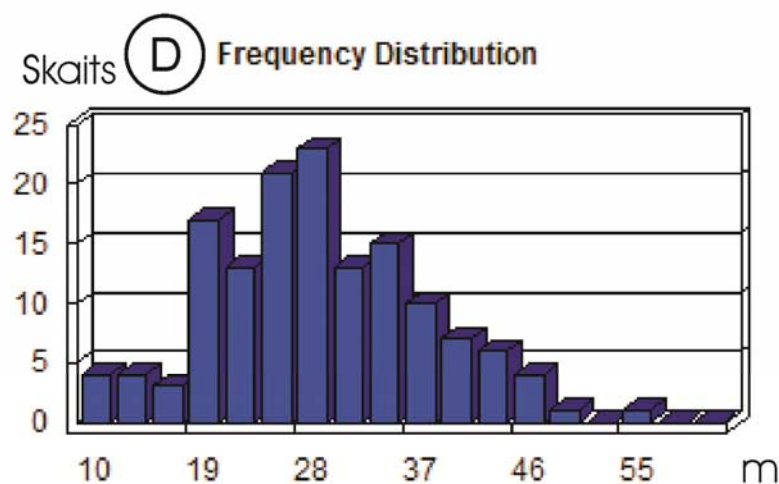
Visi datubāzes plakanvirsas pauguri



Alūksnes augstiene

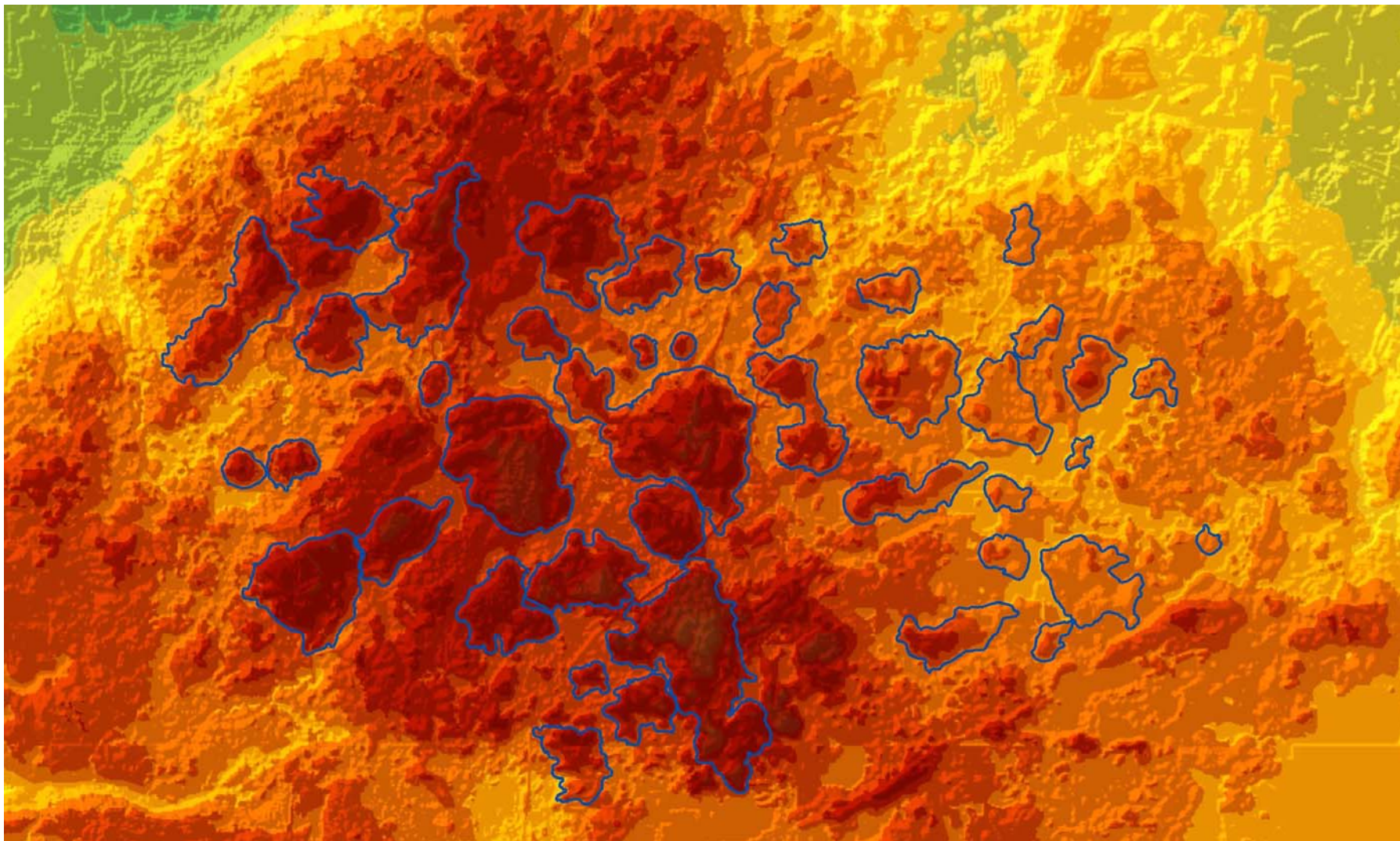


