

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
ĢEOGRĀFIJAS UN ZEMES ZINĀTŅU FAKULTĀTE
VIDES ZINĀTNES NODAĻA

**BĀRTAS, OGRES UN PEDEDZES UPJU HIDROLOĢISKĀ REŽĪMA
ILGTERMIŅA UN SEZONĀLU IZMAIŅU SALĪDZINĀJUMS
BAKALAURA DARBS**

Autors: Andris Romanovskis

Stud. apl. ar18118

Darba vadītājs:

Docents, dr. ģeol. Jānis Lapinskis

RĪGA 2021

ANOTĀCIJA

Bakalaura darba mērķis ir novērtēt Bārtas, Ogres un Pededzes ūdens caurplūduma un to galveno ietekmējošo faktoru - nokrišņu daudzuma un gaisa temperatūras - ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas, analizējot laika gaitā notikušās izmaiņas un reģionālās atšķirības.

Darbā izmantoti Latvijas un Eiropas hidroloģiskā un hidrometeoroloģiskā režīma pētījumi, kā arī Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centra dati (LVĢMC), kas izmantoti upju caurplūduma, gaisa temperatūras un kopējā nokrišņu daudzuma izmaiņu raksturošanai par laika periodu no 1960. gada līdz 2020. gadam.

Darba tēma aktualitāti nosaka klimata mainība, kas tieši un netieši ietekmē un izmaina Latvijas upju un to noteces baseinu hidroloģiskos un meteoroloģiskos parametrus. Notiekošās un nākotne sagaidāmās izmaiņas upju ūdens režīmā var ietekmēt gan dažādas tautsaimniecības nozares, gan radīt izmaiņas ar upju hidroloģiskajiem cikliem saistītās dabas sistēmās.

Atslēgas vārdi: klimata mainība, hidroloģija, sezonālās un ilgtermiņa hidroloģiskās izmaiņas, Bārta, Pededze, Ogre.

ABSTRACT

The aim of the bachelor's thesis is to evaluate the long-term and seasonal changes to the flow of water in Barta, Ogre and Pededze rivers and its main influencing factors – precipitation and air temperature - by analyzing regional differences and changes over-time.

The research of the Latvian and European hydrological and metrological regime has been used for the development of the work, as well as the data from the Latvian Environment, Geology and Meteorology Center, which have been used to characterize the flow of water, air temperature and total precipitation changes to the period from 1960 to 2020.

The topicality of the topic is determined by climate change, which directly and indirectly affects and changes the hydrological and meteorological parameters of Latvian rivers and river basin. Changes in climate that are happening and will happen in the future will effect economic sectors as well as could make changes in biosystems and habitats that are near rivers and influenced by rivers flow.

Keywords: climate change, hydrology, seasonal and long-term hydrological changes, Barta, Pededze, Ogre.

SATURS

IEVADS	7
Darba mērķis un uzdevumi.....	7
Darba hipotēzes:	8
1. LITERATŪRAS ANALĪZE	9
1.1. Hidroloģijas zinātne	9
1.2. Latvijas upju hidroloģiskais režīms un to ietekmējošie faktori	9
1.2.1. Ūdens noteces režīms.....	10
1.2.2. Termiskais režīms	11
1.2.3. Ledus režīms	12
1.3. Latvijas upju tīkla vispārīgs fiziogēogrāfisks apraksts.....	13
1.4. Bārtas, Ogres un Pededzes upju apraksts	13
1.4.1. Bārtas upes apraksts	13
1.4.2. Ogres upes apraksts	14
1.4.3. Pededzes upes apraksts.....	14
1.5. Latvijas hidroloģisko objektu monitorings.....	14
1.6. Upju hidroloģisko režīmu ietekmējošākās klimata pārmaiņas Latvijas teritorijā	15
2.1. Pētījuma datu ieguve, hidroloģiskie un meteoroloģiski parametri.....	23
2.2. Datu apstrāde, analīze un aprēķini	24
3. PĒTIJUMA REZULTĀTI UN DISKUSIJA.....	27
3.1. Upju ūdens caurplūduma mainība un trendi.....	27
3.2. Nokrišņu summas izmaiņas un tendences	34
3.3. Gaisa temperatūras izmaiņas un tendences	42
4. DISKUSIJA	53
SECINĀJUMI	56
PATEICĪBAS	56
IZMANTOTĀ LITERATŪRA	58

