

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

**EZERA REGULĒJOŠĀ IETEKME UZ UPJU NOTECI: SALACAS
BASEINA PIEMERS**

Bakalaura darbs

Autors: Ilze Ozola
Stud.apl. ip05039

Darba vadītāja: Dr.geogr.,
docente Elga Apsīte

Rīga 2009

SATURS

Anotācija	3
Abstract	4
Ievads.....	5
1. Upju hidroloģijas teorētiskās nostādnes.....	7
1.1. Hidroloģiskais režīms.....	7
1.2. Upju noteces ietekmējošie dabiskie un antropogēnie faktori.....	11
2. Latvijas upju hidroloģiskā režīma raksturojums.....	19
3. Materiāli un metodes.....	24
4. Rezultāti un diskusija.....	26
4.1. Salacas baseina fiziogēogrāfiskais raksturojums.....	26
4.2. Salacas baseina pētāmo upju hidrogrāfa raksturojums.....	30
4.3. Salacas baseina upju gada noteces sadalījuma izmaiņas.....	33
4.4. Salacas baseina upju noteces ilgtermiņa izmaiņas.....	40
Secinājumi.....	44
Kopsavilkums.....	46
Izmantotās literatūras saraksts.....	47
Pielikums	

Anotācija

Bakalaura darba tēma „Ezera regulējošā ietekme uz upju noteci: Salacas baseina piemērs”. Darba mērķis ir analizēt Burtnieka ezera regulējošas darbības ietekmi uz Salacas upes noteci. Darbā apkopota literatūra par upju hidroloģisko režīmu Latvijā, upju noteces ietekmējošiem faktoriem, Salacas baseina fiziogēogrāfiskais apraksts. Pētījuma periodā no 1951. līdz 2007. gadam ir apkopoti un analizēti ikdienas caurplūduma dati piecās hidroloģisko novērojumu stacijās: Salaca –Mazsalaca, Salaca –Lagaste, Rūja-Vilnīši, Briede-Dravnieki, Seda-Oleri un ūdens līmeņu dati vienā hidroloģisko novērojumu stacijā Burtnieks-Burtnieks. Pētījuma rezultāti apstiprināja teoriju par lielu ezeru regulējošo ietekmi uz upes noteci, no Burtnieku ezera iztekošās Salacas upes hidrogrāfs atšķiras no ezerā ietekošo upju hidrogrāfa - pavasara palu periods ilgst ilgāku laiku, hidrogrāfa pīķi ir izlīdzinošāki un tie nav tik augsti. Klimata izmaiņu ietekmē mainās gada noteces sadalījums, galvenā tendence noteces izmaiņām ir samazināties pavasara palu laikā, bet pieaugt ziemā.

Atslēgvārdi: hidroloģiskais režīms, notece, ezera regulējošā ietekme, klimata izmaiņas, Salacas baseins.

Abstract

The theme of the bachelor's work is "Hydrological Impact of Lake on the River Runoff: the Case of the Salaca River Basin". The purpose of the Bachelor's work is to analyse the hydrological impact of Burtnieks lake on the Salaca river. The work summarizes literature on the hydrological regime of rivers in Latvia, on the impact on the river, and provides a physico-geographical characterization of the Salaca basin. Analysis of hydrological data series has been done for the period of 1951-2007, covering six hydrologic stations: Salaca –Mazsalaca, Salaca-Lagaste, Ruja-Vilnisi, Briede-Dravnieki, Seda-Oleri and Burtnieks-Burtnieks. The present results support the theory that the hydrological impact of big lakes on the river runoff, the hydrograph of the Salaca river flowing from Lake Burtnieks is different from the hydrograph of rivers whose discharge to the lake – spring flood last longer, hydrograph peaks are evening out and is not so high. Climate change has influenced distribution of total annual runoff, the runoff decreases in spring flood and increases in winter.

Keywords: hydrological regime, runoff, impact of lake, climate change, the Salaca basin

IEVADS

Viens no aktuāliem izpētes jautājumiem hidroloģijā gan Latvijā, gan pasaulē ir veikt pētījumus par upju hidroloģisko režīmu un tā ietekmējošajiem faktoriem, ilgtermiņa un sezonālo mainību. Upju noteci ietekmē dabisko un antropogēno faktoru kopums. Pie dabiskajiem faktoriem pieder nokrišņu daudzums, gaisa temperatūra, iztvaikošana, sateces baseina ģeoloģiskā uzbūve, upju tīkla biežība, mežainums, ezerainums u.c. Pētījuma būtība balstīta uz ezera regulējošās darbības ietekmi uz upes noteci. Hidrogrāfa rādītājos ir vērojams, ka upēm, kas iztek no lielajiem ezeriem vai tek caur ezeru virknēm ir ar izlīdzinātiem hidrogrāfa maksimumiem, tām ilgāks palu periods un palu ūdens līmeņi nav tik augsti. Jāatzīmē, ka Eiropā ir vairāki piemēri ezera ietekmei uz upju noteci, Ņevas upe, kas iztek no Lādogas ezera, Vuoksi upe, kas iztek no Saima ezera, turklāt Latvijā arī ir šādi piemēri, Aiviekste, kas iztek no Lubānas ezera, Rēzeknes upe, kas iztek no Rāznas ezera, Salacas upe, kas iztek no Burtnieku ezera. Bakalaura darba pētījumu veicu par Burtnieku ezera regulējošo ietekmi uz Salacas upi, jo Burtnieku ezers ir mazāk antropogēnās darbības ietekmēts, nekā iepriekš minētie ezeri Latvijā. Uz Salacas upes ir veikts hidroloģiskais monitoringa divās hidroloģiskajās novērojumu stacijās: Salaca-Mazsalaca un Salaca-Lagaste. Rodas jautājums, vai Salacas upes hidrogrāfa rādītāji atšķiras starp abām hidroloģiskajām novērošanas stacijām?

Pētījums ietver Salacas baseina Rūjas, Sedas, Briedes upju noteces izpēti, hidroloģiskajās novērojumu stacijas: Rūja-Vilniši, Briede-Dravnieki, Seda-Oleri. Upes, uz kurām izvietotas iepriekš minētās hidroloģiskās novērojumu stacijas ietek Burtnieku ezerā, tieši tādēļ nozīmīgi ir izpētīt šo upju hidrogrāfa rādītājus un salīdzināt ar Salacas upes, kura iztek no Burtnieku ezera, hidrogrāfa īpatnībām.

Tēmas aktualitāte saistīta ar to, ka līdz 21. gs 80.-to gadu beigām klimata pārmaiņas nav tik būtiski ietekmējušas upju hidrogrāfa sezonālās atšķirības, kā tas ir noticis pēdējo 15 - 20 gadu laikā. Hansens u.c. (2007) pamatoti apgalvo, ka seši siltākie gadi ir novēroti, kopš 1998. gada, bet 15 siltākie gadi, kur lielas gaisa temperatūras izmaiņas novērotas ziemā ir kopš 1988. gada (Box, 2002). Pēdējos 20 gados, kad pie mums ir izmainījies klimats - novērota pieaugoša gaisa temperatūra un nokrišņu sadalījums ziemas sezonā. Klimata izmaiņu sekas var ļoti labi parādīt novērojot parametrus, kas raksturo hidroloģisko režīmu, tādi, kā ledus iešanas, kas sākas ātrāk un līdz ar to arī pavasara pali novēroti agrāk (Klaviņš u.c., 2002). Un tieši tādēļ hidroloģijas zinātnes nozarē aktuāli ir izpētīt, kā mainās hidrogrāfs upēm ar ezera regulējošo ietekmi klimata pārmaiņu rezultātā? No 1988. līdz mūsdienām, ieskaitot 2007. gadu, nav plašāk veikti pētījumi par upju

baseiniem ar ezera regulējošo ietekmi, līdz ar to es vēlētos pagarināt datu rindas ar hidroloģiskajiem novērojumiem un veikt šo datu analīzi.

Pētījuma mērķis: analizēt Burtnieka ezera regulējošas darbības ietekmi uz Salacas upes noteci.

Darba uzdevumi:

1. Apkopot zinātnisko literatūru par upju hidroloģijas teorētiskajām nostādnēm un Latvijas upju hidroloģisko režīmu un tā mainību.
2. Apkopot un izveidot hidroloģisko datu bāzi (īkdienas caurplūdums un ūdens līmenis) par Salacas baseina upēm (Salaca, Rūja, Seda, Briede) un Burtnieku ezeru.
3. Aprēķināt upju noteces un ezera raksturojošos rādītājus: gada un mēneša vidējo caurplūdumu (m^3/s) un ezera ūdens līmeņus (m); 30 dienu minimālie vasaras un ziemas caurplūdums, gada maksimālais caurplūdums.
4. Iegūto rezultātu apkopošana un salīdzinoša analīze.

Bakalaura darbā ir apkopota literatūra par upju hidroloģisko režīmu Latvijā, dabiskajiem un antropogēnajiem faktoriem, kas ietekmē upju noteci arī saistībā ar klimata pārmaiņām, pētāmā Salacas baseina fiziogēogrāfisko aprakstu un pētījuma daļu par Salacas baseina hidrogrāfa rādītājiem, upju gada noteces izmaiņām un upju noteces ilgtermiņa izmaiņām, hidroloģiskajās novērojumu stacijās: Salaca–Mazsalaca, Salaca–Lagaste, Rūja-Vilnīši, Briede-Dravnieki, Seda-Oleri un ūdens līmeņu mainību Burtnieks-Burtnieks hidroloģiskajā novērojumu stacijā. Bakalaura pētījuma daļā lielāku uzmanību pievērsu Salacas upes hidrogrāfa rādītājiem divās hidroloģisko novērojumu stacijās: Salaca-Mazsalaca, Salaca-Lagaste, jo Salacas upe iztek no Burtnieka ezera.

Darba apjoms 48 lpp, 26 attēli, 2 tabulas, 33 literatūras avoti un 3 pielikumi.

1. UPJU HIDROLOĢIJAS TEORĒTISKĀS NOSTĀDNES

Hidroloģija ir zinātnes nozare, kuras pētījumu objekts ir hidrosfēra. Hidroloģija pēta parādības un procesus, kas noris hidrosfērā. Hidroloģiju iedala atkarībā no pētāmajiem objektiem: okeanoloģijā - pēta okeānu un jūras ūdeņus un sauszemes hidroloģijā. Sauszemes hidroloģiju iedala: virszemes ūdeņu un pazemes ūdeņu hidroloģijā (Zīverts, 2004). Šajā nodaļā apkopota literatūra par virszemes ūdeņu hidroloģiju, konkrēti upju hidroloģijas teorētiskajām nostādnēm, ietverot upju hidroloģisko režīmu, hidroloģiskā režīma fāzes, kā arī dabisko un antropogēno faktoru raksturojumu, kuri ietekmē upju noteci un tās mainību.

1.1. Hidroloģiskais režīms

Hidroloģiskais režīms ir ūdens objektu stāvokli raksturojošo lielumu mainība laikā. Hidroloģiskā režīma raksturojumā ietilpst:

- ūdens līmeņu mainība laikā (līmeņu režīms);
- caurplūdumu mainība laikā (noteces režīms);
- ūdens temperatūru mainība (termiskais režīms);
- ledus parādības (ledus režīms);
- izšķīdušo vielu sastāva un koncentrācijas dinamika (hidroķīmiskais režīms);
- cietvielu noteces mainība (sanešu režīms);
- upes gultnes izmaiņu process.

Hidroloģijas režīms ir atkarīgs no apskatāmā ūdens objekta atrašanās vietas klimata sezonālajām maiņām (Zīverts, 2004).

Apskatot *ūdens līmeņu režīmu* noskaidrosim, ka *ūdens līmenis* – ir ūdens virsas augstums virs izvēlētās atskaites plaknes (posteņa nulles, jūras līmeņa). Ūdens līmeņa svārstības upēs atkarīgas no pieteces, no baseina un gultnes hidrauliskajām pretestībām. Upju leņģestecēs ūdens līmeņu režīmu ietekmē ūdens līmeņa svārstības ūdenstilpnēs, kurās upes ietek (Zīverts, 2004).

Upju termisko režīmu (ūdens sasilšanu un atdzišanu) nosaka siltuma apmaiņa, kas notiek starp ūdens masu un apkārtējo vidi un ko raksturo siltuma bilance. Siltuma apmaiņa noris gan caur ūdens virsmu, gan gultni. Galvenie siltuma bilances elementi ir: ūdens absorbētā saules radiācija, ūdens siltuma zudumi garo viļņu izstarošanas rezultātā, turbulentā siltuma apmaiņa ar atmosfēru, siltums, kas patērēts iztvaikošanai vai izdalījies ūdens tvaikiem kondensējoties, siltuma apmaiņa ar gultnes grunti, siltuma pieplūde kopā ar pietekojajām ūdens masām, siltuma

aizplūde kopā ar aiztekošajām ūdens masām, siltums, kas izdalās veidojoties ledum vai jāpatērē ledus izkausēšanai un siltums, kas izdalās izkliedējoties ūdens plūsmu kinētiskajai enerģijai. Saules radiācija sasilda galvenokārt ūdens virsējo slāni. Saules radiācijas iespiešanās dziļums atkarīgs no ūdens duļķainuma. Latvijas upēs virsējais slānis 0.5 m uzsūc vairāk par 75 % no saules siltuma, turbulences dēļ notiek ūdens masu sajaukšanās un temperatūras izlīdzināšanās šķērslaukumā. Upju ūdens temperatūras diennakts svārstības atkarīgas no upes ūdenīguma, jo upes caurplūdums ir lielāks, jo temperatūru diennakts svārstību amplitūda ir mazāka. Ūdens temperatūras mainība gada laikā ir līdzīga gaisa temperatūrai, jo upju termiskais režīms ir atkarīgs no saules radiācijas (Glazačeva, 1975). Ziemā, kad upes klātas ar ledu, ūdens temperatūra tikpat kā neatšķiras no 0⁰C. Pavasarī pēc ledus segas izkuššanas ūdens temperatūra strauji pieaug, vasaras pirmajā pusē ūdens vidējā temperatūra parasti ir zemāka par vidējo gaisa temperatūru, bet vasaras otrajā pusē un rudenī ūdens temperatūra bieži vien pārsniedz gaisa temperatūru (Zīverts, 2004).

Periodu, kurā upē novērojamas *ledus parādības*, var iedalīt 3 daļās: upes aizsalšana, ledstāve un ledus uzlūšana un iešana. Ūdenim atdziestot līdz 0⁰C un siltuma atdevei no ūdens virsas turpinoties, ūdenī sāk veidoties ledus veidojumi. Ja ūdens plūsma ir lēna, veidojas virsas ledus. Vienlaicīgi parādās ledus veidojumi pie krastiem, ko sauc par iesalām. Vietās, kur ūdens plūsma ir straujāka, virsas ledus uzreiz neveidojas, taču pazeminoties temperatūrai zem 0⁰C veidojas ūdeņu iekšledus –vižņi. Vižņu un citu ledus veidojumu masai sastopot jau izveidojošos virsas ledu, veidojas ledus sablīvējumi. Ja ūdens plūsma ir spēcīga un temperatūra strauji pazeminās, ledus sablīvējumi pieņem lielus apmērus - aktīvā šķērsriezuma daļa pieblīvējas ar ledus masu un ūdens līmenis krasi ceļas. Pieturoties negatīvām temperatūrām, upe agrāk vai vēlāk pārklājas ar ledus segu, tad iestājas ledstāve, tās laikā ledus segas biezums pakāpeniski palielinās, ja pieturas negatīvas gaisa temperatūras. Atsevišķās upes vietās saglabājas lāsmeņi, kur upe neaizsalst (Zīverts, 2004).

Upju saneši - pa zemes virsu tekošu ūdeņu ietekmē, notiek erozija, daļa augsnes un grunts produktu uzkrājas nogāžu pakājēs, veidojot delūvija nogulumus, cita erozijas produktu daļa nonāk līdz upēm un veido upju sanešus. Atkarībā no sanešu pārvietošanās rakstura ūdenī izšķir suspendētos sanešus un dibensanešus jeb rupjos sanešus. Suspendētie saneši sastāv no sīkajām grunts daļiņām, kas atrodas ilgstoši suspendētā stāvoklī un pārvietojas kopā ar ūdens masām. Sīkāko sanešu pārvietošanās ātrums praktiski sakrīt ar ūdens plūsmas ātrumu. Jo sanešu daļiņa lielāka, jo tā vairāk atpaliek no ūdens kustības (Zīverts, 2004).

Savā bakalaura darbā lielāku uzmanību pievērsu noteces režīmam – konkrēti caurplūduma mainībai laikā. *Notece* ir ūdens aprites dabā sauszemes posms. Ūdens pārvietošanās noteces procesā notiek pa zemes virsu, kā arī pa augsni un iežu slāņiem. Atbilstoši tam izšķir virszemes noteci, augsnes noteci un pazemes noteci. Šie noteces veidi apvienojas upēs, veidojot upju noteci. Latvijā upēm ir jaukts barošanās veids: lietus ūdeņi, sniega kušanas ūdeņi un pazemes ūdeņi. Lielākā daļa no kopējā noteces veidojas pavasarī. Upju noteci raksturo ar šādiem galvenajiem rādītājiem:

Caurplūdums Q (m^3/s) ir ūdens daudzums, kas vienā sekundē izplūst caur upes (ūdensteces) aktīvo šķērsriezumu;

Noteces apjoms W (m^3) ir ūdens daudzums, kas izplūst caur upes (ūdensteces) šķērsriezumu noteiktā laikā T (diennaktī, dekādē, mēnesī, gadā);

Noteces slānis R (mm) ir noteces apjoms no baseina laukuma vienības. Bez iepriekš minētajiem noteces raksturojošiem lielumiem ir noteces modulis un noteces koeficients.

Notece veidošanās avots ir nokrišņi. Vispirms daļu nokrišņu pārtver augi, to sauc par *interceptiju*. Interceptijai liela loma noteces veidošanās procesā ir mežos. Līdztekus interceptijai nokrišņi uzkrājas zemes virsas pazeminājumos un ziemā sniega segā. Daļa nokrišņu evotranspirācijas ceļā atgriežas atmosfērā. *Evapotranspirācija* (summārā iztvaikošana) sastādās no iztvaikošanas no samitrināto augu virsmas, no ūdeņu un augsnes virsmas, kā arī augu transpirācijas. Zemes virsu sasniegušais ūdens infiltējas augsnē. Ja nokrišņu intensitāte pārsniedz augsnes infiltrācijas spējas, tad veidojas nokrišņu pārpalikums, kas noplūst virszemes noteces veidā, augsnē infiltētais ūdens palielina augsnes ūdens krājumus, veido augsnes noteci un iesūcoties dziļāk papildina gruntsūdeņus, kuri veido pazemes noteci.

Hidrogrāfs ir caurplūdumu hronoloģiskais grafiks. Hidrogrāfu parasti veido kalendārajam gadam vai dažām dienām, lai analizētu noteces svārstības diennakts laikā, vai viens otram sekojošiem gadiem, lai analizētu noteces režīma ilggadīgās maiņas. Hidrogrāfs uzskatāmi parāda konkrētā gada noteces režīmu (Zīverts, 2004).

Latvijas upēm raksturīgs hidroloģiskais režīms, kur gada laikā izdalāmas vairākas **hidroloģiskās fāzes**: pali, plūdi un mazūdens periodi. Ar caurplūduma hronoloģiskajiem grafikiem – hidrogrāfiem var uzskatāmi parādīt hidroloģiskā režīma fāzes.

Pali- ir upes ūdens režīma fāze, kas raksturojas ar gadā lielāko ūdenīgumu, ilgstoši augstiem ūdens līmeņiem un parasti arī palieņu applūšanu. Latvijā pali ir pavasarī sniega kušanas laikā. Palu augstos līmeņus rada gan intensīva ūdeņu pieplūde no baseina, gan ledus sastrēgumi un vižņu sablīvējumi (Zīverts, 2004). Pavasaros palu norises gaitu ietekmē klimats. Strauja sniega

kušana vai sniega kušanas un lietus kombinācija, kas var izsaukt intensīvus palus. Sniega segas biežums un blīvums nosaka, cik daudz ūdens satur sniega sega, gaisa temperatūra regulē sniega kušanas tempu. Augsta gaisa temperatūra un ilgstošs pavasara siltums var izsaukt lielus palus arī mērena sniega daudzuma gadījumā. No otras puses, ieilguša pavasara laikā, kad siltie periodi mainās ar aukstajiem, bieza sniega sega var izzust pakāpeniski, neradot lielus palus, bet veidojot vairākus mērena lieluma palus. Ledus un vižņu sastrēgumu dēļ var applūst plašas teritorijas pat tad, ja pavasara pali ir vidēji. Latvijas upēs pavasara pali vērojami regulāri - gandrīz katru gadu, kad ūdens līmenis ilgāku laiku ir paaugstināts un applūst upju palienes.

Plūdi – ir upes ūdens režīma fāze, kas raksturojas ar strauju īslaicīgu caurplūdumu un līmeņu celšanos. Plūdi Latvijas upēs var būt jebkurā gada laikā, biežāk gan rudenī. Lietus plūdi Latvijā parasti ir zemāki par paliem, taču daudzos gados (Kurzemes mazajās upēs) lietus plūdi pārsniedz pavasara palus (Zīverts, 2004). Latvijas rietumdaļas upēs – Ventā, Bārtā, Tebrā, Užavā u.c. – atsevišķos gados plūdu caurplūdums stipri pārsniedz palu maksimumu (Glazačeva, 1975). Rudens sezonā upei aizsalstot var veidoties vižņu sablīvējumi, kas rada ūdens līmeņa celšanos un var izsaukt plūdus. Liela ūdens pieplūde ir atkarīga no intensīviem nokrišņiem, kurus augsne vairs nespēj uzsūkt, jo tās slānis jau ir pārsātināts, vai arī nespēj, piemēram, spēcīga lietus gadījumā. Ūdens pieplūde no kaimiņu valstīm, palielina plūdu rašanās iespējamību.