Vidzemes augstiene

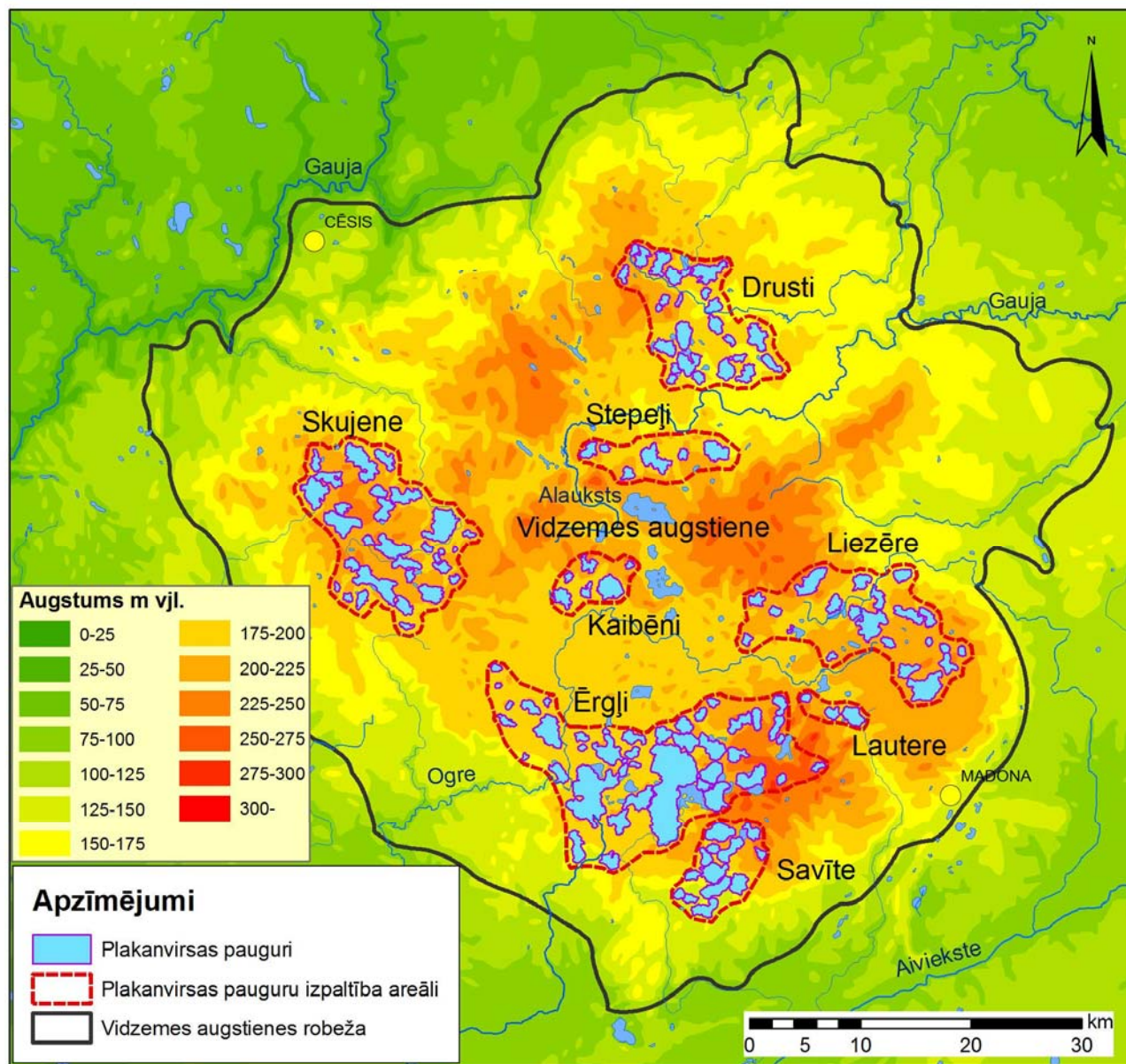


Latgales augstiene

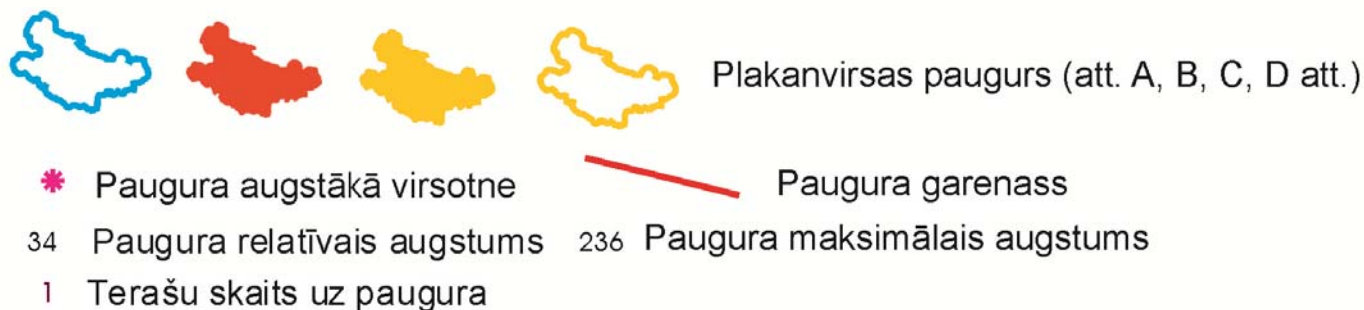
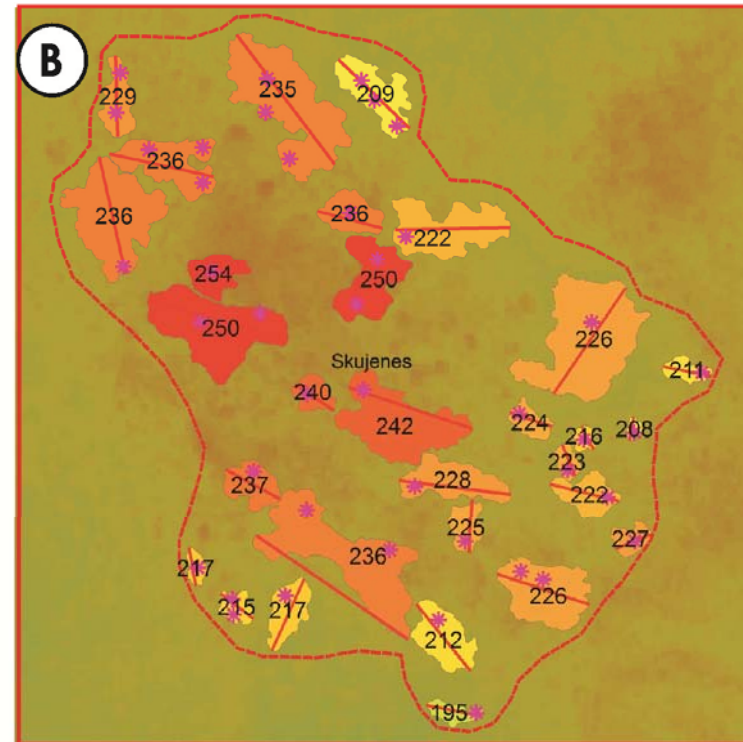
