

LATVIJAS UNIVERSITĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE  
ĢEOGRĀFIJAS NODAĻA

EIROPAS UN ZIEMEĻAMERIKAS UPJU NOTECES DAUDZŪDENS UN MAZŪDENS  
PERIODI UN TO ILGTERMIŅA IZMAIŅAS

BAKALAURA DARBS

Autors: Emīls Kivlāns  
Stud. apl. Nr. ek 08236  
Darba vadītāja:  
Dr. geogr., doc. Elga Apsīte

RĪGA 2011

## ANOTĀCIJA

Bakalaura darbs ir pētījums par Eiropas un Ziemeļamerikas upju ilgtermiņa noteci izmaiņām no 1812. līdz 2009. gadam. Darba mērķis ir izpētīt upju noteces cikliskumu, kas raksturotu mazūdens un daudzūdens periodus un gadus, kā arī upju noteces ilgtermiņa un sezonās izmaiņas. Datu apstrādē izmantotas matemātiski statistiskās metodes. Ir apkopoti pētījumi par upju noteces cikliskumu, ilgtermiņa izmaiņām un to ietekmējošajiem faktoriem Latvijā un citur pasaulē. Darba nobeigumā ir izdarīti secinājumi par abu reģionu pētāmajām upēm, kas iegūti no autora veiktajiem pētījumiem.

Atslēgas vārdi: upju noteces cikli, ilgtermiņa izmaiņas, hidroloģiskie rajoni.

## ANNOTATION

In the Bachelor thesis the long-term changes of the European and North American rivers from 1812 to 2009 are investigated. The aim was to study the cyclic process of river runoff, high and low flow periods and years, and long-term and seasonal changes as well. Mathematical statistical methods in data processing were used. Different studies about cyclic process and long-term changes of river runoff and its impact factors in Latvia and others countries was explored and summarized. At the end of the thesis there are conclusions based on author's research about rivers in both studying areas.

Keywords: cycles of river runoff, long-term changes, flow, hydrological regions.

## SATURA RĀDĪTĀJS

IEVADS .....	5
1.PĒTĪJUMI PAR CIKLISKUMU, VEIDIEM UN TO IETEKMĒJOŠAJIEM FAKTORIEM HIDROMETEOROLOĢISKO NOVĒROJUMU DATU RINDU ANALĪZĒ.....	7
2. PĒTĪJUMI PAR UPJU NOTECES DAUDZŪDENS UN MAZŪDENS PERIODIEM LATVIJĀ UN CITUR PASAULĒ.....	9
3.EIROPAS UN ZIEMEĻAMERIKAS KLIMATA UN UPJU HIDROLOĢISKĀ REŽĪMA RAKSTUROJUMS .....	11
3.1. Eiropa .....	11
3.2. Ziemeļamerika.....	12
4. MATERIĀLI UN METODEDES .....	14
5. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN ANALĪZE.....	16
5.1. Pētāmo upju ilgtermiņa un sezonālais raksturojums .....	16
5.1.1. Eiropa .....	16
5.1.2. Ziemeļamerika.....	17
5.2. Eiropas un Ziemeļamerikas upju daudzūdens un mazūdens gadu raksturojums.....	19
5.3.Pētāmo upju noteces daudzūdens un mazūdens periodi.....	24
5.3.1. Eiropa .....	24
5.2.2. Ziemeļamerika.....	30
5.4.Eiropas un Ziemeļamerikas upju salīdzinošs raksturojums.....	35
SECINĀJUMI .....	36
LITERATŪRA UN AVOTI.....	38
PIELIKUMI.....	41

## IEVADS

Bakalaura darbs „Eiropas un Ziemeļamerikas upju noteces daudzūdens un mazūdens periodi un to ilgtermiņa izmaiņas” ir veltīts aktuālam dabas ģeogrāfijas izpētes jautājumam – klimata izmaiņu ietekmei uz upju noteci un to iespējamajām nākotnes tendencēm.

Mūsdienās ir veikti daudz pētījumu, kas ir saistīti ar upju ilgtermiņa noteci, lai prognozētu, upju noteces ciklus, to daudzūdens, mazūdens periodus un mēģinātu novērtēt nākotnes tendences. Šajos pētījumos, tiek izmantotas garas datu rindas (apmēram 100 gadi) par upju caurplūdumiem.

Pēdējos gados ir radusies lielāka interese par saistību starp klimatiskajiem cikliem un noteces cikliem, kur par virzošo faktoru ir klimatiskais cikls (Jones, 1997). Pie klimatiskajiem cikliem var pieskaitīt Saules aktivitāti (Haleja cikls), atmosfēras oscilācijas u.c.. Tāpat ir globāli faktori, kas nosaka upju noteces lielumu, pie tādiem var minēt atmosfēras temperatūras izmaiņas, atmosfēras sastāvā esošās gāzes, okeānu straumes.

Ūdens ir nepieciešams resurss cilvēka veselībai, ekosistēmām un sociāli ekonomiskajām aktivitātēm. Upju notece ir neizsmeļamais dabas resurss (European Environment Agency, 2008). Tādēļ pētījumi par hidroloģisko cikliskumu un tā ietekmējošajiem faktoriem ir svarīgi, lai tos ņemtu vērā dažādos hidroloģiskajos aprēķinos ūdens resursu prognozēšanā (Arnell, 1992). Ilgtermiņa upju noteču analīzes ir svarīgas priekš efektīvas ūdens resursu apsaimniekošanas un tāpēc ir milzīga sociāli–ekonomiska nozīme. Tāpat noteces analīzes attiecībā uz globālajām klimata izmaiņām ir patreizēji svarīgas ņemot vērā paredzamās izmaiņas dotajā reģionā (Frisk, 2002).

Ūdens resursu izmantošanas plānošana, kā arī visi projekti ir jāpastāda rēķinoties ar iespējamo hidroloģisko režīmu nākotnē. Projektētājam vai ūdens resursu izmantošanas plānotājam ir jāreķinās ar zināmu apstākļu nenoteiktību, kādos attiecīgā būve vai sistēma darbosies nākotnē. No tā cik pilnīgi ir izdevies noteikt šo nenoteiktību, ir atkarīga būves vai sistēmas darbības drošība un efektivitāte. Līdz ar to garas datu rindas (aptuveni 100 gadi), var sniegt informāciju par upju noteces cikliskuma īpatnībām un iespējamo noteces apjomu (daudzūdens un mazūdens periodi), to iespējamo ilgumu un apmēru.

Pētījums veikts, analizējot Eiropas un Ziemeļamerikas upju ilgtermiņa caurplūduma datus. Autors, izstrādājot darbu, ir izveidojis pētāmo upju caurplūduma datubāzi. Bakalaura darbā ir piecas nodaļas, kurās tiek aprakstīti upju noteci veidojošie faktori, to pētījumi gan Latvijā, gan citur pasaulē. Pētījumā izmantotās metodes daudzūdens, mazūdens periodu un gadu noteikšanai. Veikta pētāmo upju procentuālā gada noteces analīze. Noteikti daudzūdens,

mazūdens gadi un periodi, un arī analizēti. Izveidotas tabulas ar daudzūdens, mazūdens gadiem un periodiem, procentuālo gada caurplūdumu pētāmajām upēm.

**Darba mērķis:** izpētīt Eiropas un Ziemeļamerikas upju noteces cikliskumu, kas raksturotu mazūdens un daudzūdens periodus un gadus, kā arī upju noteces ilgtermiņa un sezonās izmaiņas.

**Darba uzdevumi:**

1. Apkopot un analizēt literatūru par upju noteces cikliem (daudzūdens, mazūdens periodiem un gadiem) un to ietekmējošajiem faktoriem, noteces izmaiņām Latvijā un citur pasaulē;
2. Izveidot hidroloģisko datu bāzi par pētāmajām Eiropas un Ziemeļamerikas upēm ar garām datu rindām;
3. Datu rindu apstrāde, izmantojot matemātiski statistiskās metodes (piemēram, integrālās un vidējā slīdošās metodes, statistisko rādītāju pamatlīelumu aprēķināšana);
4. Iegūto rezultātu analīze un aprakstīšana, salīdzinot Eiropas un Ziemeļamerikas pētāmās upes.

Bakalaura darba kopējais apjoms ir 46 lapaspuses, ieskaitot pielikumu. Darbā ir iekļauti 17 attēli, 4 tabulas un 6 pielikumi.

# 1. PĒTĪJUMI PAR CIKLISKUMU, VEIDIEM UN TO IETEKMĒJOŠAJIEM FAKTORIEM HIDROMETEOROLOGISKO NOVĒROJUMU DATU RINDU ANALĪZĒ

Pētījumos par upju un atmosfēras nokrišņu cikliskumu un to ietekmējošajiem faktoriem vieni no pirmajiem tiek minēti krievu zinātnieki (Jones, 1997). Viņi bija noteikuši stabilus 2 un 11 gadu ciklus pētītajām upēm. Dažos gadījumos parādījās reģionālās īpatnības, kur noteikti cikli dominē noteiktos reģionos. Ir mēģinājumi atrast likumsakarības starp Saules plankumu cikliem un nokrišņiem. Saules plankumi pieaug lielumā un skaitā un pēc tam atkal samazinās 9-17 gadu periodos, bet to vidējais periods ir 11 gadi. Gadi, kad izkritis liels atmosfēras nokrišņu daudzums, labi sakrīt ar gadiem, kuros ir liels Saules plankumu skaits, un pēc tam pēkšņi korelē ar gadiem, kur ir mazāks Saules plankumu skaits. Savukārt Rodda (Rodda et al. 1978) atrada likumsakarību starp Saules plankumiem un nokrišņu/noteces cikliem, analizējot pēdējos instrumentālos mērījumus Lielbritānijā.

Lahoras novērojumi parāda pēkšņu apgrieztu korelāciju, kas ir saistīts ar pāreju no augstu Saules plankuma pīķi uz zemāku amplitūdu oscilācijā. Ir zināms, ka šeit ir divkāršs Saules plankumu cikls – 22 gadi, jeb saukts par Haleja ciklu. Sausuma sastopamība pēdējos 300 gados ASV tiek korelēta ar Haleja ciklu: sausums bija ekstensīvāks (plašāks) 2-5 gadus tieši pēc Haleja minimuma. Haleja cikls ir saistīts cikla izmaiņām magnētiskā polaritātē starp pāri - Saules plankumiem (kurā labās puses plankumi pārmainās jeb pārvietojas no ziemeļiem uz dienvidiem un atpakaļ 22 gados) un līdzīgu Saules uzliesmojuma cikla aktivitāti, kas veidojas no Saules virsmas plazmas un kas ir „solārā vēja” galvenais avots (Jones, 1997).

Solārie vēji ir saistīti ar daudzām magnētiskajām vētrām, kuras veidojas Zemei apkārt apmēram 11 gadu intervālā un stipri sasilda augšējo atmosfēru. Kad magnetosfēra ir vāja, tad vairāk kosmisko staru nonāk jonosfērā, līdz ar to palielinot siltumu un saražojot vairāk slāpekļa oksīda, NOx, atmosfērā. NOx var būt par galveno saikni ķēdē, jo tas absorbē elektromagnētisko radiāciju no Saules un samazina enerģijas nokļūšanu līdz zemākajiem līmeņiem. Tas var ietekmēt iztvaikošanas pakāpi, temperatūras sadalījumu un nokrišņu veidošanos (Jones, 1997).

Barkāns un Zicmane (2005) pētīja Daugavas ilgtermiņa caurplūduma izmaiņas konstatēja, ka upju caurplūdumu gadu cikliem ir globāls raksturs. Par iemeslu tam varēja būt Saules intensitātes izmaiņas (Barkāns un Zicmane, 2005).

Venne un Darts (Venne & Dartt, 1990) pilnveidoja pētījumus, uzlabojot sakritību starp Saules plankumu cikliem un nokrišņu raksturu ar Kvazi-Bjenniālo Oscilāciju (QBO).

Kvuazi-Bjienniālā Oscilācija novērojama vidējā un augšējā troposfērā un pārvietojas no ziemeļiem uz dienvidiem abpus ekvatoram un atpakaļ pārejas pozīcijā no rietumu plūduma ziemeļu puslodē un austrumu plūdmā dienvidu puslodē. Tā vidējā periodika ir 2,2 gadi. Tas nozīmē, ka ekvatoriālajā stratosfērā izmaiņas no rietumu uz austrumu plūdumu notiek reizi 2 gados. Lūns un Latbitke (Van Loon & Labitzke, 1988) parādīja, ka rietumu vēji Ziemeļatlantijas reģionā ir stiprāki Saules plankumu maksimuma laikā, nekā Saules plankumu minimuma laikā Kvuazi-Bjienniālās Oscilācijas rietumu fāzes laikā, bet vājāki austrumu fāzes laikā (Jones, 1997).

Vēl vienu citu oscilāciju – Ziemeļatlantijas Oscilācija – 1924.g. bija identificējis Valkers (Walker, 1924), kur stiprāks rietumu plūdums šķērso Ziemeļatlantiju gados, kad temperatūras ir virs vidējā Grenlandē un zem vidējā Eiropā. NAO fāzi var noteikt ar spiediena anomāliju uz jūras līmeni starp Azoru un Īslandes spiedienu apgabaliem. Ir noteikts, ka tas iespaido nokrišņus Rietumeiropā (Rogers & van Loon, 1979).

Arī citi ilglaicīgi cikli, kas eksistē Saules aktivitātēs, dažas no tām attēlojas nokrišņu/noteces raksturā. Bet, ja to ir grūti pierādīt īstermiņa cikliem. Tas pat ir grūti pierādāms tādiem cikliem kā 80-90 gadu Gleissberga ciklam, kura laikā Saules plankumu amplitūda izskatās, ka pakāpeniski pieaug un pēc tam pakāpeniski samazinās. Saules aktivitātē ir novērojams arī 180 gadu cikls, kas iespējams ir saistīts ar uzplūdu-atplūdu efektu uz Saules virsmas, kas savukārt būtu saistīts ar Zemes planētu izkārtojumu kā Jupiteru un Venēru (Gribbin & Plagemann 1977). Likumsakarība veidojas starp klimatiskajiem apstākļiem un 18-19 gadu Mēness ciklu, tā uzplūdu-atplūdu efekti arī iespaido atmosfēras spiedienu (Currie & O'Brian 1992).

## 2. PĒTĪJUMI PAR UPJU NOTECES DAUDZŪDENS UN MAZŪDENS PERIODIEM LATVIJĀ UN CITUR PASAULĒ

Pētot Daugavas upes noteci Jānis Barkāns un Inga Zicmane (2005), laika periodam, kas pārsniedz 100 gadus noteica, ka caurplūduma funkcijai ir skaidri izteikts ciklisks raksturs ar 44 gadu pusperiodiem. Pusperiodu var sadalīt četros posmos. Pirmajā, kas ilgst, apmēram, 11 gadus, caurplūdumam ir vienvirziena (pozitīva vai negatīva) novirze. Otrajā – tāpat 11 gadus – pretēja virziena novirze. Trešajā – caurplūdums normas līmenī. Ceturtā posma beigās process pāriet novirzēs, kuru zīme ir pretēja pirmā posma novirzei. Pētījumā izmantoja „signālu” integrālās funkcijas spektrālo analīzi ar Furjē pakāpenisko pārveidojuma palīdzību (Barkāns un Zicmane, 2005).

Inga Zicmane (2004), pētot Daugavas un citu pasaules upju ilgtermiņa noteci, noskaidroja, ka visām upēm, kuras pārsvarā neietekmē antropogēni faktori, caurplūdumam ir ciklisks raksturs ar 44 gadu novirzes integrālās funkcijas pusperiodu.

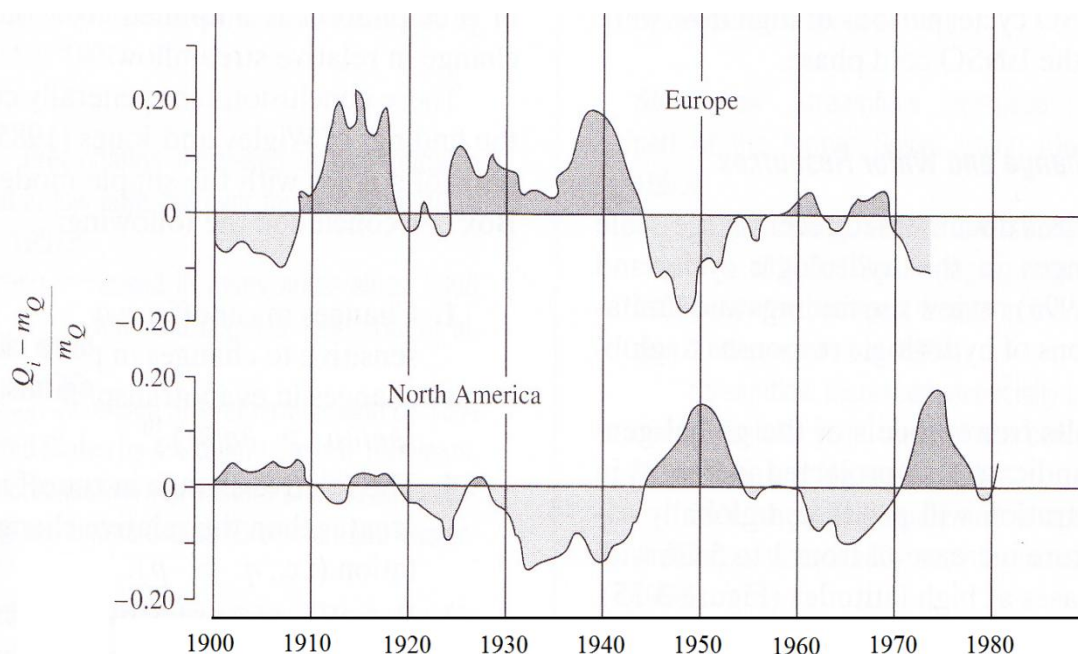
Māris Kļaviņš et al. (2008) un Pekarova et al. (2003), pielietojot spektrālo analīzi noskaidroja, kā statistiski nozīmīgus periodus, ikgadējā upju notecē Baltijas reģionā var izdalīt 3, 4, 5, 14, 19, 28, 38 gadu periodus (Kļaviņš et al. 2008).