Upju grīvu apgabalū hidroloģisko režīmu iespaido jūras uzplūdi un atplūdi. Tie rodas kā ļoti augsta jūras līmeņa sekas, izraisa neperiodisku ūdenslīmeņu svārstību upēs, jūras ūdens tiek sadzīts upju grīvās. Nereti vēja uzplūdu radīto augsto ūdens līmeni papildina lietus ūdens pieplūdums. Tie rada plūdu draudus plašos līdzenumos, upju grīvu tuvumā.

Mazūdens periodi – Latvijas upēs vērojami ziemās un vasarās, kad upēm pieplūst tikai pazemes ūdeņi. Ziemas mazūdens periods iestājas bargās ziemās pēc ledus segas izveidošanās un turpinās līdz paliem. Dažās ziemās ar atkārotiem atkušņiem, kas raksturīgs Latvijai, mazūdens periods vispār neiestājas (Zīverts, 2004). Mazūdens periods Latvijas upēs bieži vien nav noturīgs, vasarā to nereti pārtrauc lietus uzplūdi, ziemā atkušņi. Atkušņu dēļ ziemā parasti ir vairāk ūdens nekā vasarā. Bargās ziemās, tāpat arī karstās un sausās vasarās, mazūdens periods ir ilgstošs un ūdens daudzums upēs ir krasī samazinājies (Glazačeva, 1975). Mazūdens periodā vasarā, ūdeņiem sasilstot, upes pastiprināti aizaug. Šāda situācija raksturīga upēm ar nelielu gruntsūdeņu īpatsvaru, kādas lielākoties ir visas Lielupes sateces baseina upes. Tāpēc tieši Zemgales reģionā intensīvā lauksaimniecība ir noteicošais faktors ūdeņu eitrofikācijā un sastāda vairāk kā pusi no visa dabiskā un cilvēka darbības izraisītā – antropogēnā ietekmē novadītā piesārņojuma (Kļaviņš, 2002).

1.2. Upju noteces ietekmējošie dabiskie un antropogēnie faktori

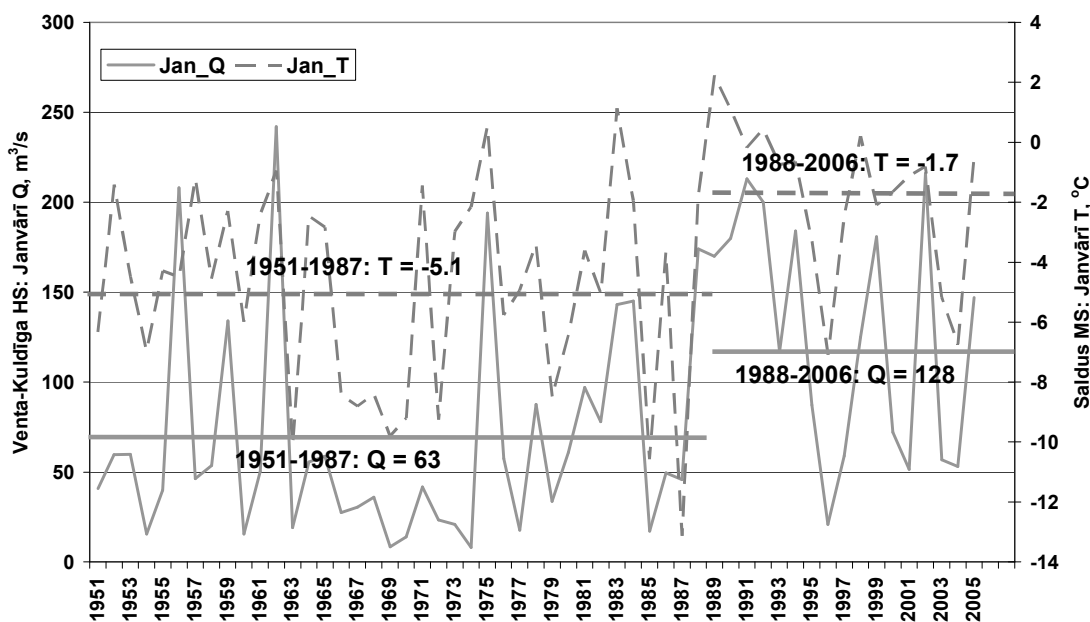
Dabiskos faktorus var iedalīt: klimatiskajos faktoros, sateces baseina virsmas raksturojošos faktoros un hidrogrāfiskos faktoros.

Klimatiskie faktori ietekmē noteces pieplūdi upes baseinā, it īpaši paugurainā reljefā, ir *nokrišņi* un to intensitāte. Nokrišņu ģeogrāfiskais sadalījums ir stipri nevienmērīgs. Visvairāk nokrišņu ir Vidzemes un Kurzemes dienvidrietumu augstienē. Nokrišņi ir galvenais noteces veidošanās apstākļi. Nokrišņi spēcīga lietus veidā noteces daudzumu upēs, it sevišķi mazās - ātri palielina, turpretī neliels lietus noteces lielumu upēs palielina samēra lēni, jo liels daudzums nokrišņu iesūcas gruntī un iztvaiko. Jo vairāk nokrišņu virs kāda upes baseina, jo lielāka notece. Nokrišņi upes gultnē neiekļūst vienlaicīgi. Daļa no tiem nemaz nerasniedzot upi, bet iztvaiko atmosfērā. Nokrišņi lietus veidā, zināms ūdens daudzums paliek augos. Šim procesam patērētais ūdens agrāk vai vēlāk iztvaikojot atgriežas atmosfērā. Ziemā nokrišņi parasti ir sniega veidā, un, tikai iestājoties atkusnim, kūstošā sniega ūdens ieplūst upē. Noteces palielināšanās ir atkarīga no sniega kušanas straujuma. Svarīgi zināt sniega daudzumu baseinā, it sevišķi pirms pavasara paliem, jo, piemēram, Latvijas apstākļos, palu ūdeņi ir apmēram 50% no gada noteces. Briede un Lizuma (2007) pētījumā par nokrišņu ilgtermiņa izmaiņām Latvijas teritorijā, laika periodā no 1950.-2003.gadam pēc Manna-Kendala testa rezultātiem uzrādīja, ka lielākais nokrišņu daudzuma pieaugums ir novērots janvārī un martā un parādīja tendenci nokrišņu samazinājumam septembra mēnesī. Ziemas nokrišņu vidējo vērtību nokrišņu korelācijā ar Ziemeļatlantijas okeāna svārstībām uzrādīja ciešas vērtības pēdējos 30 gados. No tā izriet, ka Ziemeļatlantijas okeāna svārstībām ir liela nozīme nokrišņu režīma regulēšanai Latvijā.

Iztvaikošana ir viens no galvenajiem apstākļiem, kas nosaka, kāda daļa nokrišņu ieplūst upē virsmas ūdens vai gruntsūdens noteces veidā. Galvenie faktori, kas noteic iztvaikošanas daudzumu, ir vējš, temperatūra un gaisa mitruma deficīta pakāpe. Ja ir zināms nokrišņu un iztvaikošanas režīms, iespējams raksturot upju noteces daudzumu. Iztvaikošanas daudzumu ietekmē arī augsnes temperatūra – silta augsne iztvaiko vairāk mitruma, nekā auksta augsne. Meža augsne iztvaiko ievērojami mazāk ūdens nekā lauka augsne. Šis apstākļi izskaidrojams ar to, ka meža augsne ir apēnota, tur zemāka temperatūra un niecīga vēja darbība. Turpretī nokrišņu iztvaikošana no mežu masīviem ir ievērojami lielāka nekā no lauka. Koku lapotne aiztur daudz nokrišņu, kas nerasniedzot augsni, iztvaiko atpakaļ atmosfērā.

Saules spīdēšanas intensitāte gadu gaitās mainās. Reizē ar to zemes virspuse saņem mainīgu siltuma daudzumu no saules. Atsevišķie ainavas elementi (ūdens, augsne, augi, purvi utt.) spēj uzkrāt dažādu siltuma daudzumu un dažādi šo siltumu atdot. Dažādos apgabalos gaisam ir dažāda gaisa temperatūra, jo zeme no saules sasilst nevienmērīgi, ja gaisam ir dažāda temperatūra, tad reizē ar to gaisa blīvums ir dažāds, mainoties blīvumam, mainās gaisa spiediens. Nevienmērīgais gaisa spiediens un temperatūra ir pamatcēloņi gaisa kustībai. Upes noteces režīmu, it sevišķi ar nelieliem baseiniem var ievērojami ietekmēt gaisa masu kustība. Klaviņš un Rodinovs (2007) publikācijā raksta, ka ilgtermiņa izmaiņas upju caurplūdumos var būt tieši saistītas ar Ziemeļatlantijas svārstībām. Upju režīms Latvijā pēdējā gadsimta laikā var būt pakļauts nozīmīgām izmaiņām, saistībā ar klimata izmaiņām.

Hansens (2007) atrada, ka seši karstākie gadi novēroti kopš 1998.gada, bet pagājuši 15 gadi kopš 1988.gada, kur gaisa temperatūra ziemā ir mainījies (Box, 2002). To apstiprina Apsītes u.c. (2009) pētījums par ilgtermiņa vidējām gaisa temperatūrām ziemā Saldus meteoroloģiskajā stacijā un Ventas upes caurplūdumiem Kuldīgas hidroloģiskajā stacijā, laika periodā no 1951.-2006.gadam. Pētījuma autores izdalīja divus pētījuma periodus: no 1951.-1987.gadam, kas norāda uz tipisku upju gada noteces sadalījumu Latvijā, kur klimata izmaiņu ietekme nav tik ļoti ietekmējusi upju noteci un periodu no 1988. – 2006.gadam, kad upju notecē vērojamas būtiskas klimata mainības ietekme (1.2.1.attēls).



1.2.1.attēls. Ilgtermiņa vidējā gaisa temperatūra Saldus meteoroloģiskajā stacijā un Ventas upes caurplūdums Kuldīgas hidroloģiskajā stacijā no 1951. – 2006.gadam. (Apsite et.al., 2009)

Sateces baseina virsmas raksturojošie faktori ietekmē upes ūdensguvi, nosaka upju ieleju un gultņu formu un raksturu, upes noteci, kā arī ūdens ķīmisko sastāvu. Reljefa ietekme uz upju noteces režīmu vispirms izpaužas tādā veidā, ka baseins, kas atrodas augstāk virs jūras līmeņa, ja pārējie apstākļi ir vienādi, parasti ir lielāks nokrišņu daudzums. Pieaugot vietas augstumam virs jūras līmeņa par 100 m, gaisa temperatūra krītas par $0,5-0,7^{\circ}$, reizē ar to palielinās kondensācija, nelielās augstienēs kādas ir Latvijā arī ievērojami palielinās nokrišņu daudzums. Līdz ar nokrišņu daudzuma palielināšanos pieaug arī upju noteces daudzums. Baseina reljefs ietekmē virsmas noteces ātrumu līdz upes gultnei. Pieaugot noteces ātrumam, samazinās iztvaikošana un infiltrācija gruntī. Iztvaikošanas samazināšanās palielina summāro noteci, bet samazinātas infiltrācijas rezultātā savukārt veidojas nevienmērīga notece. Upju baseinos dažreiz sastopamas ieplakas, kurās nav virsmas noteces. Arī šādu ieplaku pamatā ir ūdensnecaurlaidīga grunts, upes no tām saņem niecīgu gruntsūdens daudzumu un daudz nokrišņu ūdens iztvaiko atpakaļ atmosfērā, samazinot kopējo noteces daudzumu. Upju ielejas, kas arī pieskaitāmas pie reljefa formām, var labvēlīgi ietekmēt noteces vienmērīgu sadalīšanos. Ielejas plūdu laikā applūst un atkarībā no gultnes caurvadīšanas spējas ūdeni ilgāku laiku aiztur, tā samazinot maksimālo noteci. Ja upēm ir mazi kritumi, applūst arī līdzenumi, samazinot maksimālu noteci.

Baseina ģeoloģiskā uzbūve stipri ietekmē upes noteces režīmu, ļoti svarīga ir nokrišņu ūdens infiltrācija, gruntsūdens kustība, gruntsūdens ieplūde upēs. Infiltrācijas daudzums atkarīgs no grunts sastāva. Māla gruntī infiltrācija notiek ļoti lēni, ja māla gruntī ir smilts piejaukums, infiltrācija palielinās. Irdenās gruntīs vērojama laba infiltrācija. Gruntīs, kas sastāv no grunts oļiem, gandrīz viss lietuss ūdens iesūcas zemē. Šajā gadījumā gruntsūdens krājums mazūdens periodā nodrošina upju noteci.

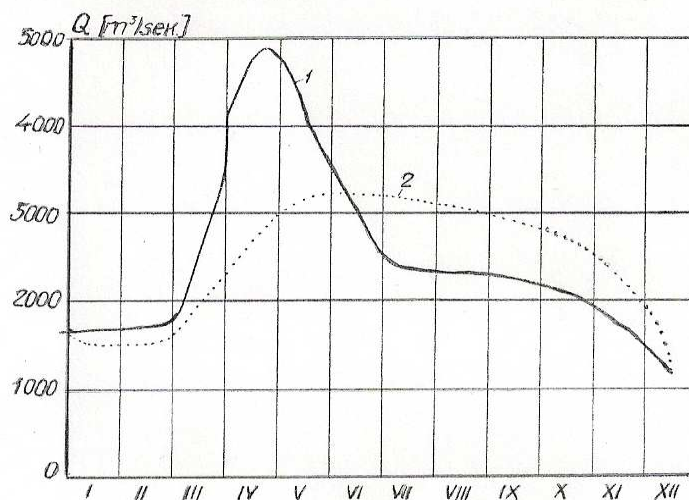
Purvi ir galvenais faktors, kas regulē noteci upēs, kuru baseinos atrodas purviem klātas teritorijas. Palu un plūdu ūdeņi šajos baseinos, ja nebūtu purvu, ātri ieplūstu upēs, palielinot maksimālās noteces lielumu, bet minimālā notece šajās upēs ārkārtīgi samazinātos, jo purvi ir viens no svarīgākajiem ūdens piegādes avotiem upēm mazūdens periodā (Sarma, 1960). Tā kā purvi iztvaiko vairāk mitruma nekā sauszeme un dažreiz pat vairāk nekā ūdens virsma, tad kopējā notece no purvainiem baseiniem sagaidāma mazāka, nekā no baseiniem bez purviem (Михайлов и.д., 2005).

Ezeriem ir zināma ietekme uz upju noteces sadalījumu. Ezerainos baseinos parasti upju notece ir regulēta, ezeru regulējošā darbība uz upju noteci var būt divējāda – kad no liela ezera iztek upe vai, kad upe tek cauri ezeru virknei, tad upē nav vērojami sevišķi mazi vai lieli caurplūduma daudzumi. Šis apstāklis izskaidrojams ar to, ka palu un plūdu ūdens masas īsākā

laikā ieplūst ezerā, bet izplūst no tā daudz garākā laika posmā. Tāpēc upes, kas iztek no lielajiem ezeriem vai ezeru virknēm ir ar izlīdzinātu hidrogrāfu. Piemēram, Rēzeknes upe, kas iztek no Rāznes ezera un Dubnas upes baseina pieteka Tartaks, kur upe baseina augštecē tek caur virkni ezeru grupu. Tartaka baseina ezeri kopumā no baseina aizņem 10,5 % (Glazačeva, 2004).

Somijas centrālā un dienvidu reģionu upes pieder upju grupas, kuru baseinos ir ezeri. Ezeri izlīdzina upju hidrogrāfa rādītājus. Pie šīs grupas pieder tādas upes kā: Vuoksi, Kymijoki, Olujoki u.c. Lielo ezeru un ezeru bagāto upju baseinu noteces svārstības ir mazākas, nekā upēm ar mazu ezeru procentuālo skaitu, kur svārstības ir augstākas (Korhonen, 2007).

Mazūdens periodā upju notece ezerainu upju baseinos parasti ir lielāka nekā to upju baseinos, kuru baseinos ezeru nav. Tas tāpēc, ka pavasara palu un lietus plūdu ūdens, kas uzkrājies ezerā, pakāpeniski ieplūst upes gultnē, nodrošinot stabilu mazūdens perioda noteces režīmu. Sarma (1960) grāmatā „Upju hidroloģija” ir apkopojis pētījumus par Ņevas baseinu ar Lādogas ezera regulējošo ietekmi. 1.2.2. attēlā redzams, ka pavasara palu ūdeņi, kas uzkrājušies Lādogas ezerā, ieplūst Ņevā visu vasaru un ezera regulējošā ietekme beidzas tikai gada beigās.

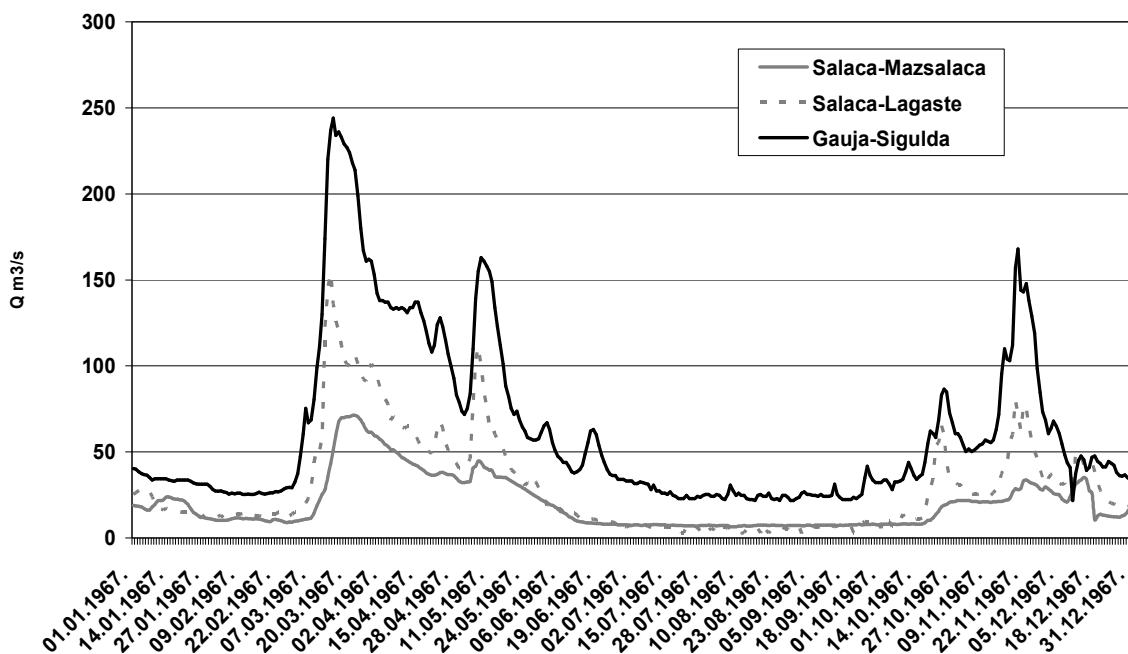


1.2.2.attēls. Ūdens ieteces (1) un izteces (2) hidrogrāfs Lādogas ezerā (Sarma, 1960)

Daudz ezeru ir Latvijas austrumu daļā, kas ievērojami regulē upju noteci, piemēram, Rēzeknes upe, kas iztek no Rāznes ezera, Aiviekste no Lubānas ezera.

Salacas noteci galvenokārt veido Burtnieka ezers, pietekas dod tikai 10-16 % no kopējās notekas. Līdz ar to ūdens režīmā vērojama Burtnieka regulējošā ietekme – pavasara un rudens ūdens līmeņa maksimumi Salacā ir izlīdzinātāki nekā citās upēs. Glazačeva (2004) veikusi pētījumu par Salacas upes gada vidējo noteces lielumu saistībā ar Burtnieka ezeru, kurš palielina

palu perioda ilgumu ezerupē Salacā, salīdzinot ar bezezerupi Gauju. Abas upes atrodas vienā un tajā pašā ziemeļu hidroloģiskajā rajonā un to sateces baseini ir salīdzināmi. Pēc 1.2.3.attēla redzams, ka 1967.gadā Salacas upē Burtnieku ezers regulē upes noteci, pali sākas vēlāk ar noapaļotiem maksimumiem, stabils vasaras mazūdens periodu salīdzinot ar Gauju.



1.2.3.attēls. Salacas un Gaujas gada caurplūduma sadalījums 1967.gadā
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

Kas attiecas uz gada summāro noteci, tad ezeri var atstāt jūtamu ietekmi apgabalos, kur nokrišņu samērā maz. Šajos apgabalos iztvaikošana no ezeriem ir lielāka, nekā kopējā iztvaikošana no augsnes. Tā rezultātā sausos apgabalos ezeri var samazināt upes kopējo noteces daudzumu.

Mežu ietekme uz upju noteces režīmu ir daudzveidīga, virkne apstākļu uzlabo noteces režīmu, t.i., gan palielina mazūdens periodu, gan samazina noteces daudzumu. Mežu masīvi upju baseinos upju noteces režīmu ietekmē gan pozitīvi, gan negatīvi. Mežu masīvi palielina nokrišņu daudzumu, bez tam mežos ir zemāka gaisa temperatūra un vairāk mitruma, nav vēja un augsne mazāk sasilst, nekā klajumos. Meža augsnes ir visbiežāk irdenas, ziemā ne vienmēr sasilst, kas veicina nokrišņu ūdens ātru infiltrāciju. Bez tam meža augsnes ir maz pakļautas tiešai saules staru iedarbībai, kas samazina iztvaikošanas daudzumu, palielinot vietējās upēs noteci. Minētie apstākļi izteic, ka mežs var palielināt nokrišņu infiltrāciju gruntī, kas nodrošina ūdens pieteci mazūdens periodā. Ziemā puteņa laikā meži aiztur sniegu. Mežā sniegš sakrājas lielos daudzumos, kas

atkusnī izraisa noteces palielināšanos un izlīdzināšanos, jo mežā sniegs kūst lēni un ūdens iesūcas gruntī. Daļa sniega ūdens, protams, pa grāvjiem un ielejām pavasarī aizplūst uz upēm. Pavasaros meža sniega kušana ir apmēram 2-3 nedēļas ilgstošāka nekā klajumā, tāpēc ja meža masīvi izvietoti vienmērīgi pa baseinu, palu maksimālā notece, salīdzinot ar klajuma upēm, ir mazāka. Mežu masīva izvietojums upes baseina augštecē samazina maksimālo noteces daudzumu, jo mežos kūstošā sniega ūdens upēs nonāk pēc tam, kad lejteces klajumu palu ūdens pa upēm jau aizplūdis. Mežu masīvi upju baseinos var arī upju noteces režīmu ietekmēt arī negatīvi. Liela daļa nokrišņu nenasniedz zemi, bet paliek koku lapotnē. Šis nokrišņu ūdens iztvaiko atpakaļ atmosfērā, samazinot vietējo upju baseinu noteces daudzumu. No koku lapotnes iztvaikojušais ūdens vietējās aprites rezultātā nokrišņu veidā var nokļūt citu apgabalu upju baseinos. Mežu masīvi, kas lielos upju baseinos izvietoti to lejtecēs, var izraisīt pavasara palu noteces palielināšanos. Tam par iemeslu nevienmērīga sniega kušana, kad upes augštecē klajumā izkusušā sniega ūdens sasniedzis mežu masīvus, sākas sniega kušana mežos (Sarma, 1960).