Nepublicētie materiāli:	59
PIELIKUMI.....	61

LIETOTIE SAĪSINĀJUMI

HBS – Hidroloģiskā biroja ūdens bilances departamenta modelis (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning model)

HBV - Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning model (Hidroloģijas modelis)

HELCOM – Helsinku komisija (Helsinki Commission)

HES – hidroelektrostacija

HMNS – Hidroloģisko un meteoroloģisko novērojumu stacija

HNS – Hidroloģisko novērojumu stacija

LVĢMC - Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs

MNS – Meteoroloģisko novērojumu stacija

MS – Microsoft operētājsistēma

WMO – Pasaules Meteoroloģijas organizācija (World Meteorological Organization)

IEVADS

Saldūdens ir viens no nozīmīgākajiem Latvijas resursiem. Latvija pēc ģeogrāfiskā novietojuma atrodas mērenajā klimata joslā, kopējais nokrišņu daudzums pārsniedz iztvaikojošo ūdens apjomu. Kā citi labvēlīgie hidroloģiskie apstākļi plaša upju tīkla izveidei Latvijā var tikt minēti paugurainais reljefs, ģeoloģiskā uzbūve, valdošie vēji un temperatūras bilance (Apsīte 2015; Latkovska 2015).

Ūdens apriti dabā ietekmē gan antropogēnie, gan dabiskie faktori. Faktoru ietekmes intensitātes izmaiņas var radīt hidroloģiskā režīma izmaiņas, kas var tālāk radīt sociāl-ekonomiskas problēmas valstīm un indivīdiem. Kā potenciāli galvenās hidroloģiskā režīma ietekmētās nozares var tikt minētas lauksaimniecība, enerģētika, zivsaimniecība, ūdens apgāde, veselība un drošība. Tomēr hidroloģija ietekmē arī daudzas citas nozares globālā līmenī. Tādēļ ir svarīgi novērtēt antropogēno un dabisko faktoru ietekmi uz hidroloģiju un cik lielu slodzi procentuāli tā rada uz ūdeņiem. Nepieciešams veikt ilglaicīgu un sezonālu ūdenstilpņu monitoringu, iegūstot pēc iespējas daudzveidīgākus datus, kā arī veikt šo datu salīdzinājumu un nākotnes hidroloģisko režīmu modelēšanu, izmantojot iegūtos datus no monitoringa stacijām (Latkovska 2015). Kā indikatori hidroloģijā var tikt izmantoti upju, ezeru un jūru sniegtie dati par maksimālajiem un minimālajiem ūdens līmeņiem, to periodiskumu, ūdens temperatūru, gaisa temperatūru, nokrišņu daudzumu periodā, ledus segas biežumu, izveidošanās un uzlūšanas datumu un citi dati var tikt izmantoti, lai raksturotu klimata tendences un izmaiņas laikā, it īpaši šīs pārmaiņas ir labi izmantojamas, lai raksturotu hidroloģisko un to ietekmējošo meteoroloģisko faktoru izmaiņas ilgtermiņā (Latkovska 2015; Zīverts 2004).

Tēmas aktualitāti nosaka pēdējo dažu desmitu gadu vides monitoringa mērījumi un dažādi nākotnes klimata modeļi, kas visā pasaulē novēro un prognozē gan globālas, gan reģionālas relatīvi straujas klimata izmaiņas. Balstoties uz Pasaules Meteoroloģiskās organizācijas datiem, globāli vidējā piezemes gaisa temperatūra 2020. gadā bija 1.2 °C virs pirms industriālā laika perioda (1850.-1900.). 2020. gads ir bijis viens no trīs vissiltākajiem gadiem novērojumu vēsturē, ievērojamākās temperatūras atšķirības ir novērojamas tieši ziemeļu daļās, pie kurām var pieskaitīt Latviju (The State of... S.a.; Xu et al. 2020).

Ūdensobjektu parametri un to izmaiņas ir viens no vides aspektiem, kas regulē Latvijas sociāl-ekonomisko attīstību, tāpēc ir jāveic pētījumi, kas pēc iespējas labāk spēj prognozēt hidroloģiskā režīma attīstību nākotnē Latvijas teritorijā (Bethers 2011).