Pēdējos 100 – 125 gados mazūdēns periodi Latvijas upēm ir ilgāki par daudzūdēns periodiem, to ilgums ir minimāli no 10 gadiem līdz maksimāli 21-27 gadiem. Vēsturiski daudzūdēns periodi ilgst no 10 gadiem (6-8 gadi), tomēr pēdējos 30 gados lielākajām Latvijas upēm, izņemot Lielupi, novērojams perioda palielināšanās sasniedzot 20 līdz 27 gadus. Līdzīgu periodiskumu upju notecē var atrast Goudija (Goudie, 1992) pētījumā par Austrumeiropu un līdzīgas īstermiņa svārstības ar vidējo ilgumu 4-6 gadi ir atklātas Igaunijā un Somijā (Hiltunen, 1994).

L.Glazačeva (Глазачева, 1977), pētot Daugavas, Ventas, Ņevas un Nemunas ilgtermiņa noteci un Saules aktivitāti atklāja, ka palielinoties Saules aktivitātei, samazinās upju notece un otrādi, samazinoties Saules aktivitātei, palielinās upju notece.

Probst (1989) un Probst & Tardy (1987) analizējot ilgtermiņa upju noteces datus, pielietojot 10 gadu vidējo slīdošo līkni, lielam skaitam Eiropas un Ziemeļamerikas upju atklāja, ka globālā notece palielinājusies par, apmēram, 3 % 65 gadu laikā periodā no 1910. līdz 1975. gadam. Bijušajā PSRS, tika atklāts, ka nokrišņu daudzums ir palielinājies kopš 1880 gadiem, ar lielākajām izmaiņām, kas notika pirms 1900. un pēc 1940. Ziemeļamerikas upēm, galvenokārt, 20. gadsimta pirmajās trīs vai četrās desmitgadēs ir raksturīga noteces samazināšanās, kas sasniedza savu zemāko punktu 30tajos gados. Tāpat šī kontinenta upēm mazūdēns periodi novērojami, aptuveni, laikā no 1930. līdz 1940. gadam un ap 1960. gadu,

savukārt Eiropā, ap 1940.-1950. gadu (Anderson et al., 2007). Tāpat viņi atklāja, ka Ziemeļamerikas un Eiropas upju notecēi ir raksturīgas pretējas svārstības (Pekarova et al., 2003). Šīs svārstības var redzēt 1.attēlā, kur ir parādīts upju noteces daudzūdens un mazūdens periodi, pielietojot vidējo normalizēto integrālo līkni, lai identificētu šos periodus.



2.1. attēls Eiropas un Ziemeļamerikas upju daudzūdens un mazūdens periodi (Probst and Tardy, 1987)

Lielo ezeru upes ir ļoti piemērotas, lai pētītu ilgtermiņa daudzgadīgus ciklus, jo ezeri izslēdz un izlīdzina ikgadējo sauso un ūdenīgo gadu mainīgumu, lielā ūdens daudzuma noteces rezultātā. Pastāv tieša saistība starp upju datu sērijas un ciklu garumiem, kurus var noteikt izmantojot statistiskās analīzes. Lai identificētu 28 gadu ciklu vajag, vismaz 90 – 100 gadu garas datu rindas (Pekarova et al., 2003).

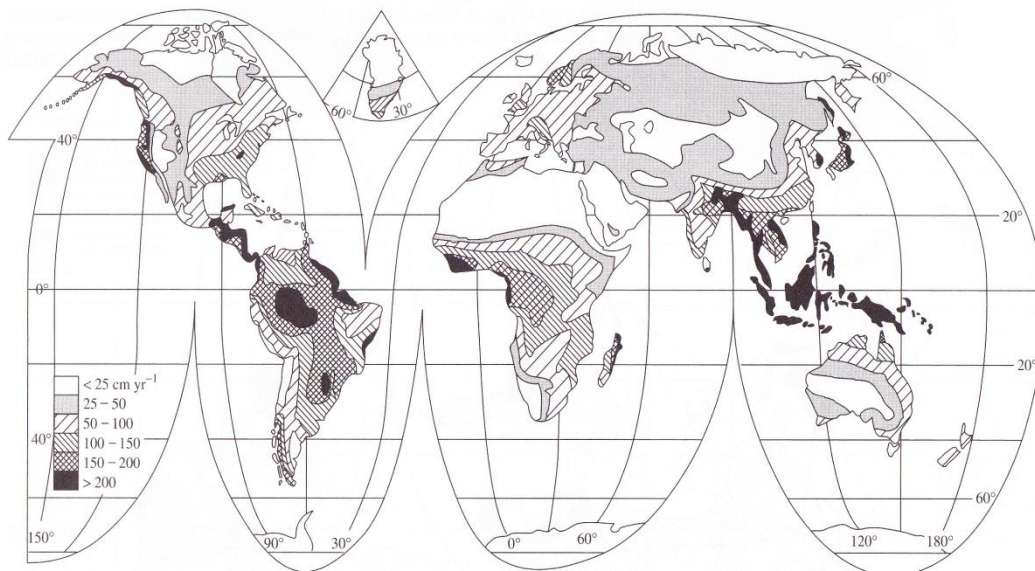
Pretēji Eiropai, kur sākot ar 20.gs., 30tājiem gadiem, tika novērota noteces samazināšanās, lielākajā Āzijas daļā 1925. - 1930. gads un 1955. – 1961. gads bija novērojams daudzūdens periods (Эдельштейн, 2005).

### 3.EIROPAS UN ZIEMEĻAMERIKAS KLIMATA UN UPJU HIDROLOĢISKĀ REŽĪMA RAKSTUROJUMS

#### 3.1. Eiropa

Eiropā ikgadējā nokrišņu sadalījumā galvenā nozīme ir reljefa saposmojumam un atrašanās no Atlantijas okeāna, bet mazākā mērā sezonālajam sadalījumam. Nokrišņu sadalījumu Eiropā, galvenokārt, ietekmē okeāna tuvums rietumos, kalnu izvietojums un galvenie rietumvēji, kuri atnes daudz atmosfēras nokrišņu (Ward & Robinson, 2000). Lielākā daļa Eiropas nokrišņu ir saistīti advekcijas veidā ar jūras (marīnajām) gaisa masām no Atlantijas okeāna un Vidusjūras (European Environment Agency, 2008). Savukārt Sibīrijas maksimums atnes vēsu un sausu gaisu no austrumiem. Vispārīgi Sibīrijas augsta spiediena sistēma sāk veidoties augusta beigās, sasniedzot savu maksimumu ziemā, pastāvot kā stīrpa atmosfēras sistēma līdz aprīļa beigām (Oliver, 2005).

Atmosfēras nokrišņu daudzums pakāpeniski samazinās virzienā no ziemeļ-rietumiem uz dienvid-austrumiem (3.1.att.). Eiropas Ziemeļaustrumos cietie nokrišņi sastāda pusi no gada kopējo nokrišņu summas, to daļa pakāpeniski samazinās virzienā uz dienvidrietumiem līdz 40° platuma grādiem. Minimālā iztvaikošana 300 mm/gadā ir aiz 60° Z. pl. Ikgadējais iztvaikošanas sadalījums Eiropas ziemeļaustrumos maksimālais iztvaikošanas apjoms ir jūnijā – jūlijā, kad iztvaiko vairāk, kā 50 % no kopējā apjoma (Эдельштейн, 2005).



3.1. attēls Ilggadīgi vidējo nokrišņu sadalījums pasaulē (Oliver and Hidore, 1984)

Austrumeiropas hidroloģiskais rajons aptver plašu teritoriju no Skandināvijas pussalas dienvidiem, ietverot Baltijas valstis, Viduskrēvijas un Pievolgas augstieni līdz Vidus un

Dienuvidurājiem, kur upēm piemīt izteikti pavasara pali ar maksimālo noteci aprīlī. Tām ir raksturīgs izteiktāks vasaras mazūdens periods (zemāki līmeņi un notece) salīdzinājumā ar ziemas periodu, kad izveidojusies ledus sega (Эдельштейн, 2005).

Principā Eiropas upju hidroloģiskos režīmus vispārīgi var iedalīt divās grupās: notecē dominē lietus nokrišņi un notecē dominē sniega kušanas ūdeņi. Ziemeļ- un Austrumeiropā, kur dominē sniega kušanas ūdeņi, gada maksimālā notecē ir novērojama pavasarī un minimālā - vasarā vai ziemā (Krakovskaia *et al.*, 1994; Van Dam, 1999).

Svarīgi ir apzināties, ka Eiropā daudzas upes un to notece ir pārveidotas cilvēku darbības rezultātā. Šīs ietekmes jeb darbības var būt divējādas, piemēram, mākslīgu ūdenstilpju ierīkošana, upju teces regulēšana; vai izmainot ūdens bilences elementus baseina, kā, piemēram, dēļ urbanizācijas vai izcērtot mežus (Van Dam, 1999).

### 3.2. Ziemeļamerika

Ļoti liela nozīme iekškontinentālajā hidroloģiskajā ciklā ir Kordiljeru kalnu sistēmai. Kordiljeri, kas ir augstāki par 3000 m ir šķērslis ar mitrumu piesātinātākajiem apakšējās troposfēras Klusā okeāna gaisa masām, kas nosaka to pacelšanos un nokrišņu veidošanos. Līdzīgu situāciju Atlantijas okeāna piekrastē nosaka Apalaču kalnu kores (līdz 2000 m) (Эдельштейн, 2005).

Ziemā Klusā okeāna piekrastē mērenos platuma grādos ir silts un nokrišņi izkrīt lietus formā dēļ noturīgiem rietumu vējiem. Starp Kordiljeru kalnu sistēmām tipiski sala laikapstākļi ar mazu nokrišņu daudzumu. Līdzenumos dominē īpaši nepatstāvīgi laikapstākļi, sali mainās ar atkušņiem polārās frontes maiņas rezultātā. Klinšu kalnos bieži pūš fēns (sausss vējš) (Эдельштейн, 2005).

Lielo ezeru rajonā, Labradoras pussalā un Ziemeļu daļas Austrumu piekrastē ikgadējais nokrišņu daudzums ir salīdzinoši vienāds ar Anglijā un Bretaņā (Francijā) nokrišņu daudzumu (Эдельштейн, 2005).

Orogrāfiski, dominējošā vēja spēka ietekmē, mitrās gaisa masas paceļas pāri nogāzēm vai kalniem tādā veidā tās atdziest. Nokrišņi, kas rodas šajā procesā, tiek saukti par orogrāfiskajiem nokrišņiem. Tas bieži ir galvenais nokrišņu avots Rietum ASV kalnos un sekmē nokrišņu veidošanos vairumā kalnu reģionos (Ward & Trimble, 2004).

Kordiljeru kalnu sistēmā Klusā okeāna piekrastē ikgadējie nokrišņi ir līdz 355 mm, ko ietekmē austrumu plūdums, atnesot aukstas un mitras gaisa masas, vidusplatuma cikloni un orogrāfiskā pacelšanās pāri kalniem. Ziemā šie kalni gar piekrasti, dēļ augsta spiediena

sekmē, no dienvidiem ieplūstošās Klusā okeāna mitrās gaisa masas aizturēšanu, no tālākas ieplūšanas kontinenta iekšienē ar ietekmi līdz kontinenta vidusdaļai, kā rezultātā kontinenta vidienē ir sauss gaiss. Mitrie kontinenta austrumi, tiek apgādāti ar mitrumu no siltām, mitra gaisa martīnām tropiskām gaisa masām no Meksikas līča un Atlantijas okeāna Ziemeļu puslodes dienvidāļas, gan ar vidusplatuma cikloniem. Vidējā nokrišņu summa svārstās no 508 mm (20 collām) gar Klinšu kalnu austrumu piekājes, līdz aptuveni, 2032 mm (80 collām) dienvidaustrumu kalniem (Apalačiem) (Ward & Trimble, 2004).

Rietumu krasta vasaras nokrišņu minimumu ar vasaras sauso sezonu pastiprina dienvidu plūdums, kuru ietekmē liela un ilgstoša subtropiska augsta spiediena apgabals, kas atrodas Atlantijas okeāna ziemeļu daļā. Vēl ziemeļu aukstais, mitrais gaiss, jūras polārās vai jūras tropiskās gaisa masas, ko ienes no rietumiem, īpaši, ziemā un to ienākšana palielina ziemeļu plūdumu. Kontinenta ziemeļu daļai no Klinšu kalniem austrumu virzienā ir vasaras nokrišņu maksimums, kas tiek atgādāts ar musona kopā ar siltām, mitrām (tropiskajām jūras) gaisa masām no Meksikas līča un Dienvid Atlantijas okeāna (Ziemeļu puslodē), rezultātā nokrišņi veidojas frontālā un konveksiālā veidā. Ziemas ir relatīvi sausas, jo šajā reģionā dominē aukstas un sausas Kontinentālas polāras gaisa masas, kas ieplūdušas no Ziemeļkanādas (Ward & Trimble, 2004).

Rietumu piekrastē gar Kluso okeānu saņem maksimumu nokrišņu ziemas laikā, savukārt kalnu rajonu vidienē un saņem nokrišņu maksimumu pavasarī, bet kontinenta vidienē - maksimālie nokrišņi ir novērojami pavasarī un vasaras sākumā. Tālāk uz ziemeļiem Kanādas vidienē, maksimālie nokrišņi ir vasaras beigās un rudens sākumā, kur ir novērojami arī vietēji nokrišņu daudzumu maksimumi agrā rudenī. Nokrišņi ir relatīvi bagātīgi gar Austrumu krastu visās sezonās; Austrumu piejūras režīms parāda salīdzinoši vienmērīgu noteci visa gada garumā, kamēr mainīgajiem Austrumu režīmiem ir vasaras maksimumi. Tajos reģionos, kur nokrišņi pārsvarā izkrīt lietūs veidā, kopējā upes notece atspoguļo sezonālo nokrišņu sadalījumu. Kanādā, Ziemeļ ASV un kontinenta kalnu reģionos, nokrišņi no oktobra līdz aprīlim vai maijam parasti izkrīt sniega veidā un uzkrājas, kā sniega sega, kas vēlāk nokūst un palielina noteces daudzumu. Sniega uzkrāšanās termiņš ir no pāris dienām lietūs un sniega pārejas zonā līdz 4 – 6 mēnešiem Ziemeļu platumos un augstāk kalnu reģionos. Galvenajos reģionos Ziemeļamerikā, kur uzkrājas sniegs, sniega kušana sākas starp aprīli un jūniju, atkarībā no platumu grādiem. Dažas nedēļas vai mēnešus notecē dominē sniega kušanas ūdeņi, kas sastāda 70 – 90 % vai vairāk no kopējās noteces (Van Dam, 1999).

## 4. MATERIĀLI UN METODES

Bakalaura darba izstrādē ir izmantoti dati, kas iegūti no Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra fonda materiāliem par Daugavas-Daugavpils posteņa gada un mēneša vidējie caurplūdumi ( $m^3/s$ ) no 1881. gada līdz 2005. gadam. Pārējām upēm, kurām tiek analizētas datu rindas, dati gada un mēneša vidējie caurplūdumi ( $m^3/s$ ) no 1812. gada 1987. gadam, ir iegūti „Pasaules lielāko upju datu bāzē”, interneta mājas lapā (GRDD, 1998). Kopumā pētījumā ir iekļautas 14 Eiropas un Ziemeļamerikas upes, kurām noteces novērojumu datu rindas ir ap 100 gadi un garākas:

- Daugava, Latvija (1881 – 2005);
- Nemuna, Lietuva (1812 – 1984);
- Visla, Polija (1901 – 1986);
- Odra, Polija (1901 – 1986);
- Desna, Ukraina (1895 – 1984);
- Elba, Čehija (1851 – 1984);
- Glomma, Norvēģija (1902 – 1984);
- Penobskota, ASV (1902 – 1983);
- Senmorisa, Kanāda (1901 – 1984);
- Sentlorensa, ASV (1861 -1983);
- Niagāra, Kanāda (1860 – 1984);
- Saskvehana, ASV (1891 – 1983);
- Sentmareja, Kanāda (1860 – 1984);
- Kolumbija, ASV (1879 – 1987).

Pētāmo upju hidroloģisko staciju atrašanās vietas skatīt 1. un 2.pielikumos.

Dotās upes, tika izvēlētas balstoties pēc V. Žuka (В.А., Жук и др., 1983) klasifikācijas, uz kuru atsaucas Edelšteina grāmata „Гидрология Материки”, kur upes ir sadalītas, noteiktos ūdens baseinos, pēc ģeogrāfiskā novietojuma, saņemto atmosfēras nokrišņu daudzuma, gada noteces, iztvaikošanas daudzuma (Эдельштейн, 2005).

Pielietojot matemātiski statistiskās metodes, ir aprēķināti pētāmo upju mēneša un gada ilggadīgi vidējie caurplūdumi.

