

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

VidZ 020033

Ingus Purgalis

**Gaujas izmaiņas un mūsdienu ģeoloģiskie procesi
Vidusgaujas smiltāja līdzenumā**

Darba vadītājs: **.prof. Guntis Eberhards**

Rīga, 2006

Satura rādītājs

Anotācija	3
Annotation.....	4
Ievads	5
1. Literatūras apskats	6
1.1. Ielejas uzbūve	6
1.1.1. Upes gultne un tās veidošanās	6
1.1.2. Paliene.....	11
1.1.3. Virspalu terases.....	13
1.1.4. Nogāzes.....	14
1.2. Ģeoloģiskie procesi Latvijas upēs	14
1.2.1. Gaujas krastu erozija.....	17
1.2.2. Akumulācija.....	21
1.3. Upju ģeoloģisko procesu izpētes pieredze.....	22
1.3.1. Patstāvīgo ūdens plūsmu darbība	23
1.3.2. Krastu pārstrādes tipi	24
1.3.3. Upju ieleju asimetrija.....	30
1.4 Gauja	30
1.4.1. Gaujas baseina vispārīgs raksturojums.....	31
1.4.2. Gaujas posms no šosejas Smiltene – Valka tilta līdz mājām Bebrīņi.....	33
1.4.2.1. Veģetācija	35
1.4.4.2. Erozijas ietekmes zonā esošā infrastruktūra un ēkas.....	40
2. Darba materiāli un metodes	41
2.2. Stacionārā metode.....	41
2.3. Kartogrāfiskā metode.....	42
3.3. Statistiskā un analītiskā metode.....	43
3.4. Literatūras analīze.....	45
3. Rezultāti un diskusija.....	47
3.1. Dažādu gadu karšu salīdzinājums.....	47
3.2. Krastu izskalošanās Vidusgaujas smiltāja līdzenumā	49
3.3. Gaujas meandru loku izmaiņu vispārīga prognoze	59
Secinājumi.....	60
Izmantotā literatūra	61
Pielikums.....	63
Pielikumu saraksts	64
1. pielikums Pētījumos iegūto datu tabulas	65
2. pielikums Pētāmajā posmā sastopamo biotopu apraksts	74
3. pielikums Pētāmā posma stacionāri un pirmajā ekspedīcijā iegūtie pamatdati.....	76

Anotācija

Darbā izveidots literatūras apskats par upju ieleju mūsdienu ģeoloģiskajiem procesiem un to ietekmējošajiem faktoriem. Analizētas Gaujas krastu izmaiņas salīdzinot dažādu gadu kartogrāfisko materiālu un izveidojot deviņus stacionārus (pēc prof. G. Eberharda izstrādātās metodes), Gaujas ielejas posmā no šosejas Valka – Smiltene tilta līdz mājām Bebrīņi.

Galvenā uzmanība tiek pievērsta krastu atkāpšanās procesiem. Darbā, balstoties uz veiktajiem pētījumiem un literatūras apskatu, tiek izdarīti secinājumi par iespējām prognozēt iespējamās Gaujas izmaiņas nākotnē.

Darbs sastāv no 3 nodaļām, tā kopējais apjoms 84 lpp. Tekstu ilustrē 36 attēli (kartes, fotogrāfijas, shēmas, grafiki, tabulas). Izmantotās literatūras sarakstā 38 nosaukumi, t.sk. publicētie - 22 .

Atslēgas vārdi: erozija, akumulācija, upe, alūvijs, Gauja, krasts

Annotation

Review of literature in the work is made about the geological process' and the factors that influence them in the valley of rivers. The changes in the banks of Gauja are being analysed comparing to the cartographical materials of different years and making nine stationaries (after the method of prof. G. Eberhards) in the bay of Gauja valley from the road Valka- Smiltene bridge to the house Bebrīņi.

The main attention is turned to the process' of bank resignation. Basing on the researches and review of literature conclusions are made about the possibilities to predict the possible changes of Gauja in the future.

The work consists of 3 chapters, its common amount 82 pages. Text is illustrated with 39 images (maps, photos, schemes, graphs, tables). The list of literature contains 38 titles, from these published- 22.

Key words: erosion, accumulation, river, alluvia, Gauja, bank

Ievads

Gaujas ielejai raksturīgo ainavu veidojis Gaujas mainīgais tecējums, kura gaita un attīstība nav vēl īsti izziņāta un prognozēta visā tās garumā. No tā izriet arī tēmas aktualitāte: nepieciešamība izziņāt un prognozēt Gaujas upes gultnes tālākās izmaiņas, sevišķi krastu erozijas procesu gaitu. Tas nepieciešams, lai savlaicīgi atklātu paaugstinātās erozijas riska vietas un iespējamo apdraudējumu esošajai viensētu apbūvei, ceļiem un biotopiem. Daudzi no šeit sastopamajiem biotopiem ir iekļauti arī Eiropas aizsargājamo biotopu sarakstā. Ņemot vērā, ka pētāmā teritorija atrodas aizsargājamo ainavu apvidū, turklāt arī Zemās salas dabas liegumā, nākotnē, iespējams, varētu attīstīties ekotūrisms. Par šādu iespēju liecina pētāmajā teritorijā novērotā dabas draugu aktivitāte, kas šeit kuplā skaitā ierodas baudīt skaistās ainavas, makšķerēt vai vienkārši atpūsties. Krastu atkāpšanās prognozes būtu ļoti nozīmīgas, piemēram, dabas taku izveidē vai nometņu vietu izbūvē un plānošanā.

Darba mērķis:

Noteikt Gaujas krastu atkāpšanās raksturu, likumsakarības un intensitāti pētāmajā teritorijā, kā arī prognozēt upes gultnes tālāko attīstību.

Mērķa sasniegšanai tiek izvirzīti sekojoši darba uzdevumi:

- ✓ Izveidot literatūras apskatu par upju ielejās notiekošajiem ģeoloģiskajiem procesiem;
- ✓ apkopot un salīdzināt gultnes izmaiņas dažādos gados izdotās kartēs,
- ✓ izmantojot prof. G. Eberharda izveidoto stacionāru metodi tajos veikt regulārus novērojumus;
- ✓ Analizēt svarīgākos krasta erozijas (izskalošanos) ietekmējošos faktorus katrā pētāmajā posma stacionārā;

Darbā autors apkopojis teorētisko informāciju par upēs notiekošajiem procesiem un analizējis Gaujas krastu izmaiņas salīdzinot dažādu gadu kartogrāfisko materiālu kā arī izveidojot deviņus stacionārus (pēc prof. G. Eberharda izstrādātās metodes), Gaujas ielejas posmā no šosejas Valka – Smiltene tilta līdz mājām Bebrīņi

Autors izsaka pateicību dabas draugiem: Naurim Štolceram un Rolandam Zelderam par asistēšanu lauka darbos un firmas Envirotech vadītājam Jānim Dzelzītim par karšu apstrādes programmatūras nodrošinājumu.

1. Literatūras apskats

1.1. Ielejas uzbūve

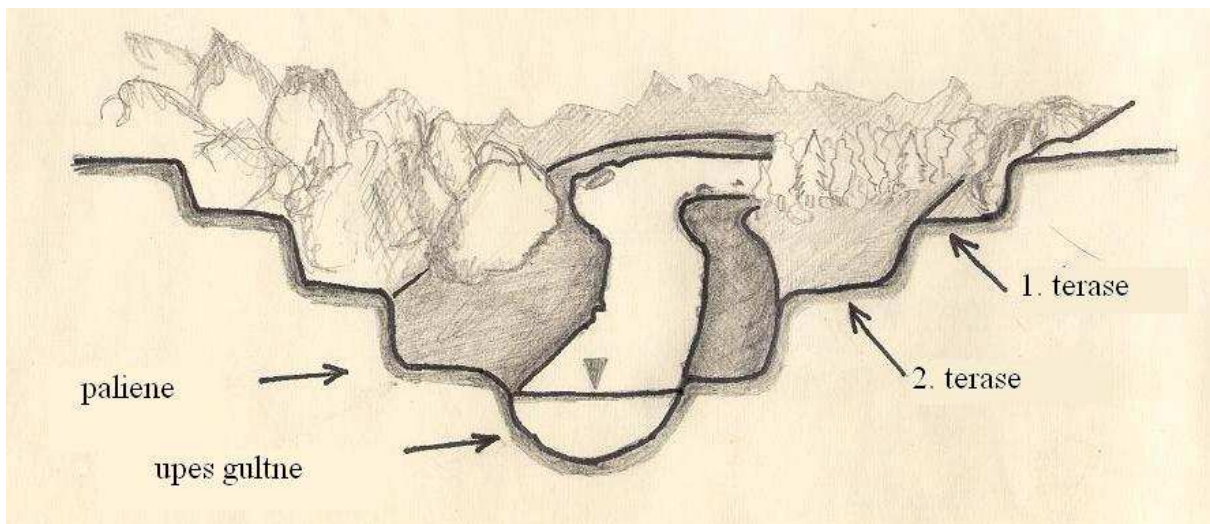
Lai iedziļinātos ielejas uzbūvē un tajā notiekošajos procesos, ir jāiepazīstas ar pamatjēdzieniem. Skaidrojošajā vārdnīcā Dabas ģeogrāfija (2000.g.) jēdziens “upe” ir definēts kā: “patstāvīga ūdens straumes plūsma dabiskā gultnē”. Upes ūdeni gūst no atmosfēras nokrišņiem un pazemes ūdeņiem. Tās galvenie raksturlielumi ir tās garums, pieteku skaits un līkumainība (attiecība starp taisnes nogriežņa garumu, kas savieno izteku ar ieteku (km) un upes kopējo garumu, ieskaitot līkumus), upes kritums un slīpums. Izšķir galveno upi un tās pietekas (Ancāne, 2000). Galvenā upe ietek tieši okeānā, jūrā, ezerā vai izzūd smiltājos (<http://library.thinkquest.org> 10.04.06; Ancāne, 2000). Patstāvīgās gultnēs plūstošās ūdens plūsmas (upes) ar visām pietekām veido **upju sistēmu**. Par **upes baseinu** sauc apgabalu, kuru drenē vienas sistēmas upes, citiem vārdiem - teritorija, pa kuru tek galvenā upe ar pietekām un no kuras šīs upes savāc ūdeņus (Ancāne, 2000; Eberhards, 1978). Upju baseinus šķir **ūdens šķirtne** (Ancāne, 2000).

Savā attīstībā upes veido izteiktus reljefa padziļinājumus – ielejas. **Ielejas** ir negatīvas, lineāras, taisnas vai līkumotas (plāna skatījumā) reljefa formas ar izteiktu vienvirziena, bieži vien nevienmērīgu dibena kritumu upes tecēšanas virzienā. Tās veidojušās upes gultnē tekošo, patstāvīgo ūdeņu erozijas un akumulācijas procesu rezultātā. Ielejas sastāv no šādiem galvenajiem elementiem: upes gultne, paliene, virspalu terases un to nogāzes (1. att.) (Eberhards, 1978).

1.1.1. Upes gultne un tās veidošanās

“**Upes gultne** ir garš, šaurs pazeminājums upes ielejas dibenā, pa kuru visu gadu plūst upes ūdens” (Ancāne, 2000) (1. att.). Balstoties uz prof. G. Eberharda konsultāciju, jāpiebilst, ka pastāv iespēja, ka upes gultne var uz īsāku vai ilgāku laiku arī izzūt (periodiski darbojošos upju straumju gultnes). Šādas gultnes sastopamas reti un galvenokārt mazām upēm vai upēm arīdos klimata apstākļos.

Gultni veido pati upe. Upei iegrauzoties dziļumā, gultne izskalojas un padziļinās, bet, ja upe izskalo krastus, tā gultni paplašina (www.liis.lv, 16.10.2004).

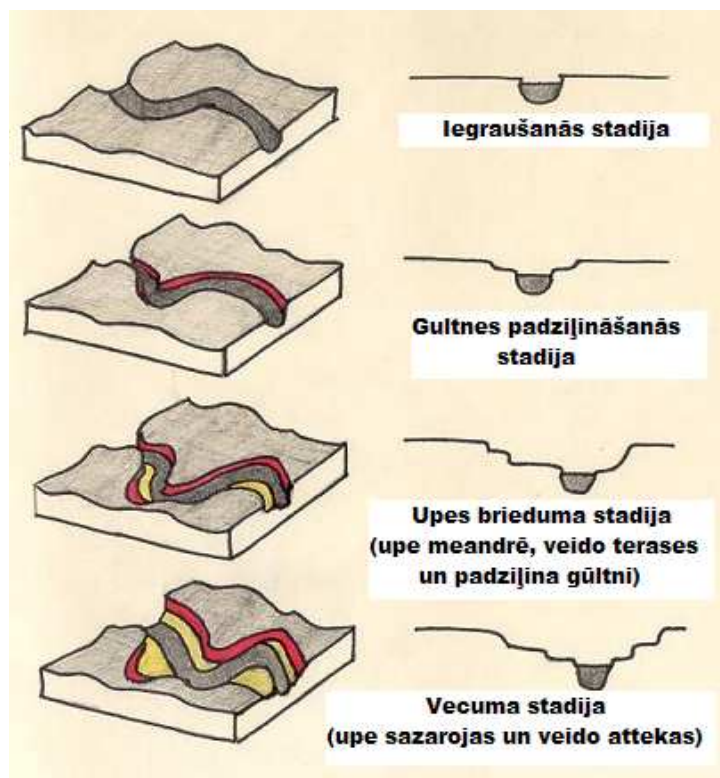


1. att. Shematisks upes ielejas zīmējums (autors I. Purgalis, pārzīmējot no www.liis.lv, 16.10.2004)

Gultnes pēc izmēriem var būt ļoti dažādas, tās atšķiras - platums var būt no dažiem desmitiem cm līdz pat vairākiem desmitiem km (Amazone, Volga, Ļena). Tās var būt līkumotas (**meandrējošas**), taisnas (vai vāji līkumotas) un sazarotas. Gultnes veidošanos, izmērus un raksturu nosaka ļoti daudzi faktori, kā nozīmīgākos var minēt – teritorijas klimatu, reljefu un ģeoloģisko uzbūvi (Ancāne, 2000).

Tekošam ūdenim piemīt spēks, tas ir atkarīgs galvenokārt no straumes ātruma un ūdens daudzuma upē. Jo lielāks ir straumes spēks un ūdens daudzums upē, jo lielāks arī upes spēks. Upe savu spēku patērē, lai:

- ✓ padziļinātu vai paplašinātu savu gultni, izskalojot iežus;
- ✓ pārnestu ūdenī izšķīdušās vai ūdenī peldošās vielas;
- ✓ pārvietotu pa upes gultni lielāka izmēra minerāldaļiņas – oļus, granti, smiltis (www.liis.lv, 16.10.2004).



2. att. Upes attīstības stadijas (Grīne, Zelčs, 1997)

Upēs var izdalīt četras gultnes attīstības stadijas (skat.2.att):

- ✓ upes attīstības sākotnējā jeb iegrašanās stadija;
- ✓ upes jaunības stadija (upes gultne padziļinās)
- ✓ upes brieduma stadija (upe meandrē, veido terases un padziļina gūtni)
- ✓ upes vecuma stadija (upe sazarojas un veido attekas) (Grīne, Zelčs, 1997)

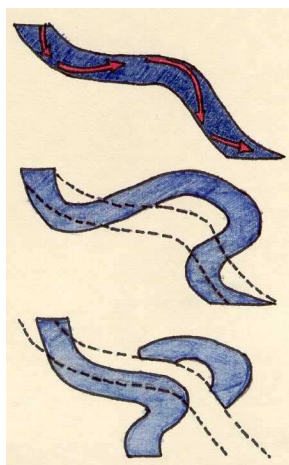
“**Erozija** ir eksogēno procesu ārdošā darbība. Šaurākā nozīmē - tā ir ūdens straumju radīta iežu noārdīšanās un izskalošana. Šajos procesos notiek iežu virskārtas pakāpeniska noārdīšanās mehāniskas, termiskas un ķīmiskas iedarbības rezultātā. To izraisa virsmas berze, nodilšana, spēcīgu gāzes vai šķidrums plūsmu vai ledus kustības iedarbība” (Ancāne, 2000). Citiem vārdiem - upes gultnes izskalošanos sauc par **eroziju** un atkarībā no izskalošanās virziena to sauc vai nu par **dziļuma eroziju**, vai par **sānu eroziju**. Dziļuma eroziju upēs novēro tad, kad upe padziļina gūtni, bet ja ūdens izskalo krastus (upe gūtni paplašina), novēro sānu eroziju (www.liis.lv, 16.10.2004).

Liela nozīme gultnes attīstībā un vispār upju ģeoloģiskajos procesos ir **upes erozijas bāzei** – ezera vai jūras (okeāna) virsmas līmenis, kurā upe ietek, bet pietekām – galvenās upes līmenis. Erozijas bāze laika gaitā var mainīties (Zemes garozas svārstību vai ūdens tilpuma maiņu (jūrā vai ezerā, kurā upe ietek) ietekmē). Ja erozijas bāze mainās, upes gultnē

sākas vai atjaunojas sānu erozija, dziļuma erozija, vai arī tā sāk aizpildīties ar sanešiem (Ancāne, 2000).

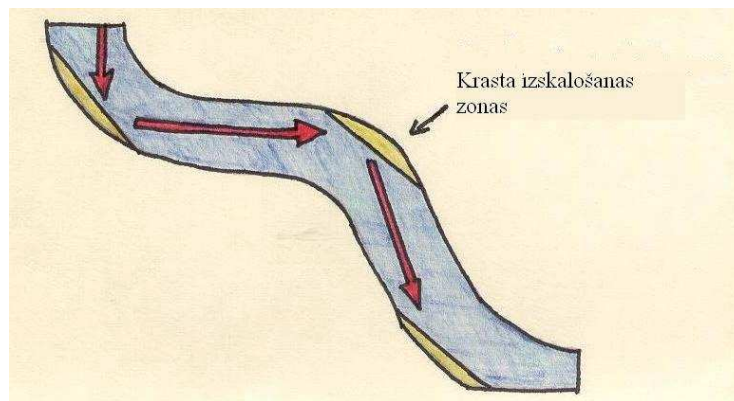
Ja upē no tās nogāzēm ieskalojas daudz vielu un upes ūdens kļūst duļķains, tad upe spēku patērē, lai šīs vielas transportētu uz priekšu. Vietās, kur ūdens daudzums vai straumes ātrums ir mazāks, upes nestās vielas izgulsnējas un uzkrājas. Tā vienas un tās pašas upes dažādās vietās vienlaicīgi notiek (3. att.):

- ✓ gultnes padziļināšanās;
- ✓ paplašināšanās;
- ✓ dažādu materiālu uzkrāšanās un upes piesērēšana.



3. att. Upes gultnes deformācijas (autors I. Purgalis)

Upes gultnes padziļināšanās notiek virzienā no upes ietekas uz tās sākumu - izteku. Upe, lai izlīdzinātu augstuma starpību starp tās iztekas un ietekas punktu, iegrauzas dziļumā (dziļuma erozija), tādējādi padarot savu plūdumu vienmērīgāku. Dziļuma erozija gultnē var notikt tik ilgi, līdz upe sasniedz erozijas bāzi. Baltijas jūrā ietekošajām upēm (arī Gaujai) tas ir jūras līmenis. Gultnes Latvijas upēs visvairāk padziļinās ūdenskritumu un krāču joslās. Ūdenskritumos ūdens ar lielu spēku plūst vertikāli uz leju un izskalo tā apakšējos slāņus. Tādā veidā ūdenskritums pamazām noskalojas, atkāpjas virzienā uz upes sākumu, un upe pamazām padziļinās (More,2006; www.liis.lv, 16.10.2004).



4. att. Krastu izskalošanās zonas (autors I. Purgalis izmantojot www.liis.lv, 16.10.2004)

Upēm padziļinot gultni, notiek arī gultnes paplašināšanās jeb sānu erozija. Tā notiek, upei pamīšus izskalojot vienu un otru krastu (4. att.). Tādā veidā veidojas kraujas (stāvkrausti), kuras pamazām nobrūk, un ieleja kļūst aizvien platāka. Upes savā ceļā līkumo (meandrē). Tās ceļā esošos šķēršļus un paaugstinājumus, izmantojot vieglākos ceļus, aptek. Upes, līkumojot apkārt šiem šķēršļiem, veicina sānu eroziju, tādēļ līkumotajos posmos upju gultnes paplašinās straujāk. Straume, līkumā atsitoties pret krastu, maina virzienu uz pretējo krastu. Šajās vietās izskalojas krasti, un upes līkumi kļūst arvien lielāki. Krastu ieliekumā straume parasti ir lielāka, un tā iegrauzas krastā. Pretējā krastā, kur straume ir mazāka, izgulsnējas smiltis, grants un oļi, veidojot **sēri**. Tā upes līkumi ne tikai kļūst lielāki, bet pamazām arī pārvietojas uz priekšu. Pastāv arī iespēja, ka upes meandras loki varētu pārvietoties uz augšu, piemēram, ja upē ir pārāk daudz sanešu materiāla (www.liis.lv, 16.10.2004).

Vecupju veidošanās un upes gultnes piesērēšana. Ja upes straumes ātrums ir mazs, upēs straumes līdz nestās augsnes, smilšu un atmirušo organismu daļas izgulsnējas upes gultnē. Tās uzkrājas līdz nākamā pavasara paliem vai spēcīgām lietavām, kad ūdens plūsma uzkrāto aiztransportēs tālāk lejup pa straumi. Dažreiz upēs izgulsnējas tik daudz šādu materiālu (norimstot paliem Gaujā), ka straumei ir vieglāk tos apiet un meklēt jaunu gultni, nekā tos aizskalot. Tā veidojas jauna upes gultne, bet vecā aizsērē. Vietās, kur upes gultni veido irdenas gruntis, upes gultne pastāvīgi mainās. Jo smilšaināka ir apkārtnē, jo straumei vieglāk izveidot jaunu sava tecējuma ceļu (skat. Hjulstroma līkni 1.3. nodaļā). Ūdens straume izskalo upes ieliekto krastu, līdz maz pamazām upei ir izveidojušies cilpveidīgi loki. Pavasarī, palos šādu loku šaurākajā daļā parasti straume tos pārrauj, un upe sāk veidot jaunu gultni. Izrāvusi jaunu gultni, upe kļūst mierīgāka, un tās bijusī gultne sāk aizsērēt. Šādās vietās augu un dzīvnieku valsts pamazām pārveidojas, un ar laiku tajās atrodami dīķiem raksturīgi augi un dzīvnieki. Katros nākamajos palos pārrāvuma vietas vecās gultnes galu

upes straume pieskalo ar smiltīm, tā veidojot izstieptu, nedaudz saliektas formas ezeriņu - **vecupi**. Senu vecupju vietās, atkarībā no upes lieluma, pat vairākus gadu tūkstošus (Gaujā vairākus simtus un pirmos gadu tūkstošus) pēc to aizsērēšanas pavasaros uzkrājas ūdens un vasarās var redzēt bagātīgi sazaļojušu zāli (www.liis.lv, 16.10.2004; Eberhards, 1978).

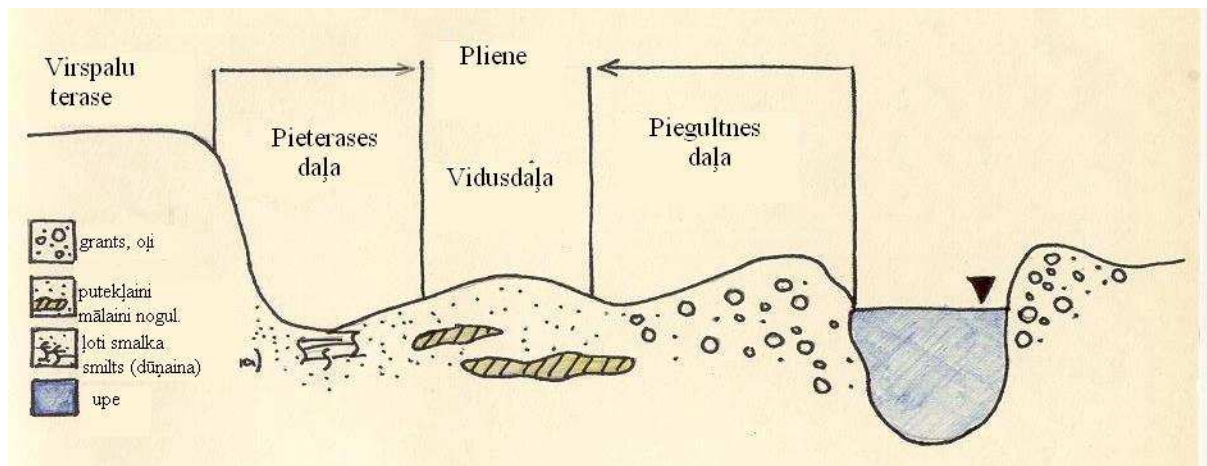
1.1.2. Paliene

Upei iegrauzoties gultnē, tās ārējās daļas atsedzas un izveido palienes. Palienes veidošanās var notikt arī galvenokārt akumulācijas ceļā – pieaugot piegultnes sērei. Tas raksturīgs intensīvi meandrējošām upēm, piemēram, Gaujai. Par **paliēni** sauc viszemāko upes ielejas dibena daļu (neskaitot upes gultni), ko periodiski applūcina palu ūdeņi (5 un 7. att.). Latvijas upēm palienes sastopamas gandrīz gar visām upes ielejām (www.liis.lv, 16.10.2004; Maldavs, Melluma, Seile, 1981).



5. att. Paliene (foto I. Purgalis)

Upei turpinot padziļināt gultni, veidojas jaunas palienes ar zemāku līmeni, bet senās upju palienes, kuras vairs nepārplūst, veido terases. Vecākās terases atrodas augstāk, bet jaunākās tuvāk upes gultnei (www.liis.lv, 16.10.2004). Paliēnē var izdalīt trīs morfometriski atšķirīgas daļas: piegultnes, pieterases un centrālo palienes daļu (6. att.).



6. att. Palienes sastāvdaļas (autors I. Purgalis, pārzīmējot no Grīne, Zelčš, 1997 (157. lpp.))

Palu laikā gultnes tuvumā straumes ātrums ir liels, tāpēc arī piegultnes daļā tiek nogulsnēts rupjāks, grantains un oļains materiāls, kas veido nelielu pacēlumu, ko sauc par **piegultnes valni**. Palienes centrālā daļa parasti ir līdzena, jo tajā tiek noguldīti smalkāki (putekļaini un mālaini) nogulumi, kas izlīdzina palienes reljefu. Gaujā šī centrālā daļa bieži vien ir izvagota ar attekām un vecupju posmiem. Šī daļa ir mitrāka nekā piegultnes daļa augstā gruntsūdens līmeņa dēļ. Pieterases daļa ir veidota no vissmalkākā (dūņaina) materiāla, jo palu straumes plūdums šajā joslā ir vislēnākais. Bieži šajā palienes daļā izplūst avoti, tāpēc arī nereti tā ir pārpurvota vai uzkrājas saldūdens kaļķieži. Palienēs veidojās aluviālas augsnes, aug krūmāji, nelielas mežaudzes un plaši sastopamas palieņu pļavas (7. att.) (Ancāne, 2000; Maldavs, Melluma, Seile, 1981).