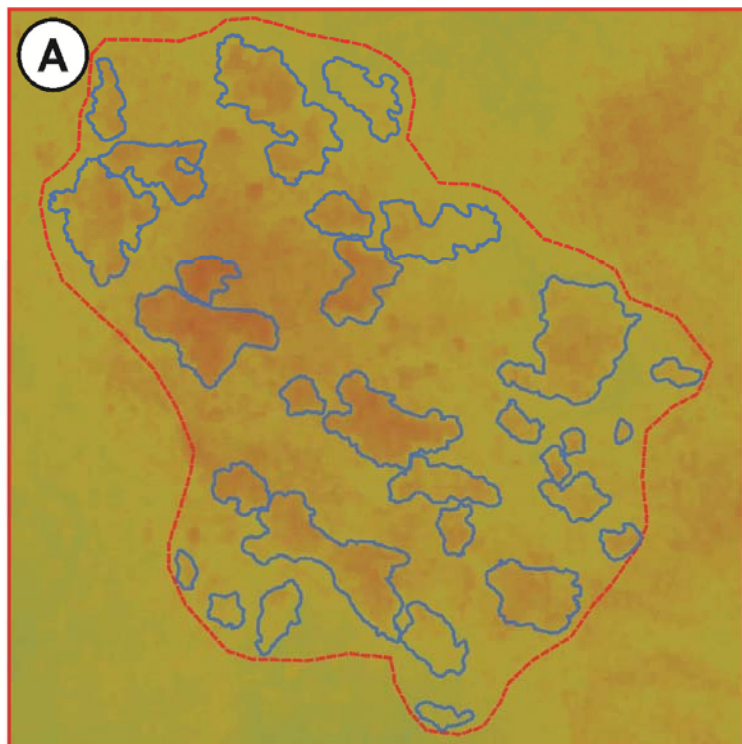
Plakanvirsas pauguru grupējuma analīze pēc relatīvā augstuma, veikta ar ArcGIS rīkiem ...