Izmantojot datorprogrammu Microsoft Excel, no mēnešu novērojumu datiem, kas apkopoti minētajās datu bāzēs, tika aprēķinātas dotā perioda ilggadīgi vidējās mēnešu vērtības un noteikts gada mēnešu procentuālais noteces sadalījums, pēc šādas formulas:

$$x \text{ mēneša } \% = \frac{x \text{ mēneša vidējais} * 100\%}{\sum \text{katra mēneša vidējais}}, \text{ kur} \quad (4.1)$$

$x$  mēneša % - konkrētā kalendārā mēneša ilggadīgā procentuālā notece gada griezumā;

$x$  mēneša vidējais – konkrētā kalendārā mēneša ilggadīgi vidējais caurplūdums ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) pētāmajā periodā;

100 % - gada kopējais noteces daudzums (%);

$\sum$  katra mēneša vidējais – katra mēneša ilggadīgi vidējā caurplūduma ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) summa.

Gada ilggadīgi vidējais caurplūdums, visam pētāmajam periodam, tika aprēķināts datorprogrammā Microsoft Excel, saskaitot visa novērojuma perioda, katra gada vidējos caurplūdumus ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) un izdalot ar, to kopējo skaitu, pēc formulas:

$$x \text{ perioda vidējais} = \frac{\sum \text{katra gada vidējais}}{x \text{ kopējais novērojumu skaits}}, \text{ kur} \quad (4.2)$$

$x$  perioda vidējais – pētāmā perioda ilggadīgi vidējais gada caurplūdums ( $\text{m}^3/\text{s}$ );

$\sum$  katra gada vidējais – katra gada ilggadīgi vidējā caurplūduma ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) summa;

$x$  kopējais novērojumu skaits - pētāmā perioda gadu novērojumu skaits.

Izstrādājot bakalaura darbu, analizējot datus par ilgtermiņa noteci, tika izmantota vidējā slīdošā (5 gadu) un ilggadīgā vidējā metode daudzūdens un mazūdens periodu raksturošanai. Šī metode, tiek izmantota, lai izveidotu ilgtermiņa noteces līkni, ņemot katru piektā gada noteces lielumus. Šī līkne, tiek iegūta Excel programmā izmantojot matemātiski vidējo funkciju.

Pielietojot integrālo metodi, integrālās līknes analīzes ļauj precīzi noskaidrot nozīmīgus izmaiņu punktus mazūdens un daudzūdens noteces periodos. Šī metodes koeficients  $K$ , tiek aprēķināts pēc formulas:

$$K = \frac{Q_1}{Q_0}, \text{ kur}$$

$Q_1$  – gada notece;

$Q_0$  – vidējā gada notece visam novērojumu periodam.

Par daudzūdens noteces periodiem, tiek uzskatīti gadi, kad  $K > 1$  un mazūdens periodi, kad  $K < 1$  (Kļaviņš et. al., 2008).

Pēc integrālās un vidējās slīdošās vērtības metodes pielietošanas salīdzina upes ilggadīgi vidējo noteci pa dažiem raksturīgiem periodiem (daudzūdens un mazūdens).

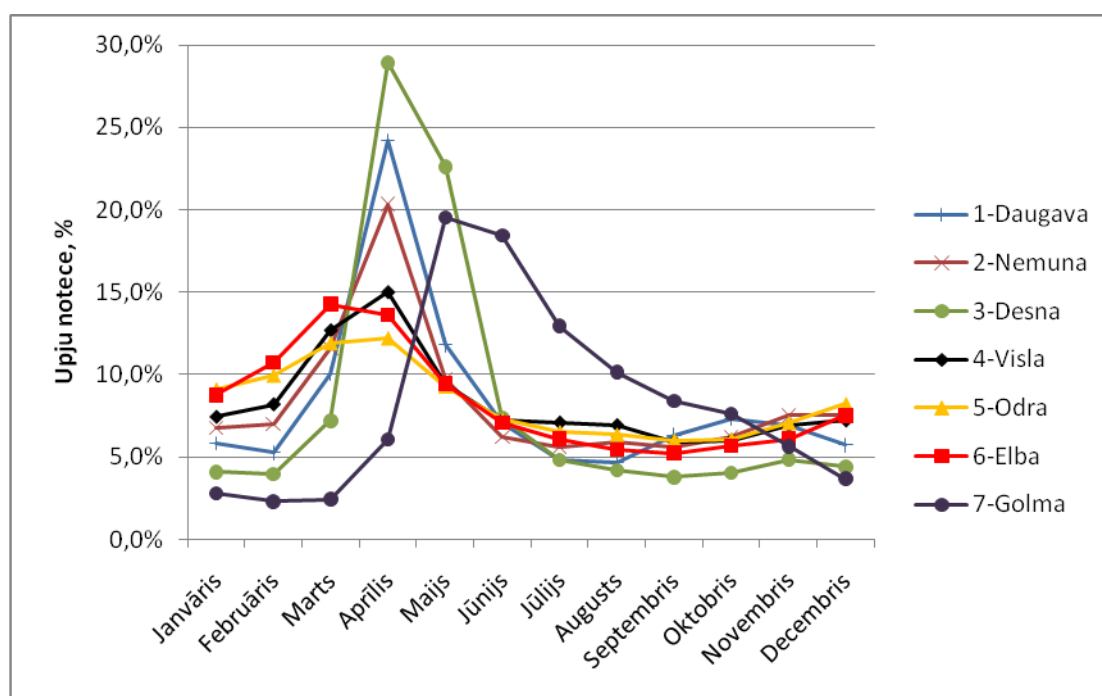
Veidojot grafikus un tabulas ir izmantota datorprogramma Microsoft Excel.

## 5. PĒTĪJUMA REZULTĀTI UN ANALĪZE

### 5.1. Pētāmo upju ilgtermiņa un sezonālais raksturojums

#### 5.1.1. Eiropa

Pētāmās Eiropas upes, kas atrodas Ausrumeiropas hidroloģiskajā rajonā ir Daugava, Nemuna, Desna. Upēm, kas atrodas šajā rajonā gada maksimālā notece veidojas aprīlī (skatīt 5.1. attēlu, 5. pielikums), kas sakrīt ar V.Žuka u.c. (Жук и.др., 1983) pētījumu par Eiropas upju gada noteču sadalījumu (3. pielikums).



5.1.attēls. Eiropas upju gada noteces sadalījums (%) (izstrādājis autors, izmantojot LVĢMC 2010 un GRDD, 1998)

Lielākā notece no visām upēm ir novērojama Desnai 29 %, Daugavai 24 %, Nemunai 20 %. Desnai arī maijā ir novērojama liela notece – 23 %. Pārējām upēm, šajā mēnesī, notece ir strauji samazinājusies, gandrīz uz pusi, tas ir noticis, jo sniega kušanas ūdeņi, kas veidoja maksimālo noteci ir beigušies. Par mazūdens perioda sākšanos var uzskatīt jūniju, kas ilgst līdz septembrim, ieskaitot, (Daugavai) un oktobrim, ieskaitot, pārējām upēm.

Viduseiropas hidroloģiskajā rajonā atrodas Visla, tās novērojumu stacija, kas izmantota šajā pētījumā, ir uz robežas starp šo rajonu un Austrumeiropas. Tāpēc tai nav tik izteikta notece aprīlī – 15 %, bet nav novērojama maksimālā notece martā, kas raksturīgs šim hidroloģiskajam rajonam. Ūdensguvē palielinās lietus ūdeņu daudzums, kas nosaka ne tik

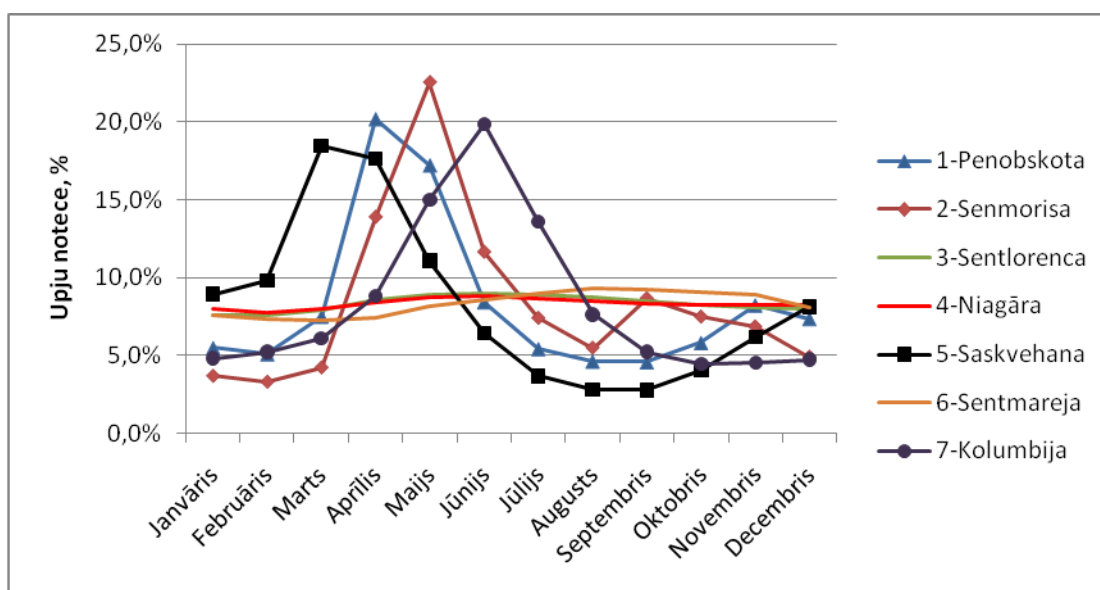
izteikto pavasara daudzūdens periodu. Notece pakāpeniski samazinās, līdz sasniedz mazūdens periodu, kas ilgst no augusta līdz oktobrim, kad notece sasniedz 6 – 7 % lielumu.

Rietumeiropas hidroloģiskajā rajonā atrodas Elba un Odra. Abām upēm daudzūdens periods ilgst no decembra līdz maijam, bet ūdenīgākie mēneši abām ir marts un aprīlis, attiecīgi, kur notece sastāda 12 - 14 % no gada kopējās noteces. Visizteiktākais mazūdens periods vērojams no augusta līdz oktobrim, sasniedzot aptuveni 5 – 6 % no gada kopējās noteces.

Ziemeļeiropas hidroloģiskajam rajonam atbilst Glomma, kurai lielākā notece veidojas maijā - 19,5 % un gandrīz, tik pat liela jūnijā (18,5 %). Salīdzinot ar Austrumeiropas un Viduseiropas upēm daudzūdens periods iestājas daudz vēlāk, kas arī veidojas ūdensguves sniega kušanas ūdeņu noplūdes rezultātā. Izteikts mazūdens periods novērojams no novembra līdz aprīlim, kad notece sastāda nedaudz vairāk par 2 %.

### 5.1.2. Ziemeļamerika

Ziemeļamerikas pētāmās upes (skatīt 5.2. attēlu), kas atrodas Vidus hidroloģiskajā rajonā (4. pielikums), netālu no robežas ar Dienvidkanādas hidroloģisko rajonu, atrodas Saskvehana. Šajā rajonā lielākā gada notece veidojas martā un aprīlī, aptuveni 18 % (6. pielikums). Ziemas periodā ir novērojama samērā paaugstināta notece, bet izteikts mazūdens periods novērojams no jūlija līdz oktobrim, aptuveni 3 – 4 % no kopējās gada noteces.



5.2.attēls. Ziemeļamerikas upju gada noteces sadalījums (%) (izstrādājis autors, izmantojot, GRDD, 1998)

Austrumkanādas hidroloģiskajā rajonā atrodas Senmorisa. Lielākā gada notece veidojas maijā – 22,5 % un aprīlī - 14 %. Līdzīgi kā Austrumeiropas hidroloģiskajā rajonā esošām upēm arī šai upei ir novērojams vasaras mazūdens periods, kas iestājas augustā, sasniedzot 5,5 %, kam seko noteces palielināšanās lietūs nokrišņu rezultātā un mazūdens periods no decembra līdz martam sastādot 3 – 5 % no gada kopējās noteces.

Dienvidkanādas hidroloģiskajā rajonā atrodas Sentlorenca, Niagāra, Sentmareja, Kolumbija un Penobskota. Penobskotai lielākā notece veidojas aprīlī sastādot apmēram 20,2 % un maijā – 17,2 % no gada noteces. Kolumbijai lielākā notece ir novērojama jūnijā – 19,9 %, kā arī maijā un jūlijā, attiecīgi – 15 % un 13,6 %. Šajā hidroloģiskajā rajonā novērojama viena iezīme – austrumos esošai Penobskotai daudzūdens periods iestājas aprīlī, bet rietumos Kolumbijai, tas sākas maijā un turpinās līdz jūlijam. Kolumbijai mazūdens periods novērojams no septembra līdz februārim, sasniedzot aptuveni 5 % atzīmi, kas saistīts ar Kordiljeru kalnu sistēmu, kas aiztur no dienvidiem ieplūstošas mitrās gaisa masas.

## 5.2. Eiropas un Ziemeļamerikas upju daudzūdens un mazūdens gadu raksturojums

Daugavai, Nemunai un Desnai (skatīt 5.1. tabulu) lielākā daļa daudzūdens gadu novērojama līdz 20. gadsimta 30to gadu sākumam. Pārējām upēm šie gadi novērojami sākot ar 50tajiem gadiem.

Glommaī, gandrīz visi, Elbai, Odrai, Vislai un Desnai, aptuveni puse, mazūdens gadu novērojami līdz 20. gadsimta vidum. Daugavai, gandrīz visi, un Nemunai, aptuveni puse, mazūdens gadu novērojami no 60tajiem līdz 80tajiem gadiem.

Izteiktākie Eiropas upju daudzūdens gadi 1926., 1931., 1933., 1941. Savukārt kā mazūdens gads minams 1921. gads.

5.1. tabula

**Eiropas upju daudzūdens un mazūdens gadi** (sastādījis autors, izmantojot LVĢMC 2010 un GRDD 1998)

Dauzūdens gadi	Q (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>i</sub>	Mazūdens gadi	Q (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>i</sub>
Daugava					
1902	754	1,64	1940	340	0,74
1962	721	1,57	1974	340	0,74
1928	685	1,49	1963	330	0,72
1903	682	1,49	1973	298	0,65
1927	673	1,47	1984	292	0,64
1908	637	1,39	1972	290	0,63
1933	637	1,39	1969	287	0,63
1905	631	1,37	1976	281	0,61
1953	630	1,37	1964	276	0,60
1958	624	1,36	1939	275	0,60
Nemuna					
1916	801,42	1,49	1973	416,83	0,78
1958	780,67	1,45	1959	414,33	0,77
1903	740,75	1,38	1911	411,00	0,76
1931	730,17	1,36	1938	408,67	0,76
1932	698,33	1,30	1964	403,25	0,75
1933	664,42	1,24	1972	400,50	0,75
1926	663,17	1,23	1921	395,58	0,74
1980	659,42	1,23	1976	367,92	0,68
1924	651,50	1,21	1969	358,00	0,67
1950	645,00	1,20	1942	303,00	0,56
Odra					
1941	889,6	1,66	1950	401,5	0,75
1939	865,4	1,61	1973	398,3	0,74
1926	861,9	1,61	1929	396,3	0,74
1977	839,1	1,57	1935	384,8	0,72
1940	810,6	1,51	1984	375,0	0,70
1981	796,8	1,49	1959	348,3	0,65

1927	794,0	1,48	1954	307,4	0,57
1980	766,8	1,43	1943	297,9	0,56
1967	692,1	1,29	1933	292,2	0,54
1931	678,8	1,27	1934	285,0	0,53
Desna					
1970	594,6	1,81	1904	219,0	0,67
1933	574,1	1,75	1954	216,6	0,66
1917	556,4	1,70	1950	209,3	0,64
1931	552,7	1,69	1972	206,4	0,63
1942	507,2	1,55	1943	205,2	0,63
1932	507,0	1,55	1939	195,8	0,60
1908	498,2	1,52	1975	189,7	0,58
1915	456,7	1,39	1976	183,3	0,56
1982	439,9	1,34	1925	177,4	0,54
1953	436,7	1,33	1921	149,9	0,46
Visla					
1980	1780,0	1,69	1963	773,8	0,73
1916	1540,6	1,46	1961	769,1	0,73
1941	1528,3	1,45	1947	752,3	0,71
1974	1511,7	1,43	1969	744,2	0,70
1981	1511,7	1,43	1911	740,6	0,70
1919	1466,9	1,39	1959	736,7	0,70
1970	1460,6	1,38	1921	648,9	0,61
1979	1446,3	1,37	1954	645,6	0,61
1967	1435,7	1,36	1904	616,6	0,58
1926	1370,1	1,30	1943	599,8	0,57
Glomma					
1927	978,8	1,46	1933	531,0	0,79
1950	899,8	1,34	1919	529,9	0,79
1967	889,2	1,32	1914	528,0	0,78
1924	886,7	1,32	1911	527,8	0,78
1934	873,9	1,30	1969	523,7	0,78
1951	845,8	1,26	1904	515,2	0,77
1944	843,3	1,25	1921	501,8	0,75
1957	813,9	1,21	1976	499,6	0,74
1938	810,3	1,20	1941	480,6	0,71
1953	798,3	1,19	1947	479,3	0,71
Elba					
1941	699,2	2,30	1964	199,5	0,66
1926	538,6	1,77	1921	189,7	0,62
1965	497,3	1,64	1972	188,6	0,62
1981	489,0	1,61	1950	187,2	0,62
1940	478,0	1,57	1963	179,4	0,59
1915	474,4	1,56	1918	178,1	0,59
1939	474,0	1,56	1933	173,1	0,57
1980	458,7	1,51	1973	165,0	0,54
1900	455,0	1,50	1943	155,9	0,51
1910	452,6	1,49	1934	151,5	0,50

Sentlorensai, Niagārai (skatīt 5.2. tabulu) gandrīz visi, daudzūdens gadi ir novērojami septiņdesmitajos un astoņdesmitajos gados, izņemot 1952. gadu, tāpat šie gadi pētāmajām upēm ir novērojami vienādā laikā, ar dažu gadu izņēmumiem. Kolumbijai, apmēram, puse no daudzūdens gadiem ir novērojama pēc piecdesmitajiem gadiem. Sentmarejai šī situācija ir līdzīga, tomēr šai upei, tikai divi gadi nav novērojami šajā periodā, bet gan ātrāk. Penobskotai un Saskvehanai, tāpat kā Kolumbijai, aptuveni puse no daudzūdens gadiem ir novērojama pēc piecdesmitajiem gadiem.