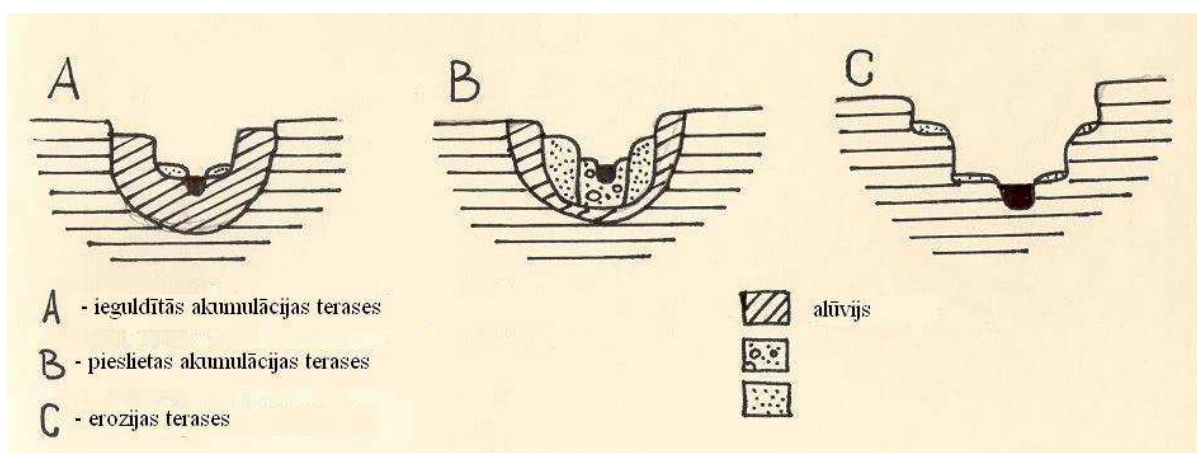
7. att. Palienes pļava no kuras Gaujā ieplūst strautiņš (foto I.Purgalis)

Palienes virsmai vairs nepārplūstot, aizsākas jaunas palienes veidošanās, bijusī paliene, ja to nenoārda gultnes sānu erozijas procesi, kļūst par terasi. Palienes veidošanās norisinās ciešā saistībā ar upes gultnes attīstību, atkarībā no gultnes izliekumiem un ar to saistīto ūdens plūsmu cirkulāciju (Maldavs, Melluma, Seile, 1981).

1.1.3. Virspalu terases

Kāpļveida reljefa formas upes ielejas nogāzēs, kas ielejas šķēršprofilā novērojamas kā relatīvi līdzeni virsas laukumi, tiek sauktas par **terasēm**. Tās veidojušās upes erozijas un akumulācijas procesu rezultātā un labi atspoguļo izmaiņas upes attīstības gaitā. Terasi raksturo tās platums, garums un augstums virs upes līmeņa. To raksturojošie parametri var būt ļoti dažādi, piemēram, platums – no dažiem metriem līdz vairākiem desmitiem kilometru. Galvenie virspalu terasu veidošanās cēloņi ir klimatiskās izmaiņas, erozijas bāzes pazemināšanās, noteces palielināšanās u.c. (Ancāne, 2000; Maldavs, Melluma, Seile, 1981).

Upju terases pēc ģenēzes var iedalīt divās lielās pamatgrupās: akumulatīvās un erozijas terases.



8. att. Upju terašu iedalījums pēc ģenēzes (autors I. Purgalis, pārzīmējot no Grīne, Zelčš, 1997 (159. lpp.))

Savukārt akumulatīvās terases var iedalīt divās apakšgrupās: ieguldītās un pieslietas terases (8. att.). **Ieguldītās terases** izveidojas tad, ja upe sākumā spējusi akumulēt biezu alūvija slāni, kuru tālākā attīstības procesā vairs nevar pilnīgi noerodēt, rezultātā jaunākie alūvija slāņi veidojas uz jau agrāk nogulsnetajiem. Arī **pieslietas terases** veidojušās, intensīviem akumulācijas procesiem papildot erodēto ieleju, tikai tālākā upes attīstības gaitā, erozijas cirkiem mainoties ar akumulāciju, daļa veco terašu tiek pilnīgi noerodētas un ieleja papildīta ar jaunākas izcelsmes materiālu.

iegraušanās un alūvija uzkrāšanās procesi būtu līdzsvarā, neradot būtiskas zemes virsmas augstuma izmaiņas. Šāds stāvoklis iespējams, kad izskalošanās un nogulsņēšanās procesi savstarpēji kompensējas, bet augstuma izmaiņas palienē ir saprotamas vienīgi kā viena un tā paša līmeņa svārstības. Upju ieleju ģeoloģiskais līdzsvars tiek atzīmēts kā līdzsvars starp izskalošanos un nogulsņēšanos, kuru, savukārt, nosaka līdzsvars starp upes iznesamo un upēs nonākošo materiālu. Šo ģeoloģiskā līdzsvara stāvokli nosaka līdzsvars starp ūdens plūsmas spēku un **denudācijas** procesu intensitāti. Tā kā visi šie raksturlielumi nemītīgi un nevienmērīgi mainās, ģeoloģiskais līdzsvars nav statisks, bet gan dinamisks (Аболътынъш, 1971). Tas vērojams, piemēram, Gaujā no Lejasciema līdz Sikšņiem vai no Gaujienas līdz Strenčiem. Upei, gadsimtiem ilgi brīvi līkumojot pa ieleju, tās applūstošajā, plašajā palienē veidojās sarežģīts meandru, vecupju un vaļņu reljefs. Posmos, kur ir ļoti lieli krūmi, krāces, vērojama pretēja situācija – upe gadsimtiem ilgi grauzīsies iekšā nogulumiežos (Amatā, Līgatnē un citās upēs) (Eberhards, 1991).

Vēsturiski upju reljefu veidojošie procesi Latvijā nav bijuši daudz pētīti. Līdz ar to dominēja uzskats, ka upju un ieleju tīkls ir samērā jauns (veidojies pēdējos 10 – 14 tūkstošos gadu), un tāpēc visas upes turpina galvenokārt grauzties dziļāk. Taču Latvijas Universitātes Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē veiktie pētījumi šo priekšstatu likuši grozīt. Pētījumos secināts, ka dziļuma erozija notiek tikai ap 30 % no visu Latvijas upju kopgaruma. Savukārt, ģeoloģisko procesu dinamiskais līdzsvars raksturīgs galvenokārt mazām un vidējām upēm ar samērā seklām ielejām. Šie procesi vērojami Gaujā, Ventā, Tebrā, Dubnā, Pededzē, Abavā, Iecavā, Misā u.c. Iegraušnās raksturīga Salacai, Lielupei un Ogresi, kā arī citām upēm, kuras šķērso augstieņu nogāzes un zemieņu slīpos, viļņotos morēnu līdzenumus. Dziļuma erozija visintensīvāk norisinājusies ledus laikmeta beigās, tomēr arī pēdējos gadu tūkstošos pat vidēji lielās upēs iegraušnās var būt visai jūtama (3 – 4 mm gadā) (Eberhards, 1984; Eberhards, 1991).

Mazajās un vidējās upēs ģeoloģisko procesu norisi sevišķi ietekmējusi cilvēka saimnieciskā darbība. Iztaisnojot un padziļinot upes, kā arī lauku un mežu meliorācija palielina sanesu pieplūdumu tajās, bet intensīva mākslīgā mēslojuma lietošana veicina gultņu aizaugšanu (eitrofikāciju). Šī iemesla dēļ gultnes mazāk izskalo pavasara palos, kā arī samazinās sanesu transports.

Aktivizējoties cilvēka saimnieciskajai darbībai, palielinājies palos sanesto duļķu daudzums un pieaudzis pat jaunizveidojušos salu skaits. Izteiktāk tas vērojams upēs, kas sākas augstienēs. Tā, piemēram, Ogres palienē lejpus Aderkašiem tikai pēdējo 700 gadu laikā vien uzkrājušies līdz 3 m biezi mālsmits un aleirīta slāņi (**alūvijs**) (Eberhards, 1991).

Caur mežainiem, maz apgūtiem līdzenumu rajoniem tekošām upēm tik bieži alūvija slāņi uzkrājas tikai 3 – 5 tūkstošu gadu laikā (Maldavs, Melluma, Seile; 1981).

Pavasara palu sanesas mērījumos Gaujā, Pededzē, Mazajā Juglā, Lielupē u.c. secināts, ka šis ik gadus uznestais 10 – 80 mm biežais slānis nogulsņējas šaurā piegultnes zonā un uz sērēm. Pārējai aplūstošajai krasta daļai tiek uznesta virsū neliela mālaino daļiņu kārtiņa, kas reti pārsniedz 1 milimetru (Eberhards, 1984).

Meandrējošiem upju posmiem, gar kuriem nav koku un krūmu joslu, palu straumes palienēs sanes vairākus centimetrus biezu smilšu kārtu, kas pasliktina dabisko un kultivēto zāļu lauksaimniecisko kvalitāti. Tāpēc arī gar vidējām upēm ieteicams saglabāt vismaz 10 – 15 m platu krūmu joslu.

Procesiem upēs ir atšķirīga intensitāte, raksturs un ātrums. Ģeoloģiskie procesi upēs ir ļoti daudzveidīgi. Parasti upju posmi ar izlīdzinātu garenprofilu un brīvi līkumojošu gultni mijas ar posmiem, kur dominē lēna gultnes ieģrašanās.

Gaujā agrāk veiktajos pētījumos 50 gadu garumā Gaujienas – Mustjegi posmā krastu izskalošanas ātrums sasniedzis 1,2 m gadā, bet Siguldas posmā jau 2,3 – 3,9 m gadā. Pēc prof. G. Eberharda veiktajiem pētījumiem krastu izskalošanas maksimālais ātrums atsevišķos upes meandru lokos ilgstošā laika posmā, pastāvot ļoti augstam palu ūdens līmenim, var sasniegt pat 10 – 15 m gadā. Tipisks piemērs ir Gaujas meandra loks augšpus Ērgļu klintīm. Laikā no 1926. līdz 1979. gadam tā pārvietojusies par 440 m pa ieleju uz leju. Šis process strauji turpinās vēl joprojām. Par to liecina lielie krūmu un koku sagāzumi, dziļi izrobotā krasta kontūra un līdz 5 m dziļās izskalojumu bedres upes gultnē. Līdzīgs krastu izskalošanās ātrums fiksēts Ventas lejtecē. Ogresi un Pededzei šis ātrums ir mazāks, bet atsevišķos nokrišņiem bagātos gados (1978. g.), kā arī rudenos un ziemā ar biežiem atkušņiem (1981. g.) krastu izskalošanas ātrums novērots tāds pats kā Gaujai, brīžiem pat lielāks (Eberhards, 1991). Mazajām upēm krastu erozijas vidējais ātrums parasti sasniedz tikai dažus desmitus centimetru gadā (Čalovs, Alabjans, Ivanovs, 1998; Āboltiņš, 1971; Eberhards, 1991).

Gar krastu augošie krūmi un koki ar savu sakņu sistēmu samazina vai pat pilnīgi novērš mazo un daļēji arī vidējo upju krastu izskalošanu. Vidējām un lielajām upēm, kuru gultņu dziļums iedzelmēs (atvaros) pārsniedz 2,5 – 3m, bet krastu augstums 2,5 – 4m, koku un krūmu sakņu sistēma nevar vairs aizkavēt procesa norisi (9. att.). Pētījumi Gaujas ielejā liecina, ka koki sekmē nevienmērīgu krastu izskalošanu. Pāris gados mežainos krastus upe neskalo gandrīz nemaz, bet tad krasts katastrofāli atkāpjas vidēji pat par 4 – 7 m gadā (Eberhards, 1984).



9. att. Koku sagāzums meandras lokā (foto I. Purgalis)

No Latvijas lielajām un vidējām upēm visizteiktāk krastu izskalošanās intensitāte novērota Gaujā. Gauja ir spilgts intensīvas upju ģeoloģiskās darbības piemērs. Pēc aprēķiniem, kas izdarīti, ņemot vērā ilggadējos vidējos krastu izskalošanas ātrumus (galvenokārt pavasarī), Gaujā gada laikā nonāk vairāk nekā $700\ 000\text{m}^3$ izskalo tā materiāla. Par to liecina Gaujā novērojamais pavasara palu ūdens lielais duļķainums (G.Eberhards, 1991).

Vāji izteikta krastu erozija ir Daugavai un Ventai (izņemot Ventas lejteci). Šajās upēs pārsvarā dominē dziļuma erozijas procesi. Mērena krastu izskalošanas intensitāte ir novērojama brīvi meandrējošām vidējām un mazām upēm. Pastāv arī izņēmumi – atsevišķās upēs (Mazā Jugla ap Bunčiem, Tumšupe u.c.) straumes iedarbība uz krastiem ir spilgti izteikta.

Upes ieliektais krasts atkāpjoties veido **vienmērīgu, izlīdzinātu sīkrobotu** vai **dziļrobotu** kontūru. Prof. G. Eberharda veiktie pētījumi Gaujā, Pededzē, Mazajā Juglā un Ogrē pierādījuši, ka dabā vērojamajai krastu apkāpšanās daudzveidībai ir noteiktas likumsakarības. Krastu formu dažādību galvenokārt nosaka to **ģeoloģiskā uzbūve, grunts materiāla sastāvs un veģetācija** (Eberhards, 1984).

1.2.1. Gaujas krastu erozija

Laika periodā no 1970. - 1991. gadam katru pavasari, retāk vasarās vai rudenos, tiek izskaloti Gaujas krasti 33 km garumā. Sevišķi intensīva krastu noārdīšanās notiek apmēram

25 km kopgarumā. Galvenokārt tiek erodēti meandru loku ieliektie krasti, pret kuriem triecas galvenā ūdens plūsma (straumes inerces ietekmē) (Eberhards, 1991).

Upju krastu izskalošanās ātrumu un raksturu kā tieši, tā netieši ietekmē daudzi faktori, bet, vispirms, jau **palu ūdens līmeņa augstums** un **ilgums**, kā arī **meandru forma** (lēzena vai asa), **ledus sastrēgumi**, upes krastu **ģeoloģiskā uzbūve** (tas ir, iežu slāņi, kas atsedzas krastā), **nokrišņu daudzums**, **temperatūras svārstības** pavasarī un rudenī, **sufozija**, **nobrukumi** un **noslīdeņu veidošanās**, **augāja raksturs** izskalošanai pakļautā kraujā krastā, cilvēka **saimnieciskā darbība** u.c. faktori. Liela loma ir arī dažādiem gadījuma rakstura apstākļiem, kā arī ietekmējošo faktoru mijiedarbībai, kuras rezultātā dabā nav iespējams sastapt vienādas formas un izmēru meandrus, vienos un tajos pašos gados krastu izskalošana norisinās atšķirīgi. Krastu atkāpšanās noris dažādi. Tie var tikt erodēti un atkāpties gan visā garumā (200 – 400 m), gan tikai vietām, nelielos (20 – 50 m) posmos. Vienmērīga krastu izskalošanās notiek vietās, kur upes gultne uzvirzās pļavām vai laukiem un kur sastopami vienveidīgi viegli izskalojami ieži visā krasta garumā, veidojot gandrīz līdzenu kraujas kontūru plāna skatījumā (Čalovs, Alabjans, Ivanovs, 1998; Абольтынъш, 1971; Eberhards, 1991).

Pētāmajam posmam, kā arī Gaujai kopumā, tomēr visraksturīgākie ir ar mežu un krūmiem apauguši krasti. Šādu krastu izskalošana un atkāpšanās notiek ļoti sarežģīti un nevienmērīgi. To raksturo dziļrobotas krasta kontūras veidošanās (10. att). Prof. G. Eberharda veiktie speciālie pētījumi (1975. – 1985. g.) labi atspoguļo, ka tieši lieli koki un arī krūmi ir tie, kas sekmē lielus lokveidīgus krasta iebrukumus (krēslveidīgie ierobi). Vienā pavasarī palu laikā atsevišķu garu izskalojamo krastu robežās var izveidoties pat 3 – 5 lieli ierobi. Pēc šāda krēslveidīga ieroba izveidošanās, tieši šajā vietā krastu erozija aptuveni divus līdz trīs gadus nenotiek, bet pakāpeniski tiek noskaloti krasta izciļņi ieroba abās pusēs (Eberhards, 199).



10. att. Dziļrobota krastu kontūra (foto I. Purgalis)

Visstraujāk krasti tiek noārdīti pavasara palu ūdens līmeņa celšanās fāzē, līmenim sasniedzot maksimumu. Šajā fāzē ūdens līmenis paceļas līdz krasta kraujas malai un sāk applūst paliene. Vēlāk, aprīļa beigās un maija sākumā, palu ūdeņiem noplokot, krastu izskalošana praktiski vairs nenotiek. Pavasaros, kad palu līmenis upē paceļas tikai par 2 – 2,5 m augstāk nekā ūdens līmenis bijis ziemā vai vasarā, krasti gandrīz nemaz netiek skaloti. Pēc Prof. G. Eberharda veiktajiem pētījumiem tas novērots laikā no 1964. līdz 1975. gadam, arī 1984., 1987. gadā. Kad palu līmenis paceļas par 3,5 – 4 m un vairāk, sākas ļoti strauja krastu izskalošanās. Sevišķi augstu palu laikā (1931., 1956. gads pēc prof. G. Eberharda pētījumiem), kad līmenis pacēlās vairāk kā par pieciem metriem, atsevišķos meandros krasti tika izskaloti un atkāpās pat par 10 – 20 m. Tā rezultātā gar stāvo upes krastu izveidojās nepārtraukta 10 – 15 m plata koku un krūmu sagāzumu josla, kur vasarā upes dziļums var sasniegt 3,5 – 5 m. Šajās vietās Gaujas krasti nedaudz līdzīgi Sibīrijas taigas upju izskaloto krastu koku sagāzumiem (Eberhards, 1991; Reinfelde, 1982).

Prof. G. Eberharda speciālie ilggadīgie pētījumi un precīzie uzmērījumi ūdens tūristu apmetņu vietās “Priedulājs”, “Vējupīte” u.c. atspoguļojuši, ka cilvēks Gaujas krastu atkāpšanos ietekmē ļoti maz. Tūristu apmetņu vietās, kur no agra pavasara līdz vēlam rudenim uzturas daudz cilvēku, krastu atkāpšanās, tā sauktās **antropogēnās** iedarbības rezultātā, ir niecīga. Procentuāli, to salīdzinot ar “darbu”, ko veic pati Gauja, tas būtu 5% – 10% no gada laikā noārdītās krastu platības. Citiem vārdiem sakot, stāvo krastu noārdīšana, kraujas augšdaļas nobrukumu veidošanās faktiski nepalielina upes krastu izskalošanu.

Intensīvā krastu izskalošana (pēcāk augšdaļas nobrukšana) sākas **upes dibenā, 3 – 6 m dziļumā, straumei izgraužot krasta kraujas zemūdens piekāji** (Eberhards, 1991).

Vietās, kur upes krasti ir augsti (20 – 50 m) , šauru joslu veidā vērojami arī krasta nobrukumi un **noslīdeņi** (11. un 12. att.).



11. att. Krastu nobrukumi (foto I. Purgalis)



12. att. Krastu nobrukumi
(foto I.Purgalis)

Noslīdeņi I. Ancānes, Dabas ģeogrāfijas skaidrojošajā vārdnīcā (2000) ir definēti kā: “iežu masīvs, kas atšķēlies un noslīdējis vai slīd lejup pa nogāzi gravitācijas spēka, pazemes un virszemes ūdeņu ietekmē”. Sevišķi labi tos var novērot pie Edernieku “klingtīm”, Ķūķu ieža u.c. ar mežu apaugušajās nogāzēs. Tie parasti nav tieši saistīti ar krastu izskalošanu, tomēr ir viens no faktoriem, kas eroziju ietekmē, jo sniega kušanas un pazemes ūdeņu piesātinātie, nogāzi sedzošie, irdenie virsējie ieži kopā ar augošajiem kokiem un krūmiem noslīd pa māla virsmu un iegāžas upē.

Prof. G. Eberharda iegūtie dati, salīdzinot atsevišķu meandru pārvietošanos, kopš 1927. gada sniedz zināmu ieskatu par Gaujas gultnes nemitīgās pārvietošanās sakarībām. Lielākā daļa meandru mainījuši savu atrašanās vietu, slīdot pa ieleju kā uz sāniem (t.i., pamatkrastu pusi), tā uz leju.

Meandru pārvietošanās ātrumu upē uz vienu vai otru pusi no meandrēšanas joslas ass līnijas, izveidojot stacionārus pētījumiem atsevišķā meandrā, var izmērīt katru gadu. **Garenisko pārvietošanos** jeb meandru slīdēšanu pa ieleju uz leju varam noteikt, salīdzinot pēc vairākiem gadiem vai gadu desmitiem uzņēmumos upes plānus, kartes vai aerofoto uzņēmumus (Eberhards, 1991; Andrejānovs, 1980).

“Zinot, ka Gauja ļoti strauji mainās, varētu domāt, ka noteiktā ielejas posmā ievērojami mainās arī upes garums. Tomēr izrādās, ka kopš 1927. gada posmā no Jumaras līdz Murjāņiem Gauja praktiski nav kļuvusi nedz garāka, nedz arī īsāka, izmainījies vienīgi upes gultnes zīmējums” (Eberhards, 1991).

1.2.2. Akumulācija

Pretējs process erozijai būtu izskaloātā materiāla nogulsnešana jeb **akumulācija**, kuras rezultātā uzkrājas alūvijs (13. att.).



13. att. Akumulācija (foto I.Purgalis)

Alūvijs jeb **aluviālie nogulumu** ir tekošu ūdeņu, parasti upju nogulumu. Izšķir alūvijū, kas uzkrājas gultnē un alūvijū, kas uzkrājas palienē. **Gultnes alūvijs** izlīdzina upes dibenu, uzkrājoties laikā gaitā upes gultnē. Šos nogulumus veido oļi un smilts. **Palienes alūvijs** uzkrājas pavasaros (palu periodā) palienē, upei pārplūstot. To veido smalka smilts, mālsmilts un smilšmāls. **Vecupēs** ir atšķirīgs ūdens režīms, kā rezultātā veidojas ezeriem līdzīgs nogulumu sastāvs, tāpēc tajās nogulsnešas ar organiskajām vielām bagāta dūņaina smilts un smilšmāls. Lielo upju deltās veidojas aluviālie līdzenumi. Palienēs veidojās tā sauktās **palieņu augsnes**, kas ir ļoti auglīgas. Latvijā vietām alūvija biezums ir lielāks pat par desmit metriem. Aluviālie nogulumu, uzkrājoties ielejās, veido **akumulatīvās terases**. Saskaņā ar Dž. Mekina izteikto apgalvojumu, atšķirība starp šiem diviem **fluviālajiem procesiem** (izskalošanos un nogulsnešanos; alūvija izgraušana un uzkrāšanās) ir analoga tam, ko

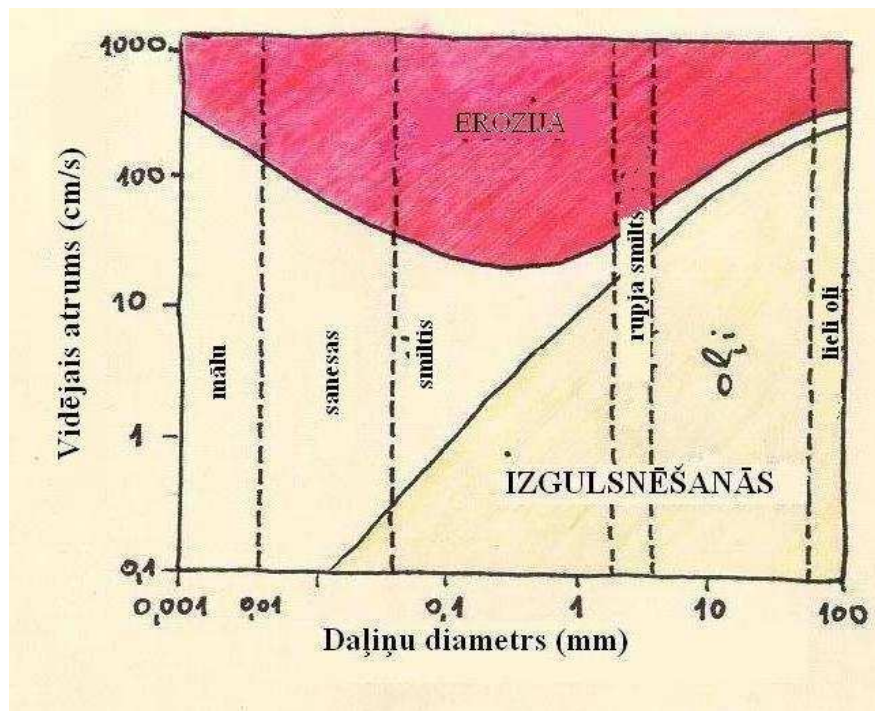
meteorologi veic, salīdzinot klimatu ar laika apstākļiem, un ir tikpat nozīmīga (Eberhards, 1978; Eberhards, 1991).

1.3. Upju ģeoloģisko procesu izpētes pieredze

Pirmie nozīmīgākie bija terašu veidošanās pētījumi kas tika veikti Daugavas ielejas lejjasteces posmā. Šos pētījumus veicis B. Boss, kura darbi tika publicēti 19. gadsimta beigās. No 1900. līdz 1945. gadam tiek jau izstrādāti pirmie apkopojšie darbi par Latvijas reljefu. Šajā laika periodā Somu zinātnieks H. Hauzens publicē virkni darbu par reljefa veidošanos ledus laikmeta beigu posmā Latvijas un Igaunijas teritorijā. Gadsimta 20. un 30. gados parādās arī latviešu zinātnieku I.Saules – Sliņa, A. Dreimaņa, E.Lancmaņa, V. Zāna un citu zinātnieku darbi, kas galvenokārt bija saistīti ar reljefa un ģeoloģisko teritorijas izpēti (pētījumos mēdza reljefa veidošanos saistīt ar ģeoloģiskajiem procesiem) (Maldavs, Melluma, Seile; 1981). Pēc 1945. gada gultņu ģeoloģisko procesu un reljefveidojošo fluviālo procesu rakstura izpētes pamatā kalpojās vienkāršs, toties darbietilpīgs, salīdzinošās aerofotouzņēmumu un sīka mēroga dažādu gadu karšu analīzes un salīdzināšanas process, kā arī upju palieņu un garengriezuma, nogāžu morfoloģijas izpēte. Iegūtie dati tiek analizēti arī, ņemot vērā laika apstākļus noteiktajos laika periodos, kuru laikā veikti noteiktie gultņu procesu pētījumi, kā arī periodos, kad noskaidrotas palieņu un terašu ģeoloģiskās uzbūves īpatnības. Parasti pēta upes ar garumu vairāk nekā 10 km. Šajā laikā ir sastādīta arī Latvijas upju reljefveidojošo procesu kartogrāfiskā shēma. Pēc tam veiktie skaitļojumi ļāva novērtēt fluviālo procesu raksturu kā atsevišķos upju baseinos, tā arī atsevišķos ģeomorfoloģiskajos rajonos un Latvijā kopumā. (АБОЛЪТЫНЪШ, 1971).