No dabiskajiem faktoriem jāatzīmē *hidrogrāfiskos faktoros* tāds kā: upju tīkla bieztību un baseina formu. Palielinoties upju tīkla bieztībai, palielinās upju noteces summārais daudzums, tas iespējams arī purvainos upju baseinos. Summārās noteces palielināšanās baseinos, kur lielāka upju tīkla bieztība, izskaidrojama ar labāku gruntsūdens uztveršanu un mazāku virsmas noteces iztvaikošanu. Baseina forma, ja pārējie apstākļi vienādi, arī ietekmē noteces veidošanās apstākļus (sevišķi tas attiecināms uz maksimālās noteces daudzumiem). Piemēram, ir divi baseini ar vienādiem laukumiem. Pirmais baseins ir izstiepts, bet otrais – kompakts, ja baseinos ir vienādi ģeogrāfiskie apstākļi, tad otrā baseina upē maksimālā notece būs lielāka, nekā pirmā baseina upē, jo otrajā baseinā, it sevišķi ja labi attīstīts hidrogrāfiskais tīkls, virsmas notece īsākā laikā sasniedz upes gultni un apskatāmo šķērsprofilu, kurā novēro maksimālo noteci. Pirmajā baseinā plūdu ūdens tecēs ilgāku laika posmu, kas samazina maksimālās caurteces daudzumu (Sarma, 1960).

Antropogēnie faktori saistīti ar cilvēkdarbības pasākumiem, kuri ietekmē upes noteces režīmu. Mihailovs u.c. (2005) veica pētījumu par cilvēka darbības ietekmi uz upju režīmu.

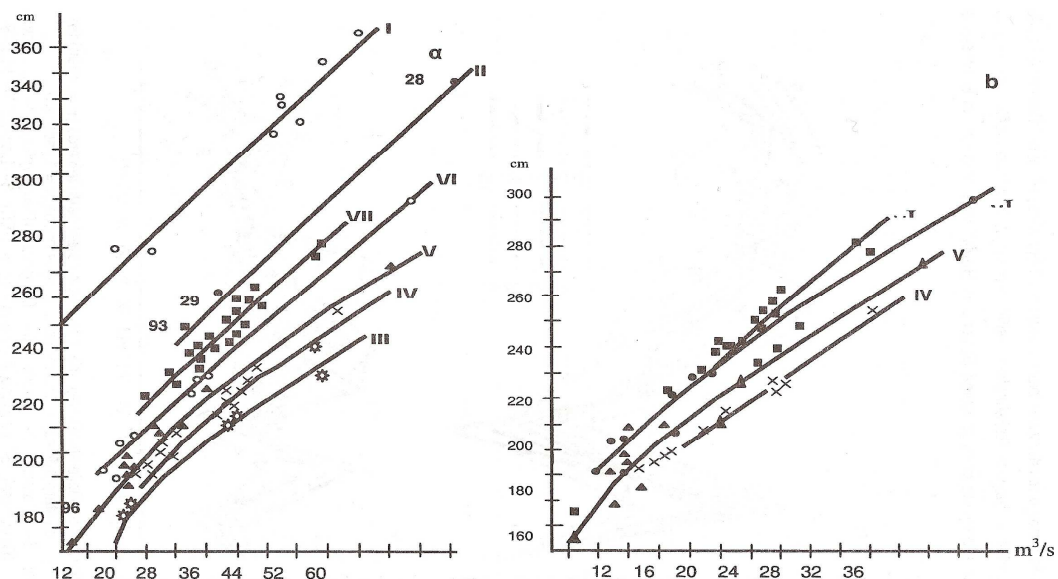
Pirmajā grupā iekļaujot cilvēku darbības pasākumus, kuri “netiešā veidā” var ietekmēt upes noteces režīma izmaiņas. Tie saistīti ar baseina ūdens bilances elementu mainību, kad tiek izmainīti upes baseina virsmas apstākļi: piemēram, mežu izciršana, urbanizācija, zemju apstrāde, purvu un pārmitro zemju nosusināšana, agrotehniskie pasākumi, teritorijas urbanizācija. Pareizi plānota mežu sēja un izciršana var labvēlīgi ietekmēt upju noteces režīmu, bet pastāv arī negatīvā ietekme. Mihailovs (2005) ir apkopojis Krestovska pētījumu, kurš pierāda, ka mežu izciršana

ietekmē gada noteces režīmu, samazinās iztvaikošana par 20 – 30% (atkarībā no meža tipa), līdz ar to palielinās upes notece. Ja mežs tajā pašā vietā atjaunojas, tad upes notece atkal samazinās un kad mežs ir atjaunojies līdz tam pašam stāvoklim, kurā bija nocirsts, tad arī stabilizējas upes notece, atgriežoties iepriekšējā noteces daudzuma pirms mežs bija izcirsts. Nogāžu apmežošana samazina ūdens erozijas darbību, palēnina palu ūdens ieplūdi upju gultnēs, līdz ar to mazāka iespējamība plūdiem, bet samazina upes kopējo noteci, jo daļa nokrišņu paliek koku lapotnēs, šie nokrišņi iztvaiko atpakaļ atmosfērā. Ja cilvēkdarbības rezultātā notiek purvu drenēšana, tad upēs palielinās notece un samazinās iztvaikošana no baseina virsmas, taču kopējās noteces izmaiņas nebūtu krasi mainījušās (Михайлов и.д., 2005). Pēc Sarmas (1960) apkopotās literatūras būtu vēlams celt aizsprostus uz upēm daudzūdens perioda noteces aizturēšanai, savādāk upes izsīks ūdens trūkuma dēļ mazūdens periodos. Jo purvus nosusinot, notece var kļūt nevienmērīga, var palielināties maksimālie caurplūduma daudzumi un dažreiz var samazināties minimālā caurplūduma daudzumi. Meliorācijas pasākumi ietekmē upes noteci to samazinot par 5- 10 % jauko mežu zonā, taču lielajos upju baseinos ietekme uz upju noteci var pazust, tas izskaidrojams ar lielāku pazemes ūdeņu pieplūdi. Arī pilsētu urbanizācijai pastāv ietekme uz upju noteces režīmu. Virs pilsētām veidojas vairāk nokrišņu, tiem izkrītot pilsētu barjeru (jumti, asfalts) rezultātā, tie nenonāk augsnē, tādējādi palielinot virszemes noteci par 10-15% un samazinot pazemes noteci.

Otrajā grupā iekļaujot cilvēku darbības pasākumus, kuri “tiešā veidā” var ietekmēt upes noteces režīma izmaiņas. Tie ir saistīti ar ūdens resursu lietošanu, zemju apūdeņošanu, ūdenskrātuvju un hidrotehnisko būvju izveide uz upēm, teritoriāla ūdens resursu pārdalīšana no jauna. Pēdējie divi ļoti būtiski var izmainīt upju noteces hidroloģisko režīmu. Piemēram, cilvēka iejaukšanos upes notecē – uzceļot dambi, tiltu, HES būvniecība, teritoriālā ūdeņu pārdale, tādējādi tiek regulēta upe. Dambja vai aizsprosta uzcelšana, lai apūdeņotu lauksaimniecības teritorijas palielina produktīvo iztvaikošanu, samazina ūdens krājumus upēs. Ar drenāžas iekārtu palīdzību ūdeni atgriež atpakaļ upēs, tikai tā sastāvā ir lielāks daudzums minerālu, kas var izraisīt gruntsūdens paaugstināšanos, apkārtējās teritorijas pārpurvošanos vai zemes sasāļošanos. Šo darbības pasākumu rezultātā samazinās upes notece un ar laiku par izlīdzinās un kļūst gada gaitā vienmērīgāka.

Burtnieku ezerā, kurā ieplūst vairākas lielākās upes – Rūja, Seda, Briede, kā arī daudzu strautu, meliorācijas kanālu un grāvju ūdeņi. No ezera iztek Salaca, kas savus ūdeņus aiznes uz Rīgas jūras līci. Pētījumā par Burtnieku ezeru, ko veikusi Glazačeva (2004) ir vērojama strauja ezera ūdenslīmeņa pazemināšanās, kas iezīmējas pēc 1928. un 1929.gadam. Tas izskaidrojams ar

Salacas iztekas posma upes gultnes regulēšanas darbiem no 1928.gada līdz 1929.gadam, šajā laika posmā tika veikta: gultnes iztaisnošana, upes padziļināšana, ieskaitot upes noteces sliekšņa pazemināšanu (1.2.4.attēls)



1.2.4.attēls. Burtnieku ezera gada vidējo ūdenslīmeņu (cm) un Salacas ūdens caurplūdumu pie Lagastes (a) un Mazsalacas (b) sakarība. Periodi: I – 1920.-1929.g. dabiskais režīms, II -1928.-1929.g. regulēšanas darbi, III – 1930. -1935.g. pēc regulēšanas darbu pabeigšana, IV – 1936. – 1959.g., V-1980. – 1971.g., VI – 1972.- 1980.g., VIII – 1981. - 1995.g. (Glazačeva, 2004)

1.2.4.attēlā redzama sakarība starp Burtnieku ezera gada vidējiem ūdenslīmeņiem un Salacas caurplūduma rādītājiem laika periodā no 1920.-1995.gadam. Pirms regulēšanas darbiem laika periodā no 1920. līdz 1927.gadam ir novēroti augstākie ūdens līmeņi Burtnieku ezerā un caurplūduma rādītāji Salaca-Lagaste hidroloģiskajā novērojumu stacijā, bet laika periodā no 1930. – 1935.gadam, pēc regulēšanas darbiem skaidri iezīmējas viszemākie rādītāji Burtnieka ezera gada vidējiem ūdenslīmeņiem un caurplūdumam Salaca-Lagaste hidroloģiskajā novērojumu stacijā. Pēc 1936.gada iezīmējas jauna tendence Burtnieku ezerā novērojama gada vidējā ūdenslīmeņa pakāpeniska augšupejoša tendence. Iespējams Burtnieku ezers cenšas atgūt dabisko ezera ūdens līmeni, kāds tas bija pirms regulēšanas darbiem.

2. LATVIJAS UPJU HIDROLOĢISKĀ REŽĪMA RAKSTUROJUMS

Latvijā ir vairāk nekā 12 500 upju, kuru kopgarums sasniedz 38 000 kilometru. Latvijas upes ir ģeoloģiski jaunas, tās veidojušās holocēnā, tikai dažas (Daugava, Abava, Gauja) atsevišķos posmos tek pa ielejām, kas veidojušās senāk. Upju tīkls izvietots samērā vienmērīgi, tikai nedaudz sablīvēts augstieņu nogāzēs, kuras bagātas ar nokrišņiem, un Austrumlatvijas zemienes un Zemgales līdzenuma rajonos, kur pārsvarā māla grunts. Upju hidrogrāfiskā tīkla biežums 0.59 km/km^2 (Eipurs un Zīverts, 1998).

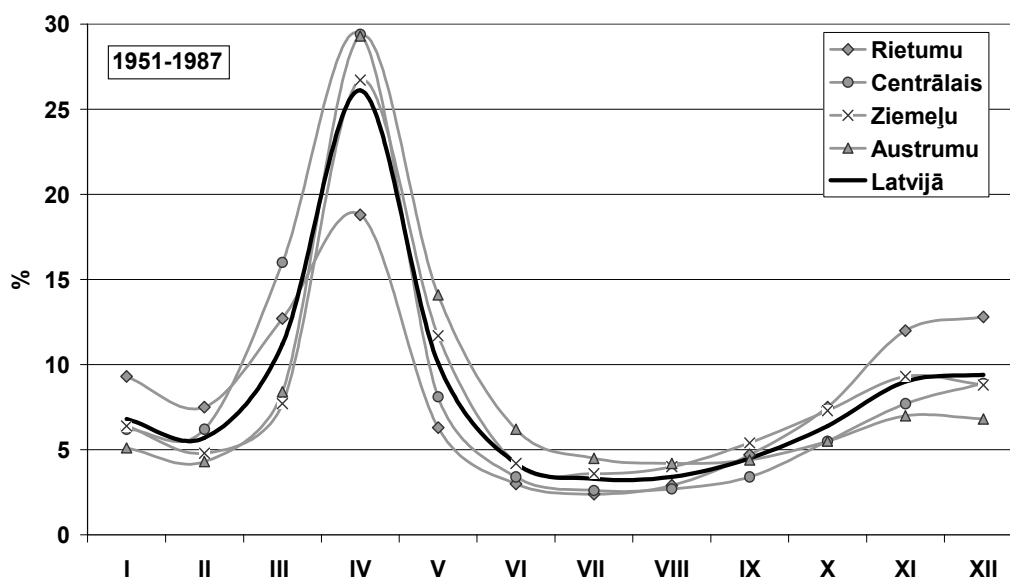
Latvijas upju hidroloģiskā režīma raksturošanai, valsts teritoriju dažādi pētnieki ir daļējuši hidroloģiskajos rajonos. Hidroloģiskā rajonēšana ir noteiktas zemes virsas platības (upju baseinu) iedalīšana rajonos ar viendabīgu virszemes un pazemes ūdeņu hidroloģisko režīmu (Pastors, 1995). Katrs hidroloģiskais rajons izdalīts pēc noteiktiem faktoriem, kopīgām iezīmēm, un katram ir raksturīgs savas hidroloģiskā režīma raksturīgākās īpatnības. Latvijas teritorijā 20.g.s laikā bija vairākas reizes veikta hidroloģiskā rajonēšana, balstoties uz kādu no hidroloģiskā režīma elementiem. Glazačeva (1980) apkopojusi šādu informāciju grāmatā „Hidroloģiskā rajonēšana”. Latvijas teritoriju rajonēja: Rīgas Hidrometeoroloģijas observatorija (1969) pēc gada noteces sadalījuma, Anosova (1974) pēc mazūdens noteces, Glazačeva (1965) pēc ledus un temperatūras režīma, Bērziņš (1949) pēc ūdens cietības, Dzilna (1970) pēc hidroekoloģiskajiem rādītājiem, Pastors (1963) pēc noteces, iztvaikošanas un nokrišņu attiecības. Pastors (1987) veica Latvijas upju baseinu rajonēšanu mazajām upēm, jo lielo upju baseini (Daugavas, Lielupes, Ventas, Gaujas) daļēji atrodas ārpus Latvijas robežām, tādēļ tie ir iekļaujami plašākos hidroloģiskajos rajonos. Ņemot vērā ūdens bilances komponentu sadalījumu pa Latvijas teritoriju, upju baseinu, reljefu, kritumu, baseina ezerainumu, purvainumu u.c. apstākļus, Latvijas mazie upju basini iedalīti 17 hidroloģiskajos rajonos. Glazačeva (1980) izdalīja 4 hidroloģiskos rajonus, kuri atšķiras ar relatīvi vidējām caurplūduma vērtībām, kā arī pavasara un rudens caurplūduma attiecībām un tādiem faktoriem kā klimata, ģeobotāniskie u.c., kas nosaka noteces veidošanās apstākļus Latvijā.

Šajā nodaļā es apskatīju hidroloģisko režīmu atšķirības starp Latvijas hidroloģiskajiem rajoniem (Rietumu rajons - Ventas, piejūras upju baseini, Centrālais rajons - Lielupes baseins, Ziemeļu rajons - Gaujas un Salacas upju baseini, piejūras upju baseini Latvijas ziemeļu daļā, Austrumu rajons - Daugavas upju baseins) balstoties uz Glazačevas (1980) rajonēšanu un hidroloģiskā režīma izmaiņas saistībā ar klimata pārmaiņām. Apskatot Latvijas upju

hidroloģiskos režīmus, sākotnēji raksturoju Latvijas upju hidroloģisko režīmu, kad klimata pārmaiņas būtiski nebija ietekmējušas noteces sadalījumu (līdz 1987.gadam), tad salīdzināju ar periodu (no 1988. līdz mūsdienām), kad upju notecēs vērojama būtiska klimata pārmaiņu ietekme.

Latvijas upju vidējā notece ir $\sim 35 \text{ km}^3$, no tās 18.8 km^3 veidojas Latvijā, 19.4 km^3 ūdens gadā saņem no kaimiņvalstīm. Upes ūdens režīmam raksturīgi pavasara pali un vasaras un ziemas mazūdens periodi, vasaras, rudens un ziemas uzplūdi. Pavasara pali Latvijā sākas marta vidū – aprīļa beigās. Ventā pavasara pali sākas divas nedēļas agrāk nekā Daugavā. Pali ilgst vidēji 60 dienu. Mazajās upēs pali ilgst 2-3 reizes īsāku laiku nekā lielajās upēs (Glazačeva, 1975). Apmēram puse no noteces Latvijas upēs veidojas pavasara palu laikā, kad dažās upēs (Daugavā, Ventā) ūdenslīmenis var celties par 6 - 10m (Eipurs un Zīverts, 1998).

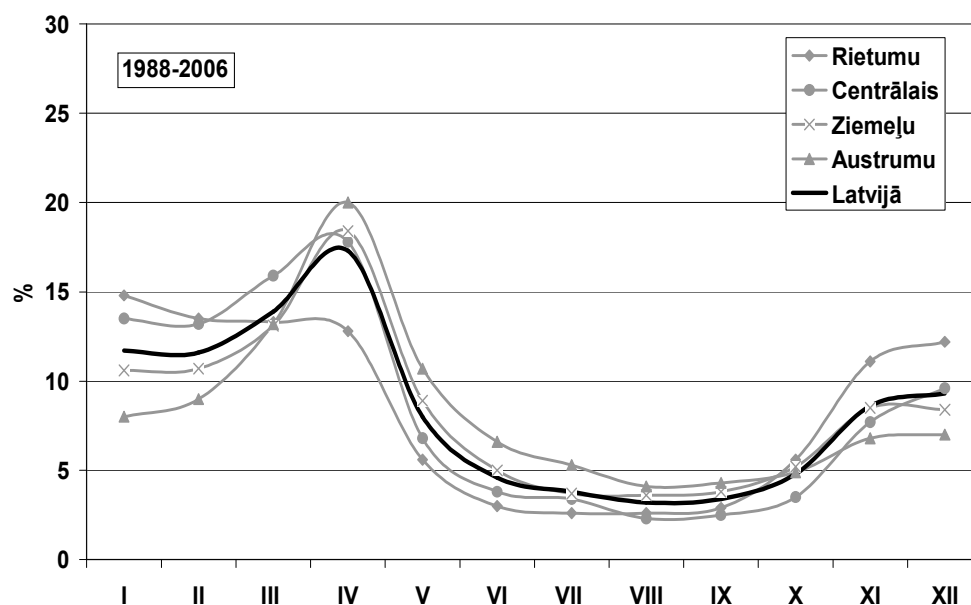
Latvijas upes raksturojās ar tipisku hidrogrāfu: divi maksimālie caurplūduma punkti - sniega kušanas laikā pavasarī un vēlā rudenī intensīvu nokrišņu rezultātā (2.1.attēls). Vislielākās atšķirības gada noteces svārstībās bija novērojamas starp Rietumu rajona piejūras un Austrumu rajona upju baseiniem, kur pirmajā dominē jūras klimats, bet otrajā – kontinentālāks klimats, atšķirības bija novērojamas vasaras - rudens un ziemas noteču analīzē (Глазачеваба, 1980). Klimatiskie apstākļi ir vieni no faktoriem, kas nosaka hidroloģisko rajonu atšķirības, virzoties no rietumiem uz austrumiem klimats paliek kontinentālāks, līdz ar to mainot hidroloģisko režīmu upēs.



2.1.attēls. Upju noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem no 1951.- 1987.gadam (Apsite et.al., 2009)

Apsīte u.c. (2009) savā pētījumā par kopējās noteces ikgadējām izmaiņām laika periodā no 1951.-1987.gadam aprēķināja, ka upju caurplūdums ziemas laikā no kopējās noteces daudzuma sastāda 16–30%, pavasara sezonā 38–53 %, vasaras sezonā 8–15 % un rudens sezonā no 17–24 %. Rietumu rajona upēm ziemas notece ir procentuāli ir lielāka salīdzinot ar citiem rajoniem. Gada maksimālā notece visiem hidroloģiskajiem rajoniem ir vērojama aprīļa mēnesī 19–30%, taču minimālā ir jūlijā un augustā 2–5 %.

Apsītes u.c (2009) pētījumā laika periodā no 1987.–2006. gadam, kad klimata izmaiņu ietekmē, ir mainījusies noteces procentuālais sadalījums: ziemas sezonā 24–40 %, vasaras sezonā, 8-16%, pavasarī 32–44 % un rudens sezonā 8–11 % no kopējās gada noteces (2.2.attēls).



2.2.attēls. Upju noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem no 1951.-1987.gadam (Apsite et.al., 2009)

Starp abiem periodiem (1951.-1987. un 1987.-2006.) ir notikušas sekojošas izmaiņas: vislielākais pieaugums noteces ziemas sezonā ~15% ir vērojams Centrālā rajona upēm, pavasara sezonā gada notece ir samazinājusies visvairāk Centrālajā rajonā par 13%. Tas saistīts ar Ziemeļatlantijas gaisa masu cirkulāciju, rietumu gaisa masu virzīšanos rietumu-austrumu virzienā pār Latviju ziemas sezonā. Vasaras sezonā notece Ziemeļu, Centrālajā, Austrumu rajonā ir pieaugusi ~1%, bet neliels samazinājums vērojams Rietumu rajona upēm ~0.2%, rudens sezonā gada notece ir samazinājusies par 4.6 % Rietumu rajona upēm.