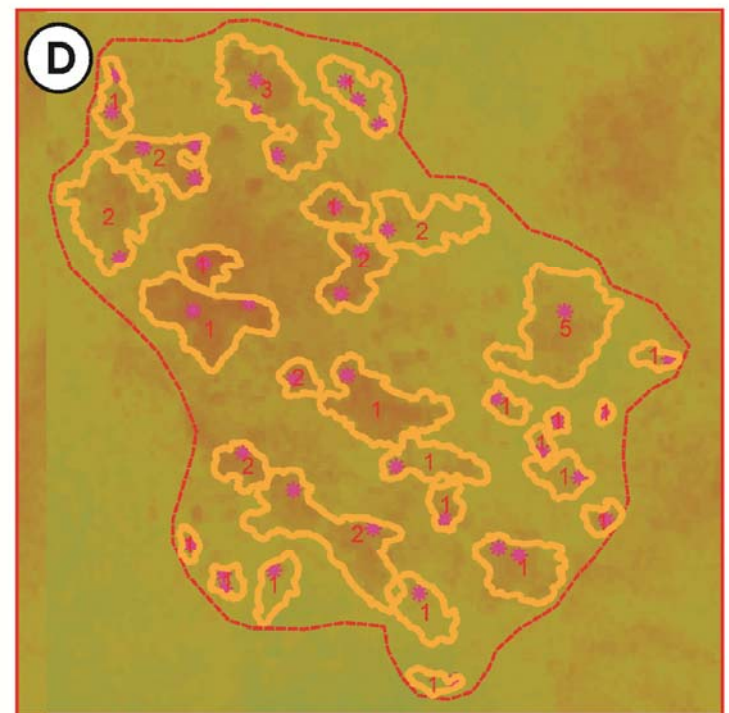
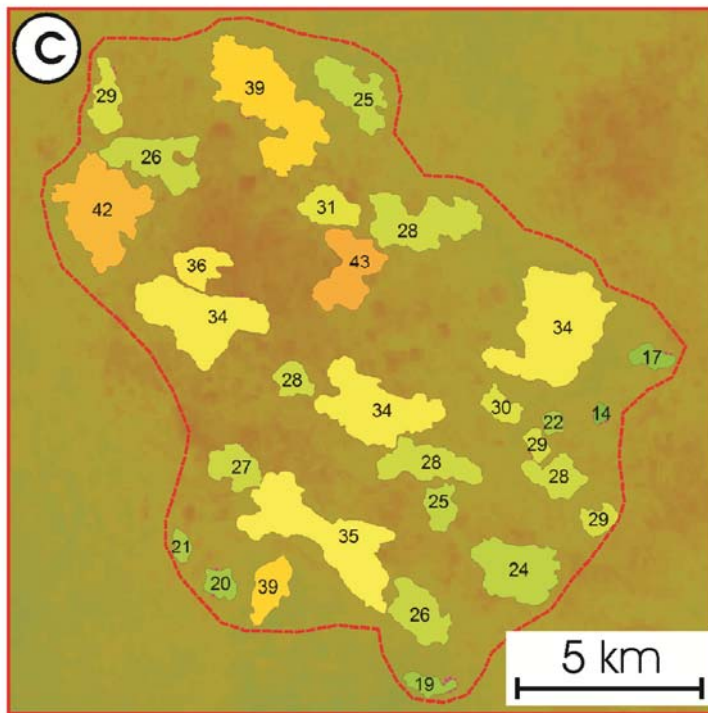
Plakanvirsas pauguru un to areālu izvietojums Latgales
augstienes Burzavas paugurainē (*LĢIA Latvijas reljefa modelis*)