70 – 80-ajos gados upju krastu pārstrādes procesiem un to attīstības prognozēšanai tika veltīta liela uzmanība. Parādās metode, kur par pamatu izmanto vislielāko krastu izskalošanu. Metodi izstrādājuši G. Garbrehts un attīstījis N. E. Kondratjevs. Par pamatu tie pieņēmuši to, ka ieliektā krasta izskalošana notiek galvenokārt ar pret krastu plūstošās straumes “sitienu” radīto procesu rezultātā (Eberhards, 1984).

Jāpiemin arī vācu zinātnieka Hjulstroma līkni, kas ļoti labi atspoguļo sakarību starp upes gultnes ģeoloģiskajiem procesiem un daļiņu izmēru (14. att.).



14. att. Hjulstroma līkne (www.earth.unh.edu/esci 404/doc.htm., 2006)

Liela daļa dažādu zinātņu nozaru pētījumu tika un tiek sasaitīti, veidojot jau komplicētu procesu sistēmu atspoguļojumus kā rezultātu. Liela uzmanība tiek pievērsta modelēšanas procesiem. Attīstās arī izpētei nepieciešamās tehnoloģijas, metodes. Daudzviet tiek veikts arī patstāvīgais monitorings.

Latvijas upju ieleju morfoloģijā nozīmīgus darbus izstrādājuši M.Majore, O. Āboltniņš un G. Eberhards (Maldavs, Melluma, Seile; 1981).

1.3.1. Patstāvīgo ūdens plūsmu darbība

Gultnes, pa kurām plūst upes, veido patstāvīgās ūdens plūsmas. **Plūsma** pakļauta noteiktām tekoša ūdens darbības likumsakarībām, tā ir nepārtraukta un koncentrējas garenstieptā gultnē. Upes ģeomorfoloģiskā darbība ir atkarīga no noteces lieluma, kas, savukārt, ir saistīts ar klimatiskajiem apstākļiem – nokrišņu daudzumu, iztvaikošanu utt. Upes darbībā izšķir šādus galvenos procesus:

- ✓ gultnes padziļināšana – dziļumerozija,
- ✓ krastu izskalošana – sānu erozija,
- ✓ erozijas procesos noārdīto iežu daļiņu pārvešana un šķirošana,
- ✓ erozijas produktu – akmeņu, grants, smilts, aleirītu, mālu – nogulsnešana.

Jāievēro, ka šie upes darbības veidi savstarpēji ir cieši saistīti un visā upes tecējuma garumā izpaužas dažādi. Upes augštecē parasti pārsvarā ir **dziļumerozija**, vidustecē – **sānu**

erozija, bet lejtecē noris intensīva nogulumu **akumulācija** (Maldavs, Melluma, Seile, 1981; Eberhards, 1978)

Upes darbības rezultātā veidojas **hidrogrāfiskais tīkls** – sazarota ieleju un ieplaku sistēma, kas sašķeļ zemes virsmu, un pa kuru norisinās virszemes un daļēji arī gruntsūdeņu notece. Atkarībā no fiziski ģeogrāfiskajiem apstākļiem, augāja un mūsdienās arī no cilvēka saimnieciskās darbības hidrogrāfiskajā tīklā var būt dažāda upju tīkla blīvums. **Hidrogrāfiskā tīkla blīvums** ir visu upju garumu summas (km) attiecība pret teritoriju (km²), no kuras šīs upes savāc ūdeni – upes baseinu. Kalnu apgabalos ūdensšķirtnes sakrīt ar augstām kalnu grēdām, bet līdzenumu apstākļos (arī Latvijā) ūdensšķirtnes veido pauguri, pauguru virknes vai hipsometriski augstākās vietas starp upju iztekām (Ancāne, 2000; Eberhards, 1978; Maldavs, Melluma, Seile, 1981).

Upju baseinus pēc to nozīmes iedala **lielbaseinos**, **pamatbaseinos** un **apakšbaseinos**. Pasaules lielāko upju baseini aizņem milzīgas teritorijas, piemēram, Amazone 7180000 km², Kongo – 3690000 km², Misisipi – 3 238000 km², Oba – 2930000 km², Jeņiseja – 2600000 km² u.c. Latvijas lielākās upes Daugavas baseins aizņem 85100 km², Lielupes – 17630 km², Ventas – 11694 km², Gaujas – 8904 km².

Viens no galvenajiem upes darbības rezultātiem reljefa veidošanā ir jau pirmajā nodaļā aprakstītās upes ielejas izveidošana (Maldavs, Melluma, Seile, 1981).

1.3.2. Krastu pārstrādes tipi

Pirms divdesmit gadiem jau radās nepieciešamība izprast un prognozēt erozijas procesus, tos balstot uz izskaitļojumiem ne tikai atsevišķos gados ar lielu vai mazu ūdens daudzumu, bet arī sezonālā griezumā. Tiek atzīmēts, ka šī uzdevuma empīriskais atrisinājuma ceļš – upju krastu erozijas procesu noteikšana ar mērījumu atkārtojumiem pāris reizes gadā, kas ļautu atklāt krastu izmaiņas periodos ar lielu un mazu ūdens daudzumu, ilgstoši nodrošinot parādību fiziskās būtības atspoguļojumu. Izmantojot regresīvo analīzi, ir atklāta sakarība starp Anglijas mazo upju krastu izskalošanos, kur kā eroziju ietekmējošie pamatfaktori ņemti: notece, hidroloģiskais režīms, nokrišņi, laika apstākļi, gaisa temperatūra un augsnes mitruma apstākļi. Dati analizēti gada griezumā, septiņus gadus pēc kārtas. Upju krastu pārstrādes procesu izpētes rezultāti par Latvijas upēm (Eberhards, 1984) deva iespēju izdalīt piecus krasta pārstrādes procesu pamattipus un vienu ierobežotās izplatības tipu. Nozīmīgākā atšķirība starp tiem - izdalītie upju krastu pārstrādes tipi atspoguļo ne tikai kopīgas šī procesa attīstības pazīmes, bet arī tā izpausmes īpatnības atsevišķās gada sezonās (18.att.). Pirmie četri tipi raksturo zemās (2 – 5 m), piektais - augstās (10 – 30m), bet sestais – zemās un vidēji augstās krastu noārdīšanās un atkāpšanās īpatnības.

Pirmajam tips visumā tiek raksturots ar samērā vienmērīgu nogāzes izskalošanu. Krastu erodē visā tā garumā, kā rezultātā veidojas gandrīz līdzena vai sīkrota krasta kontūra (15. att.) plānā (18. att.). Gadu no gada ieliektais krasts straumes darbības rezultātā tiek erodēts. Vairāku gadu laikā iegraušanās it kā viļņa veidā pārvietojas straumes tecēšanas virzienā. Šāds krasta izskalošanās veids raksturīgs tiem meandru lokiem, kuri nav klāti ar mežu, krūmu veģetāciju un palienei vai terasei ir viendabīga ģeoloģiskā uzbūve (15. att.). Šajā tipā izdalītās palienes un jaunās terases veidotas pārsvarā no smilšainiem gultnes nogulumiem ar plānu palienes fāciju (smalkgraudains vai aleirītisks māla pārsegs, kura biezums sasniedz 1/3 no kopējā redzamā alūvija biezuma) (Eberhards, 1984). Ar **fāciju** ģeoloģijā saprot nogulumu uzkrāšanās vidi, kuras klimatisko, ģeomorfoloģisko, hidrodinamisko apstākļu, kā arī augu un dzīvnieku atlieku uzkrāšanās specifiku atspoguļo attiecīgo nogulumu īpatnībās. Iežu slāņiem vai slāņu svītai visā garumā ir vienāds litoloģiskais sastāvs, un viena un tā pati flora un fauna (Ancāne, 2000).



15. att. Pirmā krastu pārstrādes tipa meandras loks (foto G.Eberhards)

Visaktīvāk erozijas procesi (līdz 60 – 80 %) notiek plūdu (vai palu) maksimumu laikā un daļēji ūdens līmeņa krišanās sākumā, kad galvenais gultnes veidojošais caurplūdums tiek nodrošināts, gultnē ūdenim neizplūstot palienē (Eberhards, 1984).

Ietekmi uz krasta nogāzes atkāpšanos nosaka arī sufozija plūdu un palu līmeņa straujas krišanas laikā. **Sufozija** Ancānes dabas ģeogrāfijas skaidrojošajā vārdnīcā (2000) definēta kā : "izšķīdušo iežu un sīko drupiežu daļiņu izskalošana ar pazemes ūdeņu plūsmām". Tās parādīšanās ir saistīta ar ūdens līmeņa starpības parādīšanos upes gultnē un gruntsūdeņos palienē (terasē) plūdu vai palu līmeņa krišanās fāzē (Eberhards, 1984).

Otrais tips raksturīgs palienēm ar labi izteiktu divdaļīgu, kopumā vienveidīgu alūvija uzbūvi, un ar samērā lielu palienes fācijas nogulumu biezumu. Šī tipa krastu izskalošana notiek praktiski tikai pavasara palu laikā (80 – 90 %), kad notiek intensīva materiāla izskalošana krastu nogāzes apakšējā daļā. Vasaras – rudens lietus izraisītu plūdu laikā, kad ūdens līmenis dažreiz pat pārsniedz pavasara palu līmeni, šī tipa krastu atkāpšanās ir nenozīmīga. Kad krasta nogāzes apakšējā daļā esošais materiāls izskalots, izveidojas pārkare, kurai savukārt nobrūkot notiek intensīva krastu atkāpšanās. Vasaras – rudens lietu periodā šāda tipa krastu izskalošana, notiek vienīgi paskalojamā krasta sagatavošana nākamajam pavasara palu periodam (tiek izskalota nogāzes apakšējā daļa) (Eberhards, 1984; Eberhards, 1982).

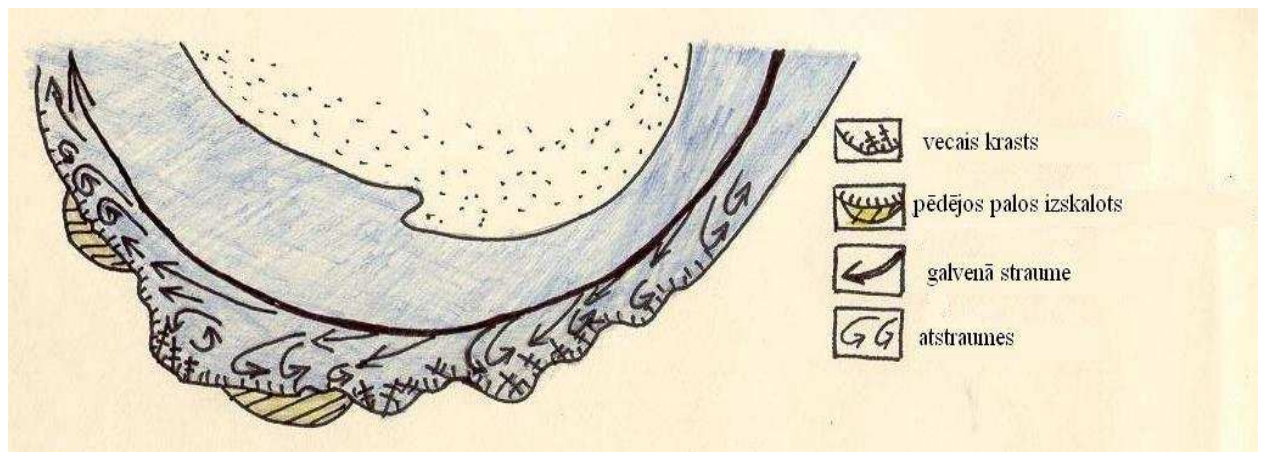
Atkāpjoties pļavu krastiem bez kokiem, veidojas gandrīz līdzena, sīkrota kraujas kontūra. Atsevišķos gadījumos, kad palienes vai terases, ko izskalo upe, ir apaugušas ar mežu (koka stumbru diametrs 20 – 60 cm un vairāk), rodas dziļrobaina nogāzes kontūra plāna skatījumā, kur lielāko ‘’robu’’ garums sasniedz 10 līdz 15 m un platums 2 līdz 4 m. Nogāzes noārdīšana notiek nevienmērīgi (Eberhards, 1984).

Trešais tips no pirmajiem diviem atšķiras ar salikto un nevienmērīgo ģeoloģisko uzbūvi visā paskalojamās frontes garumā, kā arī ar krastu izskalošanās laiku.

Plānā šis krasta pārstrādes tips parasti iezīmējas ar spilgti izteiktu puscirku sēriju, šāda pārstrādes tipa krastu atkāpšanās un minētās morfoloģiskās īpatnības tika konstatētas lielā, brīvi meandrējošā upē lauka novērojumos un mērījumos laikā no 1975 – 1983. gadam. (Gauja) (Eberhards, 1984).

Atsevišķos izskalojamā krasta posmos krasta atkāpšanās notiek pēc pirmā tipa, bet citos posmos krastu noārdīšana šķērsgrīzumā notiek ar atšķirīgu intensitāti, tas ir, griezuma augšējā un apakšējā daļā izskalošanās ātrumi ir dažādi (Eberhards, 1984).

Jaunu puscirku rašanos, saskaņā ar prof. Eberharda pētījumiem, daudzos upes līkumos pavasara palu laikā nosaka ūdens atstraumes aiz izciļņiem ‘‘ragiem’’ (16. att.). Šo cirkulāro sistēmu rašanos veicina arī koku sagāzumi puscirkos, kuri radušies iepriekšējos palos. Ūdens virpuļi aiz izciļņiem izskalo gultni, nogāzes piekāvē rodas izskalojuma bedres (Eberhards, 1984).



16.att. Trešais prastu pārstrādes tips (Pārzīmēts no Eberhards, 1984)

Tā kā tuvu augošo koku sakņu sistēma bieži ir blīvi sapīta, tad šajos gadījumos notiek vienlaicīga diezgan lielu iežu bloku, kuri sastāv no nogāzēs materiāla, noslīdēšana un liela puscirka izveidošanās (Eberhards, 1984).

Galvenie faktori, kuri nosaka puscirku lielumu, ir zemūdens nogāzes izskalojumu platums, koku blīvums, kuri aug krasta nogāzē un kuru svars rada papildus statisko slodzi (Eberhards, 1984).

Ceturtais krastu pārstrādes tips profilā atšķiras pēc nevienmērīgā krastu izskalošanās ātruma un nogāzes augšējās un apakšējās daļas nevienmērīgās atkāpšanās, tādejādi veidojot kāpšveida, retāk terasētu formu. Šis tips raksturīgs brīvi meandrējošo upju lokos, kuros vidus un lejas daļā upe iegrauzas blīvajos un grūtāk izskalojamos vecupes fācijas nogulumos. Posmos starp vecupēm krasta atkāpšanās notiek pēc pirmā vai otrā tipa. Virs un zem upes esošie smilšainie nogulumu tiek izskaloti pavasaru palu periodā, tikai tad notiek vecupes fācijas nogulumu veidotā krasta atkāpšanās (Eberhards, 1984).

Piektais tips raksturīgs galvenokārt augstiem (10 – 30m), ieliektiem krastiem, kurus veido ledāju kušanas ūdeņu, aluviālie un eolie smilšainie nogulumu. Krasta nogāzes atkāpšanās griezumā, neatkarīgi no tā, vai tas ir klāts ar kokiem, krūmiem vai zālaugiem, notiek pavasara palu un augsto vasaras – rudens plūdu laikā, kad straume iedarbojas uz nogāzes apakšdaļu. Nogāzes slīpumu palielināšanās notiek nogāzes pamata izskalošanas rezultātā, tā rezultātā rodas smilšaina materiāla nobiršana vai nelielu grunts blāķu (tos sasaista koku sakņu sistēma) nogāšanās no nogāzes augšējās daļas (17. att.). Kopumā veidojas izlīdzināta, sīkrobaina krasta kontūra.



17. att. Piektajam krastu pārstrādes tipam raksturīgs meandras loks (foto prof. G.Eberhards)

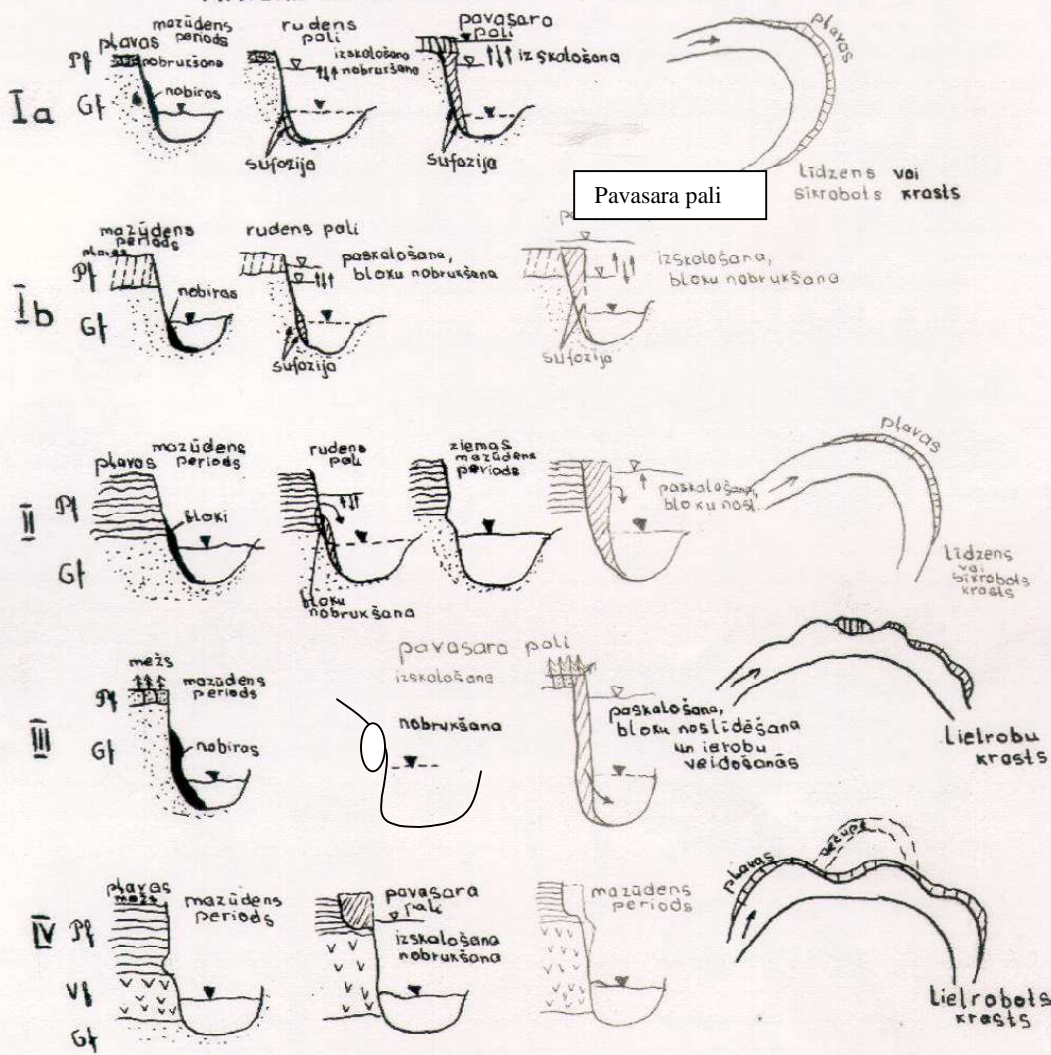
Krastu pārstrādes sestais tips ir raksturīgs lielo, brīvi meandrējošo upju (Gauja, Lielupe) grīvām, kur zemos (2 – 5 m) ieliektos krastus veido aluviālie, jūras vai eolie smilts nogulumi. Krasta nogāzes noārdīšana un atkāpšanās notiek, mijiedarbojoties upes straumei pavasara palu laikā un viļņu erozijai reto stipro vētru laikā. Ja krasts ir apaudzis ar mežu, izveidojas lielrobaina krasta kontūra. Apstākļos, kad paskalojamais krasts vietām ir apaudzis ar kokiem, veidojās izciļņi, bet stāvkrasta ierobi (puscirki) veidojas tajos krasta gabalos, kur nav koku (Eberhards, 1984).

Pie krastu noārdīšanas pētīšanas un prognozēšanas svarīgi ņemt vērā dalītu ietekmi uz krastu eroziju, vērā jāņem gan straumes ātrums, laukums un viļņu iedarbība (vētru un kuģu izraisītie viļņi), gan arī augu valsts raksturs, izskaloto nogulumu uzbūves īpatnības, sufozija, loka morfoloģija un tips (Eberhards, 1984).

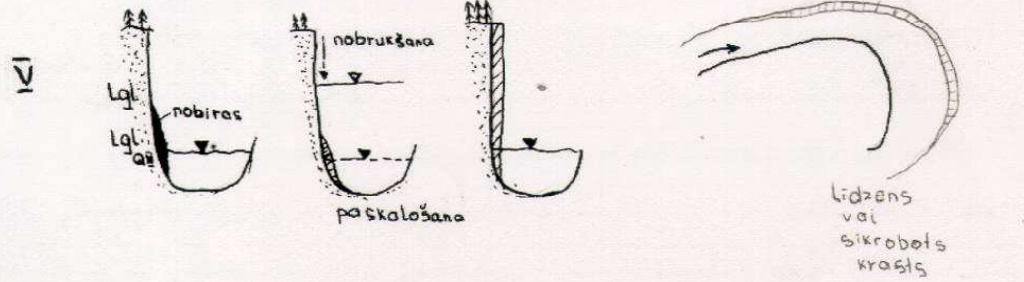
Šķērsgriezumā:

A. ZEMĒ KRASTĪ (2-5 m)

Planā:



B. AUGSTIE KRASTĪ (10-30 m)



- Pf 1. Gt 2. v↑ 3. a b 4. ▨ 5. ▨▨▨ 6. v v v v 7. ↑ ↓ 8.

Bīvi meandrējošo upju ieliekto krastu izskalošanos galvenie tipi
 1.-palienes fācija 2.-gultnes fācija 3.-vecupes fācija 4a- šķīraudaina smiltis 4b-alevritiska smiltis 5.-molsmiltis 6.-māli, smilēmāls 7.-vecupju māli, kūdra 8.-ūdens līmeņa svārstības

18. att. Krastu pārstrādes tipi (Lapsiņš, 2005)

1.3.3. Upju ieleju asimetrija

Upju ieleju asimetriju mēdz skaidrot dažādi. Lokāli, parasti nelielos upes posmos tā tiek skaidrota kā straumes nevienmērīgās enerģijas sadalījums upes ieliektajās un izliektajās gultnes daļās. Ņemot vērā jau iepazīto literatūru un novērojumus dabā, jāuzsver, ka, lai skaidrotu ieleju asimetriju, nepieciešams iepazīties ar katru ielejas posmu atsevišķi un asimetrijas iemeslus skaidrot ar daudzu upju ģeoloģisko procesu ietekmējošo faktoru mijiedarbību.

Globālā mērogā raugoties uz asimetriju, ir novērotas savdabīgas likumsakarības. Tā, piemēram, Austrumeiropā vairumam no meridionālā virzienā pašreizējajām upēm labais krasts ir stāvāks par kreiso. Šīs likumsakarības mēģinājuši skaidrot B.Kariolis, izvirzot hipotēzi, kas minēto parādību skaidro ar zemes griešanās rezultātā radušos spēku kā ietekmējošo faktoru. A. Arhangelskis un N. Dimo izveidojuši hipotēzi, kur par asimetrijas iemeslu izvirzīti klimatiskie apstākļi un nogāžu ekspozīcija. Šie nav vienīgie zinātnieki, kas mēģinājuši skaidrot minētās likumsakarības, taču ir skaidrs, ka universāla skaidrojuma nav (Maldavs, Melluma, Seile, 1981).

1.4. Gauja



19. att. Gaujas ainava (foto I.Purgalis)

1.4.1. Gaujas baseina vispārīgs raksturojums

Gaujas baseins (20. att.) izvietojies republikas ziemeļu daļā, tas ir izstiepts no dienvidrietumiem uz ziemeļaustrumiem, un upe lielā lokā liecas tam apkārt (Dabas enciklopēdija, 1995).

Gauja (19. att.) tek caur Gulbenes, Alūksnes, Valkas, Valmieras, Cēsu, Rīgas rajoniem. Tās **garums ir 452 km un kritums 234 m** (0.52 m/km). Gauja sākas Vidzemes augstienē, Cēsu rajonā, Taurenas pagastā. Agrāk uzskatīja, ka Gauja sākas no Alauksta ezera, bet tā kā senā izteka ir aizaugusi, tad par Gaujas sākumu uzskata Arnīšu upi, kas sākas Elkas kalna pakājē, tek caur Zobola ez., nosusinātā Laidza ezera vietā tā satek ar Gaujiņu, šī vieta, arī tiek uzskatīta par Gaujas izteku. Šeit Gauja iegūst savu vārdu. Tālāk tā tek caur Lodes-Taurenas ezervirkni un uzņem tās ūdeņus. Gauja līkumo pa Vidzemes Centrālo augstieni, tad pie Rankas sāk tecējumu pa Vidusgaujas ieplaku, kur 24 km garumā tek pa Latvijas-Igaunijas robežu. No Igaunijas Gaujā ietek tās lielākā pieteka - Mustjegi, satekas vietā rodas iespaids, ka Mustjegi ir stipri vien platāka par Gauju. Starp Valmieru un Murjāņiem upe plūst pa Gaujas senleju, bet tālāk pa Piejūras zemieni līdz ietekai Rīgas jūras līcī pie Carnikavas (<http://latvijas.daba.lv>, 13.10.2004; www.copeslapa.lv, 13.10.2004).

Gaujas baseins veido sarežģītu ainavu ar pauguriem, augstienēm, dažāda veida gravām, ielejām un viļņotām ieplakām (Virszemes ūdeņi, 1984).

“Gaujas vidējais caurlūdums grīvā: 70.7 m³/s, maks. 300 m³/s, min. 13.7 m³/s”
(www.copeslapa.lv, 13.10.2004).

Gaujas baseinā no visas platības **30% aizņem meži**. Baseina augšdaļā vairāk izplatīti egļu, bet vidus un lejas daļā priežu meži, vietām ar lapu koku piemaisījumu. Lielākie mežu masīvi ir Igaunijas pierobežu rajonos. **5% no baseina teritorijas aizņem purvi**. Atklātās platības aizņem galvenokārt aramzeme, pļavas un ganības. Baseinā ir apmēram 860 (863) ezeru, 55 km² (55,3 km²) kopplatībā (Eberhards, 1991; <http://latvijas.daba.lv>, 13.10.2004; www.copeslapa.lv, 13.10.2004; Иаcrop, 1987).