Darba mērķis un uzdevumi

Bakalaura darba mērķis ir apskatīt un izvērtēt Bārtas, Pededzes un Ogres upju ūdens caurplūduma un to galveno un nosakāmo ietekmējošo faktoru – nokrišņu daudzuma un gaisa

temperatūras sezonālās un ilgtermiņa izmaiņas, lai novērtētu reģionālās atšķirības Latvijas hidroloģiskajā un tā ietekmējošo meteoroloģisko faktoru režīmā.

Darba uzdevumi:

1. Balstoties literatūras analīzē, raksturot Latvijas upju hidroloģisko režīmu, tā raksturīgos lielumus un to ietekmējošos faktorus;
2. Apkopot informāciju par hidroloģiskā režīma pētījumiem Latvijā;
3. Apkopot vienotā datu bāzē meteoroloģiskos un hidroloģiskos novērojumus par Bārtas, Pededzes un Ogres upēm;
4. Konstatēt un analizēt novērotās izmaiņas Bārtas, Pededzes un Ogres upju gada kopējā un sezonālā notecē;
5. Analizēt izmaiņas Bārtas, Pededzes un Ogres upju noteces galveno nosakāmo ietekmējošo faktoru – nokrišņu daudzuma un gaisa temperatūras sezonālās un gada vidējās un summārās izmaiņas;
5. Veikt nākotnes prognozes upju notecēi, nokrišņu daudzumam un gaisa temperatūrai reprezentējošajiem reģioniem.

Darba hipotēzes:

Bakalaura darba pētījumā izvirzītas trīs hipotēzes:

1. Pētāmajās upēs (Bārta, Pededze un Ogre), to sateces baseinos un reprezentējošajos reģionos ir mainījušies ūdens noteces apjomi, temperatūras režīms un kopējais nokrišņu apjoms (salīdzinot mūsdienu apstākļus ar mērījumu uzsākšanas laiku);
2. Pētītajos Bārtas, Pededzes un Ogres upju noteces un to ietekmējošajos parametros (gaisa temperatūras un kopējā nokrišņu apjoma) ir novērojams pseidocikliskums – parametru pieauguma un samazinājuma periodi;
3. Bārtas, Pededzes un Ogres upju noteces, un upju baseinos (vai tuvu tiem atrodošās MNS) fiksētos gaisa temperatūras un kopējo nokrišņu izmaiņās ir novērojamas atšķirības, kas norāda uz hidroloģiskā režīma izmaiņu lokālām atšķirībām Latvijas reģionos (hidroloģiskajos rajonos).

1. LITERATŪRAS ANALĪZE

1.1. Hidroloģijas zinātne

Hidroloģija ir zinātne par ūdeni. Hidroloģija plašākā nozīmē ir zinātne, kura pēta procesus un parādības hidrosfērā, kā arī izstrādā hidroloģiskos modeļus, prognozes un aprēķinus (Brutsaert 2005; Zīverts 2004). Hidroloģija apskata arī upes gultnes veidošanās un izmaiņas procesus, ko ietekmē sanešu pārvietošanās, kā arī upju noteci un to ietekmējošos faktorus, ledus apstākļus, ūdens ķīmisko sastāvu un tā izmaiņas un pēta arī citus hidrometrijas raksturlielumus (Sarma 1960)

Hidroloģiju var iedalīt vairākās apakšnodaļās (Zīverts 2004):

- upju hidroloģija (potomoloģija);
- ezeru hidroloģija (limnoloģija);
- ledāju hidroloģija (glacioloģija);
- augšņu hidroloģija.

1.2. Latvijas upju hidroloģiskais režīms un to ietekmējošie faktori

Hidroloģiskais režīms ir vairāku ūdens tilpnes raksturojošo lielumu mainība laikā. Hidroloģisko režīmu var noteikt pēc ūdenstilpnes vairāku parametru mērīšanas kā ūdens līmenis, caurplūdums, temperatūra, ledus novērojumi, hidroķīmiskais režīms (izšķīdušo vielu koncentrācija un sastāvs ūdens tilpnē), cieto sanešu plūsma un upes gultnes novietojuma un relatīvās izmaiņas laikā (Zīverts 2004).