SIA *Envirotech* **GIS Latvija** pamatne
 Vidzemes augstienes plakanvirsas pauguru un to areālu
 izvietojums



Vidzemes augstienes Skujenes plakanvirsas pauguru izplatības areāla morfoloģiskās analīzes piemērs. A – hipsometriskais novietojums (*SRTM* dati); B – pauguru virsas maksimālie augstumi (m), augstākie punkti un orientācijas asis; C – pauguru maksimālais relatīvais augstums; D – pauguru virsmas augstākie punkti un terašu skaits.



Apzīmējumi



Plakanvirsas paugurs (att. A, B, C, D att.)



Paugura augstākā virsotne



Paugura garenass

34 Paugura relatīvais augstums

236 Paugura maksimālais augstums

1 Terašu skaits uz paugura

Vidzemes augstienes Skujenes plakanvirsas pauguru izplatības areāla morfoloģiskās analīzes piemērs. A – hipsometriskais novietojums (*SRTM*); B – pauguru virsmas maksimālie augstumi (m), augstākie punkti un orientācijas asis; C – pauguru maksimālais relatīvais augstums; D – pauguru virsmas augstākie punkti un terašu skaits.

Veicot detālāku ģeotelpisko analīzi Skujenes plakanvirsas pauguru izplatības areālā, var izdarīt šādus konstatējumus:

1) Skujenes plakanvirsas pauguri ieņem **augstāko hipsometrisko līmeni** Vidzemes augstienes ZR stūrī. Šeit tiek vilkta arī Mežoles un Piebalgas pauguraiņu robeža, kas šķērso areālu. Dabas apvidu robežas, iespējams, ir jāprecizē, jo šī areāla vidusdaļā atrodas arī augstākie reljefa punkti, kas, kā zināms, veido ģeomorfoloģisko apvidu, t.i. pauguraiņu centrālo daļu.

2) Plakanvirsas pauguri ir **izvietoti** piecās **joslās**. Visas tās orientētas ZR–DA virzienā. Tā kā pats areāls arī orientēts no ZR uz DA, **areāla un joslu orientācija sakrīt**. No vidējās joslas uz sāniem esošās joslas atrodas apmēram vienādā attālumā, kas ir apmēram vienāds ar formu platumu.