Gaujas baseina klimats atšķiras no citiem Latvijas upju baseiniem, ko nosaka baseina atrašanās vairāk uz ziemeļiem, kā arī izteiktās atšķirības reljefā. Ziemas sezonā gaisa temperatūras Gaujas baseinā ir ievērojami zemākas. Piemēram, salīdzinot ar Ventas baseinu janvāra un februāra mēneša vidējā gaisa temperatūra ir par 3 – 3.5 °C zemāka. Sniega sega te ir patstāvīga, rudenī ledus sega izveidojas ātrāk: 10-20 dienas agrāk, bet pavasarī izzūd 20 – 25 dienas vēlāk kā Latvijas rietumu rajonos. Ziemā Gaujas baseinā ir ievērojami mazāk atkušņu nekā citos upju baseinos, kā arī pavasarī ledus sega saglabājas ilgāk, savukārt, ziemas periodā ledus sega ir stabila. Pirmā ledus sega parasti parādās jau novembra vidū un

vidēji ledus sega noturas aptuveni 109 dienas, bet šis dienu skaits varbūt mainīgs no 31 dienas līdz 148 dienām gadā (Пасроп, 1987).

1.4.2. Gaujas posms no šosejas Smiltene – Valka tilta līdz mājām Bebrīņi

Mūsdienu ģeoloģisko procesu pētījumiem izvēlētais 4 kilometrus garais Gaujas ielejas posms (20. att.) atrodas Vidusgaujas zemienes Sedas līdzenuma Vidusgaujas smiltāja dienvidaustrumu daļā. Vidusgaujas zemiene aizņem plašu kvartāra nogulumu klātu pamatiežu virsas pazeminājumu.

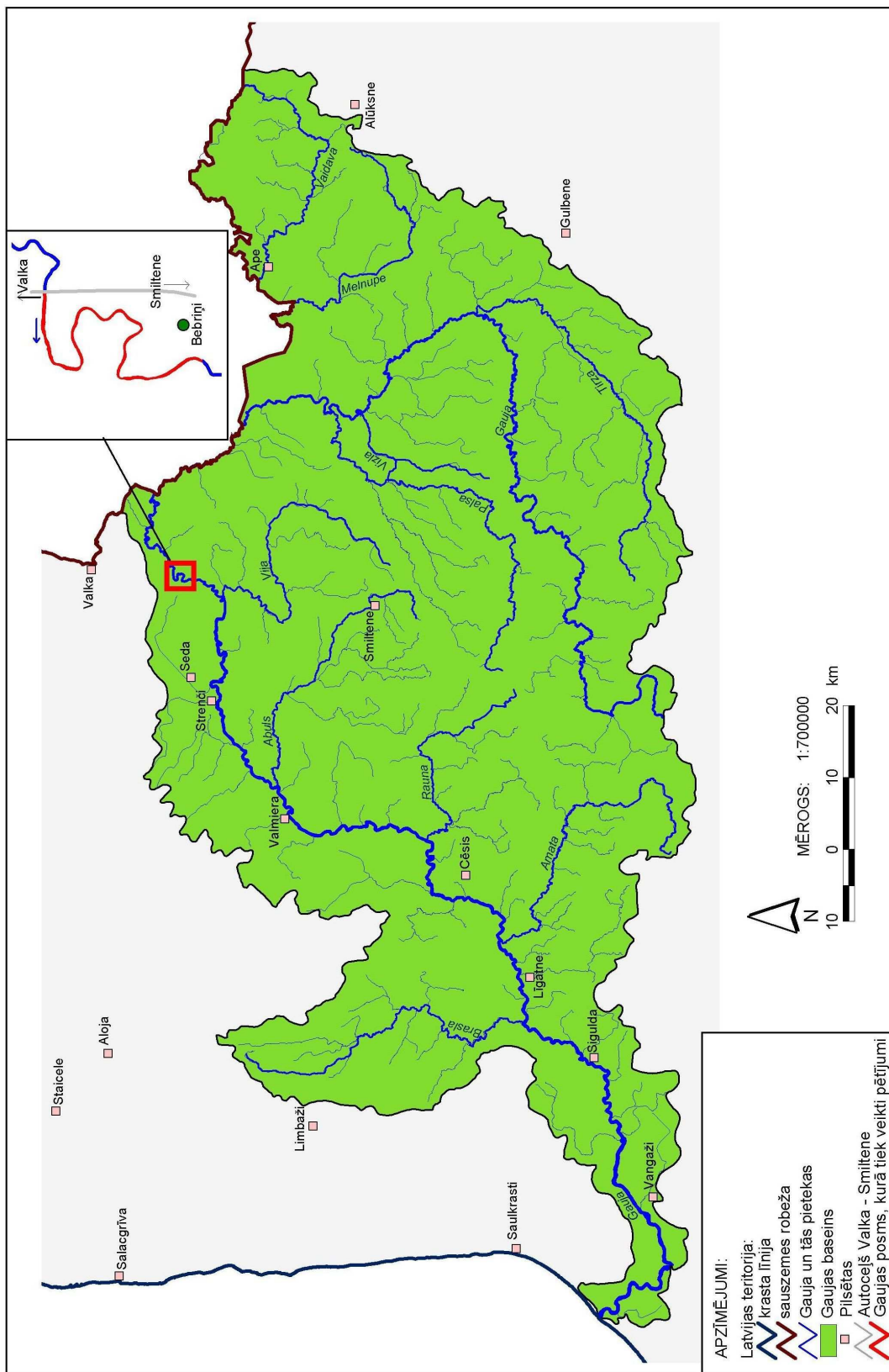
Pētāmā posma mūsdienu reljefs izveidojies Vidusgaujas ledāju mēles, tās kušanas ūdeņu un eolo procesu darbības rezultātā. Vidusgaujas zemieni veido dažādas ģenēzes līdzenumi (21. att.) (Абольтыньш, 1971).

Gaujas gultne posmā ir smilšaina ar daudz sērēm, daudziem straujiem līkumiem un nobrukušiem krastiem. Pētāmajā posmā novērojama intensīvas krastu izmaiņas katru gadu. Palienē laika gaitā izveidojušās daudzas attekas un vecupes.

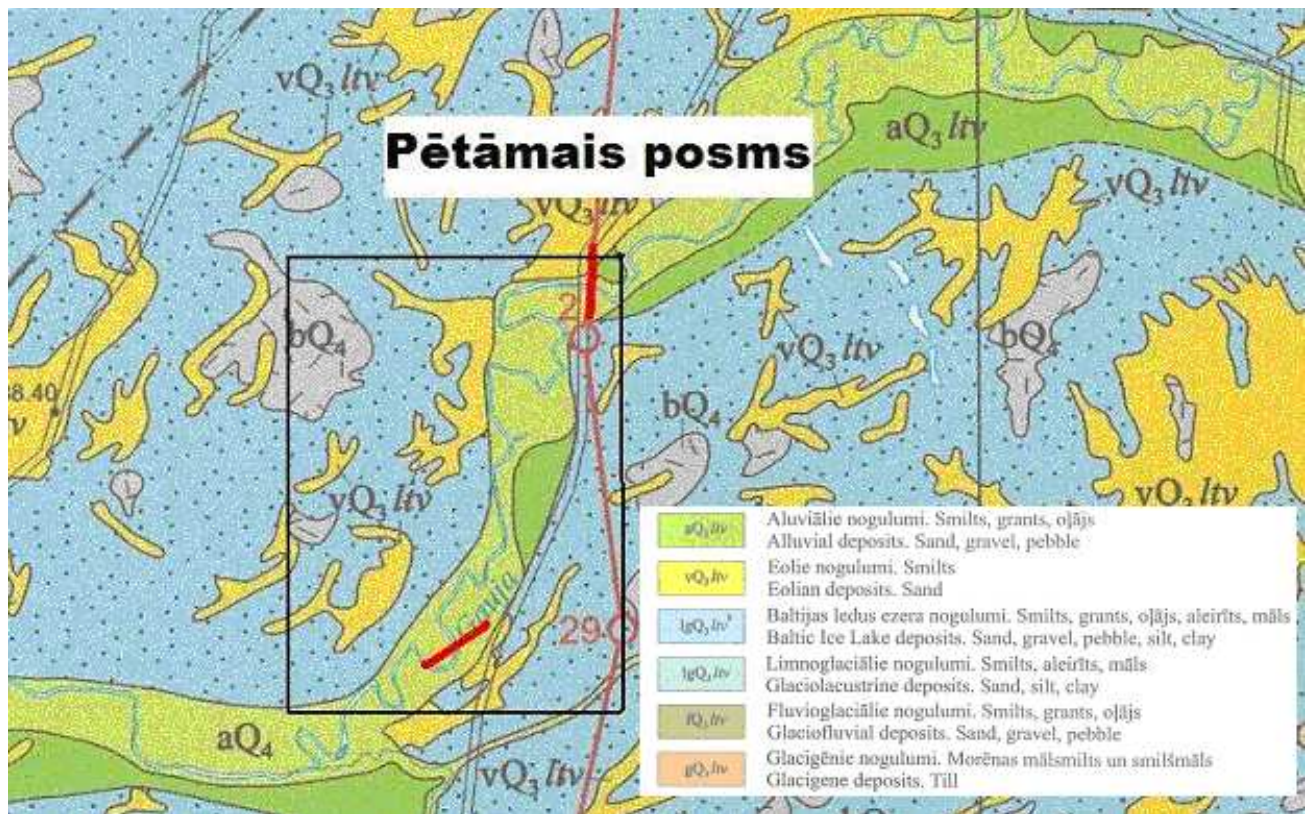
Gaujas straumes ātrums pētāmajā posmā ir 0.2-0.4 m/s, atsevišķās vidus sērēs 0.6-0.8 m/s. Palu laikā pētāmajā posmā Gaujas ūdens līmenis maksimāli ceļas par 3,2 –4,8 m. Jāpiebilst, ka pēdējos gadu desmitos Gaujas ūdenslīmenis gada laikā parasti svārstās tikai par aptuveni 2 m (www.copeslapa.lv, 13.10.2004; Dabas enciklopēdija, 1995).

Ledus iešana parasti sākas martā, upes līkumos ledus reizēm veido sastrēgumus, appludinot tuvējo apkārtni (www.liis.lv, 13.10.2004, Dabas enciklopēdija, 1995).

Pētāmā posma termiskos apstākļus ietekmē tās atrašanās Latvijas ziemeļu daļā. Šeit gaisa vidējā temperatūra janvārī sasniedz līdz – 5. 5 °C, tā ir nedaudz augstāka nekā apkārtējās augstienēs, bet nedaudz zemāka kā Vidzemes piekrastē. Vidējā temperatūra jūlijā Vidusgaujas smiltājā būtiski neatšķiras no temperatūras pārējos Ziemeļlatvijas rajonos un ir 16,5 – 17 °C (Ramans, 1975).



20. att. Gaujas baseins un pētāmā posma atrašanās tajā (autors I. Purgalis)



21. att. Pētāmajā posmā sastopamie nogulumi (Latvijas ģeoloģijas karte, 2004)

Antropogēnā darbība pētāmajā teritorijā uz dabisko hidrogrāfisko tīklu un arī uz virszemes noteci irniecīga. Arī ūdens tūristu radītā antropogēnā slodze posmā, kas saistīta ar upes krastu izmaiņām nav vērā ņemama (Ginters, 1973).

Teritorija atrodas aizsargājamo ainavu apvidū. Posms atrodas Zemās salas dabas liegumā teritorijā (25. att.).

1.4.2.1. Veģetācija

Pētāmajā posmā īpatnēju parkveida ainavu rada palieņu un terasu zālāji, kuros izkaisītas ozolu grupas, kā arī stāvkrasti, kuros bezaktivitātes periodos ieviesušās pioniersugas. Sīki viļņotos līdzenumus aizņem plaši priežu vai jaukti priežu un egļu masīvi - sili un mētrāji (22. un 23. att.).



22. att. Krastu veģetācija (foto I. Purgalis)



23. att. Krastu veģetācija
(foto I. Purgalis)

Reljefa pazeminājumos, kur augsnes auglīgākas – uz mālainiem cilmiežiem upju sanešiem vai smilts – izveidojušās mitras vai slapjas pļavas ar krūmājiem un atsevišķi zemie purvi. Lielākās pļavu platības stiepjas gar zemajiem upju krastiem. Dažās pļavās izmainīta dabiskā veģetācija, nosusinot mitro pļavu un zāļu purvu zemākās vietas (Ginters, 1973).

Sastopamas arī daudz aizsargājamas sugas, kā arī aizsargājami biotopi (Eberhards, 1991; www.profishop.lv, 16.10.2004).

Interneta mājas lapā “Latvijas daba” jēdziens **biotops** tiek definēts kā samērā viendabīga platība, kas piemērota kādu konkrētu augu, dzīvnieku vai sēņu sugu pastāvēšanai. Piemēram, pļava, purvs, grava ir biotopi (<http://latvijas.daba.lv>, 10.10.2004).

Izmantojot Latvijas biotopu klasifikatoru, tika konstatēti sekojoši biotopi - D.5. smilšu sēres, D10.1. smilšaini upju krasti, D 10.2. dūņaini upju krasti, C. 5. vecupes, C.8. bebru dīķi. Biotopi klasifikatorā ir tikai minēti, tie netiek skaidroti, iztirzāti.

Pēc Guntas Sprinģes ieteikuma, lai konstatētu un aprakstītu pētāmajā teritorijā esošos biotopus, tika izmantota Biotopu rokasgrāmata (2000), kurā, lai gan mazliet savādāk izdalīti, taču saprotami un konkrēti ir aprakstīti atbilstošie biotopi (2. pielikums). Pētāmajā teritorijā tika konstatēti 4 biotopi, kas ir iekļauti Eiropas aizsargājamo biotopu sarakstā un divi, kuri nav iekļauti (1.1. tabula).

1. 1. tabula Pētāmajā posmā sastopamie biotopi (autors I. Purgalis izmantojot Biotopu rokasgrāmatu (2000))

Biotopa kods	Nosaukums	Statuss
9030	Primārie meži upju meandru lokos	Ir
9010	Boreālie meži	Ir
91E0	Pārmitri platlapju meži	Ir
9180	Nogāžu un gravu meži	Ir
3270	Dūņaini upju krasti ar slāpekli mīlošu viengadīgu pioniersugu augāju.	Nav
6510	Mēreni mitras pļavas	Nav

Bez šiem jau minētajiem biotopiem, balstoties uz minētā jēdziena definīciju, manuprāt atsevišķi būtu nepieciešams pievienot stāvošu ūdeņu biotopu, kurš klasifikatoros netika atsevišķi izdalīts. Stāvošu ūdens biotopu var attiecināt ne tikai uz ezeriem, bet arī vecupēm, piemājas dīķiem, zivju dīķiem, bebru dīķiem un periodiski izžūstošajām lāmām. Pētāmajā teritorijā ir samērā daudz vecupes. Tās ir mazas, aizaugošas ūdenstilpes, kas reiz bijušas upes gultnes vai attekas, bet pašlaik nav savienotas ar upi (www.profishop.lv, 16.10.2004; www.profishop.lv, 10.10.2004).

Tās veidojas pavasara palos, lielajiem palu ūdeņiem tekot pāri krastam (pārraujot) un vairākos gados izskalojot jaunu taisnu gultni kādā upes līkumā. Vecupes veidojas arī tad, ja vecā gultne aizsprostojusies un straume mainījusi virzienu. Ja tās veidojušās vairākus gadu desmitus atpakaļ, kad palu ūdeņi bijuši krietni lielāki, tad vecupes tagad ir seklas, aizaugušas, ar staigņu gultni. Tās nav piemērotas peldēšanai, bet pievelk makšķerniekus un – sava krāšņuma dēļ – arī dabas mīlotājus. Gaujā, lejpus Gaujienas, vecupes atrodas pļavās, kas ļoti labi vērojams pētāmajā teritorijā (www.profishop.lv, 10.10.2004; www.laivas.lv, 13.10.2004; www.liis.lv, 16.10.2004).

Pētāmajā teritorijā ir viens ļoti skaists bebru dīķis, kas varētu būt kā paraugs arī citiem bebrim (24. att.). Bebru dīķi ir bebru izveidotas mazas ūdenskrātuves uz nelielām upītēm, strautiem un grāvjiem, konkrētajā gadījumā tā ir maza upīte, kas pirms ietekas Gaujā tek pa palienes pazeminājuma daļu.



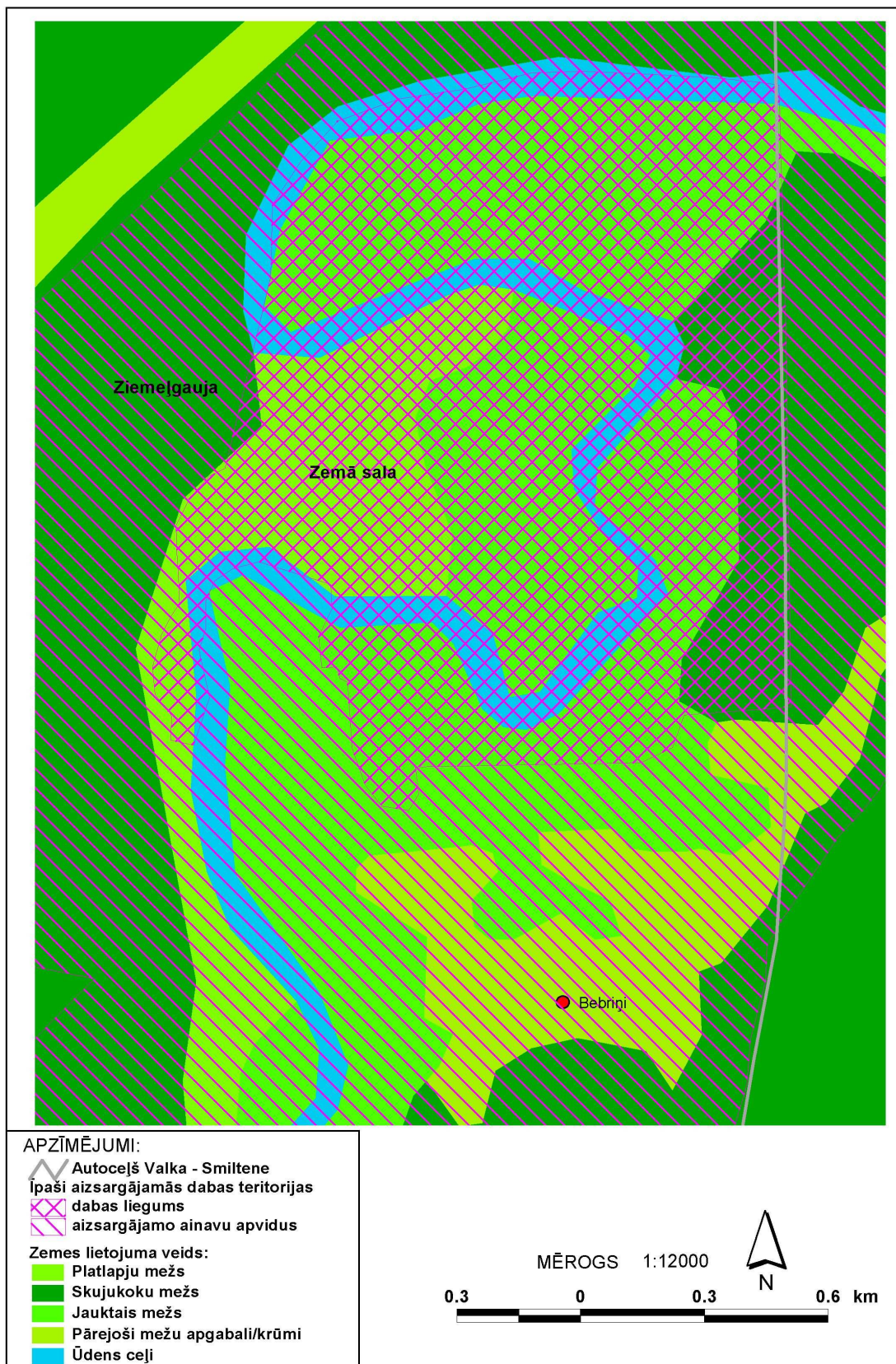
24. att. Bebru veidotais uzpludinātās teritorijas aizsprosts (foto I. Purgalis)

Tie ir jaunizveidojušies biotopi, kur Bebru dīķa krasti, grunts un augājs visu laiku mainās. Sākumā parasti vērojama sākotnējā biotopa (meža, pļavas) veģetācijas iznīkšana, kad bebra veidotā ūdenskrātuve kļūst aizvien lielāka. Ar laiku dīķī notiek pārpurvošanās un ūdensaugu veģetācijas veidošanās (<http://latvijas.daba.lv>, 13.10.2004).

Izmantojot Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras kartogrāfisko materiālu (Latvijas apauguma karti) (25. att.) tika secināts, ka pētāmā Gaujas posma krastos zemes lietojuma veids ir:

- ✓ jauktais mežs,
- ✓ skuju koku mežs,
- ✓ pārejoši mežu apgabali, krūmi,
- ✓ platlapju meži.

Teritorija ir iekļauta aizsargājamo ainavu apvidū. Kā arī tajā ir izveidots dabas liegums – Zemā sala (25. att.).



25. att. Apauguma karte (autors I. Purgalis pēc Latvijas Vides, ģeoloģijas un hidrometeoroloģijas aģentūrā iegūtajiem datiem)

1.4.4.2. Erozijas ietekmes zonā esošā infrastruktūra un ēkas

Balstoties uz darba izstrādē izmantoto kartogrāfisko materiālu, pētāmajā teritorijā konstatēti, tālā nākotnē iespējami, draudi infrastruktūrai:

- augstsprieguma elektrolīnijai,
- zemes ceļiem,
- mājām Bebriņi,
- P 24 Šosejai.

Lai gan šī posma bīstamības pakāpe infrastruktūrai būtu vērtējama kā niecīga, tās var labi atspoguļot upes gultnes izmaiņas un radīt iespēju izprast un novērst bīstamību, kas rodas meandrējošu upju darbības rezultātā citur.

Pētāmajā teritorijā esošie meži ir nozīmīga Latvijas dabas sastāvdaļa. Jaunākās idejas un projekti paredz Gaujai raksturīgās ainavas saglabāšanu un biotopu aizsardzību. No dabas aizsardzības viedokļa šādas aktivitātes ir vērtējamas ļoti pozitīvi, taču būtu vēlams rūpīgi analizēt upes meandrēšanas procesus pirms plānot stādīt mežus, kultivēt laukus, vai kā citādi apsaimniekot minētās teritorijas.

2. Darba materiāli un metodes

Pētījuma darbā tika izmantotas četras metodes:

- ✓ **Stacionārā metode** (lauka darbi);
- ✓ **Kartogrāfiskā metode** (analīze);
- ✓ **Statistiskā un analītiskā metode** (datu apkopošana un analīze).
- ✓ **Literatūras analīze** (informācijas apkopošana)

Pirms lauku pētījumu uzsākšanas tika izpētīts materiāls, kas sniegtu ieskatu veicamā darba specifikā – iesāktā darba teorētiskā daļa, kartes, dešifrēti aerofoto uzņēmumi, kā arī noklausītas prof. Gunta Eberharda konsultācijas. Šīs informācijas kopumus kalpoja par pamatu ekspedīcijas veikšanai.

Kartogrāfiskās metodes, topogrāfisko karšu un aerofoto ainu analīze pirms ekspedīcijām ļāva plānot aptuvenu ekspedīcijas gaitu, tām nepieciešamo laika apjomu un radīja iespēju izvēlēties ekspedīcijai piemērotāko ekipējumu. Galvenos navigācijas uzdevumus ekspedīcijas laikā veica GPS (Global Position System). Padomju laikā (1984.g.) sastādītā karte mērogā 1:10 000 tika izmantota par ekspedīcijas pamatu. Nedaudz tika izmantotas arī unikālas prof. Gunta Eberharda ar roku pārzīmētās kartes mērogā 1: 2000 (1979.g.). Ekspedīciju rezultāti pētāmajā teritorijā tiek attēloti gan shematiski, gan datu tabulu veidā, izmaiņas izveidotajos stacionāros tika arī analizētas.

Liela nozīme tiek pievērsta ekspedīcijas pētījumos nepieciešamajam teorētiskajam pamatojumam un tehniskajam nodrošinājumam (laivas, apģērbs uc.) Tika izvērtēta arī laika apstākļu piemērotība darbu veikšanai.

Kopumā tika veiktas septiņas ekspedīcijas, no tām par veiksmīgām var uzskatīt četras. Šajās četrās ekspedīcijās tika izveidota datu rinda deviņos krastu erozijas stacionāros (29. att.). Šie dati ļāva noteikt erozijas procesu attīstību divu gadu periodā. Katrs stacionārs ar GPS palīdzību tika piesaistīts koordinātām.

Teritorija tika arī fotografēta, lai būtu iespējams gūt vizuālu priekšstatu par pētāmo vidi un tajā notiekošajiem procesiem.

2.2. Stacionārā metode

Viena no vissvarīgākajām metodēm darba izstrādē bija stacionāru ierīkošana.

Tika veikta zinātniski pētnieciska ekspedīcija, kuras mērķis bija ierīkot stacionārus meandru lokos, kur erozijas procesi notiek visintensīvāk. Lai vizuāli spētu noteikt krastus kur šie procesi notiek visaktīvāk, tika pakāpeniski veidots darba teorētiskais pamatojums, kas

palīdzēja stacionāru ierīkošanā un iegūtās informācijas analīzē. Protams, tika izmantota arī iespēja iegūt prof. Gunta Eberharda konsultācijas, kas palīdzēja apzināt ekspedīcijas veikšanai nepieciešamo tehnisko nodrošinājumu:

- ✓ **Cirvis** (mizas notraukšanai),
- ✓ **Mērlente** (attālumu mērīšanai),
- ✓ **GPS** (koordinātu noteikšanai, navigācijai),
- ✓ **A 4 lapas ar paliktņi un rakstāmpiederumi** (datu pierakstīšanai),
- ✓ **Kartogrāfiskais materiāls** (navigācijai, stacionāru atzīmēšanai).

Stacionāri tika veidoti ar cirvi iezīmējot kokus (nedaudz notraucot to mizu) un no šiem kokiem izmērot attālumu līdz krasta kraujai. Galvenokārt katram iezīmētajam kokam tika iezīmēts nedaudz tālāk no upes esošs cits koks, gadījumam ja iepriekš iezīmētais koks iegāztos upē. Tika izvēlēti koki, kas atradās perpendikulāri upes gultnei. Arī starp šiem kokiem tika izmērīts attālums. Katra līkuma pirmajai un pēdējai mērījumu vietai tika nolasītas koordinātas ne tikai lai kartētu, bet arī lai turpmākajās ekspedīcijās būtu vieglāk atrast stacionārus pārmērot un nosakot izmaiņas. Ne vienmēr koku nedaudz notrauktās mizas ir pamanāmas, kā arī Gaujas krastiem erodējot (īpaši aktīvi pēc paliem) koki mēdz iegāzties upē.

Katrā izvēlētajā upes līkumā (meandras lokā) šādas mērījuma vietas tika ieviestas atšķirīgi - vizuāli izvērtējot nepieciešamo intervālu un daudzumu.