Hidroloģisko režīmu nosaka upes baseina atrašanās vietas fiziogēogrāfija, upes hidrogrāfiju raksturojošie elementi un klimats. Pie fiziogēogrāfiskajiem apstākļiem var pieskaitīt upes baseina ģeoloģisko izcelšanos, augsnes un cilmiežus, topogrāfiju un citus faktorus. Upes hidrogrāfiju raksturojošie elementi ir upes tīkla biežība, gultnes "raupjums" un upes baseina forma. Pie klimatiskajiem faktoriem var pieskaitīti gada nokrišņu daudzumu un to sadali pa gadalaikiem, temperatūras atšķirības, saules spīdēšanas ilgumu, gaisa mitrumu un vēja ātrumu, kā arī citus faktorus (Latkovska 2015; Musy and Higy 2011). Tomēr ir jāsaprot, ka hidroloģiskais režīms nav konstante. Tas var mainīties un bieži vien neatbilst teorētiskajam jeb paredzamajam hidroloģiskajam režīmam. Hidroloģiskais režīms var neatbilst upes baseina atrašanās vietas tipiskajiem upes parametriem, ko var veicināt viens vai vairāki upes baseina raksturlielumi. Tas pats var tikt attiecināts uz hidroloģiskā režīma izmaiņām laikā. Katra gada hidroloģiskais režīms var atšķirties no normas vai iepriekšējiem gadiem. Šāda veida izmaiņas galvenokārt nosaka klimatisko parametru izmaiņas gadu no gada un sezonālās izmaiņas. Lielākajai daļai upju ir novērojama sezonālitate un nosacīta atkārtotība hidroloģiskajos

parametros gadu desmitos, simtos un pat tūkstošos, tomēr arī sezonālās izmaiņas var novirzīties par mēnešiem no tipiskā hidroloģiskā režīma (Latkovska 2015; Zīverts 2004).

No dabiskajiem procesiem, kas ietekmē upju hidroloģisko režīmu var nošķirt arī antropogēno ietekmi, kuru var sadalīt divās grupās (Михайлов и.д. 2005):

1. Cilvēka darbības, kas tieši izmaina upes noteci, piemēram, upes sateces baseinā esošo teritoriju meliorācija, notekūdeņu novadīšana upēs no attīrīšanas stacijām, kanalizāciju, hidrotehnisko būvju izbūve, lauksaimniecības zemju un ceļu laistīšana vasarās, dzeramā ūdens ieguve u.c.

2. Netiešā antropogēnā ietekme uz upju hidroloģiju, kā piemērus var minēt, cilvēka darbību veicinātas ilgtermiņa klimata pārmaiņas, mežsaimniecība, purvu nosusināšanu, pilsētu izbūvi, ietekmējot ūdens noteci no teritorijas (Zīverts 2017; Михайлов и.д. 2005).

1.2.1. Ūdens noteces režīms

Noteci var apzīmēt, kā ūdens apjomu, kas brīvi plūst pa zemes virsējo slāni, kā arī pa augsnes un iežu slāņiem, tāpēc tiek atsevišķi izšķirta augsnes un pazemes notece no virszemes noteces, tomēr tie veido kopējo upes noteci. (Ward et al. 2004). Ūdens režīmu var raksturot ar ūdens līmeni (cm) vai caurplūdumu (m^3/s), tomēr no šiem diviem pielietojumā daudz vērtīgāka ir informācija par ūdens caurplūduma datiem, jo tas attēlo ūdens kopējo daudzumu noteiktā laika vienībā (parasti vienā sekundē) (Hendriks 2010). Latvijas upes galvenokārt ūdeni uzņem ar nokrišņiem, ir manāma tieša sakarība starp izkritušo nokrišņu daudzumu upes sateces baseinā un upes noteci, tomēr sausās vasarās un mazūdens periodos ūdenstilpes var sākt uzņemt pazemes ūdeņus un padarīt par galveno noteces veidotāju (Hendriks 2010; Latkovska 2015; Zīverts 2004). Nokrišņiem nonākot uz zemes notiek tālāka intercepcija un infiltrācija augsnes un iežu slāņos, pārpalikušais ūdens kļūst par virszemes ūdeni un veido upes tiešo noteci, daļa no neabsorbētā ūdens nonāk atpakaļ atmosfērā iztvaikojot. Ūdens, kas infiltrējies, tālāk var veidot augsnes noteci, kas tālāk var strauji nonākt ūdenstecē papildinot tiešās noteces daudzumu vai arī nokļūt ūdenstecē kā bāzes notece kopā ar dziļajā infiltrācijā veidojušos pazemes noteci (1. pielikums) (Lapinskis 2020; Latkovska 2015).