Ziemeļamerikas upēm, samērā maz, daudzūdens gadi ir novērojami 20.gadsimta sākumā, aptuveni, pirmajos 30gados. Visvairāk, tie ir Saskvehanai, nemaz – Niagārai un Sentlorensai.

Sentlorensai visi mazūdens gadi novērojami no 30to gadu sākuma līdz 60to gadu vidum. Niagārai šī situācija ir ļoti līdzīga, ar diviem izņēmumiem 20to gadu vidū. Saskvehanai, Sentmarejai gandrīz visi mazūdens gadi novērojami laika periodā no, apmēram, 20to gadu sākuma līdz 30to gadu sākumam. Penobskotai lielākā daļa mazūdens gadi novērojami sākot ar 40tajiem gadiem. Savukārt Senmorisai puse gadu ir 20.gs., pirmajos divdesmit gados un pārējie sākot no četrdesmito gadu vidus. Kolumbijai lielākā daļa mazūdens gadi novērojami līdz 30to gadu beigām.

Izteiktākie Ziemeļamerikas upju mazūdens gadi 1926., 1931., 1941. Savukārt kā daudzūdens minams 1972. gads.

## 5.2. tabula

**Ziemeļamerikas upju daudzūdens un mazūdens gadi** (sastādījis autors, izmantojot GRDD 1998)

Daudzūdens gadi	Q (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>i</sub>	Mazūdens gadi	Q (m <sup>3</sup> /s)	K <sub>i</sub>
Penobskota					
1973	541,3	1,60	1956	265,5	0,78
1954	522,4	1,54	1949	258,0	0,76
1976	487,6	1,44	1944	254,0	0,75
1983	470,2	1,39	1957	249,8	0,74
1979	460,2	1,36	1964	246,6	0,73
1917	449,8	1,33	1924	243,7	0,72
1907	431,1	1,27	1965	238,2	0,70
1981	427,8	1,26	1941	223,7	0,66
1936	426,5	1,26	1911	206,3	0,61
1912	416,4	1,23	1905	204,0	0,60
Senmorisa					
1924	1423,5	1,88	1915	576,8	0,76
1938	1374,2	1,82	1980	575,9	0,76
1934	1197,0	1,58	1944	553,2	0,73

1936	1186,4	1,57	1905	552,9	0,73
1937	1186,4	1,57	1962	551,0	0,73
1933	1000,8	1,32	1982	548,7	0,73
1947	991,6	1,31	1911	536,3	0,71
1974	975,8	1,29	1906	504,8	0,67
1923	973,8	1,29	1948	468,2	0,62
1902	972,7	1,29	1914	462,0	0,61
Sentlorensa					
1973	8726,7	1,27	1941	5939,2	0,86
1974	8481,7	1,23	1931	5936,6	0,86
1976	8404,2	1,22	1962	5875,3	0,85
1975	8032,5	1,17	1963	5816,3	0,85
1980	7844,3	1,14	1933	5757,3	0,84
1952	7843,3	1,14	1964	5620,4	0,82
1978	7766,7	1,13	1965	5531,3	0,80
1979	7733,3	1,12	1936	5521,3	0,80
1983	7651,2	1,11	1934	5221,7	0,76
1982	7641,1	1,11	1935	5219,4	0,76
Niagāra					
1973	7010,0	1,20	1931	5052,5	0,87
1974	6889,8	1,18	1933	4876,7	0,84
1975	6756,7	1,16	1965	4850,0	0,83
1976	6718,3	1,15	1925	4847,5	0,83
1980	6570,0	1,13	1926	4844,2	0,83
1972	6478,3	1,11	1963	4819,2	0,83
1952	6475,8	1,11	1936	4646,7	0,80
1983	6470,8	1,11	1964	4563,3	0,78
1984	6431,7	1,10	1935	4498,3	0,77
1979	6296,7	1,08	1934	4402,5	0,76
Saskvehana					
1972	1665,3	1,72	1934	730,7	0,75
1945	1334,6	1,38	1923	715,3	0,74
1927	1326,3	1,37	1966	702,9	0,72
1975	1310,6	1,35	1980	689,6	0,71
1950	1297,4	1,34	1969	646,6	0,67
1977	1263,1	1,30	1963	636,5	0,66
1902	1238,8	1,28	1930	629,8	0,65
1979	1235,9	1,27	1931	608,3	0,63
1901	1224,6	1,26	1941	587,3	0,61
1903	1214,0	1,25	1965	534,6	0,55
Sentmareja					
1951	3085,0	1,44	1963	1682,5	0,79
1971	2898,3	1,36	1933	1630,0	0,76
1972	2800,8	1,31	1919	1618,3	0,76
1950	2749,2	1,29	1911	1581,7	0,74
1965	2710,4	1,27	1921	1549,2	0,72
1943	2695,0	1,26	1923	1524,2	0,71
1953	2655,9	1,24	1926	1513,3	0,71
1916	2645,1	1,24	1924	1509,2	0,71

1952	2620,8	1,23	1931	1434,2	0,67
1968	2580,0	1,21	1922	1318,3	0,62
Kolumbija					
1956	6 776,3	1,24	1915	3 986,6	0,73
1916	6 761,4	1,24	1924	3 880,7	0,71
1974	6 735,8	1,23	1973	3 847,5	0,71
1972	6 543,3	1,20	1937	3 834,3	0,70
1982	6 541,3	1,20	1930	3 729,9	0,68
1948	6 456,6	1,18	1929	3 666,5	0,67
1971	6 454,2	1,18	1926	3 527,5	0,65
1904	6 432,3	1,18	1931	3 441,3	0,63
1921	6 429,8	1,18	1944	3 359,1	0,62
1950	6 403,7	1,17	1977	3 278,3	0,60

Eiropas upēm raksturīgs, ka 20. gadsimta 70sajos gados (1972.-1974., 1976) un 1950., novērojami mazūdens gadi, kas savukārt Ziemeļamerikas upēm, ieskaitot 1979., ir – daudzūdens.

Lielākā daļa 60to gadu Eiropas un Ziemeļamerikas upēm ir pieskaitāmi pie mazūdens gadiem. Pie tādiem var minēt 1963. un 1964., kā arī Ziemeļamerikai – 1965., gadu.

Pētāmajām upēm no izteiktiem mazūdens gadiem mināmi 1911., 1921., 1933., 1934.

1933., 1950. un 1980. gads ir novērojami visvairāk, tomēr tos nevar pieskaitīt, tikai kā daudzūdens vai mazūdens gadus, jo tie novērojami abos gadījumos. Izņēmums ir 1950. gads, kas Ziemeļamerikā ir novērojams tikai kā daudzūdens.

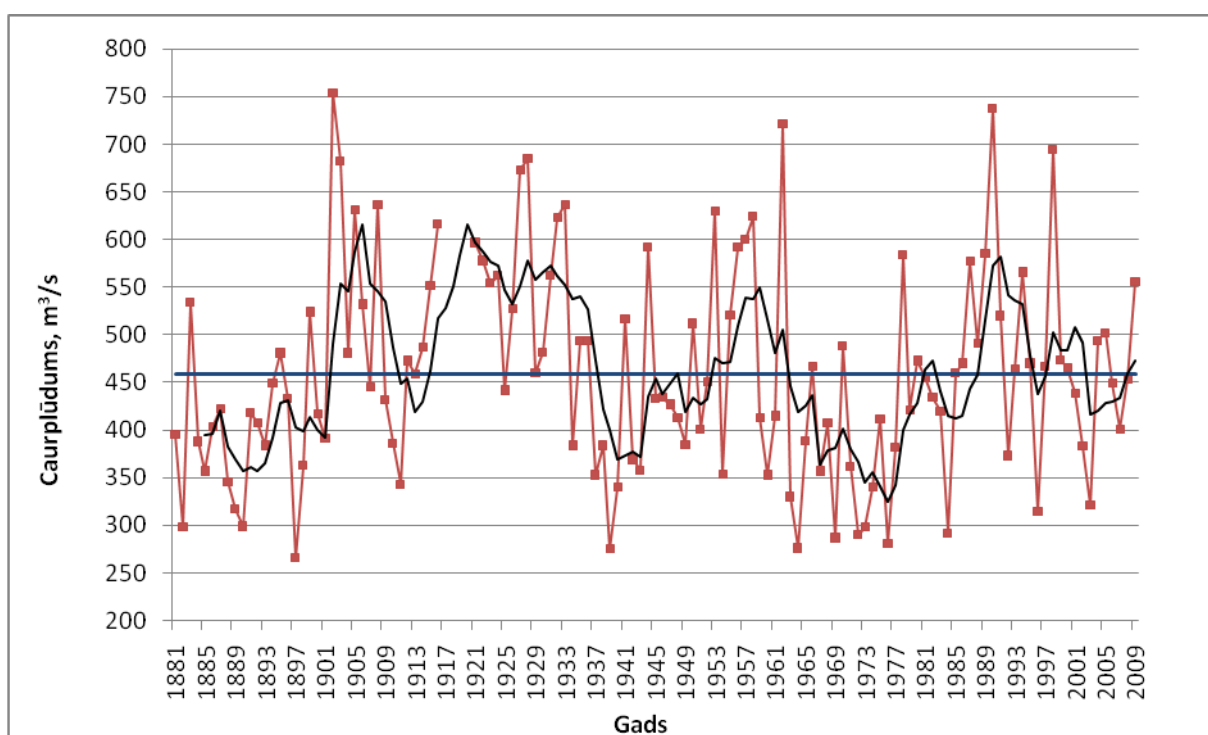
Upēm, kurām datu rindas sākas 19. gadsimtā ir novērojami vairāki izteikti daudzūdens, mazūdens gadi. No Eiropas upēm, piemēram, Daugavai viss sausākais gads, novērojumu vēsturē, bijis – 1897. Nemunai, liela daļa, daudzūdens gadu novērojami, tieši 19. gadsimtā, izteiktākie ir – 1867., 1829. un 1844. Tāpat ir vairāki mazūdens gadi pie tiem var minēt – 1842. un 1848. Elbai ir vairāki mazūdens gadi pie tādiem var minēt 1874. un 1873.

Ziemeļamerikas upēm, īpaši, Kolumbijai un Niagārai, kā arī Sentlorensai lielākā daļa daudzūdens gadi novērojami 19. gadsimtā. Kolumbijai 1894. Visūdenīgākais gads, 1887., 1880. Jāpiemin, ka gandrīz visi izteiktākie daudzūdens gadi novērojami pirms 20. gadsimta. Niagārai – 1862. Saskvehanai – 1891. Sentmarejai – 1876.

### 5.3. Pētāmo upju noteces daudzūdens un mazūdens periodi

#### 5.3.1. Eiropa

Veicot integrālās un piecu gadu vidēji slīdošās līknes analīzi, tika noskaidrots, ka Daugavai (skatīt 5.3. att.) ir novēroti trīs daudzūdens periodi (skatīt 5.3. tabulu). Īsākais ilgst 10 gadus, bet garākais 35 gadus. Kopējais gadu skaits visam periodam ir 61 gads. Vidējais integrālais koeficients ( $K_i$ ) visam periodam – 1,14. Vidējais caurplūdums ( $Q$ ,  $m^3/s$ ) visam periodam -  $1026,8 m^3/s$ . Mazūdens periodi ir četri. Īsākais ilgst 9 gadus, garākais 22 gadus. Jāpiebilst, to ka īsākais periods vēl joprojām turpinās. Kopējais gadu skaits visam periodam - 68 gadi. Vidējais  $K_i$  - 0,89. Vidējais  $Q$  –  $409,6 m^3/s$ .



5.3. attēls Daugavas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1881.-2009.gadam

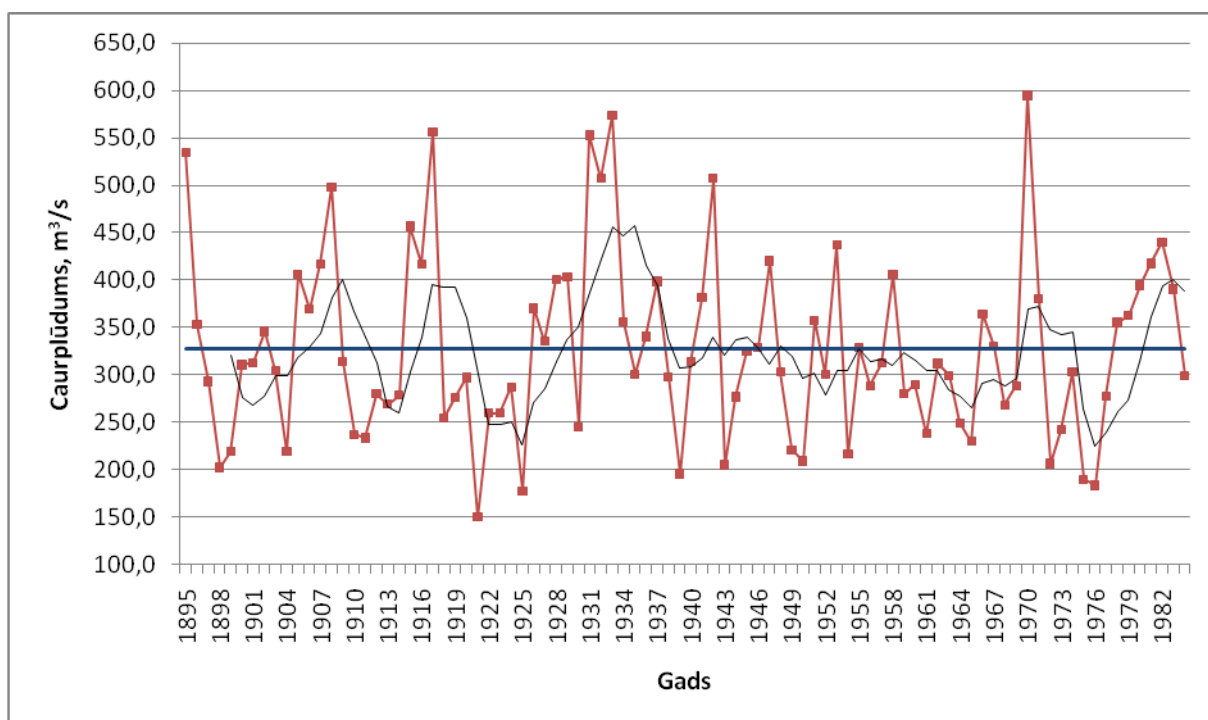
(izstrādājis autors, izmantojot LVĢMC datus) Ar zilo līniju parādīts ilggadīgi vidējais caurplūdums un ar melno līniju – 5 gadu vidējais slīdošais. Paskaidrojums attiecas arī uz 5.4. – 5.15. attēlu.