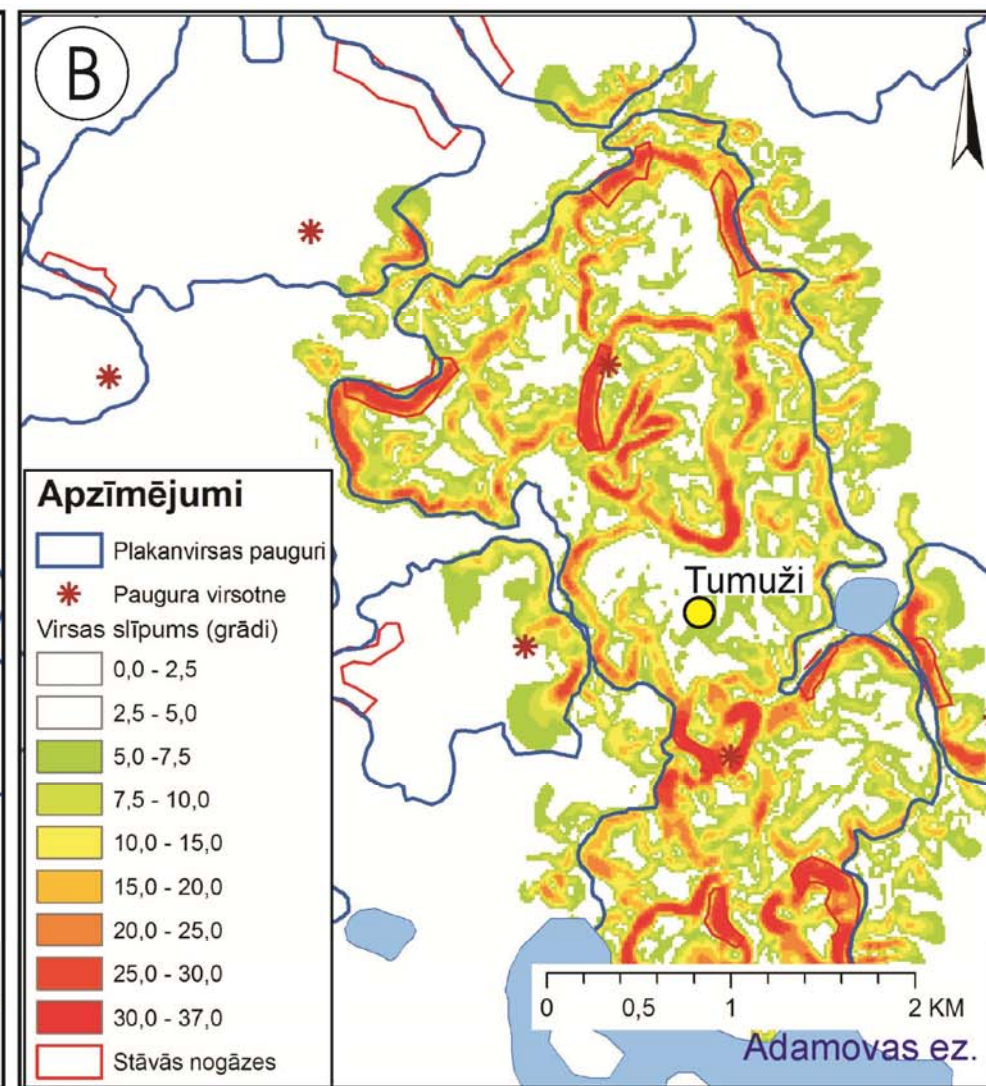
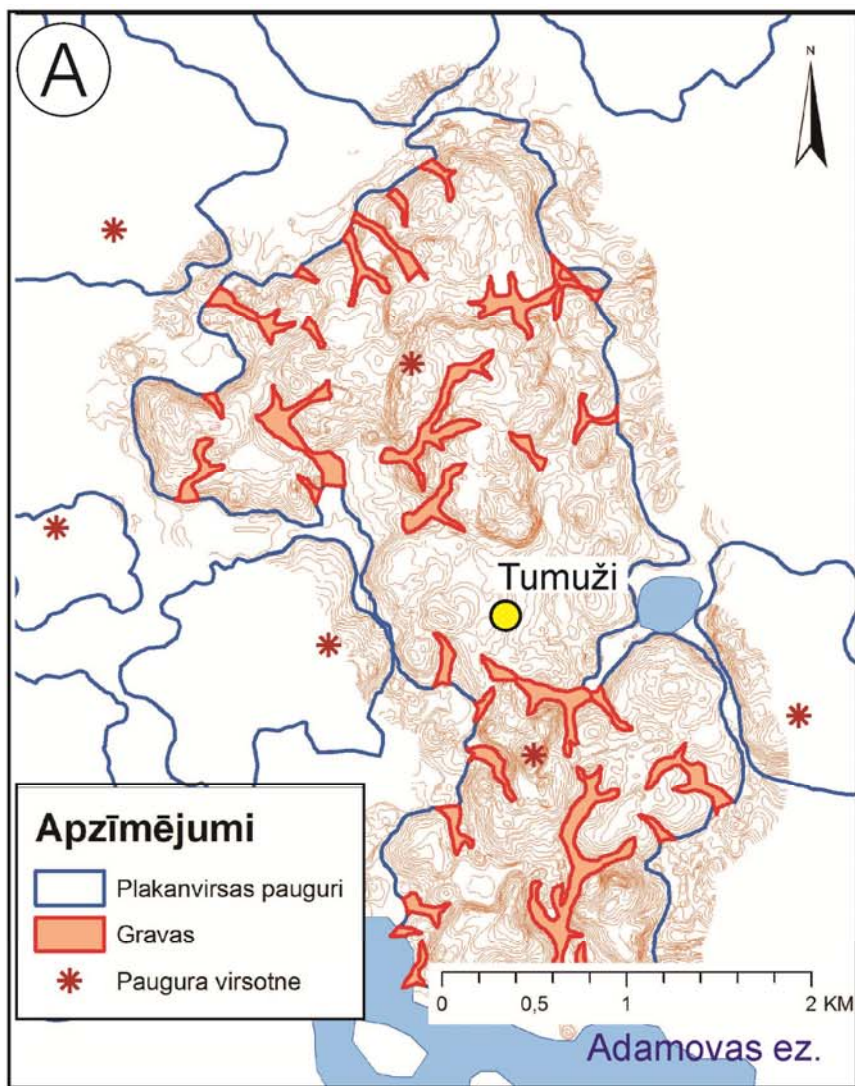
3) Areāla platākajā DA galā izdalās piecas joslas un **malējās joslās pauguru izmēri ir ievērojami mazāki**, izņemot Skujenes pauguru areāla A malā. Tas izceļas ne tikai ar lielo izmēru (5,8 km², garums līdz 3,5 km), bet ar lielāko terašu skaitu (pavisam piecas terases) areālā un visās Latvijas akumulatīvi glaciostrukturālajās augstienēs.