Pali ir upes režīma fāze ar lieliem, relatīvi ilgstošiem paaugstinātiem ūdens līmeņiem un caurplūdumu palielinājumiem, kas kopā ar ledus masu parasti veido gada maksimālo noteci un augstāko ūdens līmeni (Sarma 1960; Zīverts 2004). Pali rodas sniega un ledus kušanas rezultāta pavasara mēnešos (martā – aprīli), tomēr pēdējos piecos gados tie norisinājušies decembra – marta mēnešos (Sarma 1960; Zīverts 2004).

Plūdi ir īslaicīgs, straujš ūdens līmeņa un caurplūduma kāpums, kas Latvijā raksturīgs pēc ilgstošām lietavām vai sniega kušanas dēļ. Plūdi, kas radušies no kūstoša sniega, tiek saukti par paliem. Lietus izraisītiem plūdiem nav raksturīgs periodiskums, tie var notikt jebkurā gadalaikā, tomēr Latvijā visbiežāk – rudenī. Lielākoties plūdu ūdens līmenis nesasniedz palu līmeni, tomēr ir upes un gadi ar izņēmumiem, it īpaši Kurzemē (Zīverts 2004; Zīverts 2017).

Mazūdens periodi Latvijā novērojami ziemās un vasaras mēnešos, kad upes noteci galvenokārt nosaka pazemes ūdeņu pieplūdes apjoms. Dažos gados mazūdens periods var arī neizveidoties, ja ir ilgstošas lietavas gan ziemā, gan vasarā vai arī ziemā ir vairāki atkušņu periodi. Ziemas mazūdens periods var izveidoties bargās ziemās, kad ūdenstilpni klāj ledus un tas turpinās līdz ledus uzlūšanai ziemas vai pavasara mēnešos. Vasaras mazūdens periods iestājas, kad ilgstošu laiku laiku nav nokrišņu, periodā no pavasara paliem līdz vēlam rudenim (Sarma 1960; Zīverts 1995).

Latvijas ūdens hidroloģiskajam režīmam raksturīgs izteikts pavasara palu maksimums, rudens uzplūdi un vasaras un ziemas mazūdens periodi, kas atbilst sniegūdens jeb nivālajam ūdensguves tipam, tomēr pēdējo gadu siltās, nokrišņiem bagātās ziemas, arvien mazinošies pavasara palu caurplūduma maksimumi, norāda, ka Latvijas teritorijas upju hidroloģiskais režīms ir pārejas procesā, uz lietus jeb pluviālo ūdensguves tipu, ar diviem un vairāk caurplūduma maksimumiem rudens, ziemas un pavasara uzplūdu laikā un vasaras mazūdens periodu (Lapinskis 2020).

1.2.2. Termiskais režīms

Ūdens temperatūrai ir svarīga ekoloģiskā un ekonomiskā nozīme, nosakot ūdens kvalitāti un biotiskos apstākļus. Lielākajai daļai ūdens dzīvnieku ir konkrēts temperatūru diapazons, kuros tie spēj eksistēt un pilnvērtīgi funkcionēt. Ūdens temperatūras ilgtermiņa izmaiņas un novirzes no normas var notikt gan dabisku, gan antropogēnu darbību tiešā vai netiešā ietekmē (Caissie 2006). Dabiski galvenie ūdens siltuma bilanci nosakošie procesi ir saules radiācijas daudzums, kas nonāk atmosfērā, upes siltumenerģijas tiešās vai netiešās absorbcijas daudzums, siltuma daudzums, kas no ūdens tiek izstarots, kā garie viļņi (siltumstarojums), turbulenta ūdens un atmosfēras siltumapmaiņa, siltuma daudzums, kas tiek patērēts ūdens iztvaikošanā, tvaikiem kondensējoties, sasalstot ledū vai atkūstot tam, siltuma zudums apmaiņā ar upes gultni, ūdens pieplūdes un aizplūdes temperatūras bilance, siltuma daudzums, kas izdalās pārveidojoties ūdens plūsmas kinētiskajai enerģijai (Caissie 2006; Lapinskis 2020; Zīverts 2004). Šos elementus būtiski ietekmē tādas cilvēka darbības kā termālais ūdeņu piesārņojums, mežsaimniecība, ūdensteces ierobežošana ar