Eiropas upju daudzūdens un mazūdens periodi (sastādījis autors, izmantojot LVĢMC 2010 un GRDD 1998)

Mazūdens periods	Gadu skaits	$Q_{vid}$ , $m^3/s$	K	Dauzūdens periods	Gadu skaits	$Q_{vid}$ , $m^3/s$	K
Desna (1895 - 1984)							
1897.-1904.	8	275,9	0,84	1905.-1908.	4	422,6	1,29
1909.-1914.	6	268,7	0,82	1915.-1917.	3	476,7	1,45
1918.-1925.	8	245,2	0,75	1926.-1937.	12	398,7	1,22
1938.-1978.	41	305,2	0,93	1979.-1984.	6	383,9	1,17
<i>Kopējais</i>	<b>63</b>				<b>25</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>16</b>	<b>948,0</b>	<b>0,84</b>		<b>6</b>	<b>420,5</b>	<b>1,28</b>
Nemuna (1912 - 1989)							
1812.-1820.	9	502,6	0,94	1821.-1829.	9	583,3	1,09
1830.-1849.	20	501,7	0,93	1850.-1857.	8	604,9	1,13
1858.-1865.	8	462,6	0,86	1866.-1871.	6	603,5	1,12
1872.-1875.	4	483,9	0,90	1876.-1887.	12	581,0	1,08
1888.-1901.	14	525,8	0,98	1902.-1910.	9	585,7	1,09
1911.-1921.	11	521,0	0,97	1922.-1936.	15	606,0	1,13
1937.-1948.	12	482,1	0,90	1949.-1962.	14	561,1	1,04
1963.-1977.	15	452,1	0,84	1978.-1983.	6	595,5	1,11
<i>Kopējais</i>	<b>93</b>				<b>79</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>12</b>	<b>491,5</b>	<b>0,92</b>		<b>10</b>	<b>590,1</b>	<b>1,10</b>
Daugava (1881 - 2009)							
1881.-1901.	21	394,9	0,86	1902.-1936.	35	1469,0	1,17
1937.-1952.	16	415,3	0,90	1953.-1962.	10	522,3	1,14
1963.-1984.	22	383,9	0,84	1964.-2000.	16	508,1	1,11
2001.-2009.	9	444,3	0,97				
<i>Kopējais</i>	<b>68</b>				<b>61</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>17</b>	<b>409,6</b>	<b>0,89</b>		<b>20</b>	<b>833,1</b>	<b>1,14</b>
Odra (1901 - 1986)							
1904.-1914.	11	490,9	0,92	1915.-1931.	17	589,9	1,10
1932.-1937.	6	380,9	0,71	1938.-1942.	5	767,0	1,43
1943.-1964.	22	460,7	0,86	1965.-1982.	18	607,6	1,13
<i>Kopējais</i>	<b>39</b>				<b>40</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>39</b>	<b>444,2</b>	<b>0,83</b>		<b>13</b>	<b>654,8</b>	<b>1,22</b>
Visla (1901 - 1986)							
1904.-1912.	9	888,5	0,84	1913.-1920.	8	1232,7	1,17
1921.-1964.	44	987,6	0,94	1965.-1985.	21	1199,6	1,14
<i>Kopējais</i>	<b>53</b>				<b>29</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>27</b>	<b>938,0</b>	<b>0,89</b>		<b>15</b>	<b>1216,1</b>	<b>1,15</b>
Elba (1851 -1984)							
1856.-1894.	39	274,1	0,90	1895.-1901.	7	355,1	1,17
1902.-1908.	7	268,0	0,90	1909.-1927.	19	336,3	1,10
1928.-1936.	9	245,8	0,81	1937.-1946.	10	380,4	1,30
1947.-1954.	8	237,2	0,80	1955.-1958.	4	361,4	1,20
1959.-1964.	6	238,7	0,79	1965.-1970.	6	384,5	1,27
1971.-1976.	6	251,5	0,83	1977.-1982.	6	398,2	1,31

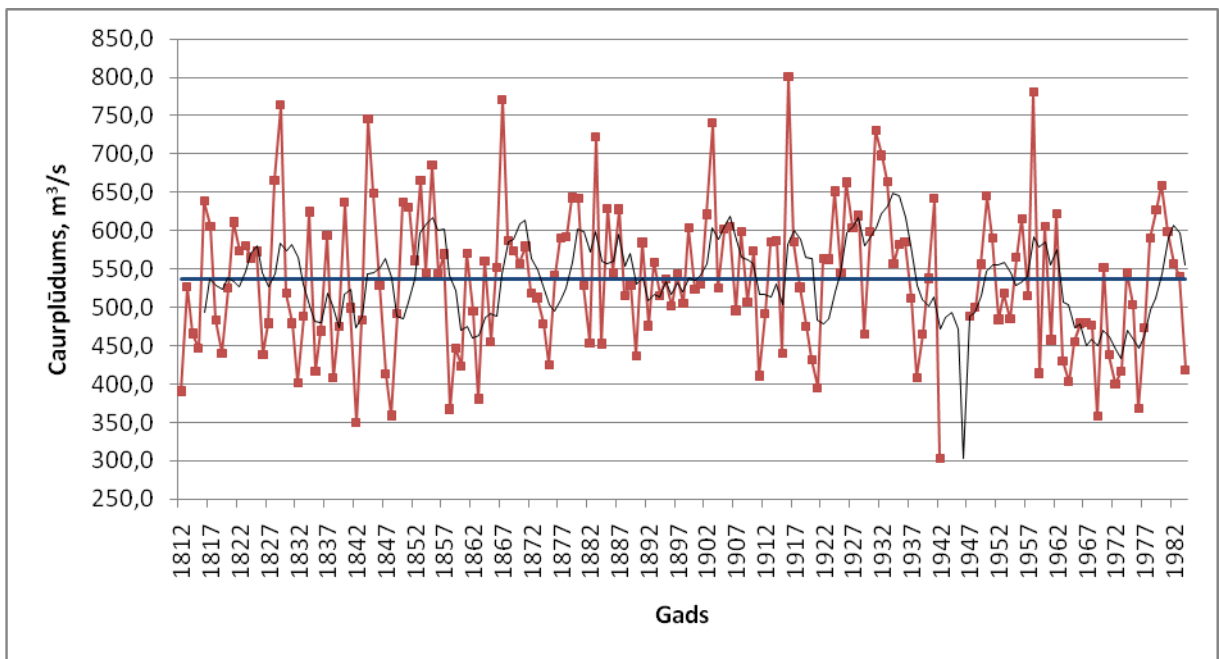
<i>Kopējais</i>	<b>75</b>				<b>52</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>13</b>	<b>252,6</b>	<b>0,84</b>		<b>9</b>	<b>369,3</b>	<b>1,23</b>
Glomma (1902 - 1984)							
1904.-1922.	19	625,7	0,93	1923.-1939.	17	719,4	1,10
1940.-1947.	8	629,4	0,94	1948.-1967.	20	724,5	1,08
1968.-1982.	15	604,3	0,90				
<i>kopējais</i>	<b>42</b>				<b>37</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>14</b>	<b>619,8</b>	<b>0,92</b>		<b>19</b>	<b>721,9</b>	<b>1,09</b>

Desnai (skatīt 5.4. att.) ir novērojami četri daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 3 gadus, bet garākais 12 gadus. Kopējais gadu skaits visam periodam – 25. Vidējais  $K_i$  visam periodam 1,28. Vidējais  $Q$  – 420,5  $m^3/s$ . Ir novērojami četri mazūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 41 gadu. Kopējais gadu skaits visam periodam – 63. Vidējais  $K_i$  – 0,84. Vidējais  $Q$  – 948,0  $m^3/s$ .



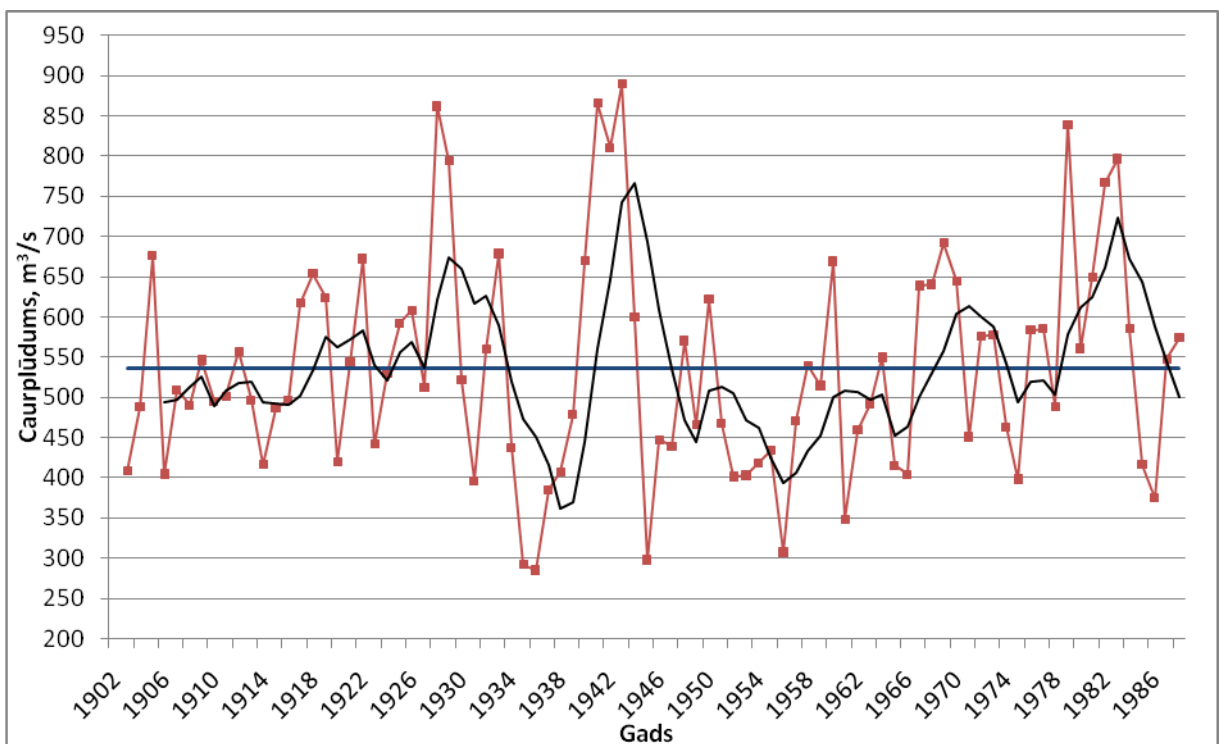
5.4. attēls. Desnas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1895.-1984. gadam

Nemunai (skatīt 5.5. att.) ir novērojami 8 daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 15 gadus. Kopējais gadu skaits visam periodam – 79. Vidējais  $K_i$  – 1,1. Vidējais  $Q$  – 590,1. Ir novēroti 8 mazūdens periodi. Īsākais ilgst 4 gadus, garākais 20 gadus. Kopējais gadu skaits visam periodam 93 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,92. Vidējais  $Q$  – 491,5  $m^3/s$ .



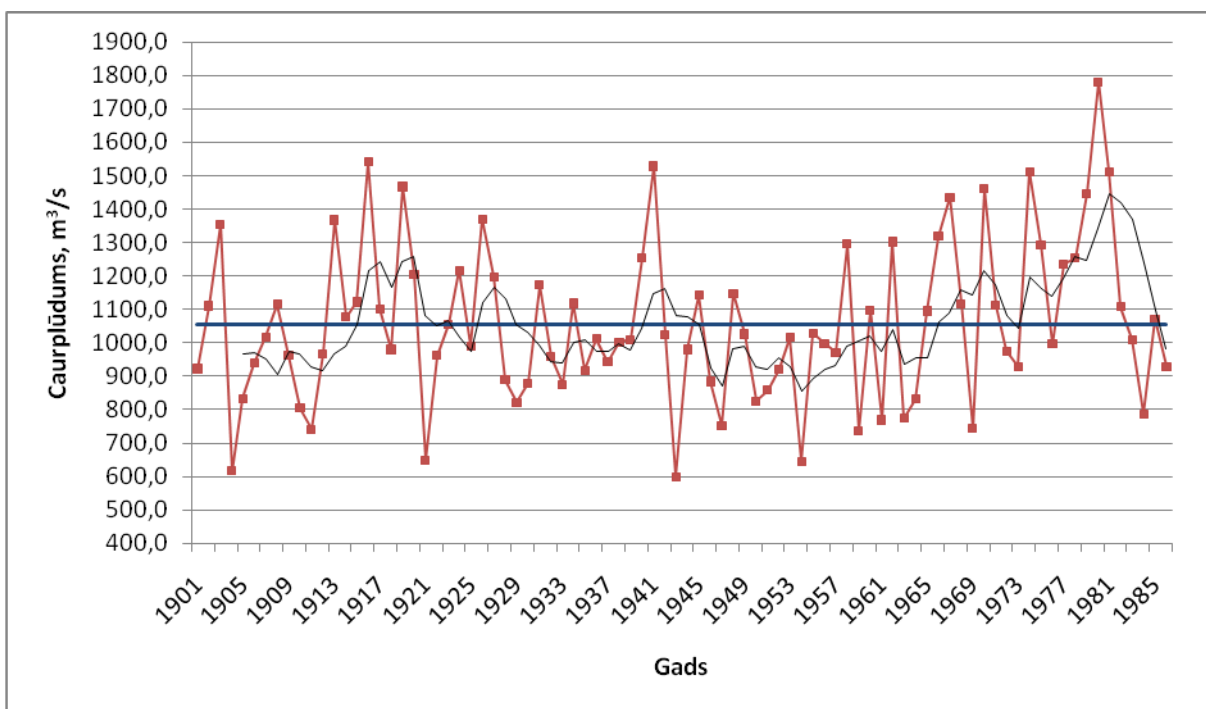
5.5. attēls. Nemunas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1812.-1984. gadam

Odrai (skatīt 5.6. att.) ir novērojami trīs daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 5 gadus, garākais 18 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 40 gadi. Vidējais  $K_i - 1,22$ . Vidējais  $Q - 654,8$ . Ir novērojami trīs mazūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 22 gadus. kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 39 gadi. Vidējais  $K_i - 0,83$ . Vidējais  $Q - 444,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .



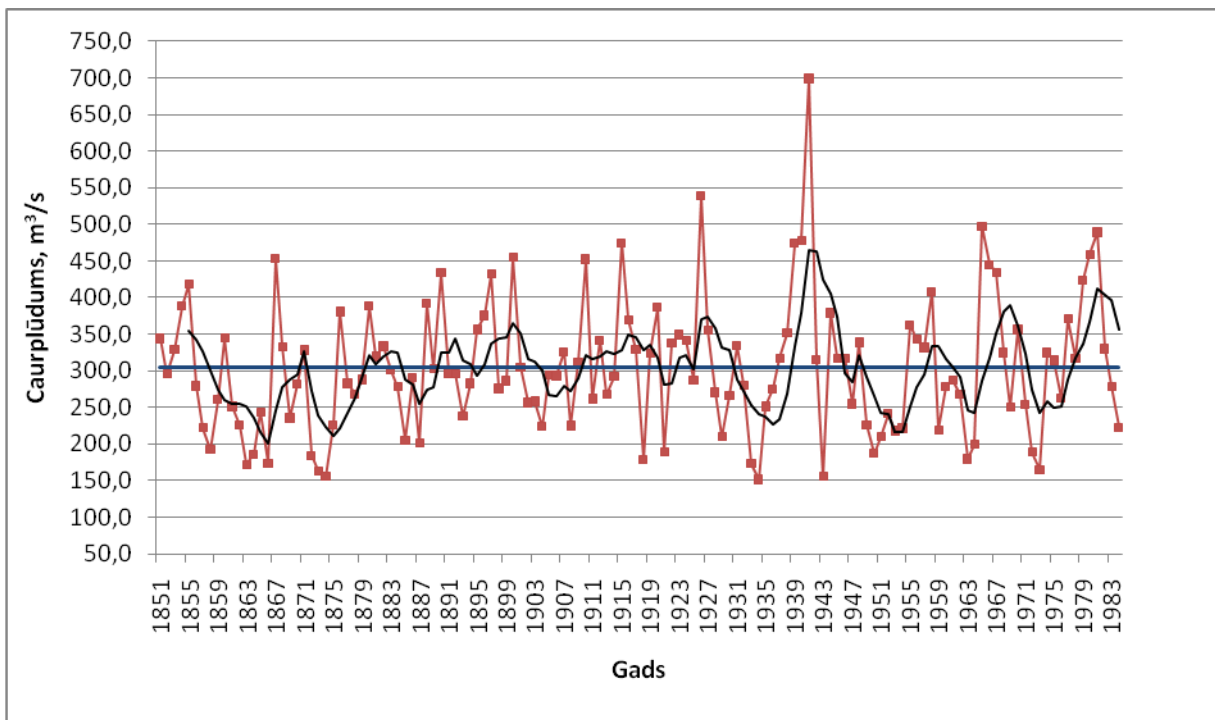
5.6. attēls. Odras gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1901.-1986. gadam

Vislai (skatīt 5.7.att.) ir novērojami divi daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 8 gadus, garākais 21 gadu. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 29 gadi. Vidējais  $K_i - 1,15$ . Vidējais  $Q - 1216,1 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ir novērojami divi mazūdens periodi. Īsākais ilgst 9 gadus, garākais 44 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 53 gadi. Vidējais  $K_i - 0,89$ . Vidējais  $Q - 938 \text{ m}^3/\text{s}$ .



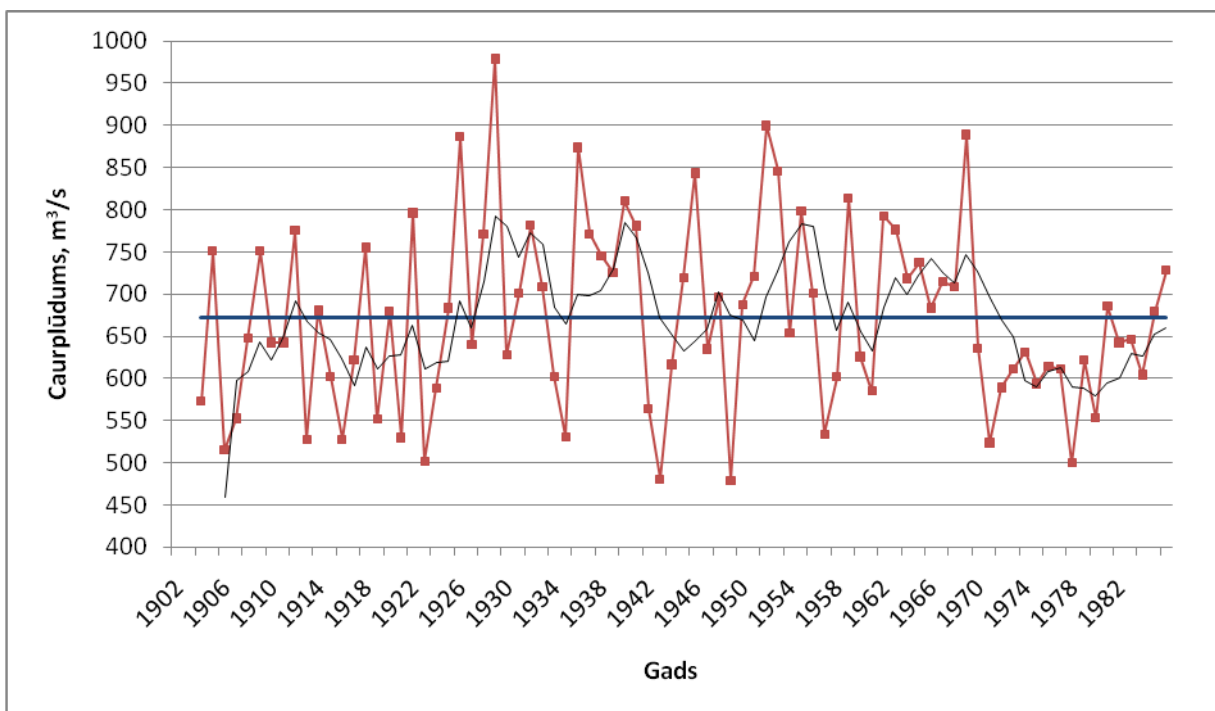
5.7. attēls. Vislas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1901.-1986. gadam

Elbai (skatīt 5.8. att.) ir novērojami seši daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 4 gadus, garākais 19 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 52 gadi. Vidējais  $K_i - 1,23$ . Vidējais  $Q - 369,3 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ir novērojami seši mazūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 39 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 75 gadi. Vidējais  $K_i - 0,84$ . Vidējais  $Q - 252,5 \text{ m}^3/\text{s}$ .