Ieskaitot stacionāru izveidošanu tika realizētas 4 zinātniski pētnieciskās ekspedīcijas.

2.3. Kartogrāfiskā metode

Lai uzskatāmi atspoguļotu izmaiņas, tika izmantota datorprogramma ArcView 9.1, kas ļāva apstrādāt karšu materiālu, kas jau izveidots Latvijas teritorijai. Šis karšu materiāls tika izvēlēts LU, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātes (turpmāk tekstā ĢZZF) karšu bibliotēkā, konsultējoties ar Ingusu Liepiņu (1.2. tabula).

1.2. tabula Darbā izmantotais kartogrāfiskais materiāls (autors I. Purgalis)

Nr. P.k.	Kartes veids	Mērogs	Datu iegūšanas gads un veids
-	Satelītkarte (Strenči 4433) Netika izmantota, jo Latvijas vides un meteoroloģijas aģentūras kartogrāfi to atzina par nederīgu pētījumam (kartē iespējamās nobīdes)	1:50 000	1993.g. satelītainas, 1989.g. topogrāfiskā karte, statistika, 1996.g. apsekojumi, 1997.g. precizēts
1.	Topogrāfiskā karte (C – 54 – 26 – B – b)	1:25 000	1948.g., 1949.g., 1951.g.
2.	Topogrāfiskā karte (63 – Strencis)	1:75 000	1908.g. pēc uzņēmuma
3.	Topogrāfiskā karte i (C – 54 – 26 – B – b – 3)	1:10 000	1984.g.
4.	Ortofoto aina	-	1997.g. fotografēts

Izvēlētās kartes, jau digitālā formā, atsevišķas jau piesaistītas koordinātu sistēmai, tika iegūtas no ĢZZF Aivara Markota, Ineses Grīnes un Latvijas vides un meteoroloģijas aģentūras.

Kartes tika sagatavotas apstrādei programmā (visas piesaistītas vienotai koordinātu sistēmai). Katras kartes atsevišķi izzīmētā upes gultne tika projicēta vienā kartē, kur bija labi redzamas upes gultnes izmaiņas pagātnē (28. att). Uzliekot par pamatu šiem jau kartē esošajiem slāņiem atsevišķas pamatkartes, radās iespēja analizēt upes ģeoloģisko procesu iespējamās iemeslus un izmaiņas gaitu laikā (attīstības tendences).

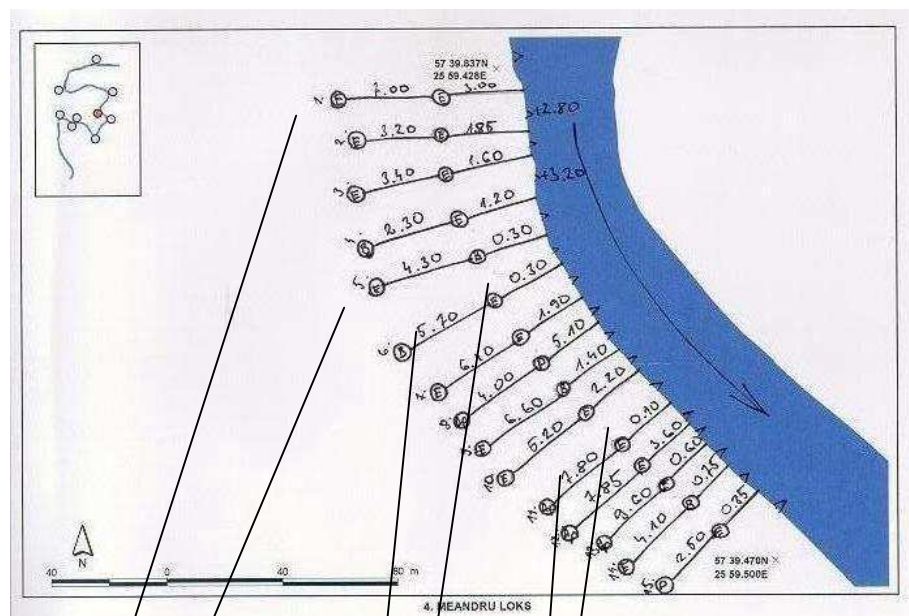
ArcView programma tika izmantota arī lai iegūtu katra pētāmā meandru loka vizuālu projekciju (3. pielikums), kurā tālāk būtu iespējams atspoguļot pētījumos iegūtos pamatdatus, shematiski izzīmējot ierīkotos stacionārus.

3.3. Statistiskā un analītiskā metode

Statiskā un analītiskā metode sevī ietver datu apkopošanu, sagrupēšanu un analīzi. Šī metode tika izmantota lai datus apkopotu un analizētu, balstoties uz darba izstrādāto teorētisko daļu, kas, pirmkārt, ir ļāvusi izprast mūsdienu ģeoloģiskos procesus upēs un, otrkārt, devusi pamatzināšanas analīzes veikšanai.

Analizēts tika iepriekš ar kartogrāfisko metodi iegūtais materiāls, no kura tika apkopoti un strukturēti dati.

Analizēti tika arī stacionāros iegūtie dati, kuri ļauj spriest par gultnes izmaiņu tendencēm un krastu procesu attīstības gaitu pēdējo divu gadu periodā..



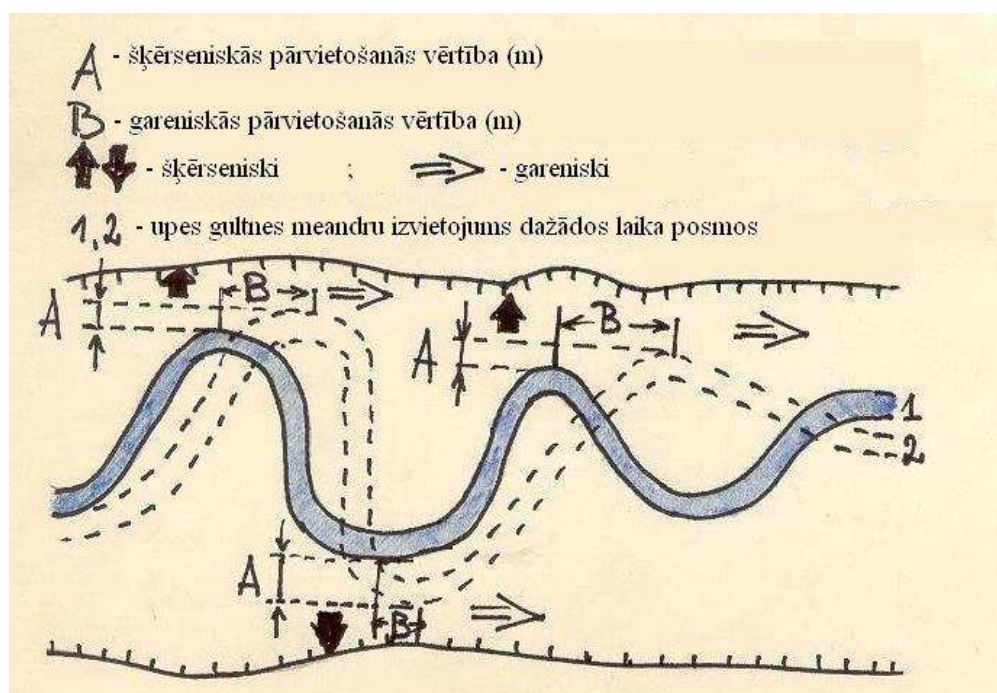
Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes					
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija
1.	E	1.	0,10	0,00	-	-
	E	2.	11,20	11,20	9,00	N
2.	E	1.	0,70	0,60	0,30	0,30
	E	2.	3,50	3,50	3,50	3,50

26.att. Piemērs, stacionāros iegūto datu, atspoguļojumam datu tabulās (autors I. Purgalis)

Dati tika analizēti izmantojot datu tabulas, kuras tika iegūtas no stacionāros iegūtajiem pētījumiem (26. att.). No statistiski iegūtajiem datiem matemātiski tika izrēķināts katra meandras loka vidējais atkāpšanās attālums (saskaitot visus mērījumus visās ekspedīcijās un izdalot iegūto rezultātu ar mērījumu skaitu, kas pareizināts ar ekspedīciju skaitu). Aprēķināts tika arī katra mērījuma vidējais atkāpšanās attālums atsevišķi (saskaitot visās trīs mērījumos iegūtos datus un izdalot tos ar ekspedīciju skaitu). Katrā ekspedīcijā konstatētais vidējais atkāpšanās attālums iegūts sakaitot visas ekspedīcijā iegūtās meandras loka atkāpšanās vērtības un tas izdalot ar mērījumu skaitu. Vidējie atkāpšanās ātrumi iegūti saskaitot vidējo vasaras un rudens ekspedīcijas iegūto krastu atkāpšanās attālumu un pieskaitot tam pavasarī

iegūto vidējo krastu atkāpšanās ātrumu. Rezultātu izdalot ar divi tiek iegūts gada vidējais atkāpšanās ātrums.

Līdzīgi arī tika aprēķināti vidējie krastu atkāpšanās ātrumi un attālumi apkopojot rezultātus, kas iegūti izmantojot kartogrāfisko metodi. Iegūtie rezultāti tika analizēti izmantojot prof. Eberharda 1.2.1. nodaļā pieminēto metodi. Uz jaunizveidotās kartes, kura atspoguļo dažādu gadu meandru loku izmaiņas tika izveidots shematisks zīmējums (27. att.). Ar lineālu tika izmērīts attālums starp perpendikulāri pret gultni novilktajām līnijām (asīm) kas iezīmētas meandras loka vidus daļā lai noteiktu krastu gareniskās izmaiņas. Savukārt, lai konstatētu meandras loka šķērseniskās izmaiņas, tika mērīts attālums starp perpendikulāri asīm novilktajām līnijām (perpendikulārās līnijas tika novilkta tā, lai tās pieskartos meandras loka ieliektā krasta tālākajiem punktiem). Iegūtie attālumi izmantojot kartes mērogu tika pārrēķināti tā, lai tie atbilstu dabā esošajiem attālumiem metros.



27. att. Paskaidrojošs zīmējums vērtību aprēķināšanai analizējot kartogrāfisko materiālu (autors I. Purgalis izmantojot kā paraugu prof. G. Eberharda 1991.g. izdevuma ilustrāciju (66. lpp.)

3.4. Literatūras analīze

Strādājot pie bakalaura darba lai sasniegtu uzstādīto mērķi, t.i., noteiktu Gaujas krastu atkāpšanās raksturu, likumsakarības un intensitāti pētāmajā teritorijā, kā arī prognozētu upes gultnes tālāko attīstību, pirmkārt, tika veikta literatūras avotu studēšana, apkopošana un analizēšana. Tā apkopota bakalaura darba pirmajā un otrajā nodaļā. Materiālu pamatā ir

izmantoti galvenokārt prof. G. Eberharda veiktie pēījumi un atziņas, kā arī ar upju ielejās notiekošajiem procesiem saistītie jēdzieni.

3. Rezultāti un diskusija

Rezultāti darbā tiek atspoguļoti:

- ✓ **Kartogrāfiski** – Kartogrāfiski atspoguļots pētījums par vēsturiskajām Gaujas izmaiņām (28. att.).
- ✓ **Shematiski** – Jaunizveidotajos stacionāros iegūtie pamatdati (4. pielikums).
- ✓ **Datu tabulu veidā** – Jaunizveidotajos stacionāros iegūto datu atspoguļojums (3.pielikums).

3.1. Dažādu gadu karšu salīdzinājums

Salīdzinot dažādu gadu kartes, var novērot Gaujas gultnes galvenās attīstības tendences. Gauja, plūstot pa Vidusgaujas smiltāju laika posmā no 1908. gada līdz 1997. gadam, ir ļoti mainījusi savu gultni.

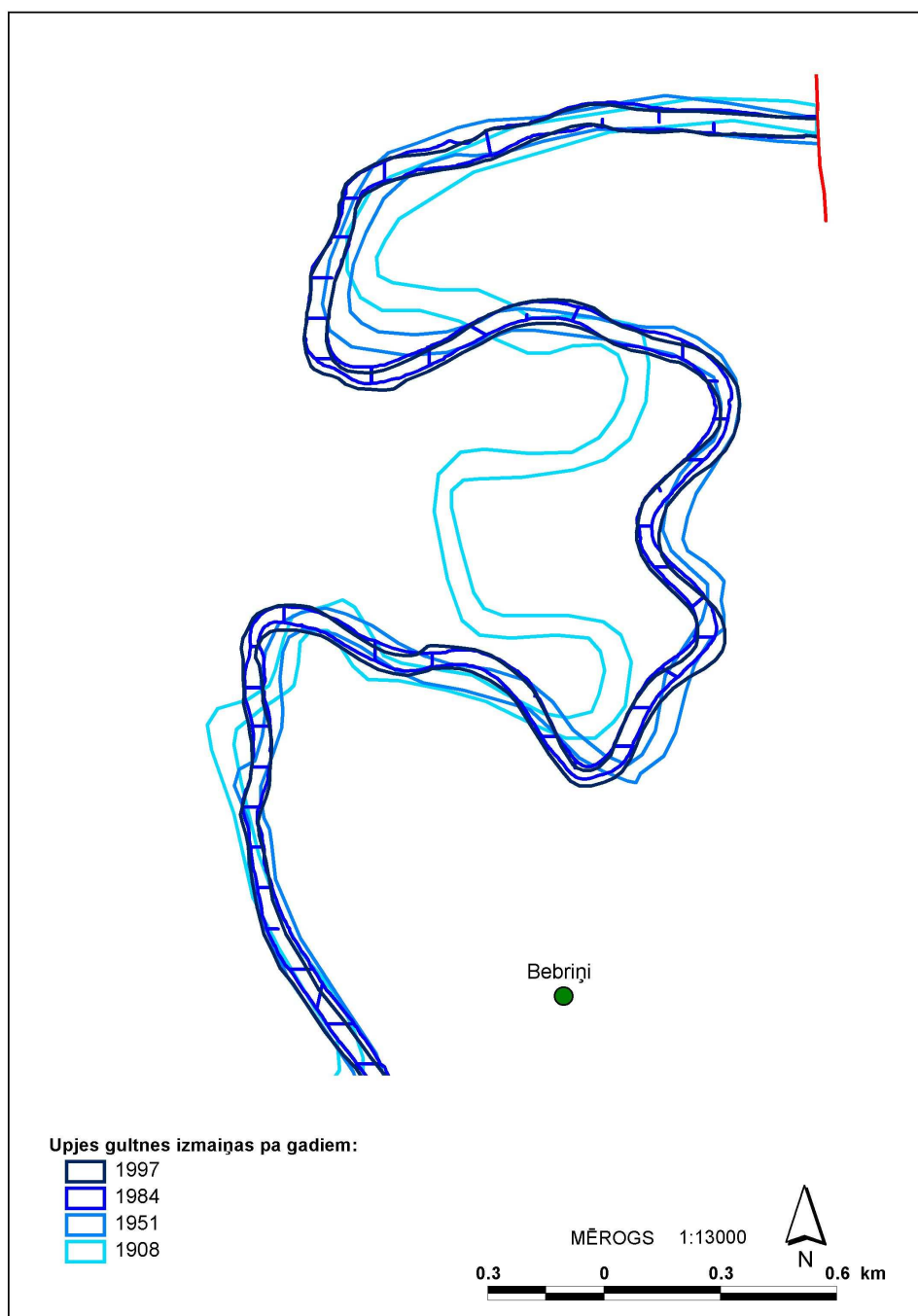
Pētījums ļoti labi atspoguļo prof. G. Eberharda konstatētās sakarības (skat. 1.2.1. nodaļā) – lielākā daļa meandru mainījuši savu atrašanās vietu, slīdot pa ieleju kā šķērseniski (uz pamatkrasta pusi), tā gareniski (3.3. tabula) (28. att.).

3.3. tabula Meandras loku pārvietošanās laika posmā no 1908 – 1997. gadam (autors I. Purgalis)

Meandras loka Nr.	Meandras loku pārvietošanās laika posmā no 1908 – 1997. gadam.			
	Šķērseniskā pārvietošanās (m)	Pārvietojas vidēji gadā (m)	Gareniskā pārvietošanās (m)	Pārvietojas vidēji gadā (m)
1.	143	1,61	260,8	2,93
2.	247	2,78	65,2	0,73
3.	- 13,00	- 0,14	143,4	1,61
Vidēji visos meandras lokos	125,6	1,41	156,5	1,76

Iegūtie rezultāti (3.3. tabula) atspoguļo krastu erozijas neviendabīgumu. Tas vērojams ne tikai izvēlētajos trijos meandras lokos, bet arī pētāmā posma gultnes izmaiņu kartē kopumā (28. att.). Katrs meandras loks ir attīstījies savādāk. Lai gan iepriekš minētās meandras loku attīstības sakarības pētāmajā posmā ir labi novērojamas, to attīstības intensitāte ir ļoti dažāda. Piemēram, pirmajā izvēlētajā meandras lokā šķērseniskā pārvietošanās 89 gadu laikā ir bijusi 143 m, bet trešajā izvēlētajā meandras lokā tā bijusi -

13,00 m. Rezultāts ar negatīvu vērtību skaidrojams ar to, ka upes gultne ir pārvietojusies par 143,4 m gareniski un pārvietojoties meandras loks ir nedaudz pietuvojies upes kreisajam krastam. Par mūsdienu ģeoloģisko procesu intensitātes atšķirībām liecina arī ievērojami atšķirīgie meandru loku pārvietošanās ātrumi. Šīs atšķirības skaidrojamas ar literatūras apskatā minēto upju ģeoloģisko procesu ietekmējošo faktoru kopumu (skat. 1.2.1. nodaļā), kas raksturīgs katram meandras lokam atsevišķi.



28. att. Gaujas gultnes izmaiņas pētāmajā posmā laika periodā no 1908 – 1997. gadam (autors I. Purgalis)

Pirmajā izvēlētajā meandras lokā krasts 89 gadu laikā ir atkāpies vienmērīgi salīdzinot ar otro izvēlēto meandras loku. Šķērseniski tas pārvietojies par 143 m, vienā gadā par 1,61 m vidēji. Gareniskā parvietošanās pirmajā meandras lokā, salīdzinot ar otro un trešo meandras loku, ir bijusi vislielākā (260,8 m), upes gultne pārvietojusies vidēji ar ātrumu 2,93 m gadā. Salīdzinot 1. meandras loka izskalošanās ātrumu ar G.Eberharda pētījumos novērotajiem izskalošanās vidējiem ātrumiem Mustjegi un Siguldas posmā (skat. 1.2. nodaļā), var secināt, ka salīdzinoši ātrums ir bijis liels.

Otrajā meandras lokā upju ģeoloģiskie procesi gultni mainījuši pretēji iepriekš aprakstītā meandras loka attīstības gaitai. Šajā upes līkumā gultne ir atkāpusies galvenokārt šķērseniski (247 m) ar ātrumu 2,78 m gadā. Gareniski tā pārvietojusies tikai par 65,2 m, kas nesastāda pat pusi no vidējā visu trīs meandru loku atkāpšanās ātruma.

Trešais izvēlētais meandras loks pārvietojies gareniski, pat nedaudz attālinoties no ielejas labās malas, kā rezultātā šķērseniskās upes gultnes pārvietošanās vērtība ir negatīva (-13 m). Gareniski upes gultne 89 gadu periodā pārvietojusies par 143,4 m.

Pētījumā aprēķinātie vidējie gultnes pārvietošanās ātrumi gadā ir labs papildinājums G.Eberharda veiktajiem pētījumiem Mustjegi un Siguldas posmā. Jo pētāmais posms ģeogrāfiski atrodas starp šiem posmiem, kā arī iegūtā vidējā gultnes izmaiņu vērtība ir mazāka par Siguldas posmā iegūto un lielāka par Mustjegi posmā iegūto.

Pētāmajā posmā tika novērotas arī grūti izskaidrojamas Gaujas gultnes pārvērtības – posma vidusdaļā upe ir izveidojusi jaunu gultni (29. att.), balstoties uz literatūras apskatu (1.1.1. nodaļa), izmaiņas varētu skaidrot kā pārvērtību. Tas noticis laika posmā no 1908. – 1951. gadam. Izmantojot kartogrāfisko materiālu un literatūras apskatu, tas būtu skaidrojams arī ar upes tendenci meklēt gultni pa kuru tecēt būtu vieglāk. Pārvērtums, iespējams, radies palu laikā upei pārraujot krastu un sākot plūst par vecupi un tad savienojoties atkal ar Gauju. Rezultātā, Gaujas cilpveidīgā tecējuma dēļ, radusies jauna upes gultne un vecupe.

3.2. Krastu izskalošanās Vidusgaujas smiltāja līdzenumā

Šo divu gadu laikā veikto pētījumu rezultāti sniedz tikai nelielu ieskatu mūsdienu ģeoloģisko procesu norisē upēs. Lai raksturotu Gaujas izmaiņas Vidusgaujas smiltāja līdzenumā no savstarpēji saistītajiem upju ģeoloģiskajiem procesiem tika izvēlēta krastu erozija. Erozija ir viens no upes gultnes, krastu un visas ielejas kopumā, izmaiņu vislabāk raksturojošajiem procesiem (skat. 1.1.; 1.2.; 1.3. nodaļā).

2004. gada pavasarī, vizuāli izvērtējot krasta procesu intensitāti, tika izveidoti 9. stacionāri (29. att.). Šajos stacionāros tika veikti pirmie mērījumi jeb citiem vārdiem – iegūti

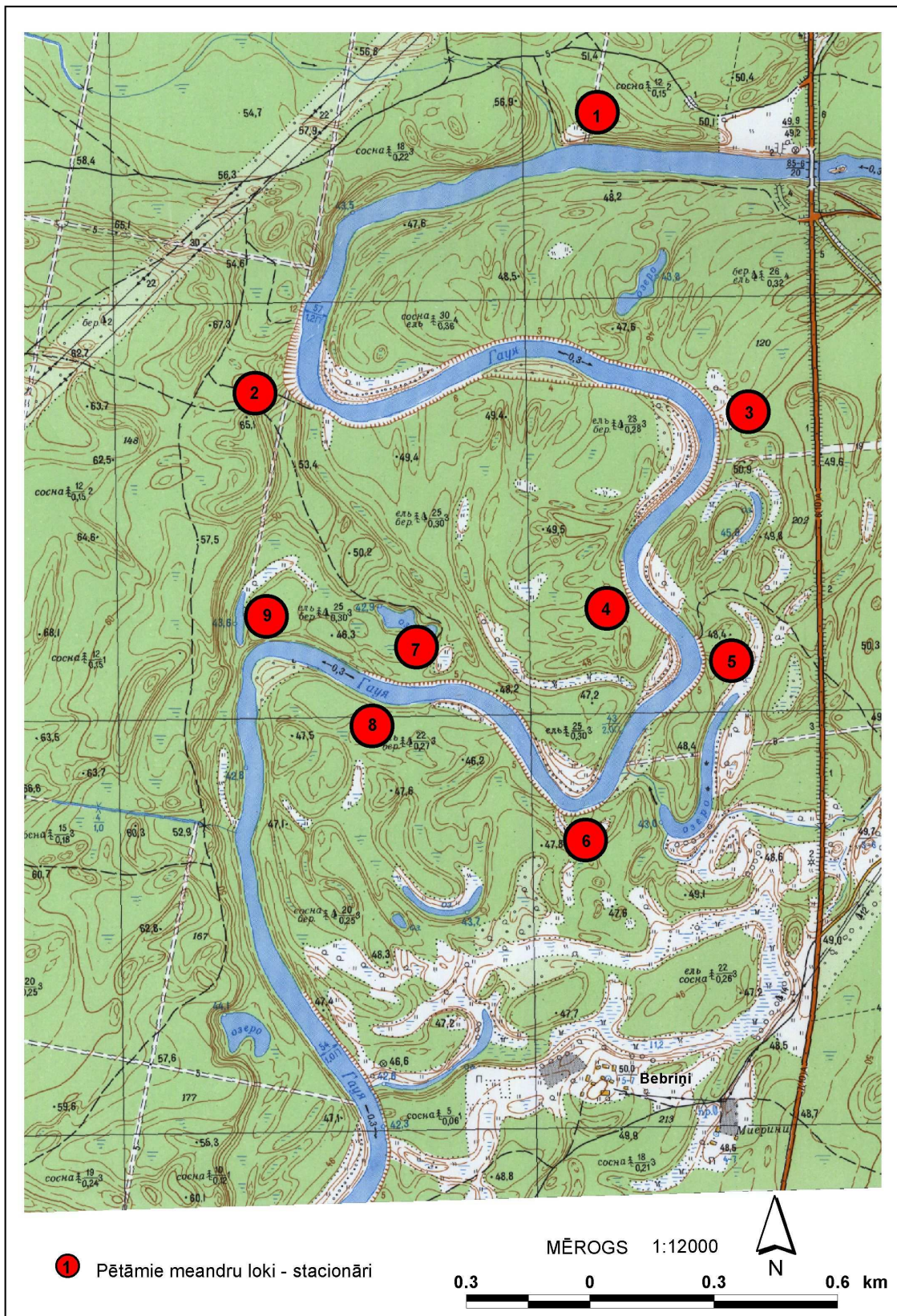
pamatdati (3. pielikums). Turpmākajās trijās veiksmīgajās ekspedīcijās (2. ekspedīcija – 2004.gada rudens; 3. ekspedīcija – 2005.gada pavasaris; 4. ekspedīcija – 2005.gada rudens), tika iegūti dati par krastu izskalošanās ātrumu un krastu atkāpšanās gaitu (3. un 4. pielikums).

Visos stacionāros, tika konstatēta ievērojama atšķirība krastu procesu intensitātē rudens un pavasara periodos (1. pielikums). Kā arī, salīdzinot stacionāros iegūtos datus savā starpā, tika novērotas ļoti lielas atšķirības katra meandras loka atkāpšanās ātrumā (1. pielikums). Tas skaidrojams ar atšķirīgajiem, katru meandras loku ietekmējošajiem, faktoriem (1.2.1 nodaļa). Kā arī no meandras loka ģeoloģiskā sastāva (liela loma ir daļiņu izmēram skat. Hjulstroma līkni trešajā nodaļā (17. att.).