Pēc ledus režīma Latvijas upes iedalāmas divās grupās: pirmajā grupā ietilpst upes ar stabilu ikgadēju vai gandrīz ikgadēju ledus segu (Lielupe un upes Latvijas austrumu daļā), otrajā – upes, kam reizēm ir nestabila ledus sega (Latvijas rietumu daļas, piejūras upes, Salaca).

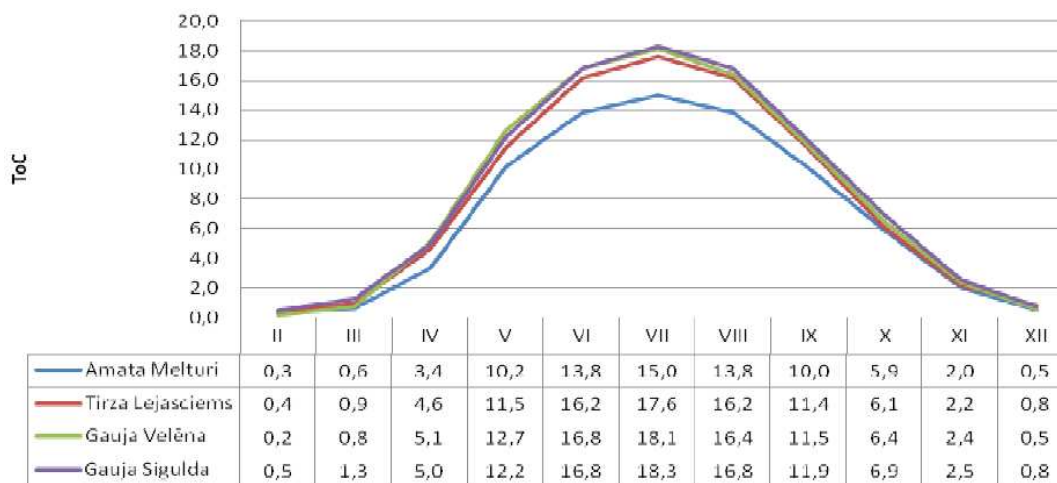
Latvijas upēs ledus segas veidošanās ilgst apmēram mēnesi, no decembra sākuma austrumu rajonos, bet no janvāra sākuma rietumu rajonos. Rietumu rajona upes salīdzinoši īsāks ir ledus periods, nekā Austrumu rajona upēm un pavasara pali sākas agrāk, bet ir iespējami arī gadījumi, kad Rietumu rajona upēm ledus režīms ir nestabils vai ledus sega neizveidojas. Rietumu rajona Ventas upes baseins aizsalst decembra otrajā pusē – janvāra sākumam, ledus uzlūst marta otrajā pusē. Ziemā bieži vien izveidojas ledus sablīvējumi, bet ledus iešanas laikā aizsprostojumi. Ledus biezums Ventas upē sasniedz 30–35 cm, ledus sega klāj 60–80 dienu, bet periods bez ledus segas ir 250 dienu. Ir arī ziemas, kad nav noturīga ledus sega vai tā ir pavisam īsu laiku. Centrālā rajona Lielupes baseina upes aizsalst decembra otrajā dekādē, bet ledus uzlūst marta pēdējā dekādē. Ziemā ledus segas biezums Lielupē ir 35–45 cm, apmēram 240 dienu gadā upe brīva no ledus, bet 100–120 dienu to klāj ledus. Ziemeļu rajona Gaujas upe aizsalst decembra beigās, bet ledus uzlūst parasti marta beigās. Gadā 100 dienas upe klāta ar ledu, bet 230 dienu brīva no ledus. Dažādos upes posmos ledus biezums ziemā ir vidēji 20-45 cm. Intensīvā pazemes ūdeņu pieplūde samazina ledus segas biezumu dažos upes posmos. Austrumu rajona Daugavas upe neaizsalst un ledus sega neuzlūst visur vienlaikus. Krāču posmos saglabājas lāsmeņi, kas veicina vižņu un dibena ledus intensīvu veidošanos. Rudenī un pavasarī Daugavā bieži vien ir ledus sablīvējumi, bet rudens un pavasara ledus iešanas laikā izveidojas ledus sastrēgumi. Ziemas beigās ledus biezums parasti ir 45-55 cm, bet atsevišķās vietās tas sasniedz 1 m. Daugava apmēram 7.5 mēnešus ir brīva no ledus, bet dažos tās posmos ledus sega saglabājas 90 – 120 dienu (Glazačeva, 1975). Vidēji Latvijas upēs ledus segas biezums sasniedz 20-30cm rietumu daļā, 40-50cm austrumu daļā.

Saistībā ar klimata pārmaiņām Kļaviņš u.c. (2002) secina, ka pēdējo 30 gadu laikā ledus segas ilgums samazinājies par 5-10 dienām katru 10-to gadu. Ledus parādību veidošanās sākas vēlāk par 3 līdz 12 dienām, bet ledus parādību beigšanās sākas ātrāk par 8 līdz 17 (34) dienām.

Sanešu režīms upēs ir atšķirīgs, piem., Lielupe ik gadu iepludina Rīgas jūras līcī vairāk nekā 1 milj. t, Gaujas upe 560 tūkst. t dažāda veida sanešu gadā, Daugava 4 milj. t sanešu un minerālvielu. Venta iepludina Baltijas jūrā ap 900 tūkst. t sanešus (Glazačeva, 1975).

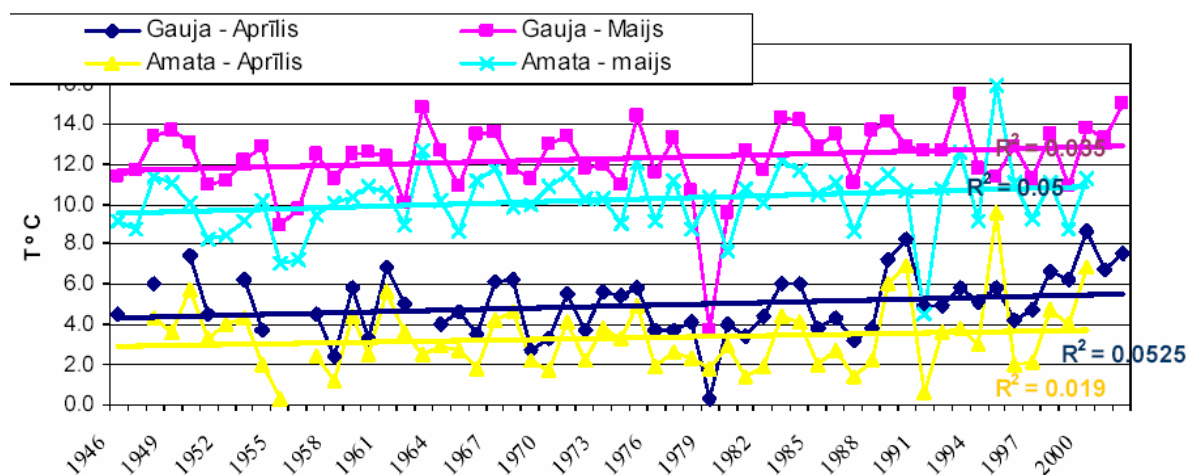
Upju termiskais režīms ir atkarīgs no klimata un ūdens pieplūdes. Ūdens temperatūras bezledus periodā kopumā atbilst gaisa temperatūras gada gaitai. Latvijas teritorijā vasarās, piemēram, jūlija mēnesī dažādās Latvijas upēs reģionālo atšķirību dēļ, ilggadīgā vidējā ūdens temperatūra, var atšķirties par 8° - 9° C. Visaukstāko ūdeni nes strauti un upes, kas plūst no Rietumkurzemes augstienes austrumu nogāzēm, tāpat arī upes, kas ieplūst Rīgas jūras līcī no Austrumkurzemes augstienes un Vidzemes augstienes rietumu nogāzes upes, piemēram, Amata

(2.5.attēls). Šīm upēm ūdens temperatūra jūlijā vidēji ir 12⁰-15⁰C. Ņelpe (2007) pētījumā par Amatas upi bija novērotas viszemākās ūdens temperatūras salīdzinot ar pārējām pētāmajām upēm (Gauju, Tirzu), tas skaidrojams ar lielu pazemes ūdeņu pieplūdes īpatsvaru, salīdzinot ar citiem upes ūdensguves avotiem, īpaši siltajā gada laikā. Vasarā vissiltākais ūdens ir Daugavā un tās pietekās Aiviekstē un Dubnā. Jūlijā vidēji ūdens šajās upēs sasilst 20⁰-21⁰C (Glazačeva, 1975).



2.5.attēls. Iglaičīgās mēneša vidējās temperatūras hidroloģiskajās novērojumū Stacijās: Amata -Melturi, Tirza- Lejasciems, Gauja - Velēna un Gauja-Sigulda (Ņelpe, 2007)

Gaujas baseina upēs intensīvā pazemes ūdeņu pieplūde vasarā pazemina ūdens temperatūru. Gaujas baseinā ir zemāka ūdens temperatūra nekā pārējās lielākajās upēs Latvijā (Glazačeva, 1975). Saistībā ar klimata pārmaiņām, pieaugot gaisa temperatūrai, pieaug arī ūdens temperatūra, ko apstiprina trendi Gaujas un Amatas upei (2.6.attēls).



2.6.attēls. Maija un aprīļa vidējās ūdens temperatūras hidroloģiskajās novērošanas stacijās: Gauja - Velēna un Amata – Melturi no 1946.-2003.gadam (Ņelpe, 2007)

3. METODES UN MATERIĀLI

Zinātniskās literatūras studijās izmantoju 26 publicētos un 7 nepublicētos avotus par upju hidroloģijas teorētiskajām nostādnēm, hidroloģijas režīma ilgtermiņa izmaiņu tendencēm Latvijā un Salacas baseina fiziogēogrāfisko raksturojumu.

Salacas baseina noteces raksturošanai izmantoti dati par ikdienas caurplūdumiem un ūdens līmeņiem 6 hidroloģiskajās novērojumu stacijās:

3.1.tabula

Salacas baseina hidroloģiskās novērojumu stacijas (veidojusi autore)

Upes/ezera nosaukums	Hidroloģiskā novērojumu stacija	Baseina platība hidroloģiskajā novērojumu stacijā, km ²	Attālums līdz upes ietekai, km	Pētījuma periods
Salaca	Mazsalaca	2260	83	1951-2007
Salaca	Lagaste	3220	20	1951-2007
Briede	Dravnieki	368	8	1978-2007
Rūja	Vilnīši	729	23	1978-2007
Seda	Oleri	431	12	1979-2007
Burtnieku	Burtnieks	-	-	1961-2003

Kopējais pētījuma periods ir no 1951. gada līdz 2007.gadam. Lai analizētu upju noteces gada sadalījuma izmaiņas, saistībā ar klimata pasiltināšanās ietekmi uz upes noteci, kopējais pētījuma periods sadalīts vēl divos periodos: 1951.-1987.gadam, kad upju notecēs nav vērojama būtiska klimata mainības ietekme un no 1988.-2007.gadam, kad upju notecēs vērojama būtiska klimata mainības ietekme (Apsīte u.c., 2009).

Hidroloģisko datu ieguves avoti ir Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras (LVĢMA) datu fondu materiāli par šādām hidroloģiskajām novērojumu stacijām (HNS): Salaca-Lagaste, Salaca-Mazsalaca, Rūja-Vilnīši, Seda-Oleri, Burtnieks-Burtnieks un SIA „Melioprojekts” par HNS: Briede-Dravnieki. LVĢMA un SIA „Melioprojekts” pārraudzībā ir Latvijas virszemes ūdeņu hidroloģisko novērojumu tīkls un var iegūt datus par upju un ezeru hidroloģiskajiem novērojumiem.

Lai raksturotu hidrogrāfa un noteces izmaiņas, ikdienas caurplūdumu dati bija apstrādāti MS Excel programmā, izmantojot matemātiskās statistikas pamatlielumu aprēķinus. Ar šīs programmas palīdzību bija aprēķināti Salacas baseina upju caurplūduma un Burtnieku ezera ūdens līmeņu ilggadīgi vidējās ikdienas un mēneša vērtības. Salacas baseina gada noteces

sadalījuma aprēķināšanā par pamatu ņemti šādi matemātiskie aprēķini, ka gada notece sastāda 100%, bet mēneša vai sezonas (ziemas, pavasara, vasaras un rudens) notece, sastāda x% no kopējās gada noteces. Lai aprēķinātu visu upju noteces daudzumu, ka ietek Burtnieku ezerā, sākotnēji bija nepieciešams aprēķināt Rūjas, Sedas, Briedes caurplūdumu upju grīvās. To aprēķināja matemātiski šādi: upes kopējo baseina laukumu (A_{kop}) dalot ar hidroloģiskās stacijas baseina laukumu (A_{HNS}) iegūstot baseinu pārrēķina koeficientu; šo koeficientu sareizinot ar attiecīgās HNS caurplūdumu, ieguvu upes caurplūdumu upes grīvā. Mazo upju caurplūduma aprēķināšanā, kuras ietek Burtnieku ezerā, aprēķināju no Burtnieka ezera sateces baseina laukuma (A_{Burt}) atņemot kopējo Rūjas ($A_{Rūja}$), Sedas (A_{Seda}) un Briedes (A_{Briede}) upju baseina laukumu un iegūstot mazo upju baseina laukumu:

$$A_{Burt} - A_{Rūja} - A_{Seda} - A_{Briede} = A_{mazo\ upju}$$

Tad sastādīju attiecību - Rūjas, Sedas, Briedes baseinu laukumus saskaitot un pielīdzinot 100%, bet mazo upju baseinu laukumu pielīdzinot x%, tādejādi ieguvu procentuāli kādu daļu no kopējā Rūjas, Sedas un Briedes upju caurplūduma aizņem mazo upju caurplūdumi :

$$A(A_{Rūja} + A_{Seda} + A_{Briede}) - 100 \%$$

$$A_{mazo\ upju} - x \%$$

$$X \% = 100 * A_{mazo\ upju} / A(A_{Rūja} + A_{Seda} + A_{Briede})$$

Salacas baseina upju caurplūduma trenda analīzei bija izmantots Manna-Kendala (Hirsch and Slack, 1984) statistikas tests, lai aprēķinātu upju noteces trenda būtiskuma līmeni un noskaidrotu vai upju noteces ilgtermiņa izmaiņām ir pieaugošs vai lejupejošs trends. Manna – Kendala testa trenda ticamības analīzi atkarībā no p-vērtības, nosaka vai trenda statistika būs ticama pie kāda statistikas līmeņa. Sava pētījuma pamatā izmantoju 95% ticamības līmeni, kur statistiskajam kritērijam (MK) jābūt lielākam par 1,96 vai mazākam par -1,96 ($p > 0,05$).

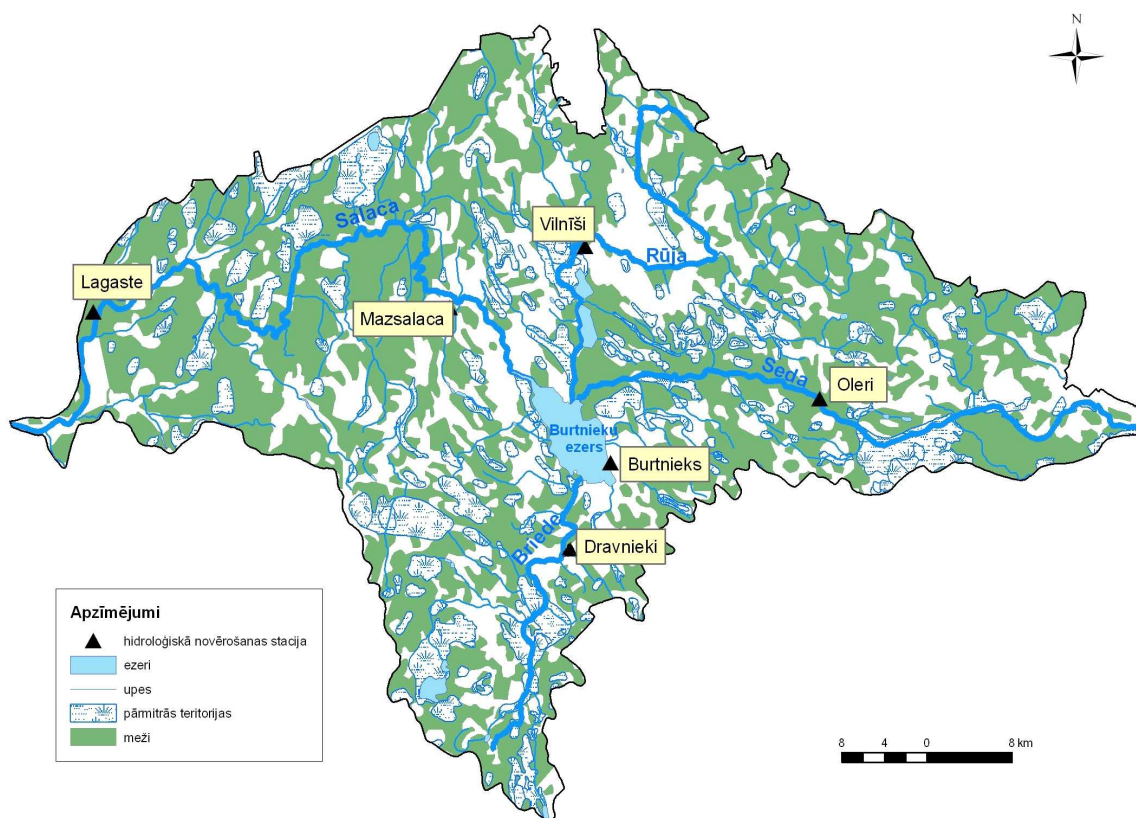
Hidroloģisko lielumu statistisko parametru un aplēses lielumu aprēķins pēc Pirsona III varbūtību sadalījuma, izmantota statistiskā datu apstrādes programma „Statpir3” (Zīverts un Strūbergs, 2000): izmantojot ikdienas caurplūdumu, lai aprēķinātu 30 dienu minimālo caurplūdumu ziemas (novembris-februāris) un vasaras (maijs-oktobris) periodiem, kā arī gada vidējo caurplūdumu. Ar Excel programmatūras statistisko moduļa palīdzību no ikdienas caurplūduma datu rindas tika atlasītu gada maksimālais caurplūdums.

Bakalaura darbā izmantota kartogrāfiskā metode, sastādot Salacas baseina un pētāmo hidroloģisko novērojumu staciju atrašanās vietu karti ar ĢIS programmatūru Arc wiew 8. Datus par pētāmo baseina robežām un upju noteces režīma būtiski ietekmējošiem faktoriem: mežainība, purvainība un ezerainums, datu ieguves avots ir „ĢIS - datu bāze Latvija 2”.

4. REZULTĀTI

4.1. Salacas baseina fiziogēogrāfiskais apraksts

Salacas baseins ir piektais lielākais baseins Latvijā, tas atrodas Latvijas Republikas ziemeļos pierobežas joslā ar Igauniju. Apmēram 60% tā platības aizņem Burtnieks ar savām pietekām, 30 % baseina aizņem meži, 12 % purvi, tajā ir pavisam 160 ezeru (4.1.attēls). Baseins robežojas dienvidaustrumu daļā ar Gaujas baseinu, dienvidrietumu daļā ar Piejūras mazo upju baseinu un ziemeļu daļā ar Igaunijas teritorijā ietilpstošajiem–Pernu baseinu un Emajegi baseiniem.



4.1.attēls. Salacas baseins un hidroloģisko novērojumu stacijas
(veidojusi autore, izmantojot datu bāzi Latvija-2)

Salacas baseinā novērojamas pavēsas vasaras un salīdzinoši maigas ziemas ar biežiem atkušņiem, ko ietekmē Rīgas jūras līča tuvumu. Bezsala periods 130 – 140 dienas. Gada vidēja temperatūra janvārī – 6,5 °C, jūlija vidējā temperatūra 17 °C. Vidējais gada nokrišņu daudzums 650 – 700mm Burtnieka ezera apkārtnē teritorijā, taču visā sateces baseinā tas svārstās no 650 – 800 mm gadā, visvairāk nokrišņu vērojams Salacas upē. Baseinā dominē morēnas nogulumi, ko veido akmeņains, smilšains māls. Ieplakas centrālo daļu aizņem Burtnieku ezera gultne.

Salaca – upe Ziemeļvidzemē, 95 km gara, baseina laukums 3420 km² (230 km²Igaunijā). Salaca iztek no Burtnieku ezera ziemeļrietumu daļas. Augštecē un vidustecē tā tek pa terasētu ieleju Burtnieku un Metsepoles līdzenumos, lejtecē – pa Vidzemes piekrasti un pie Salacgrīvas ietek Rīgas jūras līcī (Eipurs, 1998). Salacas gultni no iztekas līdz Mazsalacai veido galvenokārt dūņas un dūņaina smilts, vidustecē smilts, akmeņi, grants, bet pie ietekas jūrā – smilts ar dūņām. Salaca ir vidēji līkumaina, tajā ir daudz sēkļu un krāčainu posmu. Salacas upes lejtece izvietota Piejūras zemienes Z daļā. Tās pamatā ir abrāzijas – akumulācijas līdzenums, kas ir izveidojies uz kādreizējā morēnas līdzenuma. Vietām tajā ir akumulācijas terases, krasta vaļņi un kāpas. Tos veido Baltijas ledus ezera smilšainie nogulumi. Upes platums pārsvarā ir 25 -55 m, bet pirms ietekas jūrā 200 m plata. Dziļums ir no 0,7 -2,7 m, taču dažās vietās straumes ātrums ir mazs, dziļums sasniedz pat 8 m. Salacas ūdens režīmā jūtama Burtnieka regulējošā ietekme: pavasara un rudens maksimumi ir vairāk izlīdzināti nekā citās upēs. Salacas lielākās labā krasta pietekas ir Ramata 30 km, Glāžupe 18 km, Melnupe 14km, bet kreisā krasta pietekas Īģe 49 km, Korgē 33 km, Jogla 22 km. Salacā mīt vairāk nekā 20 zivju sugas (laši, vimbas, nēģi). Salaca ir viena no retajām Baltijas jūras upēm, kur nārsto laši (Eipurs, 1998).