5.8. attēls. Elbas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1851.-1984. gadam

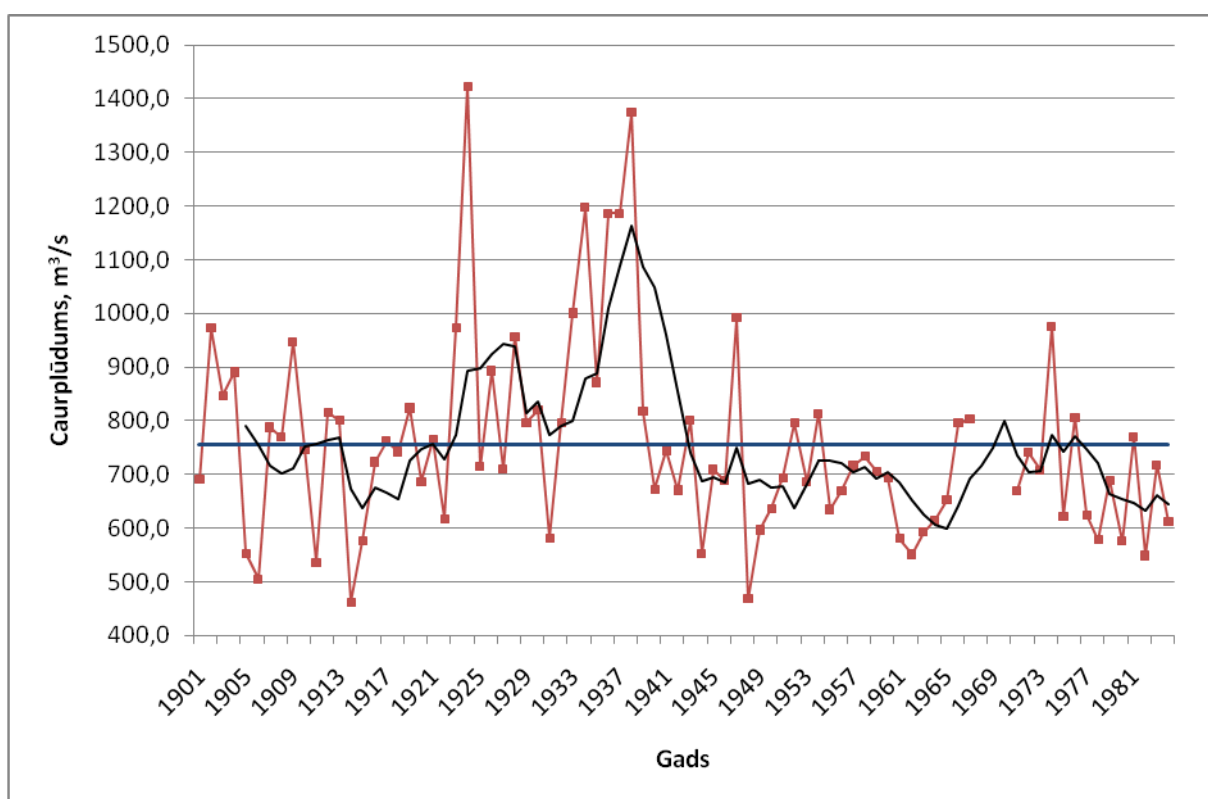
Glommai (skatīt 5.9. att.) ir novērojami divi daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 17 gadus, garākais 20 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 37 gadi. Vidējais  $K_i - 1,09$ . Vidējais  $Q - 721,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ir novēroti trīs mazūdens periodi. Īsākais ilgst 8 gadus, garākais 19 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 42 gadi. Vidējais  $K_i - 0,92$ . Vidējais  $Q - 619,8 \text{ m}^3/\text{s}$ .



5.9. attēls. Glommas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1902.-1984. gadam

### 5.3.2.Ziemeļamerika

Senmorisai (skatīt 5.10. att.) ir novērojams viens daudzūdens periods (skatīt 5.4. tabulu). Tas ilgst 17 gadus.  $K_i - 1,27$ .  $Q - 721,9 \text{ m}^3/\text{s}$ . Ir novērojami divi mazūdens periodi. Īsākais ilgst 18 gadus, garākais 45 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 63 gadi. Vidējais  $K_i - 0,92$ . Vidējais  $Q - 694,6 \text{ m}^3/\text{s}$ . Laika periodā no 1968. gada līdz 1970. gadam, nav pieejami caurplūdumu dati. Datu iztrūkums ir novērojams garākā mazūdens perioda laikā.

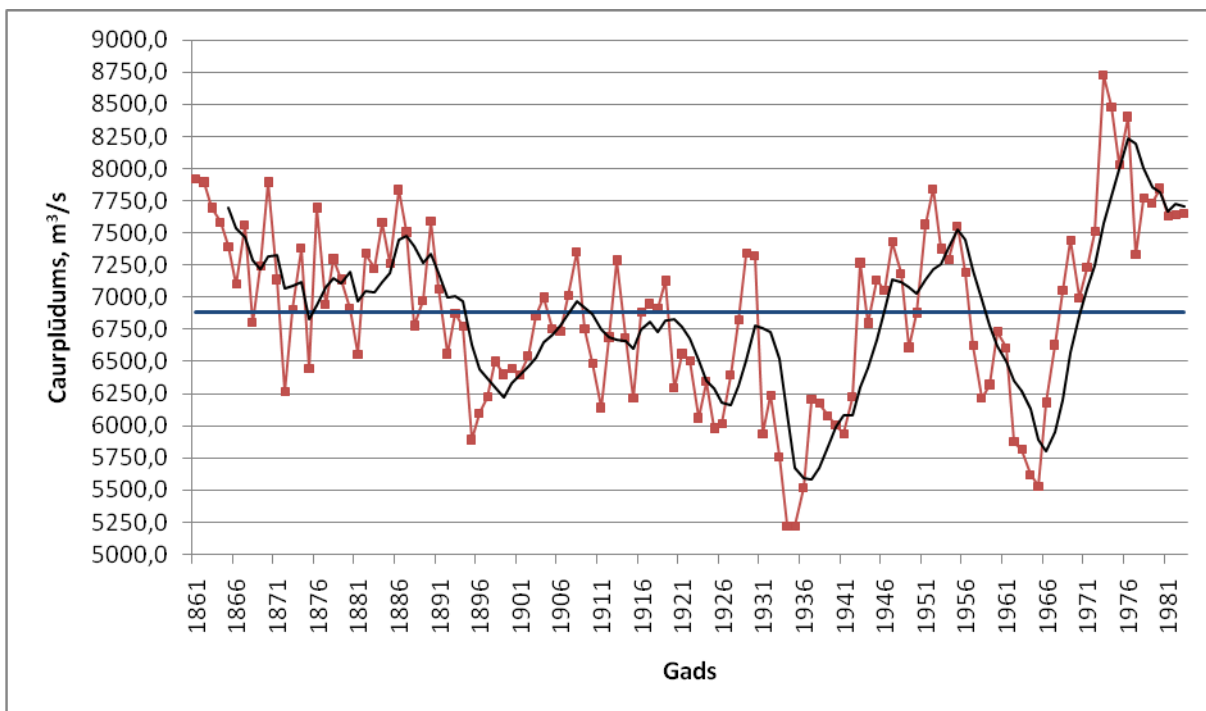


5.10. attēls. Senmorisai gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1901.-1984. gadam

## Ziemeļamerikas upju daudzūdens un mazūdens periodi (sastādījis autors, izmantojot GRDD 1998)

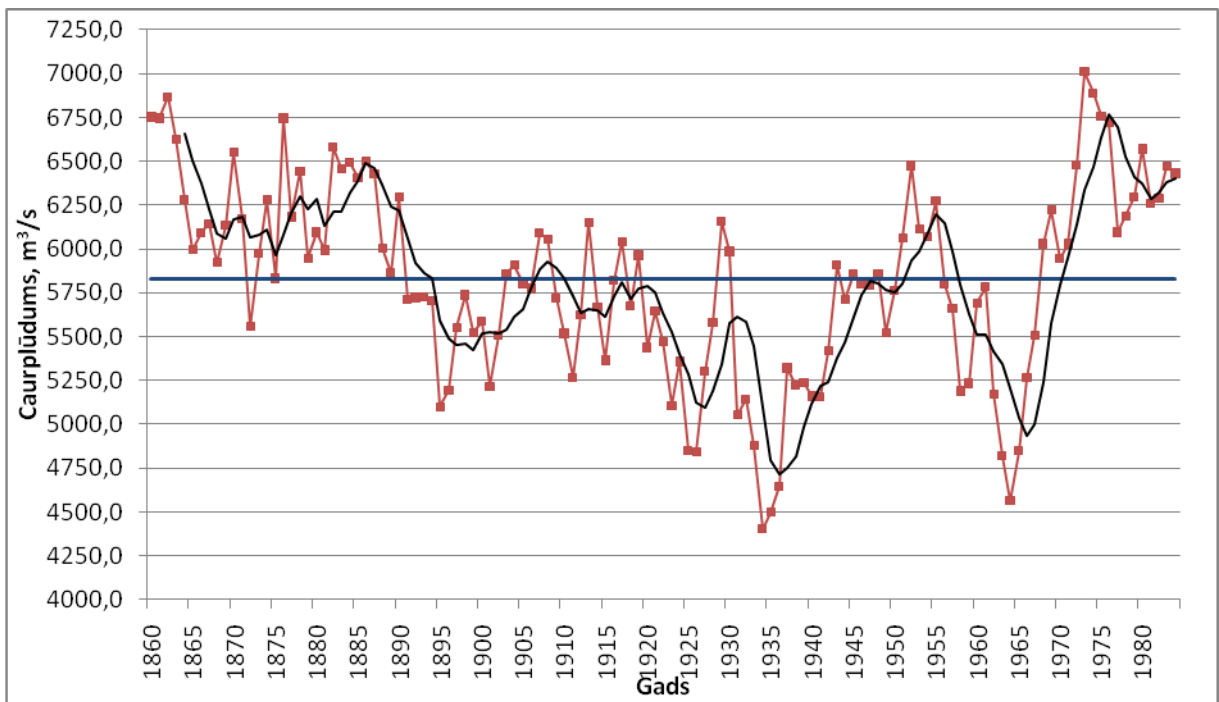
Mazūdens periods	Gadu skaits	Q <sub>vid</sub> m <sup>3</sup> /s	K	Daudzūdens periods	Gadu skaits	Q <sub>vid</sub> m <sup>3</sup> /s	K
Senmorisa (1901 - 1984)							
1905.-1922.	18	701,1	0,93	1923.-1939.	17	958,8	1,27
1940.-1984.	45	688,2	0,91				
<i>Kopējais</i>	<b>63</b>				<b>17</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>32</b>	<b>694,6</b>	<b>0,92</b>		<b>17</b>	<b>958,8</b>	<b>1,27</b>
Sentlorensa (1861 - 1983)							
				1861.-1891.	31	7255,1	1,05
1892.-1942.	51	6444,9	0,94	1943.-1956.	14	7226,6	1,05
1957.-1967.	11	6195,1	0,90	1968.-1983.	16	7717,0	1,12
<i>Kopējais</i>	<b>62</b>				<b>61</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>31</b>	<b>6320,0</b>	<b>0,92</b>		<b>15</b>	<b>7471,8</b>	<b>1,09</b>
Niagāra (1860 - 1984)							
				1860.-1890.	31	6270,1	1,08
1891.-1950.	60	5511,6	0,95	1951.-1955.	5	6199,7	1,06
1956.-1967.	12	5294,8	0,91	1968.-1984.	17	6393,0	1,10
<i>Kopējais</i>	<b>72</b>				<b>53</b>		
<i>Kopējais/vidējais</i>	<b>36</b>	<b>5403,2</b>	<b>0,93</b>		<b>11</b>	<b>6296,3</b>	<b>1,08</b>
Saskvehana (1891 -1983)							
				1891.-1908.	18	1061,1	1,09
1909.-1914.	6	911,5	0,94	1915.-1920.	6	1027,7	1,06
1921.-1944.	24	895,9	0,92	1945.-1952.	8	1075,3	1,11
1953.-1971.	19	854,5	0,88	1972.-1979.	8	1230,2	1,27
<i>Kopējais</i>	<b>49</b>				<b>40</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>16</b>	<b>887,3</b>	<b>0,91</b>		<b>7</b>	<b>1111,1</b>	<b>1,14</b>
Kolumbija (1879 - 1987)							
				1879.-1904.	26	6 250,5	1,15
1905.-1945.	41	4 981,1	0,91	1946.-1959.	14	5 785,9	1,06
1960.-1987	28	5 252,8	0,96				
<i>Kopējais</i>	<b>69</b>				<b>40</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>35</b>	<b>5 117,0</b>	<b>0,94</b>		<b>14</b>	<b>5 785,9</b>	<b>1,06</b>
Sentmareja (1860 - 1984)							
1863.-1869.	7	1976,3	0,92	1870.-1885.	16	2311,0	1,08
1886.-1942.	57	2005,0	0,94	1943.-1954.	12	2422,1	1,13
1955.-1963.	9	1916,9	0,90	1964.-1984.	21	2340,9	1,09
<i>Kopējais</i>	<b>73</b>				<b>49</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>24</b>	<b>1966,1</b>	<b>0,92</b>		<b>16</b>	<b>2358,0</b>	<b>1,10</b>
Penobskota (1902 - 1983)							
1903.-1916.	14	315,5	0,93	1917.-1920.	4	399,3	1,18
1921.-1952.	32	315,8	0,93	1953.-1963.	11	360,8	1,06
1964.-1968.	5	275,4	0,81	1969.-1983.	15	395,1	1,17
<i>Kopējais</i>	<b>51</b>				<b>30</b>		
<i>Vidējais</i>	<b>17</b>	<b>302,2</b>	<b>0,89</b>		<b>10</b>	<b>385,1</b>	<b>1,14</b>

Sentlorencai (skatīt 5.11. att.) ir novērojami trīs daudzūdens periodi. Īsākais periods ilgst 14 gadus, garākais 31 gadu. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 53 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,92. Vidējais  $Q$  – 6320,0 m<sup>3</sup>/s. Ir novērojami divi mazūdens periodi. Īsākais ilgst 11 gadus, garākais 60 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 62 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,92. Vidējais  $Q$  – 6320,0 m<sup>3</sup>/s.



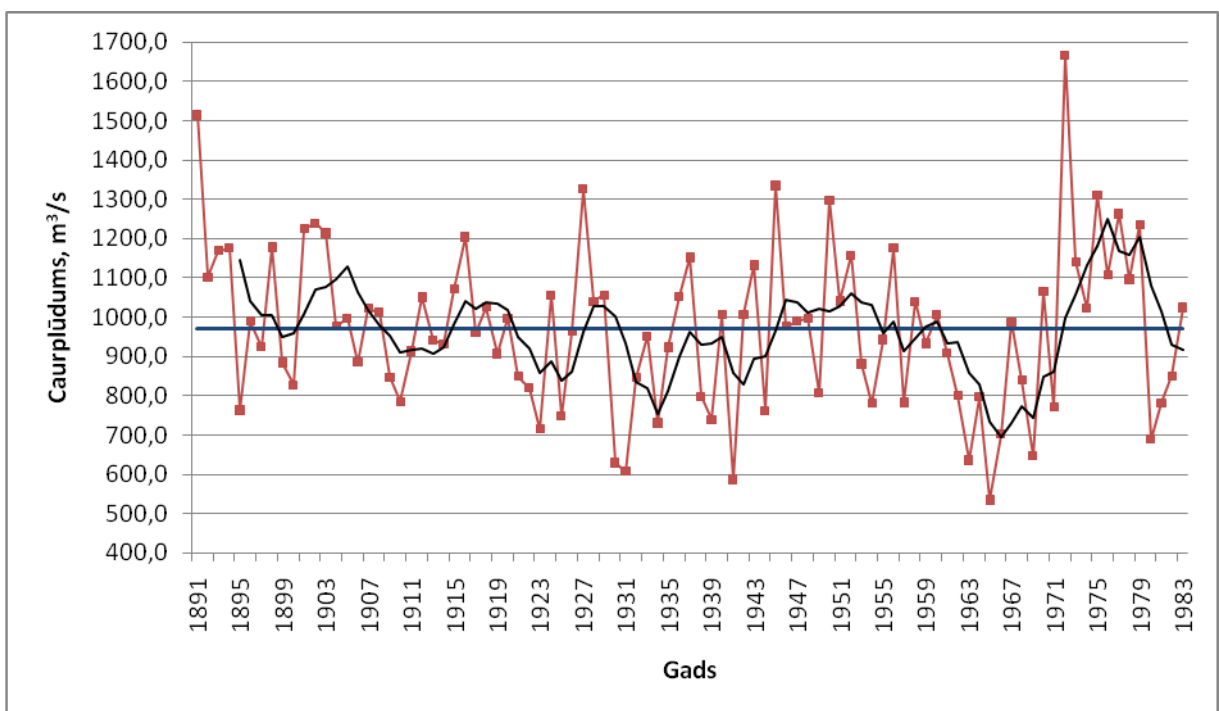
5.11. attēls. Sentlorensas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1861.-1983. gadam

Niagārai (skatīt 5.12. att.) ir novērojami trīs daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 5 gadus, garākais ilgst 31 gadu. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 53 gadi. Vidējais  $K_i$  – 1,08. Vidējais  $Q$  – 6296,3 m<sup>3</sup>/s. Ir novērojami divi mazūdens periodi. Īsākais ilgst 12 gadus, garākais 60 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 72 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,93. Vidējais  $Q$  – 5403,2 m<sup>3</sup>/s.