3.4. tabula Vidējie krastu atkāpšanās attālumi pētāmajā posmā (autors I. Purgalis)

	2. Ekspedīcija (rudens)	3. Ekspedīcija (pavasaris)	4. Ekspedīcija (rudens)	Kopā
Meandru loki vidēji atkāpušies (m)	0,15	1,23	0,08	1,46

Analizējot vidējos krastu atkāpšanās ātrumus tika konstatēts, ka arī šeit krastu erozijas procesu ātrums, periodā no 2004. gada rudens līdz 2005. gada pavasarim, ir bijis daudz lielāks nekā tas novērots abās rudenī veiktajās ekspedīcijās (3.4. tabula). No pētāmajā posmā konstatētā kopējā krastu atkāpšanās ātruma visās trijās ekspedīcijās – 1,46 m, trešās ekspedīcijas (pavasara) vidējais krastu atkāpšanās ātrums sastāda 84,2 %. Rezultāti sakrīt ar literatūras apskatā minētajām G. Eberharda (skat. 1.2.1. un 1.3.2. nodaļā) atziņām par krastu erozijas periodiskumu. Šo periodiskumu G. Eberhards skaidrojis kā



29. att. Pētāmā posma stacionāru izvietojums (I. Purgalis, izmantojot topogrāfisko karti (C – 54 – 26 – B – b), 1984)

ievērojamu ūdens līmeņa izmaiņu rezultātu. Visstraujāk krasti tiek noārdīti pavasara palu ūdens līmeņa celšanās fāzē līmenim sasniedzot maksimumu. Arī citi zinātnieki pieminot eroziju ietekmējošos faktorus, kā vienu no svarīgākajiem izdalījuši ūdens līmeņa celšanās fāzi – palus, un minējuši, ka liela nozīme ir šīs fāzes ilgumam (skat. 1.2.1. nodaļā).

Meandras loki pētāmajā posmā kopumā atkāpušies apmēram par 1,35 m gadā, salīdzinot rezultātus ar G. Eberharda veikto pētījumu rezultātiem Gaujā, šāds krastu apkāpšanās ātrums raksturojams kā vidējs. Tas ir par 15 cm lielāks nekā Mustjegi posmā veiktajos pētījumos konstatētais un par, apmēram, 1,20 m gadā mazāks nekā Siguldas posmā konstatētais (1.2. nodaļa).

Balstoties uz kartogrāfisko materiālu (29. att.), **analizējot izvēlētā Gaujas posma pirmo stacionāru** (30. att.), tika secināts, ka izmaiņas nevar būt lielas, jo krasts ir tikai nedaudz izliekts (1.1.1. un 1.2.1. nodaļa). Tas tika pierādīts arī ar lauka darbos iegūtajiem datiem.



30. att. Pirmais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

Stacionārā iegūtie dati liecina, ka krasts, pētījumu veikšanas laikā, atkāpies par 1,16 m. Salīdzinot iegūto rezultātu ar pārējo meandru loku atkāpšanās ātrumiem var secināt, ka šajā stacionārā erozijas process notiek vislēnāk.

Balstoties uz veiktajiem pētījumiem stacionārā jāpiemin, ka neraugoties uz salīdzinoši lēno erozijas procesu gaitu 2005. gada ekspedīcijā tika konstatēts, ka upē iegāzušies četri no pirmajā ekspedīcijā atzīmētajiem kokiem. Koku sakņu sistēmas izskalošana, kā rezultāts ir to iegāšanās upē ir viens no šī krasta atkāpšanās galvenajiem iemesliem kā tika konstatēts 2005.

gada pavasara ekspedīcijā, jo ja sakņu sistēma būtu spējusi tos noturēt, krasts, iespējams, nebūtu tik tālu atkāpies. Analizējot datu tabulā attēlotos mērījumus atsevišķi, ir labi redzams, ka ievērojami vairāk krasts ir atkāpies tajās mērījumu vietās kur krasts ir zaudējis kokus. Prognozējot krastu atkāpšanos nākamajiem diviem, trim gadiem, paredzams, ka krasts ievērojami neatkāpsies. Šādu secinājumu ļauj izdarīt 1.2. un 1.2.1. nodaļā aprakstītā krastam tuvu augošu koku ietekme uz krastu erozijas gaitu.

Analizējot otrajā stacionārā (31. att.) iegūtos datus tika novērots ievērojami lielāks krasta atkāpšanās ātrums nekā pirmajā stacionārā.-vidēji 1,31 m gadā, kas, pirmkārt, jau skaidrojams ar upes meandras loka Kā minēts 1.2.1. nodaļā upes līkuma leņķim ir būtiska nozīme, jo no tā atkarīgs ar kādu spēku straume trieksies pret krastu. Otrkārt, tas skaidrojams ar 1.4.2. nodaļā atspoguļoto krasta ģeoloģisko uzbūvi. Krasts sastāv no viegli



31. att. Otrais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

izskalojama smilšaina materiāla. Krasta veģetācija šajā meandras lokā krasta atkāpšanos ietekmējusi maz. Salīdzinot pirmajā un otrajā stacionārā izgāzto koku skaitu, tika secināts, ka otrajā stacionārā tas ir uz pusi mazāks. Neskatoties uz to, ka otrais stacionārs ir ievērojami garāks.

Trešajā ekspedīcijā konstatēts, ka vidēji krasti atkāpušies par 1,20 m, bet otrajā un ceturtajā ekspedīcijā kopā sasummējot vidējos rādītājus tikai par 0,21 m. Līdzīgi kā pirmais meandras loks arī otrais visvairāk ir izskalojies pavasara palu periodā, par ko liecina trešajā ekspedīcijā iegūto datu salīdzinājums ar iegūtajiem datiem pirmajā un otrajā ekspedīcijā.

(skat. 3. pielikumu). Šis krastu erozijas periodiskums skaidrojams ar 1.2.1. un 1.3.2. nodaļā aprakstīto ūdens līmeņa celšanās fāzes – palu, nozīmīgo ietekmi uz upju ģeoloģiskajiem procesiem. Visstraujāk krasti tiek noārdīti pavasara palu līmenim sasniedzot maksimumu.

Šī meandras loks turpmāk, balstoties uz upes gultnes vēsturiskajām izmaiņām (skat. 3.1. nodaļā) un patreizējām izmaiņām, varētu attīstīties slīdot gan uz leju pa ieleju, gan arī turpinot iegrauzties upes labajā krastā. Šī prognoze sakrīt ar prof. G. Eberharda novērotajām un 1.2.1. nodaļā aprakstītajām vispārīgajām meandru loku pārvietošanās sakarībām Gaujā,

Trešajā stacionārā, analizējot 3. meandras loka datu tabulu (skat. 1. pielikumā) konstatēts, ka visās trijās ekspedīcijās kopumā krasts atkāpies par 1,38 m.



32. att. Trešais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

Arī šeit tika novērots krastu atkāpšanās periodiskums. Palu periodā krasti apkāpās par 1,20 m, tas sastāda apmēram 86 % no otrajā un ceturtajā ekspedīcijā konstatētā ieliektā krasta atkāpšanās attāluma. Tas skaidrojams ar jau iepriekšējās rindkopās minēto, 1.2.1. un 1.3.2. nodaļā aprakstīto palu ietekmi uz krastu atkāpšanos.

Palu periodā, balstoties uz stacionāros iegūtajiem datiem (skat. 1. pielikumā), krasts ir zaudējis tikai divus iezīmētos kokus, kas vizuāli novērtējot krasta apaugumu (32. att.) ir maz. Tas skaidrojams ar to, ka kādos iepriekšējo gadu palos šeit krasts atkāpies strauji, veidojot koku sagāzumus, kura rezultātā krasts gan ievērojami atkāpies, gan arī izveidojis sagāzto koku ‘aizsargbarjeru’. Šī koku sagāzumu josla aizkavē krasta eroziju 2 – 3 gadus.

Balstoties uz 1.2.1. nodaļu un trešā krasta pārstrādes tipa aprakstošo daļu 1.3.2. nodaļā, var secināt, ka krasta atkāpšanās procesi var strauji aktivizēties, jo sagāzto koku joslā tiek pastiprināti izskalota krasta zemūdens daļa. Šādos līkumos vērojami ne tikai koku

sagāzumi, bet arī krastu nobrukumi, kuru veidošanās process aprakstīts 1.3.2. nodaļā (trešā krastu pārstrādes tipa aprakstošajā daļā).

Ceturtais stacionārs gada izskalošanās ātrums (1,35 m gadā) aptuveni sakrīt ar vidējo krastu atkāpšanās ātrumu šķērseniski, kāds bijis trijos izvēlētajos meandras lokos pētījumā, kas veikts analizējot gultnes izmaiņas no 1908. – 1997.gadam (skat. 3.1. nodaļā).

Stacionārs vizuāli izskatās līdzīgi trešajam pētāmā posma stacionāram, līdz ar to arī krastu atkāpšanās procesu ietekmējošie faktori varētu būt līdzīgi (skat. Trešā stacionāra analīzi 3.2. nodaļā). Arī 4. stacionāra datu tabulā (skat. 1. pielikumā), salīdzinot katrā ekspedīcijā iegūto vidējo krastu izskalošanās ātrumu, redzama līdzība.

Analizējot **piektajā stacionārā** iegūtos datus (skat. 1. pielikumā) tika secināts, ka krasts kopumā atkāpies tikai par 1,4 m, kas nav daudz uz jau analizēto meandru fona. Salīdzinot otrās un ceturtais ekspedīcijas rezultātus ar trešās ekspedīcijas rezultātiem tika novērots, ka arī šajā stacionārā vislielākais krastu atkāpšanās ātrums bijis pavasara palu laikā. Kad krasts atkāpies par 0,85 m. To iespējams skaidrot ar krasta vienmērīgo izliekumu (33. att.), kā rezultātā upes straumes spēks izlīdzinās visā meandras lokā un tieši stacionāra robežās straumes ārdošā darbība nav tik izteikta.



33. att. Piektais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

Nākotnē meandras loks, balstoties uz jau novēroto vienmērīgās attīstības tendenci, erozijas procesus varētu turpināt līdzšinēji.

Pētāmā posma sestajā meandras loka stacionārā (34. att.) tika novērots viens no vislielākajiem krastu atkāpšanās ātrumiem – 1,68 m gadā. Analizējot visu triju ekspedīciju datus kopumā, secināts, ka krasta krauja stacionārā atkāpusies par 1,93 m.



34. att. Sestais pētāmā posma stacionārs (foto. I. Purgalis)

Pirmās ekspedīcijas laikā konstatēts, ka krasts rudens un vasaras periodā atkāpies salīdzinājumā ar jau analizētajiem stacionāriem diezgan ievērojami – par 0,39 m. To var izskaidrot ar viena koka iegāšanos upē, kā rezultātā tiek ietekmēti aprēķinos noteiktie krastu vidējo atkāpšanās ātrumu rezultāti. Balstoties uz 3.2. nodaļu, 3. stacionāra, 12. mērījuma, ceturtajā ekspedīcijā novēroto, iezīmētā koka zudums skaidrojams ar to, ka pavasara palu laikā gandrīz upē ieskalotais koks, ūdenī iegāzies vasaras un rudens plūdu vai spēcīgu lietusgāžu rezultātā.

Stacionārā divās mērījuma vietās krasts ir apkāpies pat par 2,50 m.

No visiem astoņām mērījuma vietām ir pazuduši 4 koki, un viena no mērījumu vietām netika atrasta vispār. Tas liecina par ievērojamu koku zudumu visā meandras lokā kopumā. Krastā novērojama arī koku sagāzumu josla, balstoties uz 1.2.1. nodaļu un trešā krastu pārstrādes tipa aprakstošo daļu 1.3.2. nodaļā tika secināts, ka koku sagāzumi ievērojami izmaina erozijas procesu gaitu.

Vēl šī meandras loka izskalošanās ātrumu ietekmē 1.2.1. nodaļā pieminētā meandras forma, kas raksturojama kā asa. Asā meandras loka formas dēļ, pret ielikto krastu triecas, salīdzinot meandras loka leņķi ar jau izanalizētajiem pētāmā posma stacionāru leņķiem, spēcīga ūdens plūsma, kuras darbība raksturota 1.3.1. nodaļā.

Iespējamā attīstība nākotnē būtu atbilstoša trešā upju krastu pārstrādes tipam, kas minēts 1.3.2. nodaļā. Meandras loka krasts tuvākos gados atkāptos tikai nedaudz, jo galvenie izskalošanās procesi notiktu krasta zemūdens daļā. Pēc 2 – 3 gadiem strauji aktivizētos

izskalošanās procesi un līdz šim izgrauztās bedres izraisītu nobrukumus, kā rezultātā krasts ļoti strauji atkāptos.

Pētāmā posma septītais meandru loks, salīdzinot ar jau analizētajiem meandru lokiem, ir lēzens. Neskatoties uz meandras loka lēzenumu krastu atkāpšanos ietekmējoši procesi ir aktīvi, par to liecina 7. stacionārā iegūto datu apkopojums tabulā (skat. 3. pielikumā). Kuru izmantojot secināts, ka periodā, kurā tika izdarīti mērījumi krasts atkāpies par 2,02 m. Tas ir lielākais konstatētais atkāpšanās ātrums salīdzinot visos stacionāros iegūto pētījumu rezultātus. Gada laikā krasts atkāpies vidēji par 1,80 m. Salīdzinot septītā stacionāra krastu atkāpšanās ātrumu ar jau veikto dažādu gadu karšu analīzi (skat. 3.1. nodaļā), secināts, ka šī krasta atkāpšanās ievērojami pārsniedz vidējo astoņdesmit deviņos gados konstatēto Gaujas posma krastu izskalošanās ātrumu (1,59 m gadā). Pavasara palos izskaloti un upē iegāzti 4 no astoņiem mērījumos izmantotajiem kokiem. Tas liecina par to, ka arī šajā Gaujas meandras lokā erozijas procesus ietekmē krastu veģetācija (koki). Tie iegāžoties upē ir veidojuši krastu robus, kuru veidošanās un ietekme uz krastu atkāpšanās procesiem ir aprakstīta 1.2. nodaļā. Ņemot vērā krasta lēzenuma faktoru izskalotie koki meandras lokā nav uzkrājušies, kā rezultātā arī turpmākajos gados šeit būs novērojami intensīvi erozijas procesi.

Analizējot astotā stacionāra (35. att.) krastu erozijas procesu gaitu, tika secināts, ka krasts palu laikā atkāpies par 1,21 m, bet vasaras un rudens periodā, analizējot abās rudens ekspedīcijās iegūtos vidējos rezultātus, par 0,10 m.



35. att. Astotais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

Kā krasta atkāpšanās galveno ietekmējošo faktoru, balstoties uz vizuālu meandras loka novērtējumu (35. att.), jāmin koku sagāzumu veidošanās, kas krastu izskalošanās

procesam piešķir zināmu periodiskumu (skat. 1.3.2. nodaļā, trešā krastu pārstrādes tipa raksturojumu).

Devītais pētāmā posma stacionārs (36. att.), lai gan vizuāli novērtējot ir salīdzinoši augsts un ass, tā izskalošanās ātrums ir nedaudz zemāks par vidējo izskalošanās ātrumu, kas konstatēts salīdzinot dažādu gadu kartes (skat. 3.1. nodaļā). Konstatēts, ka krasts visās trijās ekspedīcijas kopumā devītajā stacionārā atkāpies par 1,41 m. Devītā stacionāra krasta atkāpšanās vidējais ātrumu gadā ir 1,32 m, kas ir nedaudz mazāks kā vidējais atkāpšanās ātrums, kas konstatēts trīs meandru loku analīzē, salīdzinot dažādu gadu kartes (skat. 3.1. nodaļā).



36. att. Devītais pētāmā posma stacionārs (foto I. Purgalis)

Devītā stacionāra izskalošanās procesu intensitāti ietekmējis krasta apaugums, kas atrodas arī krasta nogāzē. Šeit ieviesušās atsevišķas pionieraugu sugas un ir saglabājusies arī veģetācija, kas nogāzē nonāk krasta nobrukumu rezultātā. Arī sagāztie koki, lai gan tie nevedo platu koku sagāzumu joslu gar krastu, mazina erozijas procesus.

Analizējot vizuāli visa meandras loka atkāpšanos gaitu kopumā, secināts ka krasts visintensīvāk noārdās pirms izveidotā stacionāra.

Balstoties uz meandras loka attīstības gaitu, veiktajos pētījumos iespējams prognozēt to, ka meandras loks nākotnē kļūs vienmērīgāks un turpināsies, 1.2.1. nodaļā pieminētā, gan šķērseniskā, gan gareniskā upes gultnes pārvietošanās ielejā.

3.3. Gaujas meandru loku izmaiņu vispārīga prognoze

Balstoties uz veiktajiem pētījumiem konstatēts, ka Gaujas meandri pētāmajā posmā gadā vidēji atkāpjas par 1,54 m. Tātad 20 gadu laikā katrs meandras loka ieliektais krasts vidēji atkāpsies par 28 m. Analizējot stacionāros iegūtos datus un balstoties uz 1.2.1. nodaļā aprakstīto (krastu izskalošanos ietekmē daudzi dažādi faktori un to mijiedarbība) var secināt, ka krastu atkāpšanās nenotiek vienādi visos meandru lokos un vispārīga erozijas procesu prognoze būs neprecīza.

Krastu atkāpšanās prognozi nav iespējams izveidot balstoties uz divos gados veiktiem pētījumiem, Jānis Lapsiņš savā bakalaura darbā minējis, ka ir nepieciešams 10 gadus ilgs pētījuma periods (J. Lapsiņš, 2005). Balstoties uz J. Lapsiņa atzinumu prognoze tika veidota izmantojot dažādu gadu karšu salīdzinājumu (skat. Tā Rezultātos), kurā pētījuma laika posms ir 89. gadi.

Meandru loki turpinās pārvietoties pa ieleju uz leju un arī uz sāniem (t.i., pamatkrasta pusi), tas pamatojams pirmām kārām ar G. Eberharda atziņām par meandru loku izmaiņu sakarībām, otrkārt ar vizuāli novērotajām un izpētītajām triju meandru loku pārvietošanās sakarībām pētāmajā posmā, salīdzinot dažādu gadu kartes.

Secinājumi

1. Balstoties uz dažādos gados izdoto karšu salīdzinājumu tika secināts, ka Gauja pētāmajā posmā ļoti mainās. Analizētajos trīs meandru lokus 89 gadu laikā tās krasti atkāpušies vidēji ar ātrumu 1,58 m gadā, izmainot upes gultni atsevišķos līkumos pat par 260,8 m.
2. Gauja pētāmajā posmā ir izveidojusi jaunu gultni laika periodā no 1908 – 1951. g. pārraujot krastu. Par to liecina grūti izskaidrojamās gultnes izmaiņas, kas konstatētas salīdzinot dažādu gadu kartogrāfisko materiālu.
3. Analizējot krastu erozijas procesus izveidotajos stacionāros, tika secināts, ka vidējais krastu atkāpšanās ātrums nepilnu divu gadu laikā ir bijis par 12 cm mazāks nekā ātrums kāds konstatēts, salīdzinot dažādos gados izdoto karšu materiālu.
4. Balstoties uz dažādu gadu karšu materiālu ir iespējams noteikt attīstības tendences, bet lai noteiktu krastu atkāpšanās ātrumu nepieciešams veikt regulārus pētījumus stacionāros. Pētījumu laika periods nedrīkst būt īsāks par 10. gadiem.
5. Gaujas gultne pētāmajā posmā izmainās ļoti strauji un veidojot stacionārus ir jāparedz upes krastam tuvāk esošo iezīmēto koku zudums, dēļ kura veikt atkārtotus krastu atkāpšanās uzmērījumus ir daudz sarežģītāk, jo tikai nedaudz notrauktā koku miza un attālumi starp mērījuma vietām ne vienmēr ļauj konstatēt kur atrodas mērījumā papildus izveidotais koks.
6. Lai analizētu un izstrādātu precīzas meandras loku attīstības prognozes, ir jāizpēta arī katra meandras loka ietekmējošo faktoru kopums. Tātad, precīzas prognozes izveidošanai nepieciešami:
 - ✓ Dažādu gadu karšu salīdzinājumi (kartēm ir jāatspoguļo izmaiņas, kā minimums 60. gadu ilgā laika posmā), lai varētu konstatēt meandru loku pārvietošanās tendences;
 - ✓ Ilglaicīgi (minimums 10. gadi) stacionāros veikti pētījumi pētījumi, kas atspoguļotu ātrumu ar kādu krasts atkāpjas katrā meandras lokā atsevišķi;
 - ✓ Katra meandras loka ietekmējošo faktoru analīze un izvērtējums (jāparedz arī iespējamās ietekmējošo faktoru izmaiņas meandras lokam pārvietojoties ielejā (piemēram, apauguma vai ģeoloģiskās uzbūves izmaiņas),
7. Ir jāizveido metode, kas objektīvi ļautu izvērtēt svarīgākos krastu procesu ietekmējošos faktorus un to ietekmi uz meandras loku attīstību.

Izmantotā literatūra

Publicētā literatūra

1. A. More, 2006. Revealing Facts of the Earth. – pieejams:
<http://library.thinkquest.org/20035/newpage21.htm> /, skatīts 2006.04;
2. Alabjans A.M., Čalovs R.C., Ivanovs V.V., Loidina R.V., Paņins A.V., 1998.
Morfodinamika vispārīgi salīdzināmām upēm - Maskava: Geos;
3. Ancāne I., 2000. Dabas ģeogrāfija//skaidrojošā vārdnīca. – Rīga: Apgāds Zvaigzne ABC;
4. Абольтынъш О.П., 1971. Развитие долины реки Гауя.-Рига: Зинатне, стр. 168.;
5. Biotopu rokasgrāmata,2000. Eiropas savienības aizsargājamie biotopi Latvijā.- Rīga: a/s Preses nams, 72. – 73. lpp.; 134. – 135. lpp.; 132. – 133. lpp. ; 144. lpp.; 140. lpp.; 102. – 103. lpp.; (sagatavoja I.Kabucis: zinātniskā darba grupa – Dr. Baiba Bambe, Lelde Eņģele, Brigita Laime, Dr. Māra Pakalne, Juris Smaļinskis, Andris Urtāns: konsultanti – Dr. Guntis Eberhards, Solvita Jermacāne, Viesturs Lārmanis, Dr. Voldemārs Sprunģis, Peter Wind (Dānija));
6. Eberhards G., 1978. Fluviālā ģeomorfoloģija, 1. daļa – Rīga: P. Stučkas Latvijas valsts universitāte, 15. lpp; 19. - 39. lpp.;
7. Eberhards G., 1978. Fluviālā ģeomorfoloģija, 2. daļa – Rīga: P. Stučkas Latvijas valsts universitāte, 3. – 7. lpp; 22. – 28. lpp.;
8. Eberhards G., 1982. Ģeoloģiskie procesi Latvijas upēs //žurnāls“Zinātne un tehnika” Nr.11.- Rīga: 14. – 15. lpp.;
9. Eberhards G., 1984. Geomorfologia – Maskava: стр. 85. – 90.;
10. Eberhards G., 1991. Mums tikai viena Gauja – Rīga: Zinātne, 47. – 55. lpp.; 63. – 70. lpp.;
11. Gauja, 1995. Dabas enciklopēdija. 2.sēj.- Rīga: Latvijas enciklopēdijas redakcija, 96.lpp.;
12. Grīne I., Zelčs V., 1997. Latviešu – angļu – vācu – krievu ilustrētā ‘‘Ģeomorfoloģijas terminu vārdnīca’’. - Rīga: P&K, 147. – 159. lpp.;
13. Kuršs V., Eņiņš G., Stinkule A., Straume J., Venska V., 1989. Ģeoloģiskie objekti Gaujas Nacionālajā parkā – Rīga: Zinātne, 7. lpp.; 32. – 44. lpp.;
14. Latvijas dabas fonds, 2001. Latvijas biotopi//Klasifikators.- Rīga: Jāņa sēta, lpp.;
15. Latvijas ģeoloģijas karte, 2004. Rīga;

16. Maldavs Z., Melluma A., Seile A., 1981. Ģeomorfoloģijas pamati – Rīga: Zvaigzne, 87. – 100. lpp.;
17. Ramans K., 1975. Latvijas PSRS Ģeogrāfija, Latvijas PSRS fiziski ģeogrāfisko rajonu apskati, Viduslatvija - Rīga: Zinātne, 176. – 179. lpp.;
18. Topogrāfiskā karte (C – 54 – 26 – B – b) 1:25 000, 1951;
19. Topogrāfiskā karte (C – 54 – 26 – B – b), 1:10 000, 1984;
20. Topogrāfiskā karte 1:75 000 (63 – Strenčis), 1930;
21. Virszemes ūdeņi, 1984. LPE. 52. sēj.- Rīga: Galvenā enciklopēdiju redakcija, 64.lpp.;
22. Пастор, А., 1987. Районирование малых рек Латвийской ССР. Латвийское Республиканское Управление по Гидрометеорологии и контролю природной среды – Рига, стр. 218.;

Interneta resursi

23. <http://latvijas.daba.lv/biotopi/ezeri.shtml+Vecupes&hl=lv> (10.10.2004)
24. <http://latvijas.daba.lv/ainava/#v34> (13.10.2004)
25. www.profishop.lv/lat/biblio/mmd/udenji.htm+Vecupes&hl=lv (16.10.2004)
26. www.profishop.lv/lat/biblio/mmd/udenji.htm+Vecupes&hl=lv Leonhards Rags (10.10.2004)
27. www.laivas.lv/lv/padomi/?pg=no_ka_sastav_upe#erozija (13.10.2004)
28. www.copeslapa.lv/udns/gauja.htm+Gauja&hl=lv (13.10.2004)
29. www.liis.lv/kasirupe/ietekme.htm+Upju+erozija&hl=lv (13.10.2004)
30. www.earth.unh.edu/esci/404/doc.htm (01.05.2006)
31. www.dap.gov.lv/%3Fobjid%3D619+Vecupes&hl=lv (10.10.2004)
32. www.liis.lv/kasirupe/gultne.htm+Gultne&hl=lv (16.10.2004)

Nepublicētie materiāli

33. Ortofoto aina, 1997;
34. Gintera G., 1973. Salacas ielejas un tās tuvākās apkārtnes ģeomorfoloģiskā uzbūve un attīstība//diplomdarbs. – Rīga: 15. – 18.; 27. – 31. lpp.;
35. Reinfelds L., 1982. Gaujas morfordinamika posmā Gaujienu – Spircrāmju tilts//diplomdarbs. – Rīga: 11. – 19.; 51 – 65. lpp.;
36. Andrejānova I., 1980. Gaujas hidroloģiskais režīms un tā ietekme uz tagadējiem erozijas – akumulācijas procesiem Nacionālā parka teritorijā//diplomdarbs – Rīga: 5. – 7.; 69. – 72. lpp.;
37. Lapsiņš J., 2005. Gaujas gultnes migrācija grīvas rajonā un vides problēmas//Bakalaura darbs – Rīga: Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, 47 lpp.;
38. Aраuguma karte, Latvijas Vides, ģeoloģijas un hidrometeoroloģijas aģentūras idati.