hidroelektrostacijām (HES), irigācijas sistēmu izveide, meliorācija, atmosfēras siltuma un ķīmiskās bilances izmaiņas u.c. (Caissie 2006).

Pastāv upes diennakts un gada temperatūras cikls. Diennakts ūdens temperatūras cikla izmaiņas galvenokārt nosaka diennakts temperatūras bilance (Saules radītais tiešais un netiešais siltums) un ūdens caurplūdums. Ūdens uzsilst un atdziest lēnāk par atmosfēru, tāpēc dienas ūdens temperatūras minimums parasti tiek sasniegts no rīta, bet temperatūras maksimums pēcpusdienā vai vakarā. Ūdens caurplūdums un plūsmas turbulents nosaka dienas ūdens virsējā slāņa temperatūras amplitūdu. Mazām un gruntsūdeņiem bagātām upēm ir raksturīga maza temperatūras amplitūda, bet lielām, platām un seklām upēm tā ir lielāka. (Caissie 2006; Zīverts 1995). Upju gadskārtējais temperatūras cikls seko gaisa temperatūras mainībai. Latvijā ir izteikts temperatūras samazinājums rudens mēnešos, bet ziemas mēnešos, kad upes klāj ledus ūdens temperatūra ir tuvu 0°C, temperatūras kāpums novērojams pavasarī pēc paliem, temperatūras maksimums parasti tiek sasniegts vasaras vidū. Upēs ar ļoti lielu pazemes ūdeņu pieplūdi, gada ūdens temperatūras režīma izmaiņas ir nelielas un amplitūda var būt mazāka par 10°C. (Zīverts 2004).

1.2.3. Ledus režīms

Ledus režīms tiek gandrīz pilnībā kontrolēts ar atmosfēras apstākļiem, it īpaši, temperatūru, tomēr arī nokrišņu veidam un daudzumam ir sava nozīme. Gaisa temperatūrai pazeminoties zem 0°C, upei pamazām sāk veidoties ledus sega. Vietās, kur ūdens plūsma ir strauja, atsevišķi ledus kristāli nespēj sasaistīties ledus masā vai pieķerties krastam un turpina pārvietoties, veidojot vižņus. Lēnos upes posmos novērojama ātrāka ledus segas izveidošanās, sākumā kā plāna plēvīte - vizmas ledus un piesalas gar krastiem, bet, pēc laika, pieturoties negatīvām gaisa temperatūrām izveidojas ledus sega. Straujteču vietās neaizsalušie lāsmeņi nodrošina upes ūdens aerāciju (Kern et al. 2015; Ozola 2009; Zīverts 2004).

Latvijas upēs ziemā vidējais ledus biezums atšķiras teritoriāli, Latvijas rietumu daļā un piejūrā ledus segas biezums parasti sasniedz 0,2 – 0,3 m biezumu, austrumu un centrālajā daļā 0,3 - 0,5 m. Ledus sega ir plānāka vai vispār neizveidojusies “avotainām” upēm, upju posmiem ar termisko piesārņojumu vai upju daļām ar lielu straumi (Zīverts 2004). Laika periodā no 1945. gada līdz 2012. gadam Latvijas austrumu daļā vidējais ledstāves ilgums bija 71 - 101 diena, upēm Gaujas sateces baseinā 78 – 101 diena, centrālajā daļā 66 – 94 dienas, bet rietumu daļā vien 32 – 69 dienas (Apsīte et al. 2018).