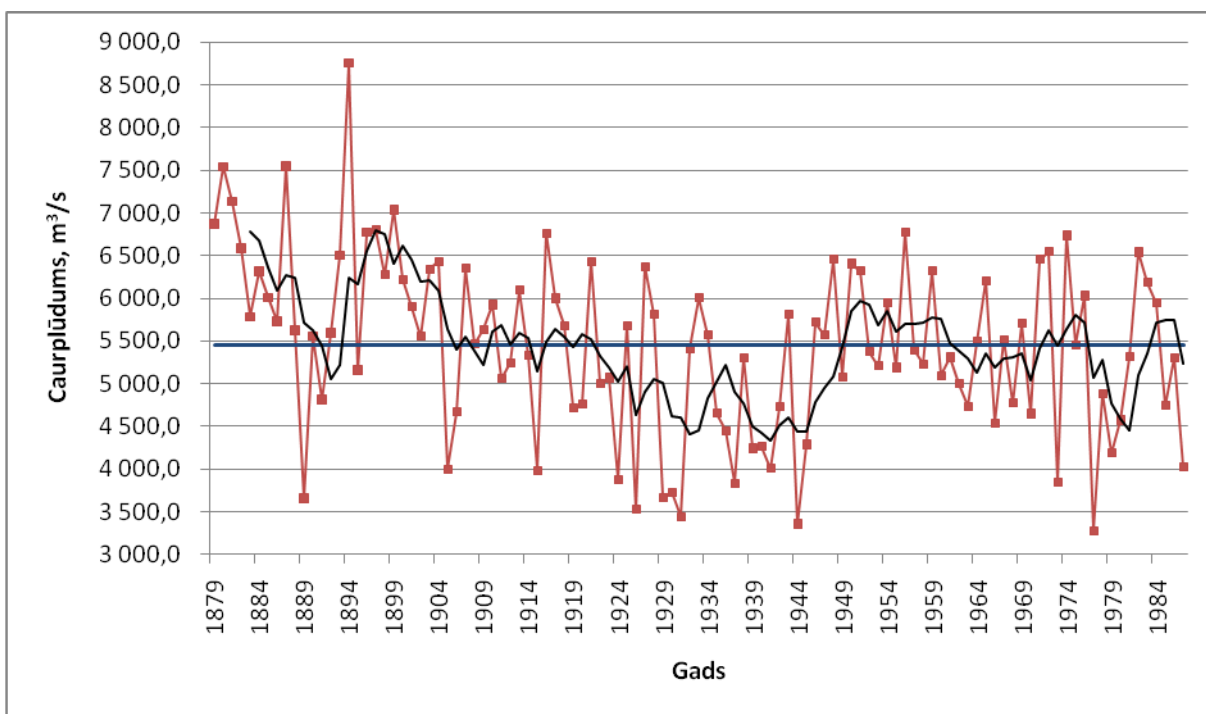
5.12. attēls. Niagaras gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1860.-1984. gadam

Saskvehanai (skatīt 5.13. att.) ir novērojami četri daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 18 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 40 gadi. Vidējais  $K_i$  – 1,14. Vidējais  $Q$  – 1111,1  $m^3/s$ . Ir novērojami trīs mazūdens periodi. Īsākais ilgst 6 gadus, garākais 24 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 49 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,91. Vidējais  $Q$  – 887,3  $m^3/s$ .



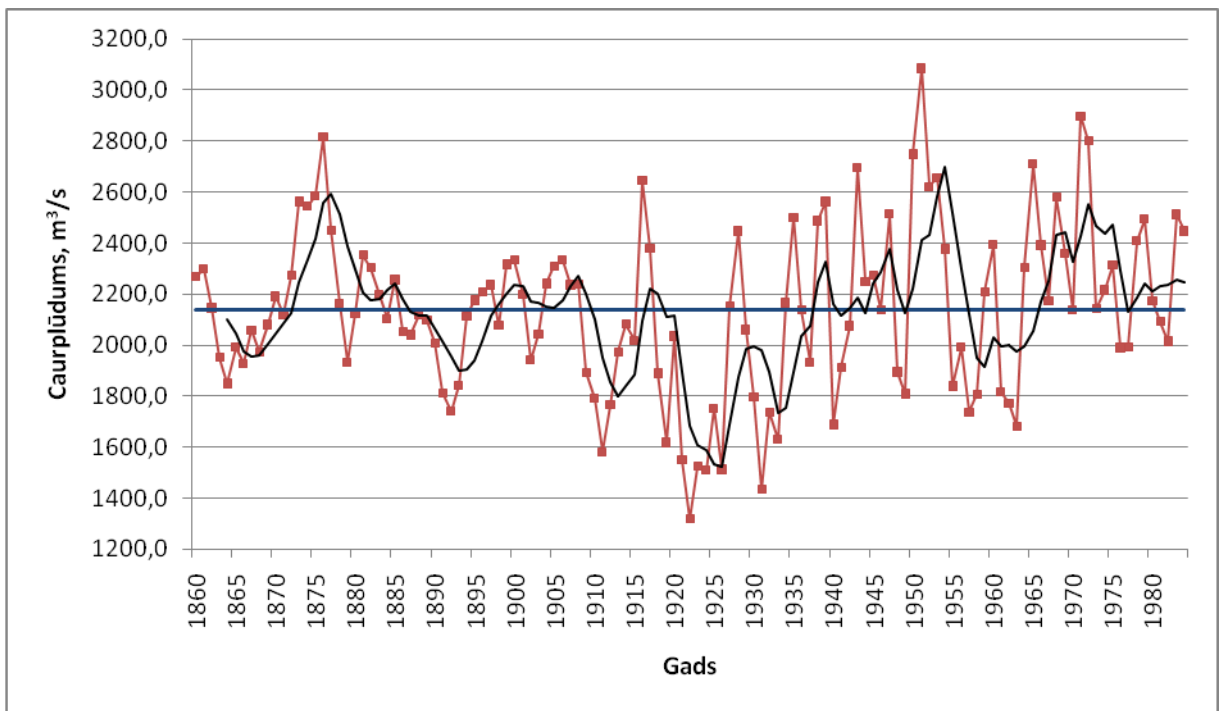
5.13. attēls. Saskvehanas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1891.-1983. gadam

Kolumbijai (skatīt 5.14. att.) ir novērojami divi daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 14 gadus, garākais 26 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 40 gadi. Vidējais  $K_i$  – 1,06. Vidējais  $Q$  – 5785,9  $m^3/s$ . Ir novērojami divi mazūdens periodi. Īsākais ilgst 28 gadus, garākais 41 gadu. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 69 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,94. Vidējais  $Q$  – 5117,0  $m^3/s$ .



5.14. attēls. Kolumbijas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1879.-1987. gadam

Sentmarejai (skatīt 5.15. att.) ir novērojami trīs daudzūdens periodi. Īsākais ilgst 12 gadus, garākais 21 gadu. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 49 gadi. Vidējais  $K_i$  – 1,10. Vidējais  $Q$  – 2358,0  $m^3/s$ . Ir novērojami trīs mazūdens periodi. Īsākais ilgst 7 gadus, garākais 57 gadus. Kopējais gadu skaits visiem periodiem, kopā ir 73 gadi. Vidējais  $K_i$  – 0,92. Vidējais  $Q$  – 1966,1  $m^3/s$ .



5.15. attēls. Sentmarejas gada vidējā caurplūduma izmaiņas no 1860.-1984. gadam

#### 5.4. Eiropas un Ziemeļamerikas upju salīdzinošs raksturojums

Eiropas un Ziemeļamerikas upēm gada sezonālajā notecē ir novērojamas vienādas tendences, tām ir raksturīgs pavasaru daudzūdens periods, ko veido sniega kušanas ūdeņi.

Eiropas upēm raksturīgs, ka 20.gs., no 30to gadu beigām līdz 50to gadu sākumam un no 60to sākuma līdz 70to gadu beigām raksturīgs mazūdens periods, kamēr Ziemeļamerikas upēm 70tajos gados novērojams daudzūdens periods.

Savukārt daudzūdens periods Eiropā raksturīgs no 20to gadu sākumam līdz 30to gadu beigām, turpretī Ziemeļamerikas upēm, aptuveni, no 1910tajiem gadiem līdz 40to gadu sākumam raksturīgs mazūdens periods.

Līdzīgas atšķirības novērojamas 1926., 1931., 1941 gadā, kas Eiropā ir daudzūdens, bet Ziemeļamerikā mazūdens gads.

Tomēr ir novērojamas arī sakritības, kā lielākā daļa 60to gadu abu kontinentu upēm ir pieskaitāmi pie mazūdens gadiem.

## SECINĀJUMI

Eiropas un Ziemeļamerikas upju gadu noteces procentuālais gada sadalījums pēc V. Žuka u.c., (Жук и.др., 1983) sastādītajiem lielumiem, iespējams, ir ņemti visa reģiona upju maksimālie (augstākie, zemākie) lielumi upju gada notecē. Piemēram, sastādot Eiropas gada noteces karti, ir izmantoti 169 hidrogrāfi. Tāpēc ir novērojamas, tika lielas atšķirības pētāmajām upēm, ar dotajiem hidrogrāfiem, kuriem maksimālā notece ir, aptuveni, par 10 % lielāka.

Analizējot 7 Eiropas upes var secināt, ka upēm, kuras atrodas Austrumeiropas hidroloģiskajā rajonā iezīmējas izteikts pavasara daudzūdens periods (aprīlī un maijā), vasaras un ziemas mazūdens periods, kā arī rudens uzplūdi. Tālāk uz dienvidrietumiem esošajās upēs nav, tik izteikts pavasara daudzūdens periods, kā arī, tas sākas ātrāk.

Pētījumā, tika izmantoti 7 Ziemeļamerikas upju dati, kurus analizējot, tika noskaidrots, ka rudens uzplūdi, kādi novērojami Austrumeiropas hidroloģiskajā rajonā ir Senmorisai, Penobskotai. Tāpat visām upēm, izņemot Niagāru, Sentlorencu un Sentmareju novērojams izteikts pavasara daudzūdens periods. Ziemeļamerikā kontinenta rietumos esošajās upēs, daudzūdens periods iestājas vēlāk, par austrumos esošajām upēm. Eiropā virzienā uz kontinenta iekšieni ir līdzīga situācija – daudzūdens periods turpinās mēnesi ilgāk (maijs, Desnai). Upes, kurām noteci, galvenokārt, sastāda kalnu sniegu un ledāju kušanas ūdeņi, maksimālo gada notecei sasniedz vēlāk maijā un jūnijā (Glomma, Senmorisa un Kolumbija).

Upēm, kuras atrodas netālu no divu hidroloģisko rajonu robežas ir novērojamas blakus esošā rajona hidroloģiskās īpašības gada notecē. Te var minēt Vislu, Odru, Elbu, Penobskotu.

Ziemeļamerikas upēm, kam datu rindas ir sākot ar 19. gs., liela daļa daudzūdens gadu novērojami pirms 20. gs. No Eiropas var pieskaitīt Nemunu. 20. gadsimtā izteiktākie mazūdens gadi Eiropas upēm novērojami 30 – 40tajos gados, kamēr Ziemeļamerikas upēm līdz 20. gadsimta 40to gadu sākumam.

Ziemeļamerikas upēm, var novērot daudzūdens periodu 19. gadsimta beigās, un tad 20. gs., sākumā ir raksturīga noteces samazināšanās, līdz 40to gadu vidum, kad atkal novērojama noteces palielināšanās.

Salīdzinot abu kontinentu upju raksturīgākos daudzūdens un mazūdens periodus, jāsecina, ka katrā kontinentā ir novērojama pretēja tendence, kad Eiropā ir daudzūdens periods Ziemeļamerikā – mazūdens un otrādi. Te arī var pieminēt 1926., 1931, un 1941. gadu, kas Eiropā bija daudzūdens, bet Ziemeļamerikā mazūdens.

Ziemeļamerikas upēm ir novērojami garāki daudzūdēns un mazūdēns periodi, salīdzinājumā ar Eiropas upēm un līdz ar to mazāks periodu skaits. Visām upēm, izņemot Odru, kopējais daudzūdēns gadu skaits ir lielāks par kopējo mazūdēns gadu skaitu.

Tika noskaidrots, kā statistiski nozīmīgus periodus, ikgadējā Eiropas upju notecē var izdalīt 6, 8, 9, 11, 15, 22 gadu daudzūdēns periodus un 4, 6, 8, 9, 10, 12, 17 gadu mazūdēns periodus. Savukārt, Ziemeļamerikas upēm var izdalīt 8, 14, 16, 17, 31 gadu mazūdēns periodus.

Abu kontinentu upes, tika izvēlētas, ar pēc iespējas vienādākiem hidroloģiskajiem rajoniem, tomēr analizējot ilgtermiņa caurplūduma datus noskaidrojās, ka abiem kontinentiem 20 gadsimta daudzūdēns, mazūdēns periodi un gadi pārsvarā ir novērojami atšķirīgos laika posmos.

Cilvēku antropogēnā darbība ir viens no, galvenajiem, upju noteci ietekmējošajiem faktoriem. To var novērot, Ziemeļamerikas lielo ezeru upēs (Niagārā, Sentmarejā, Sentlorenčā), kuru gada notecē nav izteikta pavasara daudzūdēns perioda un tā visa gada garumā ir gandrīz nemainīga. To notece, tiek regulēta ar dambju sistēmu, lai būtu kuģojamas.

Šo pētījumu nākotnē būtu nepieciešams padziļināti turpināt izpētīt, pielietojot sarežģītākas noteces analīzes metodes, piemēram, kā spektrālo metodi. Pētītajām upēm, iegūt datus par, aptuveni, pēdējo 35 gadu caurplūdumiem un, tos izanalizēt. Kā arī izanalizēt citu upju datus, kas atrodas vienā hidroloģiskajā rajonā. Iepazīties ar citiem pētījumiem par klimata cikliskumiem un to ietekmējošiem faktoriem.

## LITERATŪRA UN AVOTI

- Anderson, D. E., Goudie, A. S. and Parker, A. G. 2007. *Global environments through the Quaternary: exploring environmental change*, New York, Oxford University Press Inc., 210
- Arnell, N.W. 1992. *Factors controlling the effects of climate change on river flow regimes in a humid temperate environment*, *J. Hydrol.*, 200, 24-39.
- Barkāns, J., Zicmane, I., 2005. Pasaules upju caurplūdumu īpašības. *Enerģija un pasaule*. 3(2), 65.
- Currie, R. G. and O'Brian, D.P. 1992. Deterministic signals in USA precipitation records: part I. *Journal of Climatology*, 10, 795-818.
- Dingman, S. L. 2008. *Physical Hydrology*. Second edition. Waveland Press, Inc. USA. 77-78
- Dingman, S.L. 1994. *Physical Hydrology*. Englewood Cliffs, NJ:Prentice Hall.
- Eltahir, E.A.B. (1996). El Niño and the natural variability in the flow of the Nile River . *Water Resources Research* 32, 131-137.
- Epstein S. 1956. *Variations of the  $^{18}O/^{16}O$  ratios of fresh water and ice*. National Academy of sciences. Nuclear science ser., Report Nr 19, 1956, pp 20-25.
- Joint EEA-JRC-WHO report, 2008. *Impacts of Europe's changing climate – 2008 indicator – based assessment*, European Environment Agency. 43, 93.
- Jones, J. A. A., 1997. *Global Hydrology: processes, resources and environmental management*. Addison Wesley Longman Limited. 116 – 119.
- Frisk, T., Kļaviņš, M., Rodinova, V., Kokorīte, I., and Briede, A., 2002. *Long term changes of Hydrologic regime and aquatic chemistry in inland waters of Latvia*. Tampere. 82.
- Hiltunen, T. 1994. What do hydrological time series tell about climate change? *Publications of the Water and Environment Research Institute*. 17, 37-50.
- Kļaviņš, M., Rodinova, V., Timukhin, A. and Kokorīte, I. 2008. Patterns of river discharge: long-term changes in Latvia and the Baltic region. *Baltica*. 21(1-2), 41-49.
- Krasovskaia, I., Gottschalk, L. and Arnell, N.W. 1994. Flow regimes in northern and western Europe: Development and application of procedures for classifying flow regimes. In *FIEND: Flow Regimes from International Experimental and Network Data*. IAHS Publ. 221, 185-192.
- Oliver, J. E., 2005. *Encyclopedia of World Climatology*. Springer New York. 843.
- Oliver, J. E. and Hidore, J. J. 1984. *Climatology: An introduction*. Columbus, OH: C.E. Merrill.