Pielikums

Pielikumu saraksts

1. pielikums Pētījumos iegūto datu tabulas.....	63
2. pielikums Pētāmajā posmā sastopamo biotopu skaidrojums	72
3. pielikums Pētāmā posma stacionāri un pirmajā ekspedīcijā iegūtie pamatdati.....	74

Pētījumos iegūto datu tabulas

1. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	E	1.	0,00	0,00	-	-	1,30
	E	2.	11,20	11,20	10,00	9,90	
2.	E	1.	0,70	0,40	-	-	1,80
	E	2.	3,50	3,50	2,50	2,40	
3.	E	1.	0,00	0,00	-	-	1,50
	E	2.	2,80	2,80	1,30	1,30	
4.	E	1.	0,00	0,00	-	-	1,10
	E	2.	9,00	9,00	8,10	7,90	
5.	P	1.	0,10	0,00	0,00	0,00	0,10
	P	2.	2,30	2,30	2,30	2,30	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,08	1	0,08	1.16

2. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	B	1.	1,40	1,40	0,30	1,30	1,10
	P	2.	8,00	8,00	8,00	8,00	
2.	E	1.	2,20	2,10	0,90	1,90	1,30
	P	2.	11,70	11,70	11,70	11,70	
3.	P	1.	0,00	0,00	-	-	1,40
	E	2.	8,30	8,30	6,90	6,90	
4.	P	1.	4,50	4,40	3,10	2,90	1,60
	P	2.	3,50	3,50	3,50	3,50	
5.	E	1.	8,70	8,50	7,10	7,00	1,70
	P	2.	6,80	6,80	6,80	6,80	
6.	EE	1.	2,30	2,30	2,00	1,90	0,40
	E	2.	6,40	6,40	6,40	6,40	
7.	Oz	1.	3,00	2,90	1,20	0,70	2,30
	Oz	2.	25,00	25,00	25,00	25,00	
8.	Ap	1.	2,30	2,10	0,80	0,60	1,70
	Ap	2.	4,30	4,30	4,30	4,30	
9.	Ap	1.	0,20	0,10	-	-	1,30
	Ap	2.	4,60	4,60	3,40	3,60	
10.	Ap	1.	2,40	2,20	0,50	0,40	2,00
	E	2.	8,00	8,00	8,00	8,00	
11.	Ap	1.	0,80	0,80	0,00	0,00	0,80
	Ap	2.	4,60	4,60	4,60	4,60	
12.	E	1.	1,40	1,20	0,20	0,00	1,40
	Ap	2.	4,10	4,10	4,10	4,10	
13.	E	1.	1,20	1,00	0,20	0,10	1,10
	B	2.	5,10	5,10	5,10	5,10	
14.	B	1.	6,20	6,10	4,60	4,40	1,80
	B	2.	9,00	9,00	9,00	9,00	
15.	E	1.	2,25	2,25	1,00	0,90	1,35
	Ap	2.	6,00	6,00	6,00	6,00	
16.	B	1.	1,60	1,40	0,10	0,10	1,50
	E	2.	4,40	4,40	4,40	4,40	
17.	B	1.	2,50	2,40	1,10	1,00	1,50
	Ap	2.	4,40	4,40	4,40	4,40	
18.	E	1.	2,70	2,70	1,50	1,40	1,30
	Ap	2.	3,50	3,50	3,50	3,50	
19.	Ap	1.	1,90	1,80	0,70	0,70	1,20
	Ap	2.	3,50	3,50	3,50	3,50	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,09	1,20	0,12	1,41

3. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	E	1.	2,40	2,25	1,00	0,80	1,60
	E	2.	2,00	2,00	2,00	2,00	
2.	E	1.	1,60	1,40	0,15	0,00	1,60
	E	2.	2,10	2,10	2,10	2,10	
3.	B	1.	1,70	1,60	0,10	0,10	1,60
	E	2.	5,60	5,60	5,60	5,60	
4.	B	1.	1,20	1,20	0,00	0,00	1,20
	B	2.	7,60	7,60	7,60	7,60	
5.	P	1.	3,90	3,75	2,50	2,40	1,50
6.	E	1.	3,00	2,90	1,40	1,30	1,70
	E	2.	3,90	3,90	3,90	3,90	
7.	E	1.	1,25	1,20	-	-	1,95
	E	2.	2,30	2,30	1,60	1,60	
8.	E	1.	2,60	2,60	1,10	1,00	1,60
	E	2.	6,40	6,40	6,40	6,40	
9.	E	1.	0,10	0,00	-	-	1,35
	B	2.	3,25	3,25	2,00	2,00	
10.	Ap	1.	0,80	0,70	0,00	0,00	0,80
	B	2.	10,10	10,10	10,10	10,10	
11.	E	1.	1,30	1,10	0,10	0,00	1,30
	E	2.	7,60	7,60	7,60	7,60	
12.	E	1.	0,30	0,20	0,00	-	1,00
	Ap	2.	7,30	7,30	7,30	6,60	
13.	E	1.	1,60	1,50	0,30	0,20	1,40
	E	2.	7,75	7,75	7,75	7,75	
14.	Ap	1.	1,25	1,25	0,10	0,10	1,15
	Oz	2.	7,60	7,60	7,60	7,60	
15	E	1.	0,90	0,90	0,00	0,00	0,90
	E	2.	3,20	3,20	3,20	3,20	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,08	1,20	0,14	1,38

4. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	E	1.	3,00	2,90	0,60	0,40	2,60
	E	2.	7,00	7,00	7,00	7,00	
2.	E	1.	1,85	1,80	0,50	0,20	1,65
	E	2.	3,20	3,20	3,20	3,20	
3.	E	1.	1,60	1,30	0,20	10	1,50
	E	2.	3,40	3,40	3,40	3,40	
4.	E	1.	1,20	1,00	0,00	0,00	1,20
	B	2.	2,30	2,30	2,30	2,30	
5.	B	1.	0,30	0,20	-	-	1,50
	E	2.	4,30	4,30	3,10	3,10	
6.	E	1.	0,30	0,20	-	-	1,90
	B	2.	5,70	5,70	4,40	4,10	
7.	E	1.	1,90	1,70	0,80	0,70	1,20
	E	2.	6,40	6,40	6,40	6,40	
8.	P	1.	5,10	5,00	3,90	3,50	1,60
	Ap	2.	4,00	4,00	4,00	4,00	
9.	B	1.	1,40	1,40	0,20	0,20	1,20
	E	2.	6,60	6,60	6,60	6,60	
10.	E	1.	2,20	1,90	0,80	0,60	1,60
	E	2.	5,20	5,20	5,20	5,20	
11.	E	1.	0,10	-	-	-	1,50
	Ap	2.	7,80	6,60	6,40	6,40	
12.	E	1.	3,60	3,50	2,10	2,00	1,60
	Ap	2.	7,85	7,85	7,85	7,85	
13.	E	1.	0,60	0,40	-	-	1,80
	Ap	2.	9,60	9,60	8,50	8,40	
14.	B	1.	0,75	0,70	0,00	0,00	0,75
	E	2.	4,10	4,10	4,10	4,10	
15	E	1.	0,35	0,35	0,00	0,00	0,35
	P	2.	2,50	2,50	2,50	2,50	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,11	1,24	0,11	1,46

5. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	E	1.	0,00	0,00	-	-	1,45
	E	2.	4,45	4,45	3,00	3,00	
2.	E	1.	0,00	0,00	-	-	1,50
	E	2.	4,60	4,60	3,10	3,10	
3.	E	1.	4,90	4,70	3,50	3,40	1,50
	E	2.	5,20	5,20	5,20	5,20	
4.	B	1.	3,40	3,30	2,00	1,80	1,60
	E	2.	5,80	5,80	5,80	5,80	
5.	E	1.	1,80	1,70	0,60	0,30	1,50
	Ap	2.	3,05	3,05	3,05	3,05	
6.	P	1.	0,60	0,40	0,00	0,00	0,60
	Ap	2.	2,45	2,45	2,45	2,45	
7.	E	1.	1,40	1,30	0,30	0,10	1,30
	P	2.	2,20	2,20	2,20	2,20	
8.	P	1.	3,30	3,10	1,70	1,50	1,80
	P	2.	2,70	2,70	2,70	2,70	
9.	B	1.	1,20	1,10	0,20	0,10	1,10
	P	2.	3,80	3,80	3,80	3,80	
10.	P	1.	1,30	1,10	0,10	0,00	1,30
	E	2.	3,00	3,00	3,00	3,00	
11.	E	1.	2,40	2,30	1,50	1,30	1,10
	Ap	2.	2,10	2,10	2,10	2,10	
12.	E	1.	0,90	0,70	0,10	0,00	0,90
	E	2.	5,50	5,50	5,50	5,50	
13.	B	1.	2,00	1,90	0,80	0,70	1,30
	B	2.	3,00	3,00	3,00	3,00	
14.	P	1.	2,20	2,00	1,60	1,60	0,60
	E	2.	3,00	3,00	3,00	3,00	
15.	P	1.	1,30	1,15	0,80	0,70	0,60
	E	2.	4,80	4,80	4,80	4,80	
16.	E	1.	3,00	3,00	2,80	2,70	0,30
	E	2.	6,60	6,60	6,60	6,60	
17.	E	1.	8,00	8,00	7,90	7,90	0,10
	E	2.	3,60	3,60	3,60	3,60	
18.	E	1.	8,20	8,20	8,00	8,00	0,20
	E	2.	1,10	1,10	1,10	1,10	
	E	3.	5,40	5,40	5,40	5,40	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,10	0,85	0,09	1,04

6. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	E	1.	0,00	-	-	-	2,50
	P	2.	3,60	2,00	1,10	1,10	
2.	P	1.	0,80	N	N	N	-
	E	2.	4,20	N	N	N	
3.	E	1.	1,70	1,50	-	-	2,60
	E	2.	4,30	4,30	3,30	4,20	
4.	E	1.	1,55	1,30	0,20	0,00	1,55
	E	2.	1,45	1,45	1,45	1,45	
5.	B	1.	4,15	3,80	2,00	1,90	2,25
	E	2.	6,40	6,40	6,40	6,40	
6.	E	1.	0,15	0,00	-	-	2,10
	B	2.	5,60	5,60	3,50	3,50	
7.	E	1.	1,00	0,90	-	-	2,00
	B	2.	5,60	5,60	4,60	4,60	
8.	B	1.	0,50	0,40	0,00	0,00	0,50
	B	2.	4,20	4,20	4,20	4,20	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,39	1,50	0,04	1,93

7. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	Ap	1.	0,50	0,20	-	-	1,80
	B	2.	4,30	4,30	3,10	3,00	
2.	B	1.	0,40	0,00	-	-	2,20
	Ap	2.	3,00	3,00	1,20	1,20	
3.	B	1.	0,80	0,60	-	-	2,60
	Ap	2.	4,90	4,90	3,30	3,10	
4.	E	1.	0,70	0,30	-	-	1,95
	E	2.	8,25	8,25	7,00	7,00	
5.	P	1.	2,60	2,50	0,80	0,40	2,20
	Ap	2.	3,40	3,40	3,40	3,40	
6.	P	1.	3,40	3,20	1,50	1,20	2,20
	P	2.	4,00	4,00	4,00	4,00	
7.	P	1.	2,30	2,20	0,70	0,40	1,90
	P	2.	3,10	3,10	3,10	3,10	
8.	E	1.	4,80	4,80	3,60	3,50	1,30
	E	2.	4,30	4,30	4,30	4,30	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,21	1,63	0,18	2,02

8. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	B	1.	0,70	0,60	0,00	0,00	0,70
	E	2.	9,10	9,10	9,10	9,10	
2.	Ap	1.	0,30	0,10	-	-	1,56
	Ap	2.	2,26	2,26	1,10	1,00	
3.	Ap	1.	1,00	0,80	0,00	0,00	1,00
	Ap	2.	4,80	4,80	4,80	4,80	
4.	Ap	1.	2,40	2,30	0,90	0,80	1,20
	Ap	2.	2,90	2,90	2,90	2,90	
5.	Ap	1.	2,30	2,10	0,40	0,30	2,00
	Ap	2.	8,00	8,00	8,00	8,00	
6.	E	1.	1,30	1,20	N	N	-
	Ap	2.	6,70	6,70	N	N	
7.	B	1.	0,10	0,00	-	-	2,00
	Ap	2.	2,90	2,90	0,80	0,80	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,15	1,21	0,05	1,41

9. meandras loks (autors I. Purgalis)

Mērijuma Nr.	Attālums līdz atzīmētajiem kokiem (m), no upes krasta kraujas						Vidēji atkāpies (m)
	Koks	Secība	1. Ekspedīcija	2. Ekspedīcija	3. Ekspedīcija	4. Ekspedīcija	
1.	Ap	1.	2,30	2,10	0,70	0,60	1,70
	Ap	2.	8,20	8,20	8,20	8,20	
2.	Ap	1.	3,10	3,00	1,60	1,50	1,60
	Ap	2.	6,30	6,30	6,30	6,30	
3.	E	1.	1,80	1,80	0,60	0,50	1,30
	Ap	2.	4,90	4,90	4,90	4,90	
4.	E	1.	2,40	2,40	1,40	1,40	1,00
	E	2.	5,65	5,65	5,65	5,65	
5.	E	1.	1,30	1,30	0,30	0,30	1,00
	B	2.	4,20	4,20	4,20	4,20	
6.	E	1.	0,70	0,70	0,00	0,00	0,70
	E	2.	3,60	3,60	3,60	3,60	
7.	B	1.	1,50	1,40	0,20	0,10	1,40
	B	2.	4,40	4,40	4,40	4,40	
8.	Ap	1.	0,70	0,00	-	-	2,00
	E	2.	6,10	6,10	4,80	4,80	
9.	E	1.	0,80	0,60	-	-	2,00
	B	2.	6,40	6,40	5,20	5,20	
Meandras loks vidēji atkāpies (m)			-	0,14	1,23	0,04	1,41

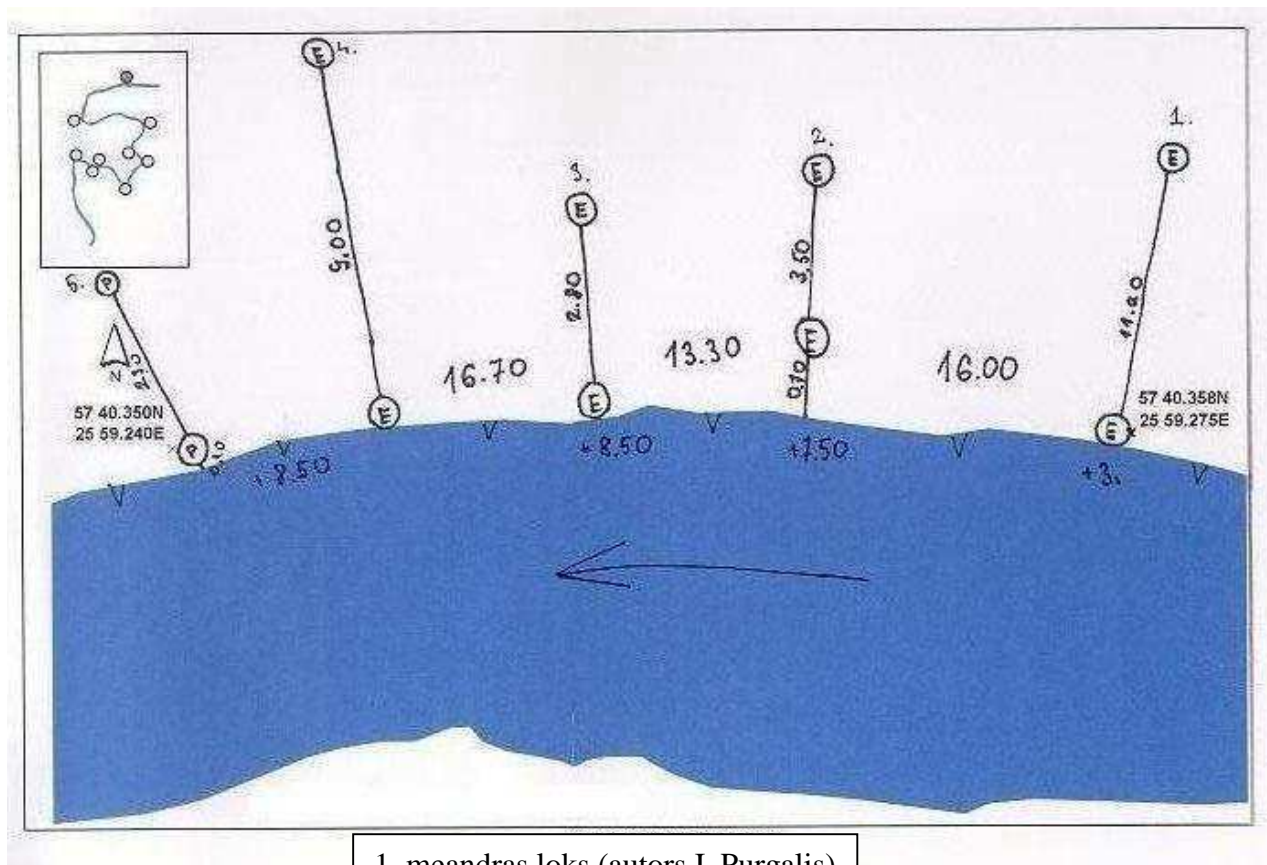
Pētāmajā posmā sastopamo biotopu apraksts (autors I. Purgalis izmantojot Biotopu rokasgrāmatu (2000))

Biotopa kods	Nosaukums	Atbilstība klasifikatoriem	Biotopa apraksts
3270	Dūņaini upju krasti ar slāpekli mīlošu viengadīgu pioniersugu augāju.	Palearktiskas biotopu klasifikators: 24.52	Šim biotopam atbilst Dūņaini lielo upju krasti, kas pavasarī un vasaras sākumā nav klāti ar augāju. Tas parasti izveidojas vasaras otrajā pusē, bet atsevišķos gados ar augstu ūdenslīmeni var arī neveidoties nemaz. Augu sabiedrībās dominē viengadīgi augi, kuri pielāgojušies augšanai ar slāpekli bagātās augsnēs. Parasti šādas joslas ir šauras. Lielākā vērtība ir upju posmiem ar lēzeniem krastiem, kur šādas joslas sasniedz vairāku metru platumu.
9030*	Primārie meži upju meandru lokos	Palearktiskas biotopu klasifikators: 41.C3, 42.C, 44.1, 44.3, 44.4	Primārie (primārās sukcesijas) meži mūsdienās izteikti meandrējošu upju krastos. Tie veidojas meandru lokos, kas rodas upju krastu erozijas un akumulācijas procesos. Meandru veidošanās rezultātā uzkrājas smiltis un grants nogulumi un veidojas piegultnes sēre. Šim biotopam pieder dabiskas izcelsmes meži dažādās attīstības stadijās, sākot no aizaugošiem upes krasta smiltājiem, pļāvām vai krūmājiem līdz mežiem to attīstības galastadijā (klimaksa fāzē). Sākumstadijās bieži ir kārkļu krūmāji, priežu audzes, retāk jauktie vai lapkoku meži. Vecākajiem mežiem raksturīgs platlapju koku – ozolu, liepu, gobu un vīksnu piemistrojums. Bieži applūstošās vietās veidojas palieņu mežiem raksturīgs augājs, un koku sastāvā dominē baltalkšņi un vītoli. Biotopā var būt sastopami visdažādāko tipu meži, bet galvenā to kopējā pazīme un lielākā vērtība ir dabiskā izcelsme. Sugu sastāvs variē atkarībā no meža tipa un attīstības stadijas.
9010*	Boreālie meži	Palearktiskas biotopu klasifikators: 41.B8, 41.C3, 41.D5, 42.C Latvijas biotopu klasifikators: F 1.1., F 1.2., F 1.3., F 1.4.	Dabiski veci ziemeļu (boreālie) un hemiboreālie skuju koku meži, kā arī jaunākās mežu dabiskās attīstības stadijas pēc ugunsgrēkiem vai plašām vējgāzēm šā tipa mežos. Dabiski veci meži ir tie, kuri saglabājuši lielu daļu dabiskiem mežiem raksturīgā sugu sastāva, dažāda vecuma un garuma kokus un dabiskā meža ekoloģisko funkciju, sasnieguši klimaksu (attīstības gala stadiju) vai vēlīnās sukcesijas stadijas. Īpaši nozīmīgi bioloģiskajai daudzveidībai ir meži, kuros galvenās koku sugas koki ir ar dažādu stumbra caurmēru, novērojama pašizretināšanās un lauču veidošanās. Šajos mežos var būt bijusi noteikta cilvēka ietekme, bet pēdējās simtgadēs tajos nav bijusi kailcirte. Veci dabiski meži ir biotops daudzām apdraudētām sugām, īpaši sūnām, ķērpjiem, sēnēm un bezmugurkaulniekiem (galvenokārt vabolēm). Pagātnē mežu ugunsgrēki lielā mērā ietekmēja boreālā reģiona mežus un daudzas apdraudētās sugas saistītas ar degušas atmirušas koksnes klātbūtni un līdzīgām sukcesijas stadijām.

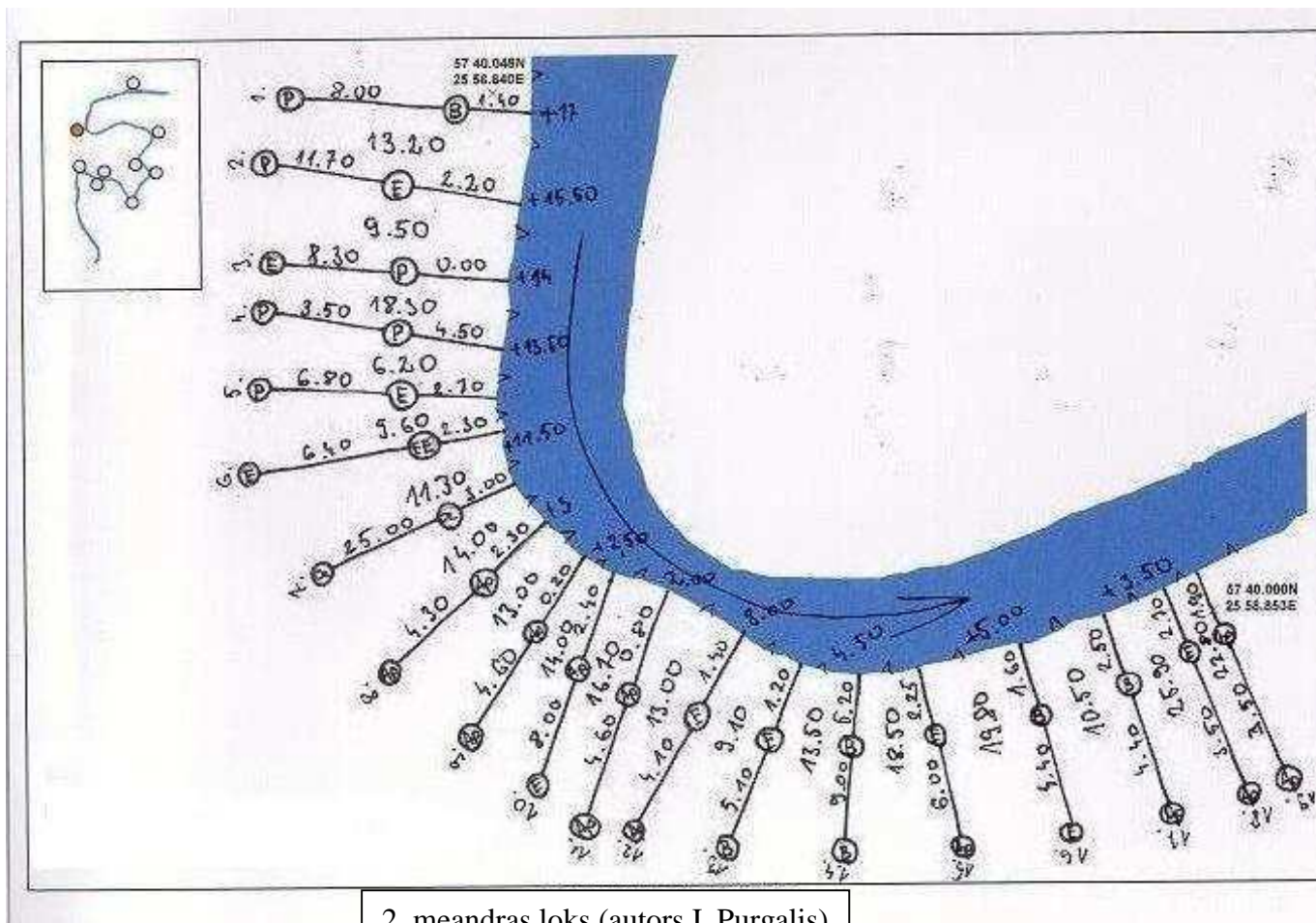
Pētāmajā posmā sastopamo biotopu apraksts (turpinājums)

Biotopa kods	Nosaukums	Atbilstība klasifikatoriem	Biotopa apraksts
91E0*	Pārmitri platlapju meži	<p>Palearktiskas biotopu klasifikators: 44.3, 44.2., 44.13</p> <p>Latvijas biotopu klasifikators: F 2.1., F 2.5a</p>	<p>Periodiski slapjās minerālaugsnēs veidojušies parastā oša <i>Fraxinus excelsior</i>, melnalkšņa <i>Alnus glutinosa</i> un baltalkšņa <i>Alnus incana</i> meži. Nelielā piemistrojumā arī citi platlapji. Visbiežāk sastopami klejotās augsnēs ūdensteču tuvumā. Augsnēs bagātas ar aluviālajiem nogulumiem. Zema ūdens līmeņa apstākļos tie ir labi drenēti un sausi, bagātīgi veidojies krūmu stāvs, lakstaugu stāvā izteikts pavasara aspekts, bet vasarā dominē augstie lakstaugi.</p>
9180*	Nogāžu un gravu meži	<p>Palearktiskas biotopu klasifikators: 41.4</p> <p>Latvijas biotopu klasifikators: K1.8</p>	<p>Jaukti meži ar parasto liepu <i>Tilia cordata</i> parasto osi <i>Fraxinus excelsior</i>, parasto gobu <i>Ulmus glabra</i>, parasto vīksnu <i>Ulmus laevis</i> un parasto kļavu <i>Acer platanoides</i> gravās, pauguru un upju ieleju nogāzēs. Sastopams kā kaļķainās tā smilšainās augsnēs. Tipā iekļauti gan meži, kas sastopami ziemeļu ēnainās un vēsās nogāzēs, gan biotopi sausās, siltās nogāzēs, kur dominē <i>Tilia cordata</i>.</p>
6510	Mēreni mitras pļavas	<p>Palearktiskas biotopu klasifikators: 38.2</p> <p>Latvijas biotopu klasifikators: E 2.3., E 3.1</p>	<p>Sugām bagātas mēreni mitras siena pļavas, kas tiek pļautas vairāk vai mazāk regulāri (īstās pļavas). Dažkārt arī gana, bet tradicionāli šajās pļavās ir ganīts tikai attālā pagātnē. Tās var tikt nedaudz mēslotas. Mēreni mitras pļavas veidojušās gan līdzenās vietās, gan uz pauguriem un to lēzenām nogāzēm, upju ieleju terasēm un lēzenām terašu nogāzēm ar ziemeļu vai rietumu ekspozīciju, arī reti un īslaicīgi aplūstošās palienēs. Tās sastopamas labi aerētās, vāji skābās līdz neitrālās auglīgās un ļoti auglīgās augsnēs. Zelmenis blīvs, samērā augsts, tam raksturīgi vairāki stāvi. Zelmenī dominē augstās un vidēji augstās graudzāles. Liela divdīgļlapju sugu daudzveidība. Biotops pamatā ir klajš, taču tajā var būt sastopami atsevišķi koki un krūmi, kuru projektīvais segums nav lielāks par 25%. Šim tipam pieder arī ļoti auglīgas mitras pļavas aplūstošās labi aerētās augsnēs upju un ezeru palienēs. Tajās ir augsts zelmenis, kurā dominē graudzāles, parasti pļavas lapsaste <i>Alopecurus pratensis</i>.</p>