4) Augstākās pauguru **virsošnes vairumā gadījumu neatrodas centrā**. Bieži tās atrodas formu galos (ja formas izstieptas, vai arī pat sānos, sarežģītākā apveida pauguriem mēdz būt vairākas (2-3) pēc augstumiem tuvas (ar 1 – 2 m atšķirībām) virsošnes. Īpaši raksturīgi tas ir formām areāla ZR daļā.

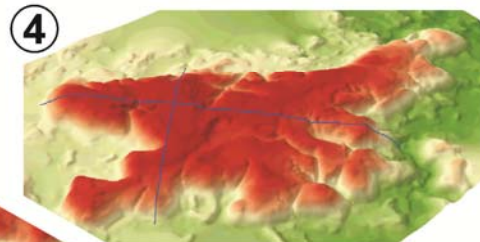
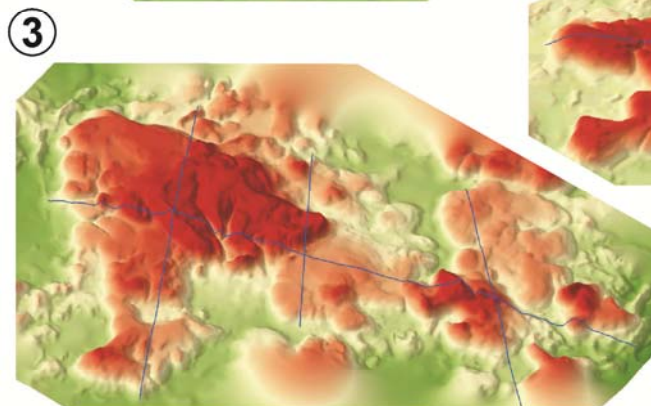
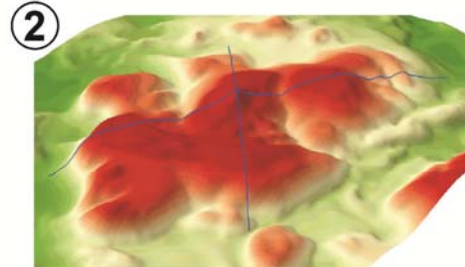
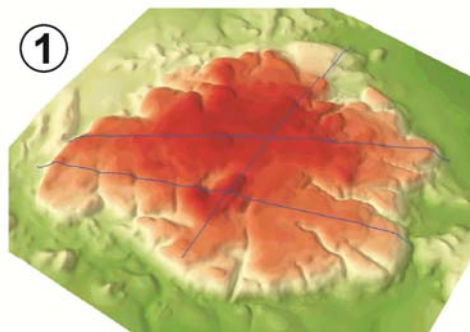
5) Pauguru **garenasis** arī vairumā gadījumu **orientētas no ZR uz DA**, tikai atšķiras mazākajos vai areāla malas pauguros.

6) Lai gan pēc absolūtajiem izmēriem augstāka ir areāla centrālā daļa, tad **relatīvie pauguru augstumi** tam precīzi neatbilst. Piedevām attēlā, diferencējot relatīvos augstumus ar krāsām (C att.), izteikti parādās **ZA – DR virzienā orientētas joslas**. Tādā veidā areālā plakanvirsas pauguru izvietojumu nosaka arī kāda šķērseniskā komponente, kas noteikti iezīmē areāla reljefa, t. sk. plakanvirsas pauguru cokolu daļas veidošanās dinamiku, un iespējams, arī glaciolimnisko nogulumu segas veidošanos virs tiem.