- Pekarova, P., Miklanek, P., Pekar, J. 2003. Spatial and temporal runoff oscillation analysis of the main rivers of the world during the 19th-20th centuries. *Journal of Hydrology* 274, 62-79.
- Probst, J. L. and Y. Tardy. 1987. Long range streamflow and world continental runoff fluctuations since the beginning of this century. *Journal of Hydrology*. 94, 289-311.
- Riehl, H. and Meitin, J. 1979. Discharge of the Nile River: A barometer of short-period climatic fluctuation. *Science* 206: 1178-1179.
- Shiklomanov, I. A. and Lins, H. 1991. Influence of climate change on hydrology and water management. *Meteorology and Hydrology*. (4), 51-66.
- Valker, G.T., 1924. Correlations in seasonal variations of weather. *Memoranda, Indian Meteorological Department*. 24, 275-332.
- Van Dam, J. C. 1999. *Impacts of climate change and climate variability on hydrological regimes*. Cambridge ; New York : Cambridge University Press. pp 11, 37, 39, 53, 59, 60.
- Van Loon, H. and Labitzke, K. 1988. Association between the 11-year solar cycle, the QBO, and the atmosphere. Part II: surface and 700 mb in the northern hemisphere in winter. *Journal of Climatology*, 10, 905-920.
- Venne, D. E. and Dartt, D. G. 1990. An examination of possible solar cycle-QBO effects in the northern hemisphere troposphere. *Journal of Climatology*. 3, 272-281.
- Ward, A. D. and Trimble, W. A. 2004. *Environmental hydrology*. Second edition. Lewis Publishers. USA. pp. 32-34.
- Ward, R. C. and Robinson, M. 2000. *Principles of Hydrology*. Fourth edition. McGraw-Hill International. London. pp. 22.
- Zicmane, I. 2004. HES ūdensrežīmu vadīšana un prognozēšana. *Promocijas darbs*. Rīga, Rīgas Tehniskā Universitāte. 118-120.
- Эдельштейн. К. К., 2005. *Гидрология Материки, Высшее Профессиональное Образование*, Москва, АСАДЕМА. 123 – 131, 159, 200 – 203.
- Глазачева. Л. И., 1977. *Цирличность природных поцессов и колебания водности рек и озер (на примерах Прибалти)*. Р. Латвйский государственный университет им. П. Стучки. 51.
- Жук В.А., Скорняков В.А., Ретеюм К.Р. и др. 1983. Расчеты речного стока (ме - тоды пространств, обобщения) / Под ред. Быкова В.Д. и др. - М.: МГУ, 165с

## Interneta resursi

Valsts SIA "Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs", 2009. *Hidroloģijas informācija*, Rīgā. Sk. 20.04.2010. Pieejams [http://www.meteo.lv/pdf\\_base/hidrol\\_2004.html](http://www.meteo.lv/pdf_base/hidrol_2004.html)

Oak Ridge National Laboratory Distributed Active Archive Center, 1998. *The Global River Discharge Database*, Durham. Sk. 20.04.2010. Pieejams

<http://www.rivdis.sr.unh.edu/cgi-bin/TileMap>

Eiropas satelītkarte 2005. Wikipedia: The Free Encyclopedia. Sk. 03.04.2011. Pieejams

[http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Europe\\_satellite\\_orthographic.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Europe_satellite_orthographic.jpg)

Ziemeļamerikas satelītkarte 2005. Wikipedia: The Free Encyclopedai. Sk. 03.04.2011.

Pieejams [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:North\\_America\\_satellite\\_globe.jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:North_America_satellite_globe.jpg)

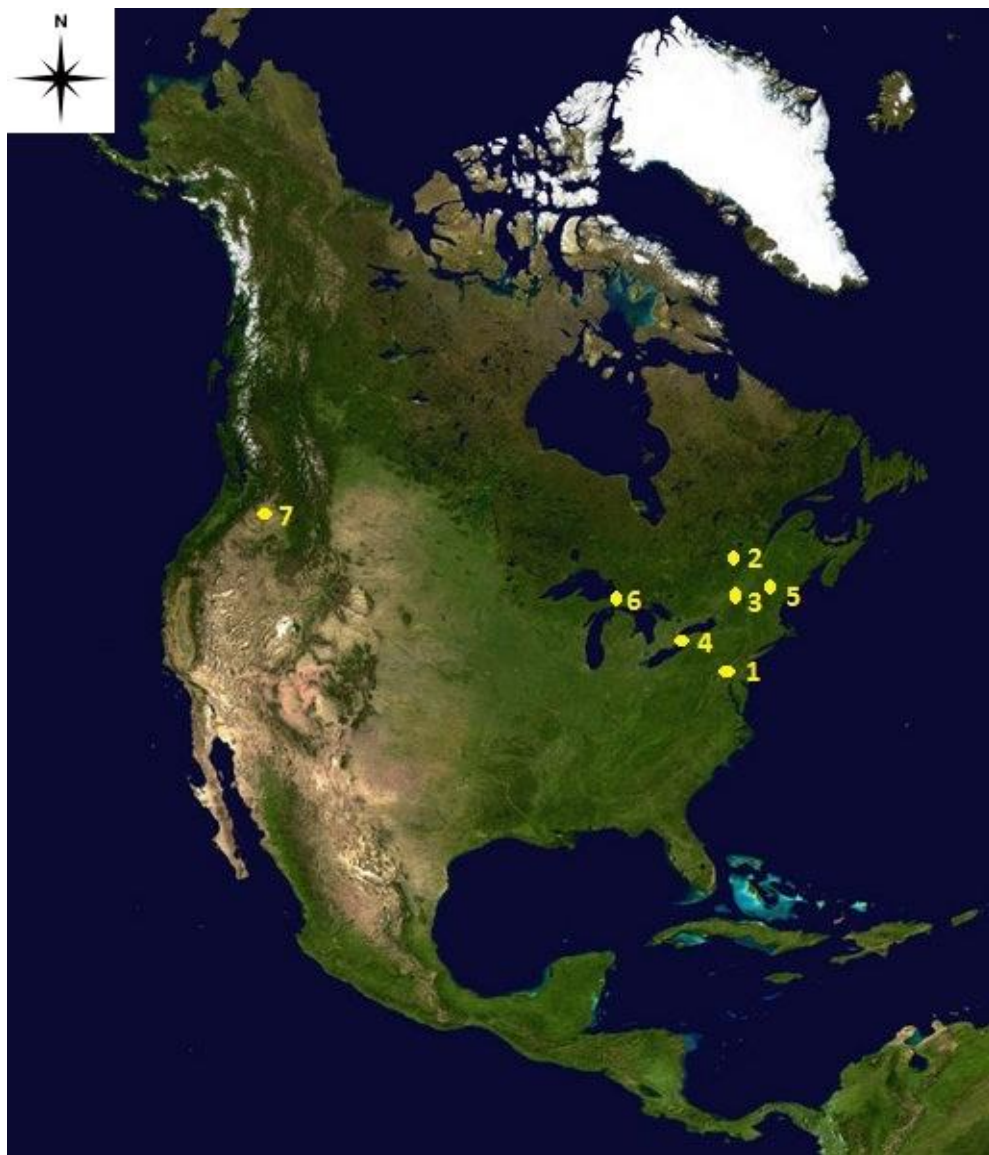
## PIELIKUMI

1. *pielikums* Eiropas hidroloģisko staciju izvietojuma karte
2. *pielikums* Ziemeļamerikas hidroloģisko staciju izvietojumu karte
3. *pielikums* Eiropas hidroloģiskā rajonēšana pēc upju noteces daudzuma sadalījuma
4. *pielikums* Ziemeļamerikas hidroloģiskā rajonēšana pēc upju noteces daudzuma sadalījuma
5. *pielikums* Eiropas upju procentuālais noteces sadalījums pa mēnešiem
6. *pielikums* Ziemeļamerikas upju procentuālais noteces sadalījums pa mēnešiem

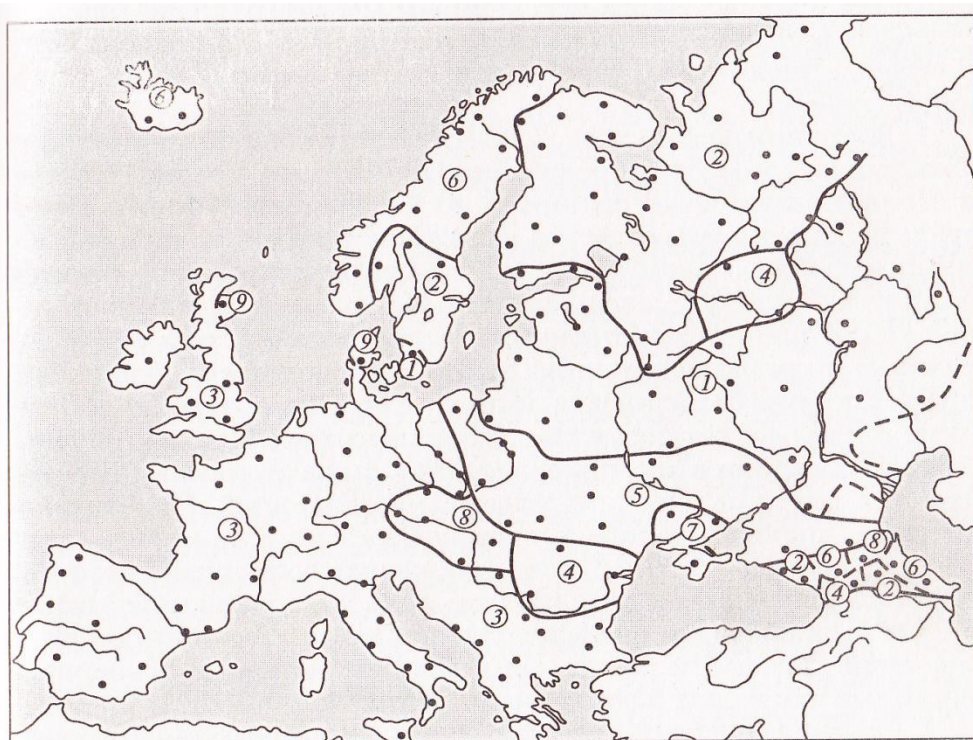
Eiropas pētāmo upju hidroloģisko staciju izvietojuma karte (ciparu atšifrējumus skatīt 5. pielikumā)



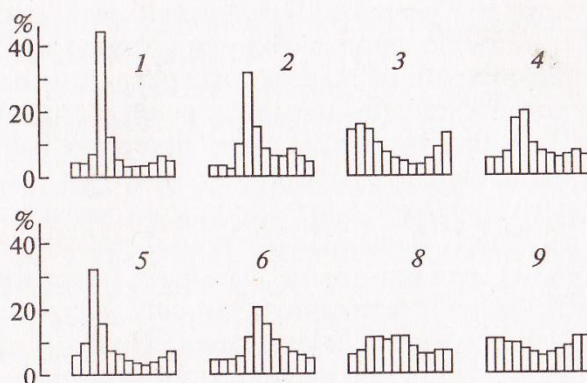
Ziemeļamerikas pētāmo upju hidroloģisko staciju izvietojumu karte (ciparu atšifrējumus skatīt 6. pielikumā)



Eiropas upju hidroloģiskie rajoni pēc noteces daudzuma sadalījuma (В. А. Жук и др., 1983)

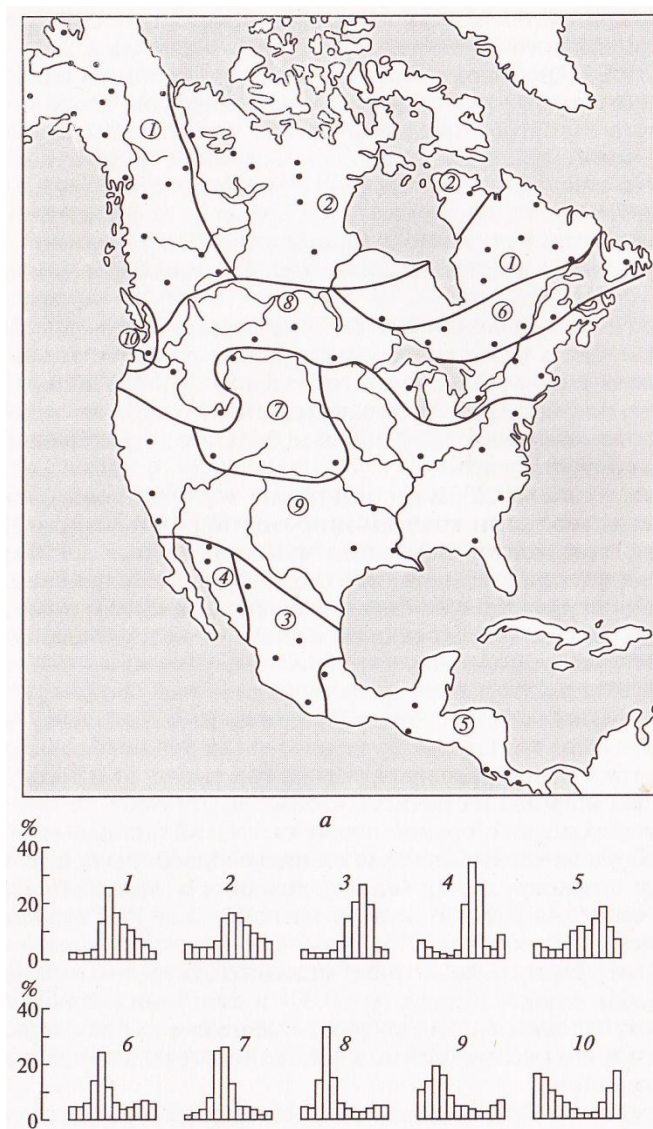


a



- 1 – Austrumeiropas rajons
- 2 – Ziemeļeiropas rajons
- 3 – Rietumeiropas rajons
- 4 – Lejasdonavas rajons
- 5 – Viduseiropas rajons
- 6 – Īslandes-Skandnāvijas rajons
- 7 – Melnās jūras rajons
- 8 – Centrāleiropas rajons
- 9 – Ziemeļjūras rajons

Ziemeļameriaks upju hidroloģiskierajonēšani pēc upju noteces daudzuma sadalījuma (В. А. Жук и др., 1984)



- 1 – Labradoras-Aļaskas rajons
- 2 – Ziemeļkanādas rajons
- 3 – Centrālamerikas rajons
- 4 – Rietummeksikas rajons
- 5 – Centrālamerikas rajons
- 6 – Austrumkanādas rajons
- 7 – Ūdensšķirtnes rajons
- 8 – Dienvidkanādas rajons
- 9 – Vidus rajons
- 10 – Vankūveras rajons

5. pielikums

Pētāmo Eiropas upju noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem (sastādījis autors izmantojot LVĢMC 2010 un GRDD 1998 )

Upes kods un nosaukums	Upes notece, %											
	Janvāris	Februāris	Marts	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs	Augusts	Septembris	Oktobris	Novembris	Decembris
1-Daugava	5,8	5,3	10	24,2	11,8	7,1	4,8	4,7	6,3	7,3	6,9	5,7
2-Nemuna	6,8	7	11,6	20,3	9,7	6,2	5,6	5,9	5,6	6,2	7,5	7,6
3-Desna	4,1	4	7,2	28,9	22,6	7,4	4,8	4,2	3,8	4	4,9	4,4
4-Visla	7,4	8,2	12,7	15	9,4	7,2	7,1	6,9	5,9	6	6,9	7,2
5-Odra	9,1	9,9	11,9	12,2	9,3	7,3	6,5	6,4	6	6,1	7,1	8,2
6-Elba	8,8	10,7	14,3	13,6	9,4	7,1	6,1	5,5	5,2	5,7	6,1	7,5
7-Glomma	2,8	2,3	2,4	6,1	19,5	18,5	12,9	10,1	8,4	7,6	5,6	3,7

6. pielikums

Pētāmo Ziemeļamerikas upju noteces procentuālais sadalījums pa mēnešiem (sastādījis autors, izmantojot GRDD 1998)

Upes kods un nosaukums	Upes notece, %											
	Janvāris	Februāris	Marts	Aprīlis	Maijs	Jūnijs	Jūlijs	Augusts	Septembris	Oktobris	Novembris	Decembris
1-Penobskota	5,5	5,1	7,5	20,2	17,2	8,4	5,4	4,6	4,6	5,8	8,2	7,4
2-Senmorisa	3,7	3,3	4,2	13,9	22,5	11,6	7,4	5,5	8,7	7,5	6,8	4,9
3-Sentlorenca	7,6	7,6	8,0	8,6	8,9	9,0	8,9	8,7	8,5	8,2	8,1	8,0
4-Niagāra	8,0	7,8	8,0	8,4	8,8	8,8	8,7	8,5	8,3	8,2	8,2	8,2
5-Saskvehana	8,9	9,8	18,4	17,6	11,1	6,4	3,7	2,8	2,8	4,1	6,2	8,1
6-Sentmareja	7,6	7,3	7,3	7,5	8,2	8,6	9,0	9,3	9,2	9,1	8,9	8,1
7-Kolumbija	4,8	5,2	6,1	8,8	15,0	19,9	13,6	7,6	5,2	4,5	4,5	4,7

Bakalaura darbs „Eiropas un Ziemeļamerikas upju noteces daudzūdens un mazūdens periodi un to ilgtermiņa izmaiņas” izstrādāts LU Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Emīls Kivlāns

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Zinātniskais vadītājs: doc., Dr. geogr. Elga Apsīte

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums

Recenzents: Asoc. prof., Dr. ģeol. Ivars Strautnieks

Darbs iesniegts Ģeogrāfijas nodaļas lietvedībā 03.06.2011

Nodaļas lietvede .....

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums

Noslēguma darba aizstāvēšanas rezultāti:

Bakalaura darbs aizstāvēts Dabas zinātņu bakalaura ģeogrāfijā akadēmisko studiju gala pārbaudījumu gala sēdē

.....  
gads, datums, mēnesis

protokola nr. ....

vērtējums .....

Sekretārs

\_\_\_\_\_

paraksts

\_\_\_\_\_

datums