Seda – upe Salacas sateces baseina A daļā, tās garums 62 km, baseina laukums 524,5 km². Vidējā gada notece 0,15 km³. Sedas upe sākas mežā ~ 4 km uz DA no Valkas, Igaunijas pierobežā. Tek uz R pa Sedas līdzenuma Ziemeļu daļu un Burtnieka līdzenumu. Ietek Burtniekā. Sedas krasti apauguši ar krūmiem, baseinā daudz mežu, krūmāju, mitru pļavu un purvu. Augštecē tek pa Sedeskalna purva D malu, vidustecē cauri Sedas tīreļa Z daļai (ieplūstošie purva ūdeņi nokrāso Sedas ūdeņus tumšbrūnā krāsā). Upes lejtece 1924. – 1928. gadam regulēta, vietām paplašinot gultni līdz 12 m un padziļinot līdz 4,5 m. Sedas lejtece pirms regulēšanas bijusi viena no floras un faunas ziņā bagātākajām vietām Latvijā. Seda visā garumā ietilpst Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā. Sedas labā krasta lielākās pietekas – Rikanda 24 km, Dīļupīte, Vīķupīte, Ērgļupīte, kreisā krasta pietekas – Buļļupe 18 km, Baložupe 14 km, Ošupīte 12 km. Seda ir aizaugusi ar ūdensaugiem. Mīt daudz zivju – līdakas, raudas, asari, līņi (Eipurs, 1998).

Rūja iztek no Ruhijerva ezera, Sakalas augstienē Igaunijā. Latvijā Rūja šķērso Ērgemenes pauguraini un tek lielākoties pa Burtnieka līdzenumu un ietek Burtniekā. Tās garums 77 km (Latvijā 72 km, 2 km Latvijas un Igaunijas robežupe, 3 km Igaunijā) Baseina laukums 962 km² (Latvijā 792 km²), vidējā gada notece 0,29 km³. Upe 3 reizes krasi maina teces virzienu no ZR uz DA un atpakaļ atbilstoši pazeminājumiem paugurainē un Burtnieka drumlinu laukā. Pie Naukšēniem Rūja uzņem lielāko pieteci (Ancupīti - kopā ar Ķiri un Gulbeni veido 1/3 no baseina

platības). Rūjas lielākās kreisā krasta pietekas ir Acupīte 22km, Oļa 19 km, labā krasta pietekas Sapaša 24 km, Melnupīte 15 km (Zīverts, 1998).

Briede jeb Līdace 42 km gara upe, baseina laukums 449 km². Briedes upe sākas Augstrozes purvainī, ietek Burtnieka dienvidu daļā. Upe tek cauri Viķvēnu ezeram. Lejpus tā Briedes krastos plašas pļavas un purvi. Lielākā labā krasta pieteka – Ziede 12 km, kreisā krasta pietekas Grūžupīte 14 km, Mazbriede 19 km, Paktene (Avotiņa, 1994).

Burtnieku ezera apvidus zemes virsmu veido kvartāra sistēmas ieži, kuru biezums lielākajā teritorijas daļā svārstās 10-20 m robežās, ap Burtnieku ezeru – līdz 10m. Zem 10-20 m biežās kvartāra iežu segas atrodas ļoti senie vidusdevona sarkanā smilšakmeņi – Burtnieku svītas. Burtnieku ezera teritorija pilnībā atrodas Burtnieku līdzenumā, konkrētāk - Burtnieku drumlinu lauka teritorijā.. Zemkvartāra virsma drumlinu pamatnē ir ledāja deformēta (Cukurs, 1930). Burtnieka ezers ir ceturtais lielākais ezers Latvijā pēc ezera platības, taču tas ir sekls un maksimālais dziļums nepārsniedz 3 m (skat. 4.1. tabulu).

4.1. tabula

Ezera morfoloģiskie rādītāji (veidojusi autore, izmantojot (Glazačeva, 2004, 8.lpp))

Ezera nosaukums	Sateces baseina laukums, km ²	Platība, ha	Kopējais tilpums Milj.m ³	Maksimālais dziļums, m	Vidējais dziļums, m
Burtnieku	2220	4006	91.1	3.3	2.0

Burtnieku ezers ir caurtekošs. Tajā ietek: Aunupīte, Bauņupīte, Briede, Dūre, Ēķīnupe, Neguskas upe, Rūja un Seda, kā arī vēl 27 teces. Burtnieka baseinu savukārt veido pārsvarā Rūjas (77 km), Sedas (62 km) un Briedes (42 km) baseini. No ezera iztek ap 95 km garā Salaca, kas ietek Rīgas līcī. Burtnieka ezera dibens ir smilšains, viss ūdens tilpums apmainās 6–7 reizes gadā. Burtnieka ezeram ir būtiska loma Salacas upes ūdens režīma regulēšanā, samazinot ūdens līmeņa svārstības. Tajā pašā laikā ezeram raksturīgas lielas ūdens līmeņa svārstības Latvijas ezeru vidū, vidēji viena gada laikā līmenis svārstās ap 1 m robežās (Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas Aģentūra, 2003).

Viršūdens aizaugums, ko galvenokārt veido meldri un niedres, novērtēts ap 10 % no ezera ūdens virsmas platības. Pēc 1952. gada pases datiem tas norādīts 5 %, pēc 1975. gada datiem - 15 %, bet pēc 1992. gada datiem - 25 %. Aizauguma novērtēšanu traucē ievērojamas ūdens līmeņa

svārstības. Burtnieku ezers pieder pie stipri eitrofa tipa ezeriem, kam parasti raksturīga ļoti augsta potenciālā zivju produktivitāte (Latvijas izglītības informatizācijas sistēma).

Meži aizņem ap 45 % no Burtnieka baseina. Lielākā mežu daļa ir sekundārie meži (baltalksnāji, bērzi), kas veidojušies vecajās atmatās. Plašās teritorijās sastopami pārmitra meža tipi un palieņu pļavas Rūjas un Sedas lejtecēs. Sastopamas arī gāršas, atsevišķas ozolu audzes un izklaidus augoši ozoli, smiltajos arī priežu sili, ezera A krastā priežu – kadiķu audze.

Drumlinu nogulumu satur bagātu karbonātisko materiālu, kas nosaka daudzveidīgas augu valsts veidošanos, it īpaši starpdrumlinu ieplaku mitrajās pļavās un zāļu purviņos, kā arī upju palienēs. Sakarā ar labajiem noteces apstākļiem un samērā auglīgajām karbonātiskajām augsnēm teritorija no seniem laikiem ir intensīvi lauksaimnieciski apgūta. Ezera platības samazināšanos sekmēja arī Salacas gultnes padziļināšana attiecīgi pazeminot ezera līmeni no 1924. – 1929.gadam. Upes pamazām izveidoja sev platas palieņu ielejas ar līkumotām gultnēm tajās (Glazačeva, 2004).

Par daudzveidīgo dzīvnieku valsti liecina novērotie putni – melnais stārķis, baltais stārķis, mazais ērglis, ūpis, zivju ērglis, grieze, jūras ērglis u.c. Rudens migrāciju laikā ezera piekrastes seklūdeņi un pļavas ir nozīmīga zosu un gulbju uzturēšanās teritorija. Šeit mīt sapals, līdaka, rauda, mailīte, rudulis, līnis, kā arī asaris. Burtnieku ezers iekļauts Ziemeļvidzemes biosfēras rezervātā .

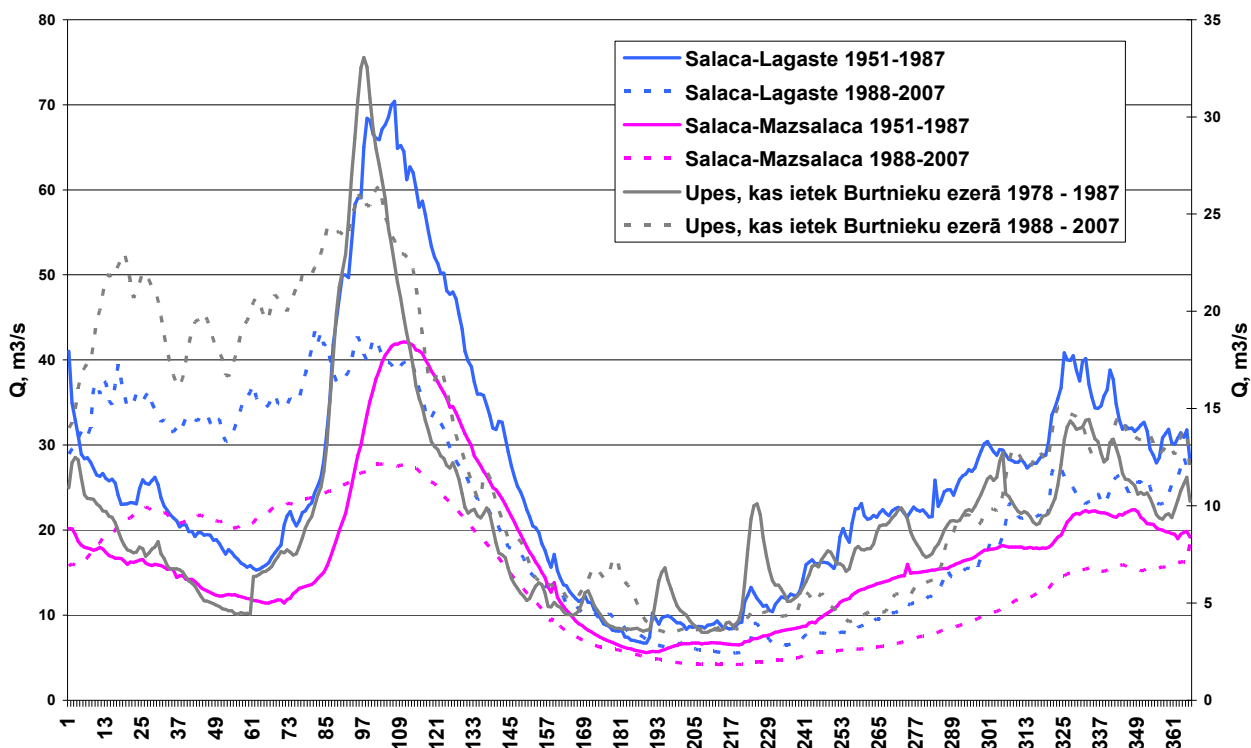
4.2. Salacas baseina pētāmo upju hidrogrāfa raksturojums

Pētījums ietver Salacas baseina četrus lielākos upju- Salacas, Rūjas, Sedas, Briedes hidrogrāfa un noteces raksturojumu. Upes, kuras iztek no ezeriem vai no ezeru virknēm ir ar izlīdzinātu hidrogrāfu un Salacas pieder pie šādām upēm. Tādēļ manā pētījumā īpašu vērību pievērsu Salacas upei, kura iztek no Burtnieka ezera, kas Latvijas teritorijā ir ceturtais lielākais ezers. Uz Salacas upes atrodas divas hidroloģiskās novērojumu stacijas: Salaca-Mazsalaca un Salaca-Lagaste. Salacas-Mazsalaca hidroloģiskā novērojumu stacija atrodas tuvāk Salacas upes iztekai no Burtnieku ezera, kurš regulē upes caurplūduma daudzumu. Savukārt Rūja, Seda un Briede ietek Burtnieku ezerā.

Kopējais pētījuma periods bija 56 gadi, bet, lai raksturotu un analizētu Salacas baseina upju noteces izmaiņas, caurplūduma dati analizēti šādos laika posmos: 1951. – 1987.gadam un 1988 – 2007.gadam. Šie posmi izdalīti, balstoties uz iepriekšējiem pētījumiem saistībā ar klimata pārmaiņām uz upju noteci, kur izteiktas pārmaiņas noteces režīmā novērotas pēc 1987.gada. Piemēram, Kļaviņa u.c. (2007) pētījuma ietvaros par plaša mēroga atmosfēras cirkulācijas procesiem Baltijas reģionā, 1987.gads bija identificēts kā viens no klimata izmaiņu punktiem simtgadu laikā. Tas saistās ar svarīgu klimata rādītāju izmaiņām, piemēram, ziemas gaisa temperatūra, nokrišņu daudzums, un līdz ar to ietekmējot upju noteces sadalījumu gada laikā.

Upju hidrogrāfs atspoguļo ilggadīgi vidējos ikdienas caurplūduma rādītājus, kas uzskatāmi parāda detalizētākas caurplūduma svārstības Salacas baseinā (4.2.1.attēls). Laika periodā no 1951.-1987.gadam pavasara pali Salacas baseinā novēroti 73. dienā. Vienlaicīgi 73.dienā pavasara pali ir sākušies Salacas-Lagastes HNS un upēs, kas ietek Burtnieku ezerā, savukārt Salacas-Mazsalaca HNS pavasara pali sākas par 22 dienām vēlāk. Kopumā pali ilgst līdz pat gada 170.dienai, kas novērots Salacas - Lagastes HNS, dažas dienas ātrāk palu periods beidzas Salacas-Mazsalacas HNS. Salīdzinot Salacas upes palu ilguma periodu ar upēm, kas ietek Burtnieku ezerā, tas ir par 20 dienām īsāks. Tas izskaidrojams ar to, ka palu un plūdu ūdens masas no upēm, kas ietek Burtnieku ezerā, īsākā laikā ieplūst ezerā, bet izplūst no ezera daudz garākā laika periodā, kā tas ir vērojams Salacas upē. Salīdzinot maksimālos caurplūduma rādītājus upēs, kas ietek Burtnieku ezerā un Salacas-Mazsalacas HNS, var secināt, ka Salacas-Mazsalacas HNS upju notece ir regulēta t.i., upē nav vērojami lieli caurplūduma daudzumi un ir noapaļots maksimums. Kā redzams 4.2.1.attēlā Salacas-Mazsalaca HNS vērojama ezera ietekme, tāpēc hidrogrāfs ir izlīdzinātāks, salīdzinot ar Salacas-Lagastes HNS un upēm, kas ietek

Burtnieku ezerā, kur vērojamas lielākas caurplūduma svārstības. No tā var secināt, upes, kas iztek no lielākajiem ezeriem ir ar izlīdzinātu hidrogrāfu ūdens caurplūdumi.

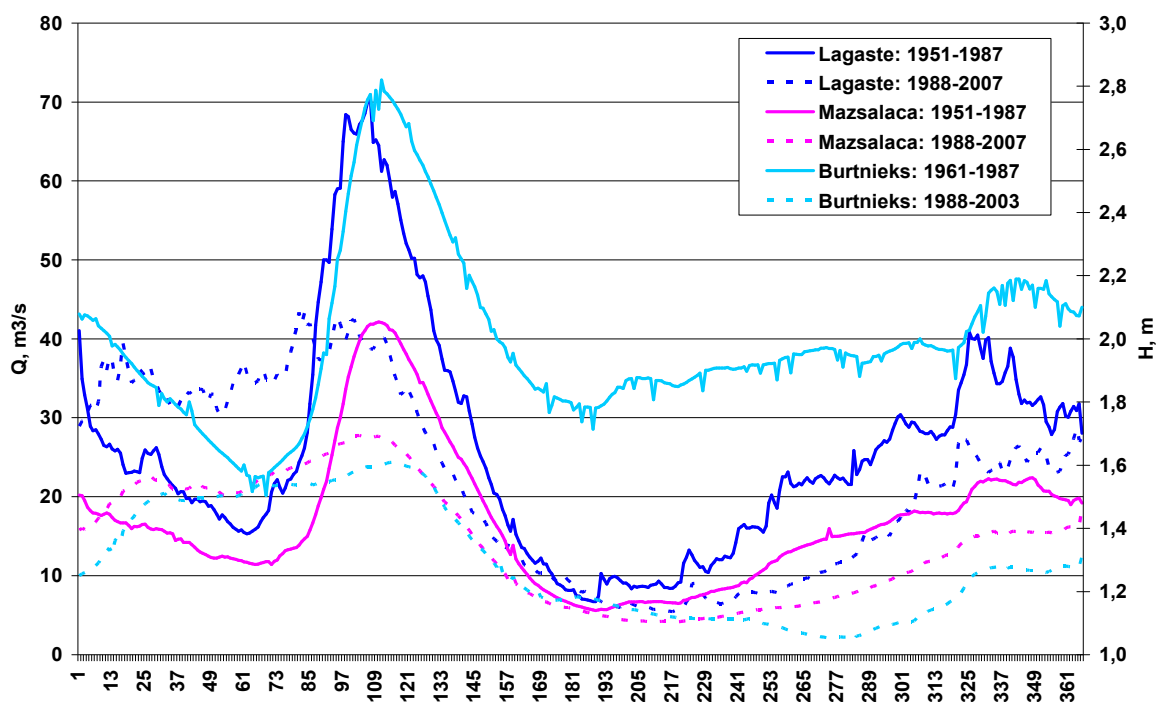


4.2.1.attēls. Salacas baseina upju ilggadīgi vidējā caurplūduma sadalījums pa dienām no 1951. līdz 2007. gadam (veidojusi autore, izmantojot LVGMA un SIA "Melioprojekts" datus)

Laika periodā no 1988. – 2007. gadam salīdzinot ar periodu no 1987.-2007.gadam, ir pieaudzis caurplūduma daudzums gada pirmajās dienās. Vislielākais caurplūduma daudzuma pieaugums Salacas-Lagastes HNS par $21\text{m}^3/\text{s}$, kas novērots gada 61.dienā, upēm, kas ietek Burtnieku ezerā par $15\text{m}^3/\text{s}$ ir vērojams novērots gada 25.dienā, savukārt Salacas-Mazsalacas HNS par $10\text{m}^3/\text{s}$, novērots gada 79.dienā. Salacas baseina upēs caurplūduma daudzumu palu laikā ir samazinājies. Vislielākais samazinājums ir Salaca-Lagastes HNS par $32\text{m}^3/\text{s}$ gada 107.dienā, Salaca-Mazsalaca HNS par $15\text{m}^3/\text{s}$ gada 111.dienā un upēs, kas ietek Burtnieku ezerā par $8\text{m}^3/\text{s}$ gada 97.dienā. Laika periodā no 1988. – 2007. gadam salīdzinot ar laika periodu no 1951.-1987.gadam Salacas baseina upēs ir pieaudzis caurplūduma daudzums gada pirmajās dienās un samazinājies caurplūduma daudzums pavasara palu laikā. Vislielākais caurplūduma daudzuma pieaugums gada pirmajās dienās un attiecīgi caurplūduma samazinājums palu laikā ir vērojams Salaca-Lagaste HNS. Tas izskaidrojams ar klimata izmaiņām ziemā, kad pieaugot ziemas gaisa temperatūrai, līdz ar to palielinās upes caurplūduma daudzums. Ziemeļatlantijas

okeāna gaisa masu cirkulācijas svārstību ietekmē, rietumu gaisa masas ziemā virzās pār Latviju austrumu virzienā.

Uz Salacas upes atrodas divas hidroloģiskās novērošanas stacijas ar atšķirīgiem hidrogrāfa rādītājiem. Salacas-Mazsalacas HNS hidrogrāfa līkne ir izlīdzinātāka, nekā Salaca-Lagaste HNS, kas atrodas tālāk no ezera. Salacas-Lagastes hidroloģiskajai novērojumu stacijai hidrogrāfs uzrāda izteiktākas caurplūduma ikdienas svārstības (4.2.2.attēls). No tā izriet secinājums, ka pie Salacas upes iztekas no Burtņieku ezera, Salacas-Mazsalacas HNS ir vērojama ezera regulējošā ietekme, savukārt pie Salacas upes ietekas jūrā šī ietekme tik ļoti nav jūtama.



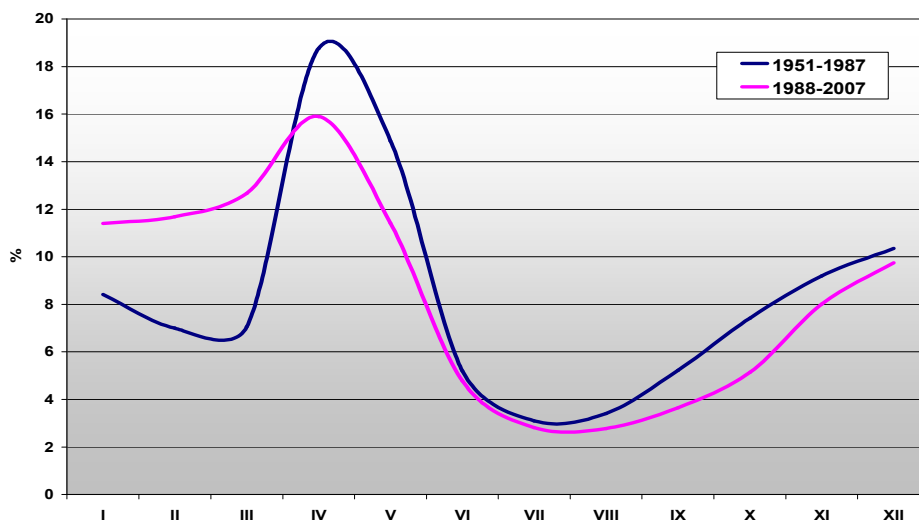
4.2.2.attēls. Hidroloģisko novērojumu staciju: Salaca–Mazsalaca, Salaca-Lagaste un Burtņieks-Burtņieks ilggadīgi vidējā caurplūduma un ūdens līmeņu sadalījums pa dienām no 1951. – 2007. gadam (veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

Laika periodā no 1951. – 1987.gadam hidroloģiskajā novērojumu stacijā Salaca-Lagaste hidrogrāfs uzrāda lielu caurplūdumu palu laikā līdz pat $70\text{m}^3/\text{s}$, kas skaidrojams ar lielāku sateces baseina laukumu un ne tik lielu ezera ietekmi, kā tas vērojams Salacas-Mazsalacas HNS. Pali sākas ātrāk, jau 71.gada dienā salīdzinot ar Salacas-Mazsalacas HNS, kur palu sākums ilggadīgi novērots par 20 dienām vēlāk. Saistībā ar klimata pārmaiņām, kuru ietekmē ir izmainījies upju caurplūduma sadalījums, vērojamas jau iepriekš minētās tendences caurplūduma pieaugumam gada pirmajās dienās un samazinājumam pavasara palu laikā un gada nogalē (4.2.2.attēls). Salacas-Mazsalacas HNS caurplūdums ir atkarīgs no ūdens līmeņa Burtņieku ezera. Jo hidroloģiskā novērojumu stacija atrodas tuvāk ezeram, jo ezera ietekme ir lielāka.