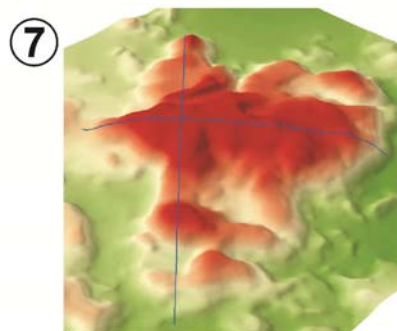
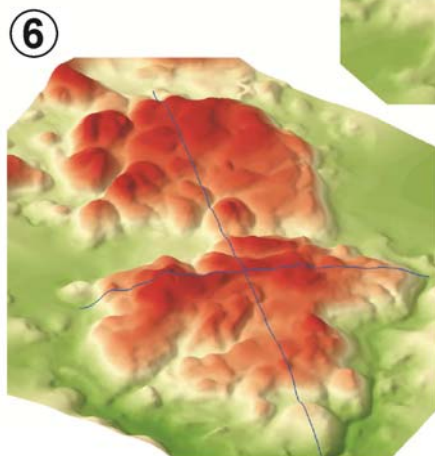
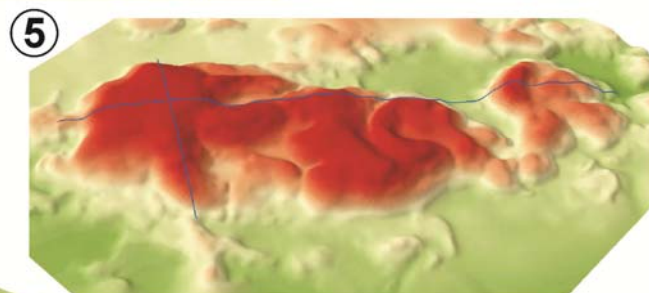
7) Skujenes areālā vairumam pauguru (21 no 30) ir **tikai viena terase**. Tātad to virsma ir salīdzinoši līdzena. Galvenokārt to sarežģī gravas vai sengravas. Septiņiem pauguriem ir divas terases, vienam – trīs, bet vienam – piecas.



Plakanvirsas pauguru nogāžu stāvuma analīze Tumužu pauguram Latgales augstienē. A – horizontāles un gravas digitizētas no topogrāfiskās kartes M 1:10 000; B – nogāžu slīpuma analīze, izceļot stāvākos iecirkņus.



25 km



3D analīze ļauj noteikt paugura konfigurāciju un analizēt to savdabību, kas “paslēpjas” aiz datu bāzes skaitļiem, ļaujot izdalīt arī dažādu morfoloģisko paveidu formas.

Secinājumi:

- Pētījuma gaitā izveidotās uz ĢIS balstītās datu bāzes par plakanvirsas pauguriem un ĢIS analīzes rīki ir ļāvuši atrast kritērijus plakanvirsas pauguru un to izplatības areālu robežu noteikšanā un precizēšanā.
- Tāpat tas ir palīdzējis noskaidrot plakanvirsas pauguru un to izplatības areālu teritoriālo sasaisti ar pēdējā ledāja pabiezinātas segas nogabaliem, īpaši Latgales un Alūksnes augstienēs, kur ārpus ledāja pirmmasīvpauguru un plakanvirsas pauguru izplatības nogabalos tā vidēji ir relatīvi plānāka nekā Vidzemes augstienē.

Izmantojot L. Sietinsones (Sietinsone, 2006) izveidoto datu bāzi par Latvijas pilskalniem un autora izstrādāto plakanvirsas pauguru datu bāzi (Markots, 2010), abu datu bāžu salīdzinošā analīzē noskaidrots, ka vismaz 10 pilskalni atrodas uz plakanvirsas pauguriem, bet to izplatības areālos ir konstatēti pavisam apmēram 45 pilskalni un pilenes.

Balstoties uz šī tipa lielpauguru ģenētisko saistību ar pārejām zemledāja izcelsmes reljefa formām, telpisko izvietojumu, morfoloģiju un iekšējās uzbūves īpatnībām tiek nodalīti to izplatības areāli un morfoloģiskie tipi, tiek pētīta to veidošanās un ir iegūta padziļināta paleoglacioloģisko apstākļu laiktelpiskā rekonstrukcija.

A photograph of a rural landscape. In the foreground, there is a field of tall, dry grass. In the middle ground, a dirt road winds through green hills. To the right, a white house with a red roof is visible. The sky is overcast and grey.

Paldies par uzmanību!

Jautājumi?