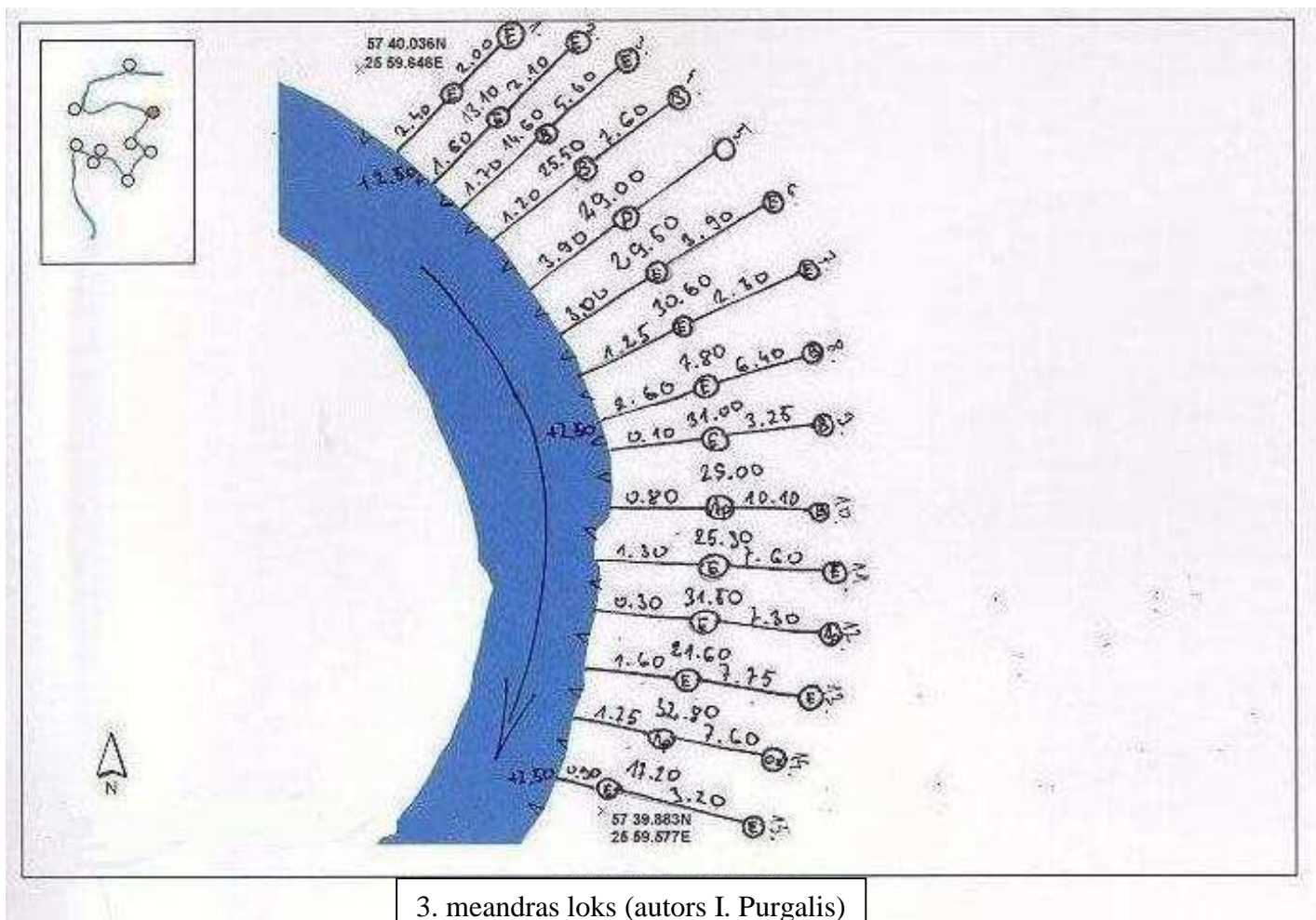
Pētāmā posma stacionāri un pirmajā ekspedīcijā iegūtie pamatdati



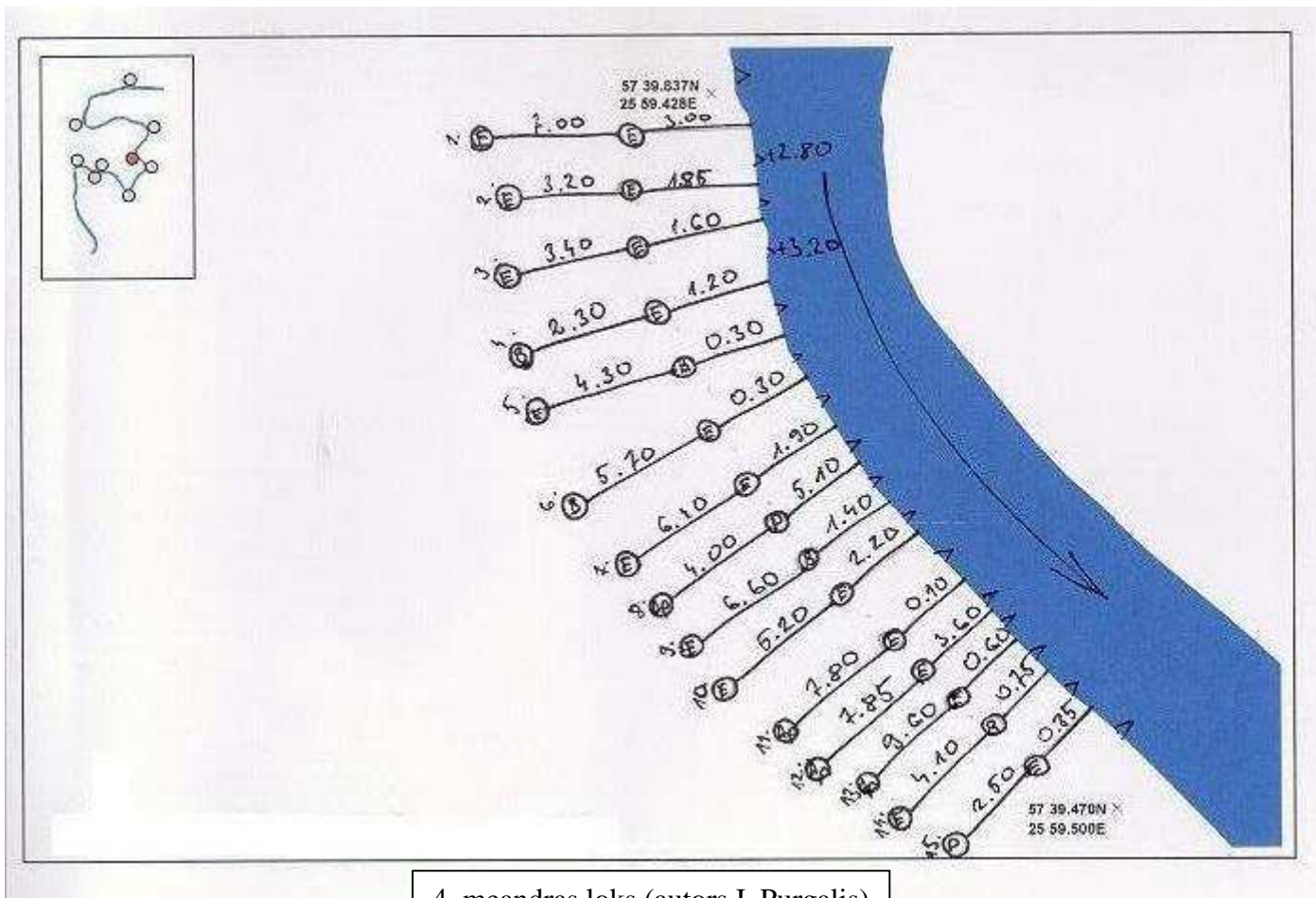
1. meandras loks (autors I. Purgalis)



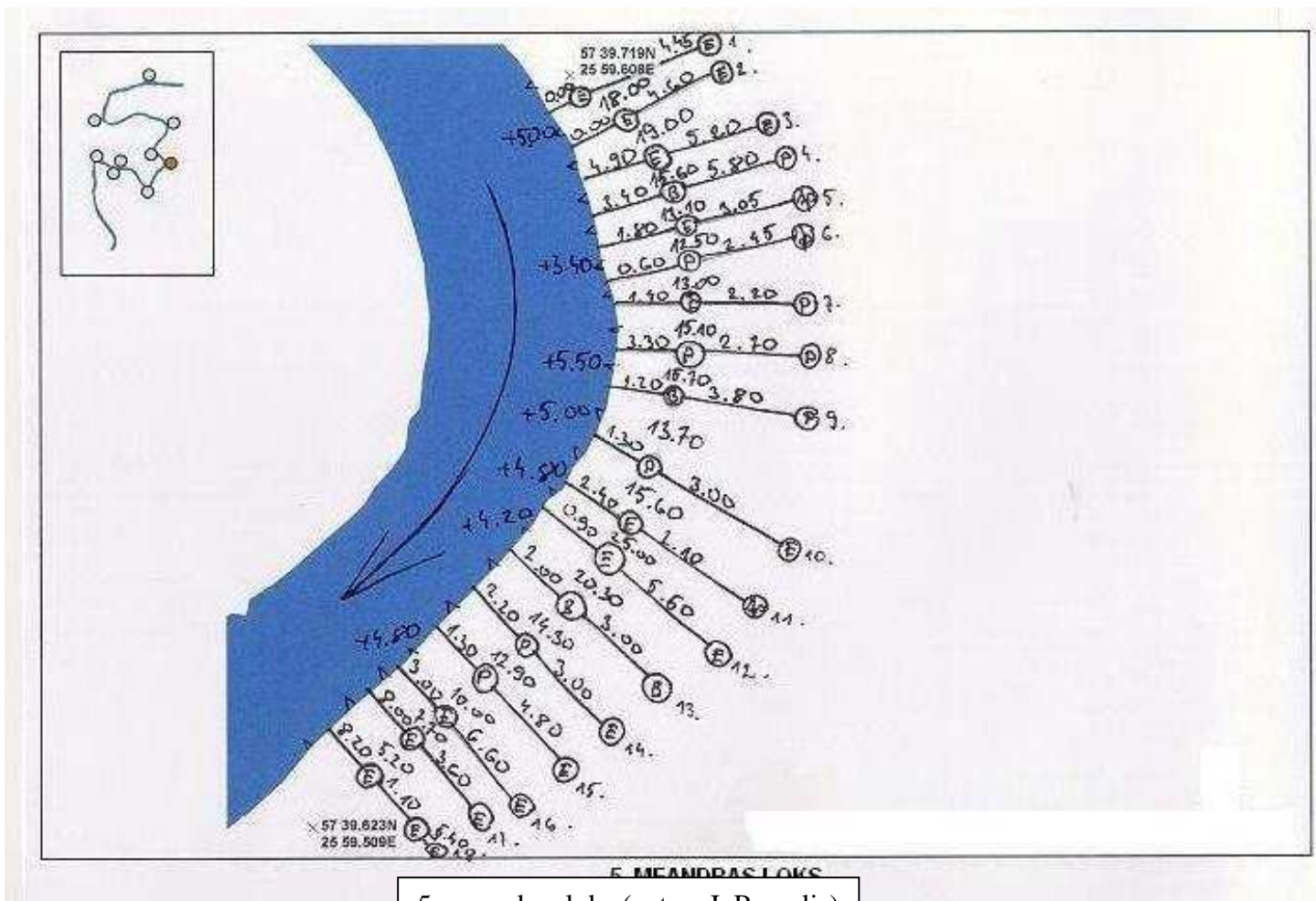
2. meandras loks (autors I. Purgalis)



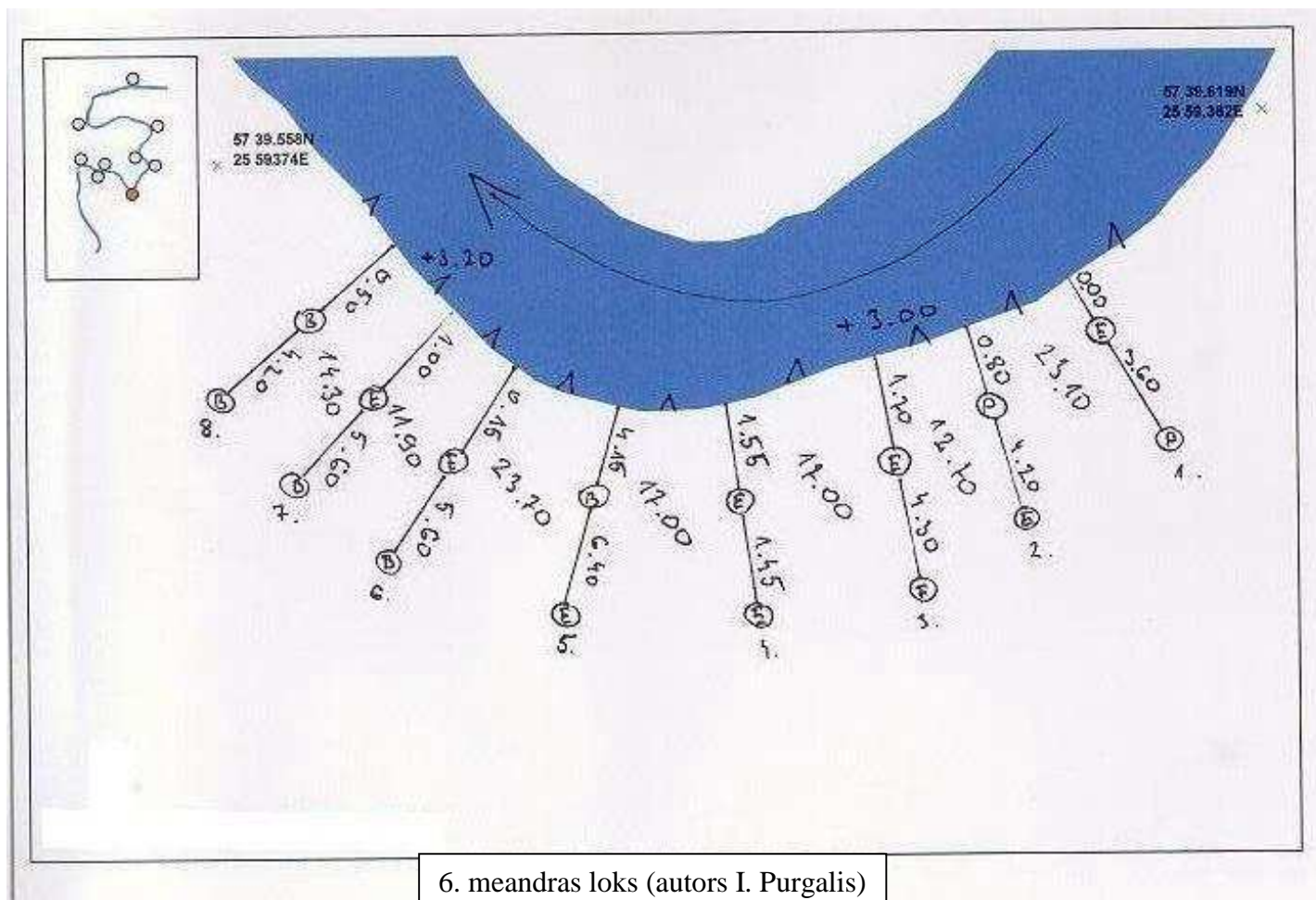
3. meandras loks (autors I. Purgalis)

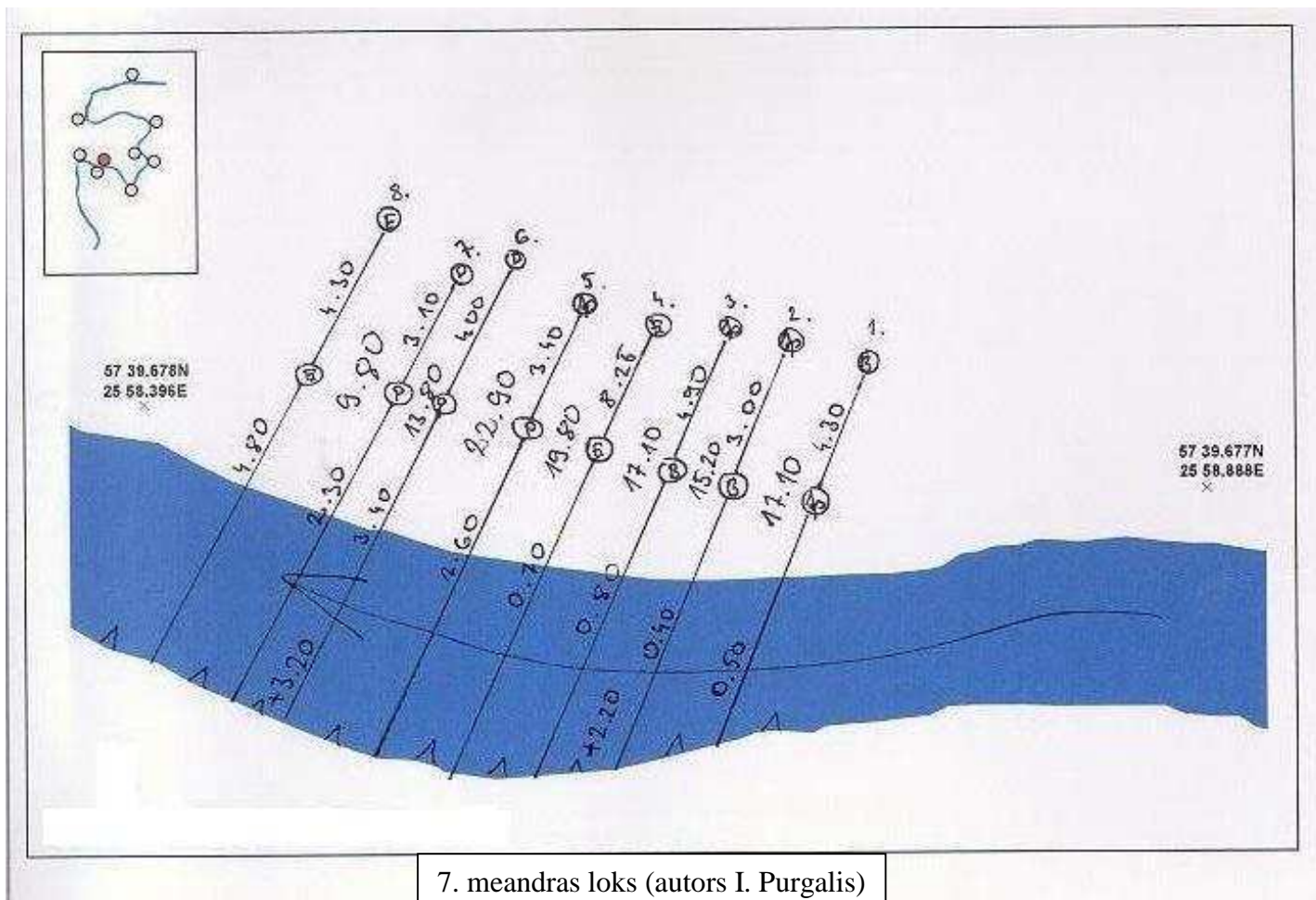


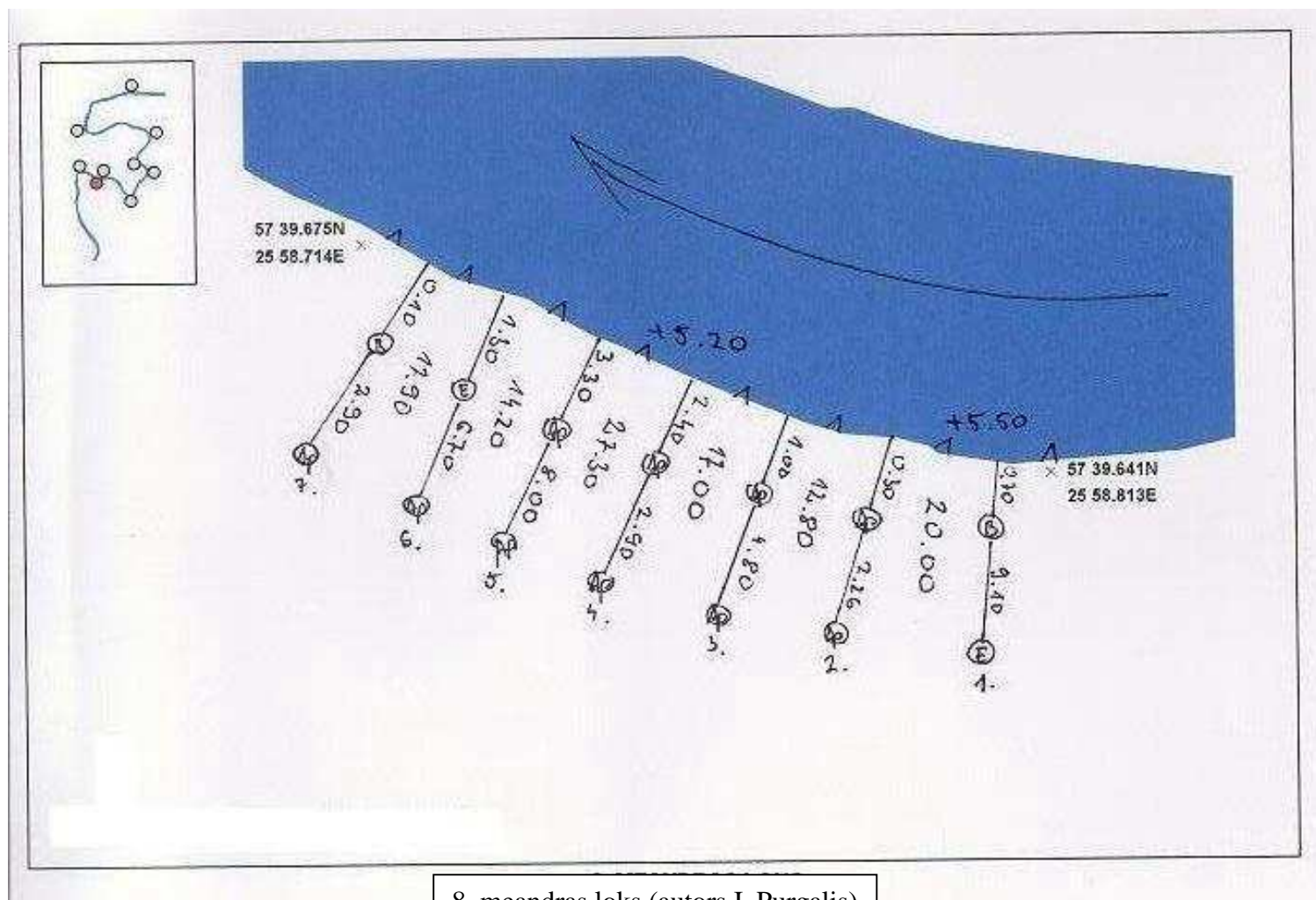
4. meandras loks (autors I. Purgalis)

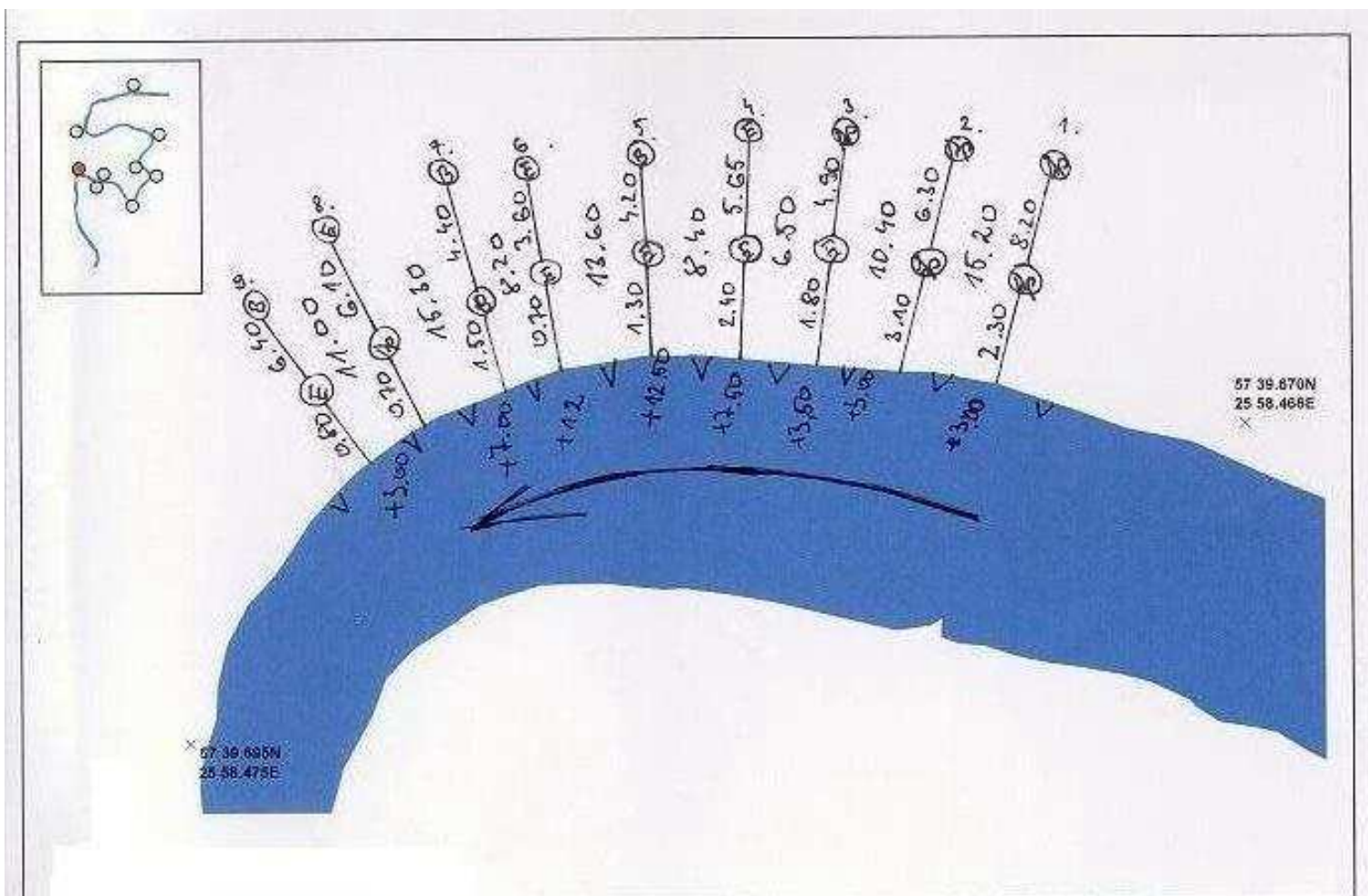


5. meandras loks (autors I. Purgalis)









9. meandras loks (autors I. Purgalis)