4.3. Salacas baseina upju gada noteces sadalījuma izmaiņas

Lai analizētu Salacas baseina upju gada noteces sadalījuma izmaiņas, no ikdienas caurplūduma datiem bija aprēķināts ilggadīgi vidējais caurplūduma procentuālais sadalījums pa mēnešiem, diviem periodiem: 1951.-1987. un 1988.-2007.g, lai varētu salīdzināt un analizēt hidrogrāfa izmaiņas saistībā ar klimata pārmaiņām.

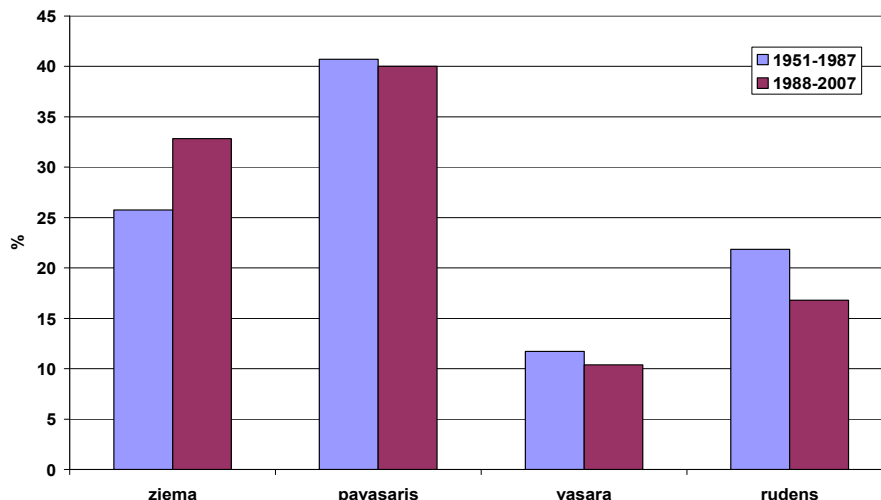
Pētījuma periods no 1951.–1987.gadam uzrāda tipisku hidrogrāfu ar augstiem caurplūdiem no marta līdz maijam pavasara palu laikā, kas sastādīja 41% no gada noteces daudzuma (4.3.1.attēls). Vislielākais caurplūdums vērojams aprīļa mēnesī 19%. Pētījuma periodu no 1988.-2007.g. salīdzinot ar iepriekšējo pētījuma periodu, mēnešu vidējais caurplūdums Salacas–Mazsalacas hidroloģiskajā novērojumu stacijā ir palielinājies janvāra mēnesī par 3%, februārī 5% un martā 7%, bet samazinājies aprīlī par 2,9%, maijā par 3,5%, septembrī par 1,6% un oktobrī par 2,3% no kopējā noteces daudzuma (1.pielikums).



4.3.1.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Salaca -Mazsalaca hidroloģiskajā novērojumu stacijā no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

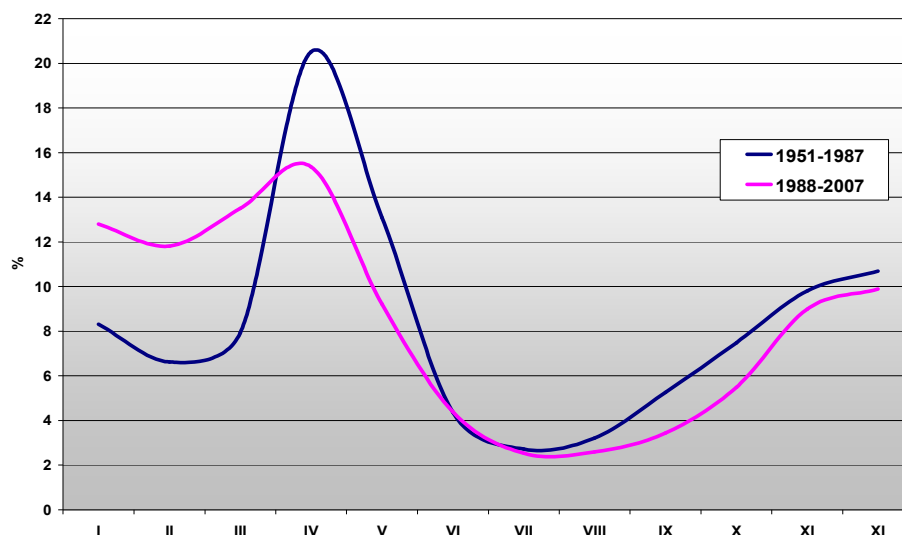
Salacas-Mazsalacas hidroloģiskajā novērošanas stacijā mainās gada noteces procentuālais sadalījums pa sezonām, salīdzinot abus pētāmos periodus 1988.–2007. un 1951.–1987.g. vērojamas pārmaiņas ziemas sezonā, caurplūdums palielinājies par 7% no kopējās noteces, kas izskaidrojams ar klimata pārmaiņām, pieaugot gaisa temperatūrai ziemā, līdz ar to mainās upes ledus režīms - jo siltākas ziemas, jo lielāka iespēja, ka upe nebūs klāta ar ledus segu vai tā pastāvēs īsu laika periodu,

ātrāk uzlūst un sāk iet ledus upē. Pavasara sezonā caurplūdums samazinās par 1%, tas skaidrojams ar palu pārbīdīšanās uz agrāku laiku. Rudens sezonā noteces daudzums samazinājies par 5%, to varētu skaidrot ar to, ka rudenī paliek siltāki - pieaug gaisa temperatūra, samazinās atmosfēras nokrišņu daudzums, palielinās iztvaikošana (4.3.2.attēls). Gada noteces kontekstā Salacas-Mazsalacas hidroloģiskajā novērošanas stacijā notiek pārmaiņas pa sezonām, vislielākais noteces pieaugums ir ziemā, bet vislielākais samazinājums vērojams rudenī.



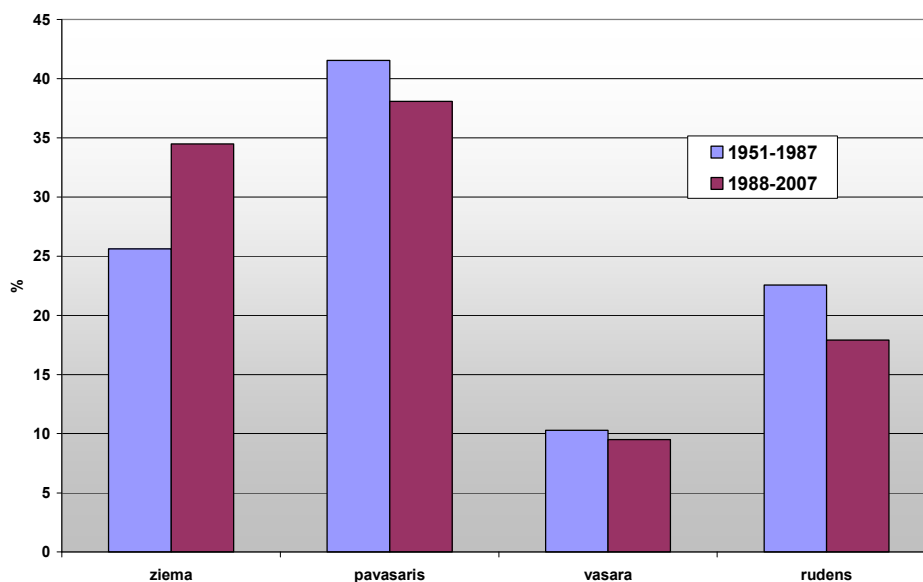
4.3.2.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa sezonām Salaca – Mazsalaca hidroloģiskajā novērojumu stacijā no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

Salacas–Lagastes hidroloģiskajā novērošanas stacijā laika periodā no 1951.-1987. gadam ziemas mazūdens periods ilgst no janvāra līdz martam sastādot 6-8 % no noteces, tad seko pavasara pali, kuru laikā vērojams maksimālais caurplūdums aprīļa mēnesī 21%, otrs maksimālais caurplūdums vērojams decembrī 11% no kopējās noteces. Vasaras mazūdens periods ilgst no jūnija līdz septembrim sastādot 3-5% no kopējās noteces (1.pielikums). Laika periodu no 1988.-2007.gadam salīdzinot ar 1951.-1987.gadam, notikušas izmaiņas janvārī un februārī, kur noteces daudzums ir palielinājies par 5%, turklāt samazinājies aprīļa mēnesī par 5%, maijā par 4%, septembrī un oktobrī par 2% (4.3.3.attēls).



4.3.3.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Salaca -Lagaste hidroloģiskajā novērošanas stacijā no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVMA datus)

Analizējot Salacas-Lagastes HNS noteces daudzuma sadalījumu pa sezonām starp abiem laika periodiem, iezīmējas tendence ievērojami pieaugt notecei ziemā par 9%, bet samazināties rudenī par 5%, pavasarī par 4% un vasarā par 1% (4.3.4.attēls).

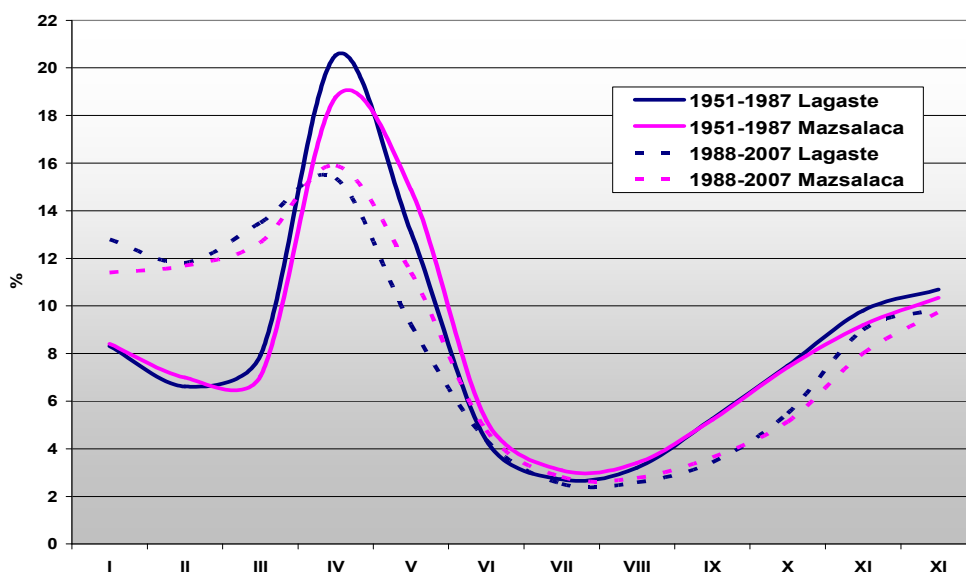


4.3.4.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa sezonām hidroloģiskajā novērojumu stacijā Salaca – Lagaste no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVMA datus)

Salīdzinot Salacas–Mazsalacas un Salacas-Lagastes hidroloģisko novērojumu staciju procentuālo noteces sadalījumu, kas aprēķināta ar matemātiskām statistikas metodēm, izmantojot ikdienas caurplūduma datus, vērojamas hidrogrāfu izmaiņas Salacas upes ietvaros, divās pēc atrašanās vietas dažādās hidroloģisko novērojumu stacijās.

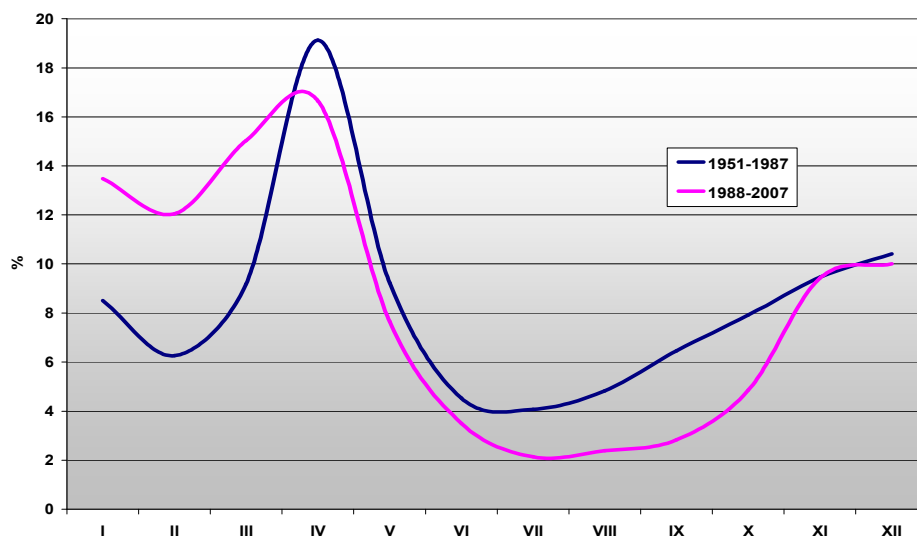
Laika periodā no 1951. – 1987.gadam Salacas-Lagastes HNS hidrogrāfs salīdzinot ar Salacas-Mazsalacas HNS, uzrāda lielāku noteces daudzumu pavasara palu laikā, kas izskaidrojams ar lielāku sateces baseina laukumu. Salacas-Mazsalacas HNS aprīļa mēnesī notece ir mazāka par 2% un palu periods ir ilgāks, līdz pat jūnija mēnesim, tas skaidrojams ar lielāku ezera regulējošo ietekmi. Salacas-Mazsalacas HNS atrodas tuvāk upes iztekai no ezera, līdz ar to caurplūduma ūdens līmeņi nav tik augsti.

Abās novērojumu stacijās, pētījuma periodā no 1988. – 2007. gadam salīdzinot ar 1951.-1987.gadam, hidrogrāfa līknēs iezīmējas kopīga tendence, pieaug noteces daudzums ziemas sezonā, bet pavasara un rudens sezonā samazinās, pieaugot gaisa temperatūrai ziemā, ātrāk sākas ledus iešana un kušana līdz ar to ir novērojami lielāki caurplūdumi ziemas mēnešos: Salacas-Lagastes HNS janvārī par 5% un februārī par 5%, taču nedaudz mazāki rādītāji ir Salacas-Mazsalacas HNS janvārī par 3% un februārī par 5% no kopējas noteces. Abās novērojumu stacijās notece samazinās pavasarī, izteikti Salacas-Lagastes HNS par 4%, bet Salacas-Mazsalacas HNS par 1%, kā arī rudenī vērojama noteces samazināšanās abās novērojumu stacijās par 5% (4.3.5.attēls).



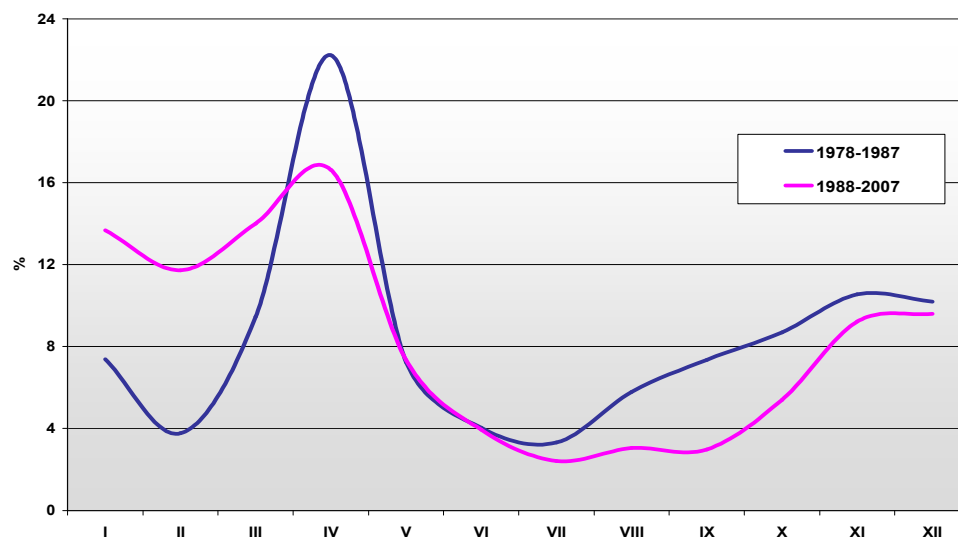
4.3.5.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem hidroloģiskajās novērojumu stacijās: Salaca- Mazsalaca un Salaca-Lagaste no 1951.-2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

Salacas baseina upe – Briede ietek Burtnieku ezerā. Briede-Dravnieki HNS atrodas Salacas baseina dienvidu daļā, 8 km no upes ietekas Burtnieku ezerā. Pētījuma periodā no 1951.-1987.gadam maksimālie caurplūdumi vērojami aprīļa mēnesī ~ 19 % no kopējās noteces. Vasaras mazūdens periods ilgst no jūnija līdz septembrim, vismazākais caurplūduma daudzums ir jūnija mēnesī 3% no kopējās noteces. Pētījuma periodā no 1988. – 2007. gadam Briede-Dravnieki HNS noteces daudzums ir palielinājies janvārī par 6%, februārī par 7% un martā 7%. Pārējos mēnešos notece ir samazinājusies, vislielākais samazinājums aprīļa mēnesī par 6% un par 4% septembrī (4.3.6.attēls).



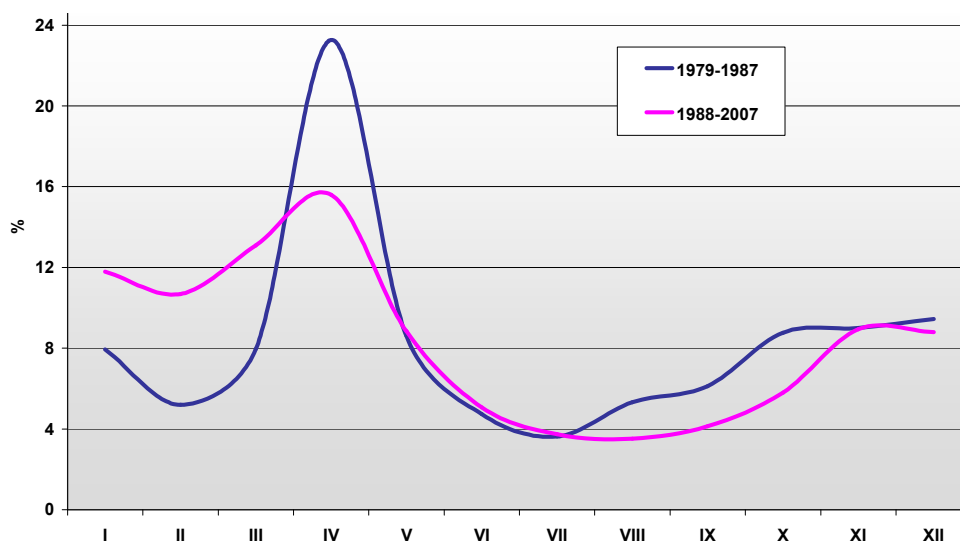
4.3.6.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Briede - Dravnieki hidroloģiskajā novērojumu stacijā no 1978.-2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot SIA "Melioprojekts" datus)

Rūjas upe, kas ietek Burtnieku ezerā un uz tās esošā Rūja-Vilniši HNS atrodas Salacas baseina ziemeļu daļā. Pētījuma periodā no 1978.–1987.gadam Rūjas upes hidrogrāfa līkne uzrāda tipisku upju ikgada noteces sadalījumu Latvijas teritorijā. Pavasara pali pēc ilggadīgi vidējiem mēnešu caurplūduma rādītājiem, sākas februāra otrajā dekādē un ilgst līdz maijam, sasniedzot maksimālo caurplūduma daudzumu aprīļa mēnesī, kas sastāda 22% no kopējā noteces sadalījuma. Rudens uzplūdi raksturojas ar otru augstāko caurplūduma punktu gada noteces sadalījumā, novembrī sastādot 10% no gada noteces (1.pielikums). Pētījuma periodā no 1987.–2007.gadam atšķirības ir ziemas un pavasara noteces sadalījumā. Ziemas upes notece ir palielinājusies janvārī par 6% un februārī par 8%, savukārt pavasara notece ir samazinājusies aprīlī par 8% un rudens notece septembra mēnesī par 5% (4.3.7.attēls).



4.3.7.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Rūja - Vilniši hidroloģiskajā novērojumu stacijā no 1978. -2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

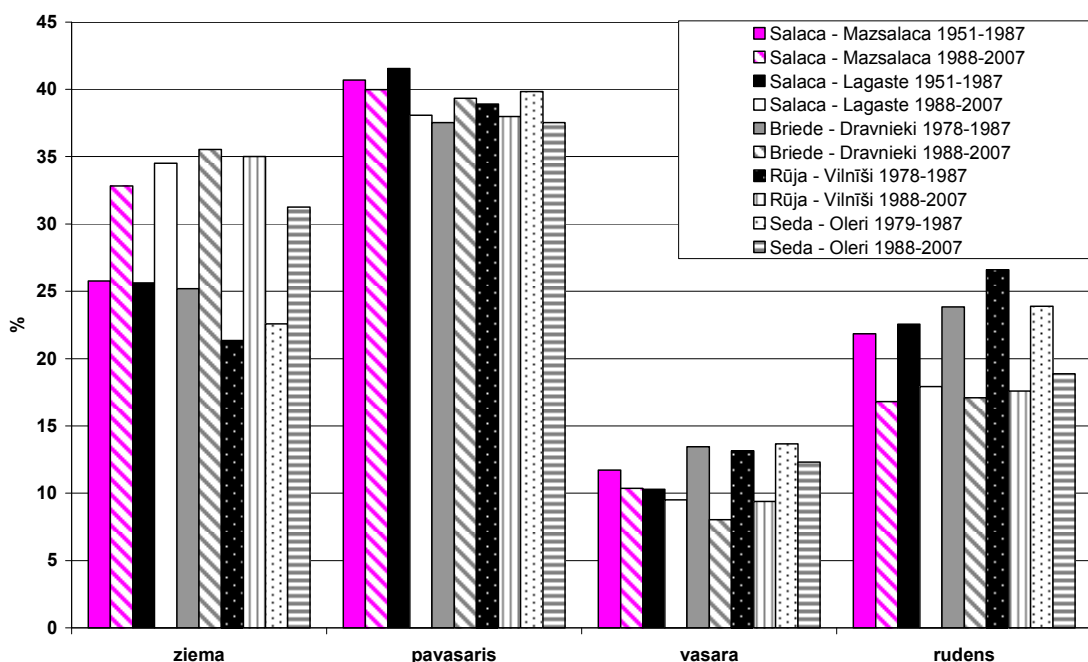
Sedas upe atrodas Salacas baseina austrumu daļā. Uz Sedas upes atrodas hidroloģiskā novērojumu stacija Seda-Oleri. Sedas upe ietek Burtnieka ezerā. Laika periodā no 1979. – 1987.gadam Sedas upei palu periods ir ilgst no februāra beigām līdz maija sākumam, salīdzinoši ar lielu caurplūdumu aprīlī 23% no kopējās noteces daudzuma. No maija līdz jūlijam ilgst vasaras mazūdens periods, kurā viszemākie caurplūduma rādītāji 4% jūlijā no kopējās noteces daudzuma (4.3.8.attēls). Pētījuma periodā no 1988. – 2007.gadam kopējais upes noteces sadalījums mainās klimata pārmaiņu ietekmē. Sedas upei ziemas sezonā notece palielinājies - janvārī par 4%, bet februārī par 6%, bet aprīlī samazinājies par 8% un oktobrī par 3% (2.pielikums).



4.3.8.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem hidroloģiskajā novērojumu stacijā Seda - Oleri no 1979.-2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVĢMA datus)

Salacas baseina upju mēnešu noteces rezultātu analīze parāda, ka 1988.-2007.g. salīdzinot ar 1951.-1987.g. upju notece pieaug visās pētāmajās upēs: janvārī, februārī un martā vidēji par 3-8% un samazinās aprīlī, augustā, septembrī, oktobrī, novembrī un decembrī līdz 8% (1.pielikums). Starp Salacas baseina upēm vislielākās pārmaiņas ziemas, pavasara notecē ir novērotas upēm, kuras ietek Burtnieku ezerā, savukārt mazākas izmaiņas notecē novērotas Salacas upē, kas iztek no ezera.

Pētījuma periods no 1951.līdz 1987.gadam uzrāda tipisku upju noteces sadalījumu Latvijā, kad klimata izmaiņas nav ļoti ietekmējušas upju noteces sezonālās izmaiņas. Salacas baseina upju caurplūdums ziemā no kopējās noteces daudzuma sastāda 21 -26%, pavasarī 39-42%, vasarā 10-14%, rudenī 22-27%. Vidēji augstākās caurplūduma vērtības pavasara notecē ir Salacas-Lagastes HNS. Maksimālā gada notece ir aprīlī 19-23% un minimālā notece jūlijā 3-4% (4.3.9.attēls). Pētījuma periods no 1988. līdz 2007.gadam ir vērojamas kopējās upju noteces sadalījuma izmaiņas. Šajā periodā upju caurplūdums ziemā ir 32-36%, pavasarī 38-40%, vasarā 8-12%, rudenī 17-19%. Sezonālās izmaiņas no ikgadējās kopējās noteces novērotas visās hidroloģiskajās stacijās. Vislielākās sezonālās izmaiņas starp abiem pētījuma periodiem (1951.-1987. un 1988.-2007.) ir novērotas ziemas notecē. Pieaug noteces daudzums ziemas sezonā vidēji par 7-14%, vislielākais pieaugums ziemas notecē ir Rūja-Vilniši HNS, vismazākais noteces pieaugums ir Salacas-Mazsalacas HNS. Noteces samazināšanās novērota pavasarī par 1-4%, vasarā par 1-4% un rudenī par 5-8% (2.pielikums).

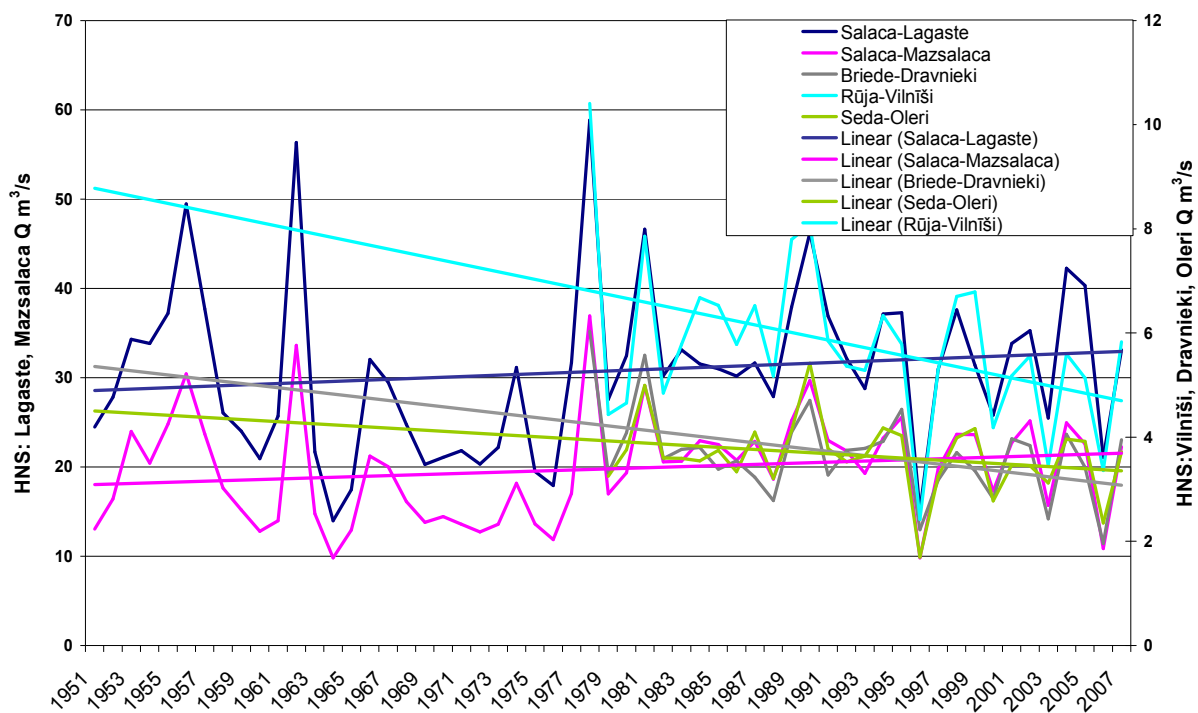


4.3.9.attēls. Gada noteces procentuālais sadalījums pa sezonām Salacas baseinā no 1951-2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVGMA un SIA „Melioprojekts” datus)

4.4. Salacas baseina upju noteces ilgtermiņa izmaiņas

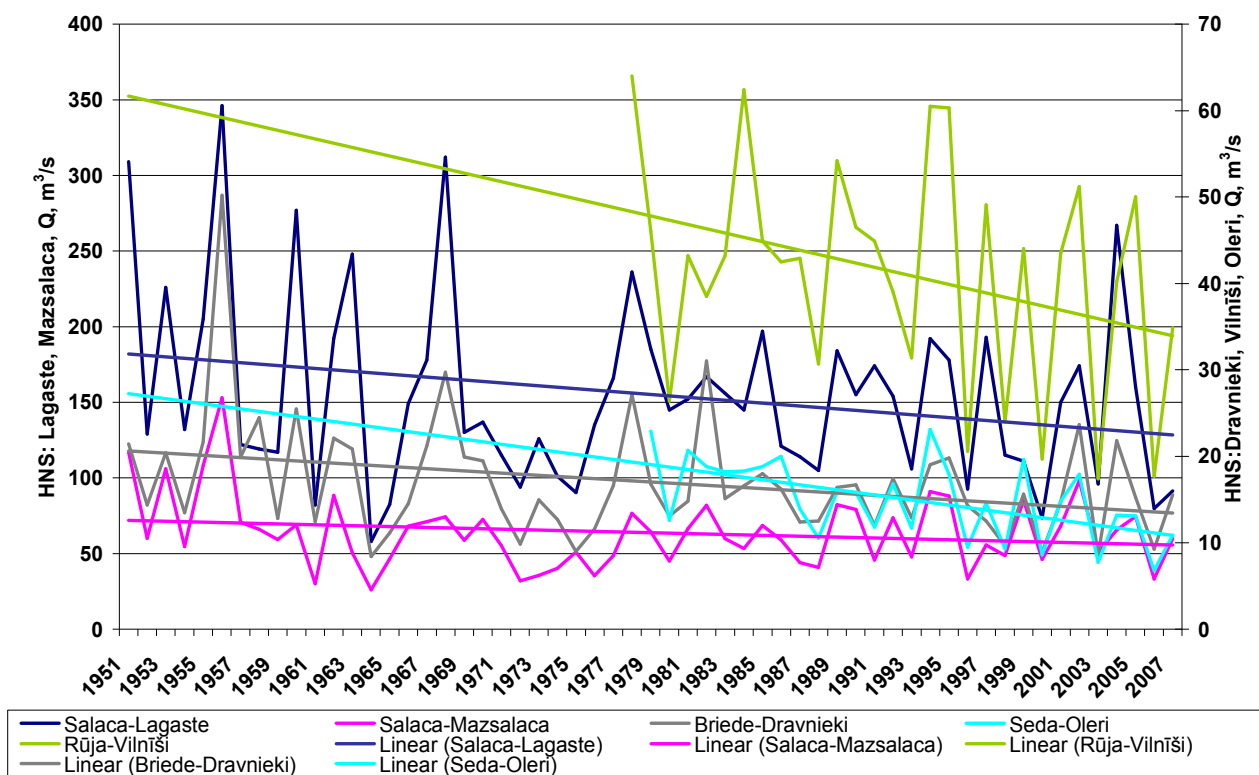
Salacas baseina upju noteces ilgtermiņa izmaiņu raksturošanai izmantoti dati par ikdienas caurplūdumiem un ezera ūdens līmeņu raksturošanai izmantoti dati par ikdienas ūdens līmeņiem. Lai raksturotu ilgtermiņa izmaiņas ikdienas caurplūdumu dati tika apstrādāti MS Excel programmā, izmantojot matemātiskās statistikas pamatlielumu aprēķinus un Manna- Kendala testu (Hirsch and Slack, 1984). Noteces ilgtermiņa izmaiņas bija aprēķinātas Salacas baseina hidroloģiskajām novērojumu stacijām: Salaca-Mazsalaca un Salaca-Lagaste 56 gadu periodam, hidroloģiskajās novērojumu stacijās: Briede-Dravnieki, Rūja-Vilniši 25 gadu periodam Seda-Oleri 24 gadu periodam un Burtnieks-Burtnieks 46 gadu periodam.

Analizējot Salacas baseina upju hidroloģisko novērojumu stacijas datus par gada vidējo caurplūdumu visā pētījuma periodā, var secināt, ka caurplūdumam ir lejupejošs trends visām upēm, kuras ietek Burtnieku ezerā, bet pieaug Salacas upē, kura iztek no ezera (4.4.1.attēls). Tas būtu skaidrojams ar to, ka Briedei, Rūjai un Sedai ir īsāks caurplūduma novērojumu periods un iesākas ar daudzūdens gadu, salīdzinot ar Salacas HNS. Manna Kendala tests Briede-Dravnieki hidroloģiskajā novērojumu stacijā uzrāda MK-tests: -3,4; $p=0,0006$ Rūja-Vilniši hidroloģiskajā novērojumu stacijā MK-tests: -2,8; $p=0,0379$ un trenda ticamību ($p<0,05$).Pārējās hidroloģiskajās novērojumu stacijās Manna-Kendala tests neuzrāda būtiskas izmaiņas (3.pielikums).



4.4.1.attēls. Gada vidējā caurplūduma trendi Salacas baseina upju hidroloģiskajās novērojumu stacijās no 1951.- 2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVGMA un „Melioprojekts” datus)

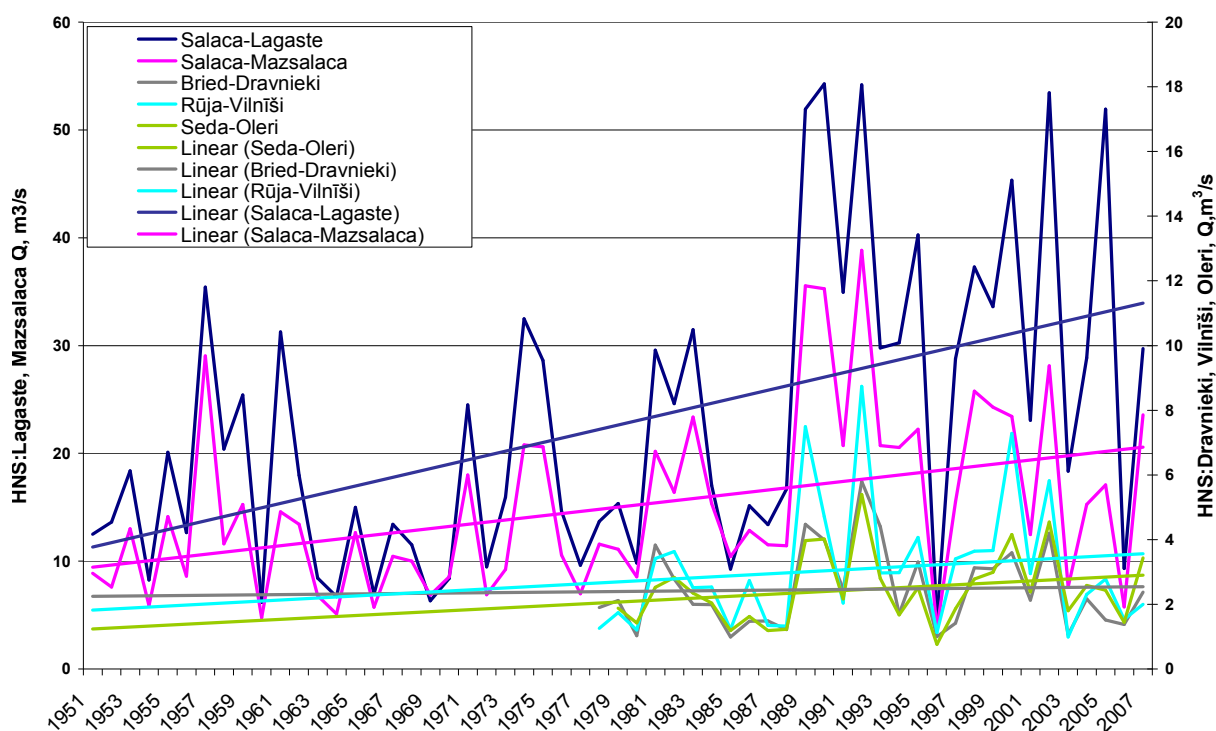
Rezultātu analīze parāda, ka Salacas baseina upju gada maksimālajiem caurplūdumiem vērojama tendence samazināties (4.4.2.attēls). Gada maksimālie caurplūdumi parasti novēroti pavasara palu laikā (marts-aprīlis) un citreiz tie var būt novēroti citā gada laikā, sevišķi pēdējo 20 gadu laikā saistībā ar klimata pārmaiņām. Vislielāko samazinājumu Manna-Kendala tests uzrāda aprīļa mēnesī Rūja-Vilnīši hidroloģiskajā novērojumu stacijā MK-tests: -2,5; $p=0,0119$, Seda-Oleri hidroloģiskajā novērojumu stacijā MK-tests: -2,4; $p=0,0163$ un Briede-Dravnieki hidroloģiskajā novērojumu stacijā MK-tests: -2,1; $p=0,0337$ (3.pielikums). Upju noteces lejupejošie trendi gada maksimālajiem caurplūdumiem saistīti ar klimata izmaiņām, pavasara paliem pārbīdoties uz agrāku laiku, iekļaujot sniega kušanu ziemas sezonā, tādejādi samazinot maksimālos caurplūdumus. Salacas upes hidroloģiskajās novērojumu stacijās Manna- Kendala tests aprīlī neuzrāda būtiskas izmaiņas. caurplūdumus palu laikā. Jāatzīmē, ka marta mēnesī Salacas upei Manna-Kendala tests uzrāda caurplūduma pieaugumu MK-tests: 3; $p=0,0025$. Pētījuma laika perioda sākumā no 1951.-1987.gadam Salacas upei pali sākās martā un aprīlī sasniedza maksimumu, tad pēc 1988.gada pavasara pali pārbīdījās uz agrāku laiku, veidojot lielāku caurplūdumu marta mēnesī, līdz ar to samazinot aprīļa maksimumus.



4.4.2.attēls. Gada maksimālā caurplūduma trendi Salacas baseina upju hidroloģiskajās novērojumu stacijās no 1951.- 2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVGMA un „Melioprojekts” datus)

Ziemas 30 dienu minimālā caurplūduma trenda analīze parādīja statistiski nozīmīgu pieaugošu trendu ziemas notecei (4.4.3.attēls). Manna - Kendala tests uzrāda augšupejošu trendu Salaca-Mazsalaca HNS sekojošiem mēnešiem: janvārī MK-tests: 3,2; $p=0,0014$, februārī MK-tests: 3,1; $p=0,0017$, un Salaca-Lagaste HNS janvārī MK-tests: 3; $p=0,0029$, februārī MK-tests: 2,8; $p=0,0054$ (3.pielikums). Šiem mēnešiem Manna-Kendala tests parāda trenda ticamību $p < 0,05$. Ziemas 30 dienu minimālā caurplūduma pieaugums skaidrojams ar ziemas pieaugošo gaisa temperatūru, līdz ar to samazinās dienu skaits ar sniegu, tādejādi pagarinās bezsala perioda ilgums, notiek noteces veidošanās lietus ietekmē, intensīvu atkušņu laikā un ātrāka sniega kušanas ūdeņu ietekmē sākas agrāk pavasara pali. Šīs izmaiņas galvenokārt saistītas ar klimata izmaiņām.

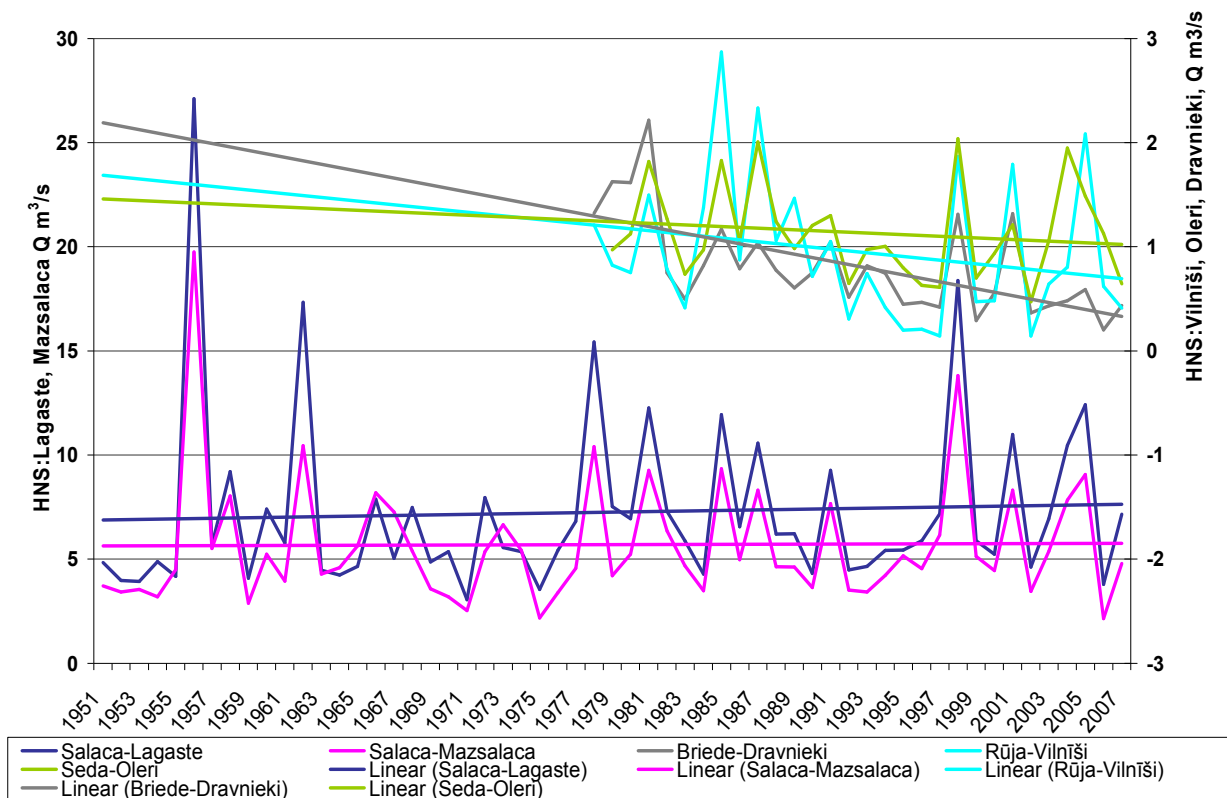
Hidroloģiskajās novērojumu stacijās: Briede-Dravnieki, Rūja-Vilniši, Seda-Oleri, Manna-Kendala tests nevienam no ziemas mēnešiem neuzrāda būtiskas izmaiņas caurplūdumos, domājams, ka tas saistīts ar īsāku caurplūduma novērojuma periodu.



4.4.3.attēls. Ziemas 30 dienu minimālā caurplūduma trendi Salacas baseina upju hidroloģiskajās novērojumu stacijās no 1951.- 2007.gadam (veidojusi autore, izmantojot LVĢMA un „Melioprojekts” datus)

Vasaras 30 dienu minimālā caurplūduma tendence ir samazināties Salacas baseina upēm, kuras ietek Burtnieku ezerā, bet Salacas upei, kura iztek no ezera, nav novērotas nozīmīgas pārmaiņas (4.4.4.attēls). Tas parādās arī Manna - Kendala testa trendu analizē, kur redzams, ka vislielākais caurplūduma samazinājums ir Briede-Dravnieki HNS jūlijā MK-tests: -3.9; p= 0.0001, augustā MK-tests -2.9; p=0.0032, septembrī MK-tests: -3,1, p= 0,0023 un oktobrī MK-tests: -2.0; p=0.0477. Savukārt Rūja-Vilnīši HNS caurplūduma samazināšanās ir septembrī (MK-tests: -2; p=0,0477) un Seda-Oleri HNS parādās oktobrī (MK-tests: -2,4; p= 0,0147 (3.pielikums). Upju caurplūduma samazināšanās rudens mēnešos: septembrī un oktobrī var skaidrot ar „siltajiem” rudeniem, kur pieaug iztvaikošana un notiek nokrišņu samazināšanās Latvijā (Briede un Lizuma, 2007).

Savukārt Salacas upē būtiskas caurplūduma izmaiņas Manna - Kendala tests neuzrāda. Viens no izskaidrojumiem ir ezera ietekme uz Salacas upi, jo Manna-Kendala tests uzrāda Burtnieku ezera ūdens līmeņa palielināšanos jūnijā MK-tests: 2,9; p=0,0041, jūlijā MK-tests: 2,6; p= 0,010 un augustā MK-tests: 2,2, p=0,0345, līdz ar to ezera ūdeņi ieplūst Salacas upē, papildinot to vasaras mazūdens periodā. Burtnieku ezera augšupejošs trends var būt skaidrojams, pirmkārt, tam ir īsāku laika periodu ūdens līmeņu datu rindai, otrkārt, iespējams ezers cenšas atgūt dabisko ezera ūdens līmeni pēc regulēšanas darbiem 1928.-1929.g., treškārt, vasarā ezera veģetācijas periodā, pieaug ezera eitrofikācija.



4.4.4.attēls. Vasaras 30 dienu minimālais caurplūdums Salacas baseina upju hidroloģiskajās novērojumu stacijās no 1951.- 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA un „Melioprojekts” datus)

SECINĀJUMI

- Izpētot Salacas baseina upju hidrogrāfus, apstiprinājās teorija par lielu ezeru regulējošo ietekmi uz upes noteci. Ilggadīgi vidējā ikdienas caurplūduma analīze parādīja, ka no Burtnieku ezera iztekošās Salacas upes hidrogrāfs atšķiras no ezerā ietekošo upju hidrogrāfa, īpaši pavasara palu periodā, kur hidrogrāfa pīķi ir izlīdzinošāki un nav tik augsti un hidrogrāfa krītošā fāze ir pakāpeniskāka, līdz ar to pavasara palu periods ilgst ilgāku laiku.
- Salīdzinot hidroloģisko novērojumu staciju: Salaca-Mazsalaca un Salaca-Lagaste hidrogrāfus, var secināt, jo hidroloģiskā novērošanas stacija atrodas tuvāk ezeram, jo jūtama lielāka ezera regulējošā ietekme uz upes noteci. Salacas-Mazsalacas hidrogrāfā redzams, ka gada gaitā noteces maksimumi ir izlīdzinātāki; pavasara palu kāpjošā fāze iesākas nedaudz vēlāk un hidrogrāfa pīķis ir izlīdzinātāks un zemāks.
- Salīdzinot pētījuma periodu no 1988. – 2007. gadam ar periodu no 1951.-1987.gadam var secināt, ka Salacas baseina gada noteces sadalījumā ir notikušas sezonālas izmaiņas: ziemas notece pieaugusi vidēji par 10 %; pavasara notece ir sazinājusies par 2 %, vasaras par 3 % un rudens par 6 %. Tas izskaidrojams ar to, ka pēdējos divdesmit gados ir kļuvušas siltākas ziemas, līdz ar to Salacas baseina upēs neizveidojas stabils ziemas mazūdens periods, pavasara pali sākas ātrāk, kā arī rudenos ir samazinājies atmosfēras nokrišņu daudzums, novērotas augstākas gaisa temperatūras un pieaugusi iztvaikošana.
- Salīdzinot pētījuma periodu no 1988. – 2007. gadam ar periodu no 1951.-1987.gadam var secināt, ka lielākās izmaiņas upju gada noteces sadalījumā bija novērojamas Rūja-Vilnīši un Briede-Dravnieki hidroloģisko novērojumu stacijās, bet vismazākās izmaiņas Salacas-Mazsalacas hidroloģisko novērojumu stacijā. Domājams, ka tas būtu saistīts ar Burtnieka ezera regulējošo ietekmi uz Salacas upes noteci.
- Pēc Manna-Kendela testa rezultātiem Salacas baseina noteces (gada vidējā, maksimālā, vasaras un ziemas minimālā caurplūdumu) ilgtermiņa analīze parādīja, ka lielākās izmaiņas novērotas upēs, kas ietek Burtnieku ezerā un kurām bija īsāks caurplūduma novērojuma periods 1978.-2007.g. - Rūja, Briede un Seda. Tādēļ šāda testa rezultātu salīdzināšanai būtu jāizmanto pēc iespējas vienādāka garuma

novērojumu datu rindas, lai varētu iegūtos rezultātus savstarpēji salīdzināt un konstatēt ilgtermiņa izmaiņas.

- Salacas baseina upes, kuras ietek Burtnieku ezerā ilgtermiņa noteces analīzē Manna-Kendala tests uzrādīja, ka gada noteces ticams lejupejošs trends ir aprīlī Briedē, Rūjā, Sedā, jūnijā un augustā Briedes upē, septembrī Briedē, Rūjā un oktobrī Briedē un Sedā, pārējos mēnešos nav būtisks trends. No tā izriet, ka vislielākās pārmaiņas ilgtermiņa noteces analīzē novērotas Briede-Dravnieki hidroloģiskajā novērojumu stacijā pie $p < 0,05$ un augstāka ticamības.
- Salacas upei nav novērotas gada vidējās noteces izmaiņas pētījuma periodā no 1951. līdz 2007.gadam, bet ir mainījies noteces sezonālais raksturs- novērots augšupejošs trends ziemas minimālajai notecei. Manna-Kendala testa rezultāti Salacas upes ziemas minimālajai notecei ilgtermiņa analīzē parādīja, ka abām hidroloģiskajām novērojumu stacijām konstatēts statistiski būtisks ($p < 0,05$) augšupejošs trends. Nedaudz lielākas izmaiņas ilgtermiņa noteces analīzē uzrādīja Salacas-Mazsalacas hidroloģiskajā novērojumu stacijā, nekā Salacas-Lagastes hidroloģiskajā novērojumu stacijā.

KOPSAVILKUMS

Pētījuma mērķis bija analizēt Burtnieka ezera regulējošas darbības ietekmi uz Salacas upes noteci, aptverot Salacas baseinu. Lai raksturotu hidrogrāfa un noteces izmaiņas, ikdienas caurplūdumu dati bija apstrādāti MS Excel programmā, izmantojot matemātiskās statistikas pamatlīdzību aprēķinus. Salacas baseina upju caurplūduma trenda analīzei bija izmantots Manna-Kendela statistikas tests. Hidroloģisko lielumu statistisko parametru un aplēses lielumu aprēķins pēc Pirsona III varbūtību sadalījuma, izmantota statistiskā datu apstrādes programma „Statpir3”: izmantoju ikdienas caurplūdumu, lai aprēķinātu 30 dienu minimālo caurplūdumu ziemas un vasaras periodiem, kā arī gada vidējo caurplūdumu. Salacas baseina pētāmo hidroloģisko novērojumu staciju atrašanās vietu karti bija sastādīta izmantojot GIS programmatūru Arc wiew 8.

Pētījuma periodā no 1951.-2007.gadam ilggadīgi vidējā ikdienas caurplūduma analīze apstiprināja teoriju par lielu ezeru regulējošo ietekmi uz upes noteci. Pētījuma rezultāti parādīja, ka no Burtnieku ezera iztekošās Salacas upes hidrogrāfs atšķiras no ezerā ietekošo upju hidrogrāfa, īpaši pavasara palu periodā, kur hidrogrāfa pīķi ir izlīdzinošāki un nav tik augsti; hidrogrāfa krītošā fāze ir pakāpeniskāka, līdz ar to pavasara palu periods ilgst ilgāku laiku. Salīdzinot HNS Salaca-Mazsalaca un Salaca-Lagaste hidrogrāfus, varēja secināt, jo hidroloģiskā novērošanas stacija atrodas tuvāk ezeram, jo jūtama lielāka ezera regulējošā ietekme uz upes noteci.

Pētījuma periods no 1951. līdz 2007.gadam bija sadalīts vēl divos periodos: no 1951. līdz 1987.gadam, kad upju notecēs nav vērojamas būtiskas klimata mainības ietekme, un no 1988. līdz 2007.gadam, kad upju notecēs vērojamas būtiskas klimata mainības ietekme. Salīdzinot pēdējā minētā perioda iegūtos rezultātus ar pirmo, varēja secināt, ka Salacas baseina upju notecēs būtiski notikušas ziemas, pavasara sezonās. Salacas baseina upju notece pieaugusi janvārī par 5%, februārī par 6%, martā par 5%, bet samazinājusies aprīlī par 6%. Upju noteces samazinājums konstatēts rudens sezonā ~5%, nebūtiskas izmaiņas (pieaugums vai samazinājums) vērojams vasarā. Lielākās izmaiņas upju gada noteces sadalījuma bija atrastas HNS: Briede-Dravnieki un Rūja–Vilniši, mazākas izmaiņas Salaca- Mazsalaca HNS.

Tādus pašus secinājumus varēja izdarīt, analizējot mēneša vidējos, gada maksimālos, gada 30 dienu minimālos ziemas un vasaras caurplūduma datu rindas.

ZINĀTNISKĀS LITERATŪRAS SARAKSTS

- Avotiņa, R. 1994. Briede, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 1.sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 161. lpp
- Box, J.E. 2002. Survey of Grenland instrumental temperature records: 1973-2001. *Int. J. Of Climatoogy*, 22, 1829-1847.
- Briede, A., Lizuma, L. 2007. Long-term variability of precipitation in the territory of Latvia. In: *Climate Change in Latvia*, ed. M. Kļaviņš, Latvijas Universitāte, Rīga, pp.35-44.
- Cukurs, R. 1930. *Burtnieku ezers un tā upes*, Valters un Rapa izdevums, Rīga, 63.lpp
- Eipurs, I. 1998. Salaca, Seda, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 5.sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 30.-31., 66. lpp
- Eipurs, I., Zīverts, A. 1998. Upes, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 6.sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 7.-9. lpp
- Glazačeva, L. 2004. *Latvijas ezeri un ūdenskrātuves*, Latvijas lauksaimniecības ūdenssaimniecības un zemes zinātniskais institūts, Jelgava, 217.lpp.
- Hirsch R.M., Slack J.R. 1984 A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence, *Water Resources Research* 20, pp.727-732
- Kļaviņš, M., Rodinovs, V. 2007. Long-term changes of river discharge regime in Latvia. In: *Climate Change in Latvia*, ed. M. Kļaviņš, Latvijas Universitāte, Rīga, pp.21-23.
- Kļaviņš, M., Briede, A., Rodinovs, V., Lizuma, L., Frisk, T. 2004. Ice Regime of rivers in Latvia in relation to climatic variability and North Atlantic oscillation. *Proc. of Latv. Acad. Sci.*, Section B, No. 58/5, pp.175-182.
- Kļaviņš, M., Rodinovs, V., Dravniece, A. 2007. Large-scale atmospheric circulation processes as a driving force in the climatic turning points and regime shifts in the Baltic region. In: *Climate Change in Latvia*, ed. M.Kļaviņš, Latvijas Universitāte, Rīga, pp.45-57.
- Kļaviņš, M., Rodinovs, V., Kokorīte, I. 2002. *Chemistry of surface waters in Latvia*. Univeristy of Latvia, Rīga, 286 pp.
- Korhonen, J. 2007. Long-term discharge trends in Finland. *Proceedings in the Third Internationa confence on Climate and Waters*, 3-6 September, Helsinki, Finland, pp.245-250.
- Glazačeva, L. 1975. *Virszemes ūdeņi*, grām. Latvijas PSR ģeogrāfija., red. V. Pūriņš, Zinātne, Rīga, 74.-90.lpp
- Lizuma, L., Kļaviņš, M., Briede, A., Rodinovs, V. 2007. Long-term changes of Air temperature in Latvia. In: *Climate Change in Latvia*, ed. M. Kļaviņš, Latvijas Universitāte, Rīga, pp.11-19.
- Mihailovs, V.N., Dobrovoļskis, A.D., Dobroļubovs, S.A. 2005. *Hidroloģija*. – Maskava, Višaja škola (krievu val.) 463.lpp.

Pastors, A. 1995. Hidroloģiskā rajonēšana, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 2..sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 149.-151.lpp.

Reihan, A., Koltsova, T., Kriauciuniene, J., Lizuma, L., Meilutyte-Barauskiene, D. 2007. Changes in water discharges of the Baltic states rivers in the 20th century and its relation to climate change. In: *Nordic Hydrology* 30, pp.401-412.

Sarma, B. 1960. *Upju hidroloģija*. Latvijas valsts izdevniecība, Rīga, 203.lpp.

Sarma, B. 1990. *Hidrometrija. Hidroloģija un noteces regulēšana*. Zvaigzne, Rīga, 188.lpp.

Tridriķis, A. 1994. Burtnieks, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 1.sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 175.-176. lpp

Zīverts A., Strūbergs J. 2000. *Hidroloģiskie aprēķini Latvijā* (CD). Latvijas Lauksaimniecības universitāte, Ūdens un Zemes zinātniskais institūts, Jelgava.

Zīverts, A. 1998. Rūja, grām. *Latvijas daba: enciklopedija*, 5.sej., red. G. Kavacs, Latvijas enciklopēdija, Rīga, 21.- 22. lpp

Zīverts, A. 2004. *Hidroloģija (Ievads un hidroloģiskie aprēķini)*, LLU, Jelgava, 104.lpp.

Глазачеваба Л.И. 1980. *Гидрологическое районирование*, Латвийский государственный университет, Рига, 44ст.

Пасторс, А.А. 1987. *Районирование малых рек Латвийской ССР*, Латвийское республиканское управление по гидрометеорологим и контролю природной среды, Рига, 222 ст.

Nepublicētie materiāli

Apsite, E., Bakute, A., Rudlapa, I., 2009. Change of total annual runoff distribution, high and low discharges in Latvian Proc. of Latv. Acad. Sci., Section B.

Burtnieka ezera raksturojums un ekoloģija, Latvijas izglītības informatizācijas sistēma, skat. 20.02.2009.

http://www.liis.lv/burtnieks/burt_ezers_ezera_raksturojums_un_ekologija.html

Ezeru raksturojums. 2003. Latvijas Vides, Ģeoloģijas un Meteoroloģijas Aģentūra, skat. 20.02.2009. http://www.lva.gov.lv/produkti/sowq_lv/2003/12_Ezeri.pdf

Hansen, J., Ruedy, R., Sato, M., and Lo, K. 2007. GISS 2007 Temperature Analysis trough November; skat. 6.02.2009. <http://pubs.giss.nasa.gov/docs>

Ķelpe, V. 2007. Amatas upes hidroloģiskā režīma ilgtermiņa izmaiņas: bakalaura darbs, LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte, Rīga.

Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas aģentūras fonda materiāli.

Ziemeļvidzemes biosfēras rezervāta dabas parka "Salacas ieleja" posma Rozēni-Mērnietki. 2004. Dabas aizsardzības plāns. Dabas aizsardzības pārvaldes mājas lapa, skat. 9.05.2009. http://www.dap.gov.lv/public/files_uploaded/aizsardzibas_plani/salaca_RozeniMernietki_dap.pdf

Pielikumi

Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Salacas baseina hidroloģiskās novērojumu stacijās no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA un SIA "Melioprojekts" datus)

Hidroloģiskā novērojumu stacija	Mēneši											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1951-1987												
Salaca - Mazsalaca	8,4	7,0	7,0	18,8	14,9	5,2	3,1	3,4	5,2	7,4	9,2	10,3
Salaca - Lagaste	8,3	6,6	7,9	20,5	13,1	4,4	2,7	3,2	5,3	7,5	9,8	10,7
Briede – Dravnieki*	7,9	5,3	8,4	22,5	8,8	4,0	3,3	4,2	7,1	8,4	9,7	10,5
Rūja – Vilnīši*	7,4	3,8	9,4	22,2	7,2	4,0	3,3	5,8	7,4	8,7	10,5	10,2
Seda – Oleri**	7,9	5,2	8,0	23,3	8,6	4,7	3,6	5,3	6,1	8,8	9,0	9,5
1988 - 2007												
Salaca - Mazsalaca	11,4	11,7	12,7	15,9	11,4	4,8	2,8	2,8	3,7	5,1	8,0	9,7
Salaca - Lagaste	12,8	11,8	13,5	15,4	9,2	4,4	2,5	2,6	3,4	5,5	9,0	9,9
Briede - Dravnieki	13,5	12,0	15,0	16,7	7,6	3,5	2,1	2,4	2,8	4,8	9,4	10,0
Rūja - Vilnīši	13,7	11,7	14,0	16,6	7,4	3,9	2,4	3,0	3,0	5,4	9,2	9,6
Seda - Oleri	11,8	10,7	13,1	15,6	8,8	5,1	3,7	3,5	4,1	5,8	8,9	8,8
Atšķirības starp 1988 – 2007 un 1951-1987												
Salaca - Mazsalaca	3,0	4,7	5,6	-2,9	-3,5	-0,4	-0,3	-0,6	-1,6	-2,3	-1,2	-0,6
Salaca - Lagaste	4,5	5,2	5,6	-5,2	-3,9	0,0	-0,2	-0,6	-1,8	-2,0	-0,8	-0,8
Briede - Dravnieki	5,6	6,8	6,6	-5,9	-1,1	-0,5	-1,2	-1,8	-4,2	-3,5	-0,2	-0,5
Rūja - Vilnīši	6,3	8,0	4,6	-5,6	0,1	-0,1	-0,9	-2,7	-4,4	-3,3	-1,3	-0,6
Seda - Oleri	3,9	5,5	5,1	-7,7	0,2	0,3	0,1	-1,8	-2,0	-3,0	-0,1	-0,7

* novērojumi no 1978.-1987.g.; ** - novērojumi no 1979.-1987.g.

Gada noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem Salacas baseina hidroloģiskās novērojumu stacijās no 1951. – 2007. gadam
(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA un SIA "Melioprojekts" datus)

Hidroloģiskā novērojumu stacija	Sezona			
	ziema	pavasaris	vasara	rudens
1951.-1987.				
Salaca - Mazsalaca	25,8	40,7	11,7	21,8
Salaca - Lagaste	25,6	41,5	10,3	22,6
Briede - Dravnieki	23,7	39,7	11,5	25,1
Rūja - Vilnīši	21,3	38,9	13,2	26,6
Seda - Oleri	22,6	39,8	13,7	23,9
1988.-2007.				
Salaca - Mazsalaca	32,8	40,0	10,4	16,8
Salaca - Lagaste	34,5	38,1	9,5	17,9
Briede - Dravnieki	35,5	39,3	8,0	17,1
Rūja - Vilnīši	35,0	38,0	9,4	17,6
Seda - Oleri	31,3	37,5	12,3	18,9
Atšķirības starp 1988. – 2007. un 1951.-1987.				
Salaca - Mazsalaca	7,1	-0,7	-1,3	-5,0
Salaca - Lagaste	8,9	-3,5	-0,8	-4,6
Briede - Dravnieki	11,9	-0,4	-3,5	-8,0
Rūja - Vilnīši	13,7	-0,9	-3,7	-9,0
Seda - Oleri	8,7	-2,3	-1,4	-5,0

Salacas baseina gada vidējo caurplūdumu un ūdens līmeņu Manna-Kendala testa rezultāti no 1951.-2007. gadam

(veidojusi autore, izmantojot LVĢMA un SIA "Melioprjekts" datus)

Hidroloģisko novērojumu stacija	Salaca-Mazsalaca (1951. – 2007.)		Salaca-Lagaste (1951. – 2007.)		Briede-Dravnieki (1978.-2007.)		Rūja-Vilnīši (1978.-2007.)		Seda-Oleri (1978.-2007.)		Burtnieks-Burtnieks (1961.-2007)	
	Manna- Kendala tests	p skaitlis	MK Tests	p skaitlis	MK Tests	p skaitlis	MK Tests	p skaitlis	MK Tests	p skaitlis	MK Tests	p skaitlis
Mēneši												
Janvāris	3.2	0.0014	3.0	0.0029	0,2	0,8724	0.6	0.5323	0.5	0.6526	2,0	0,0423
Februāris	3.1	0.0017	2.8	0.0054	0,8	0,4430	0.9	0.3444	1.0	0.3111	3,1	0,0021
Marts	3.0	0.0025	3.0	0.0023	0,4	0,6816	0.2	0.8166	0.3	0.7356	2,7	0,0061
Aprīlis	0.0	1.0000	-1.1	0.2589	-2,1	0,0337	-2.5	0.0119	-2.4	0.0163	1,1	0,2583
Maijs	-0.5	0.5913	-1.3	0.2103	-1,8	0,0716	-0.9	0.3820	-0.1	0.9104	1,9	0,0541
Jūnijs	0.9	0.3563	1.1	0.2618	-1,3	0,2053	-0.4	0.6556	0.2	0.8807	2,9	0,0041
Jūlijs	0.7	0.5043	1.4	0.1483	-3,9	0,0001	-0.9	0.3820	-0.1	0.9402	2,6	0,0100
Augusts	0.3	0.7936	1.0	0.3283	-2,9	0,0032	-1.5	0.1387	-1.3	0.1892	2,1	0,0345
Septembris	-0.4	0.7204	-0.3	0.7830	-3,1	0,0023	-2.0	0.0477	-1.8	0.0660	1,5	0,1265
Oktobris	-0.7	0.4740	-0.6	0.5724	-2,0	0,0477	-1.7	0.0971	-2.4	0.0147	0,9	0,3462
Novembris	0.1	0.9014	0.4	0.6897	-0,8	0,4430	-1.3	0.1809	-0.1	0.9402	1,5	0,1265
Decembris	0.9	0.3933	0.7	0.5087	-0,9	0,3629	-0.6	0.5323	-0.9	0.3483	1,0	0,3150
Gada vidējais	1,6	0,1097	1,6	0,1026	-3,4	0,0006	-2,1	0,0379	-1,4	0,1601	3,0	0,0028