1.3. Latvijas upju tīkla vispārīgs fiziogeogrāfisks apraksts

Latvijā ir aptuveni 12,5 tūkstoši ūdensteču (vidējais blīvums 0,58 km uz 1 km²), avotu, urgu, strautu, valku, lielu grāvju, no kuriem 777 upes pārsniedz 10 km garumu. Visu Latvijas ūdensteču kopējais hidrogrāfiskā tīkla garums ir aptuveni 100 tūkstoši kilometri. Tikai 17 Latvijas upes pārsniedz 100 km garumu, bet tādu upju, kuru baseins ir lielāks par 2000 km² ir 11 (Daugava, Gauja, Aiviekste, Dubna, Rēzekne, Salaca, Mēmele, Irbe, Abava, Lielupe, Venta). (Apsīte et al. 2018; Latkovska 2015.) Vidējā gada notece Latvijas upēm ir ~ 35 km³, no kuriem 15,8 km³ veidojas Latvijas teritorijā, bet 19,4 km³ kaimiņvalstīs, no ārpus valsts veidojošās noteces apjoma, lielāka daļa ir Daugavas pienestie ūdeņi. Vidējais Latvijas upju noteces slānis ir 245 mm, tomēr atšķirīgie nokrišņu daudzumi veido lokālas atšķirības no 140 mm līdz 380 mm diapazonā. (Eipurs et al. 1998; Zīvers 2017).

Kopumā Latvijas teritoriju var iedalīt četros lielos hidrogrāfiskajos rajonos, kas ir ar viendabīgu līdzīgu virszemes un pazemes ūdeņu režīmu (pēc L. Glazečevas (1980) hidroloģiskās rajonēšanas shēmas) (Apsīte et al. 2018):

- Rietumu rajons, kas ietver Ventas hidroloģiskā baseina upes un upes, kas ieplūst Baltijas jūrā un Rīgas līcī;
- Centrālais rajons, kur ietilpst Lielupes baseina upes un mazākas upes;
- Ziemeļu rajons, kas ietver Gaujas un Salacas hidroloģiskā baseina upes un mazākas upes, kas ietek Rīgas līcī;
- Austrumu rajons, kur ietilpst Daugavas un Veļikajas upju baseina ūdensteces.

Latvijas upes ir ģeoloģiski jaunas, tās veidojušās holocēna epohā, tomēr dažas no upēm dažos posmos tek pa bijušo upju ielejām, kas veidojušās jau pirms pēdējā ledus laikmeta (Daugava, Gauja, Abava). Jaunās un vēl neizteiktās upju ielejas upēm ļauj brīvi (dažviet nosacīti brīvi) meandrēt (Eipurs et al. 1998). Jaunās upju ielejas, kā arī salīdzinoši viegli pārnesamie upes gultņu nogulumu ļauj upēm iegūt dažādas vēl līdz galam neizveidotas, “nenostabilizētas” upju gultnes īpašības. Gultnes morfoloģiju nosaka pieejamo sanešu daudzums un veids, teritorijas ģeoloģiskā uzbūve, upes sateces baseina klimats un neotektoniskas parādības. Latvijā upju gultnes var būt taisnvirziena, sazarotas, meandrējošas, nepilnīgi meandrējošas un sadalītas attekās (Lapinskis 2020).

1.4. Bārtas, Ogres un Pededzes upju apraksts

1.4.1. Bārtas upes apraksts

Bārtas upes sateces baseins atrodas Latvijas dienvidrietumos un Lietuvas ziemeļrietumos, upe izteka atrodas Žemaitijas augstienē, ieteka – Liepājas ezers. Lielākās pietekas ir Apše (45 km) un Vārtāja (64 km). Kopējais upes garums ir 103 km, no kuriem

Latvijas teritorijā 47 km, kopējais sateces baseins 2 016 km². Bārtas izteka ir 156 m vjl. vidējais kritums 1,51 m/km. Bārtas upes vidējā gada notece ir 0,35 km³, bet upes vidējais caurplūdums ir 11,1 m³/s. Bārtas upe tek virzienā no DA uz ZR. (Čilipāns 2016).

1.4.2. Ogres upes apraksts

Ogres (augštecē Ogrīte) upe iztek no Sivēniņa ezera, Vidzemes augstienē. Augštecē upe tek pa Augšogres pazeminājumu, vidustecē upe šķērso Madlienas nolaidenumu un ietek Viduslatvijas zemienē un ir labā krasta pieteka Daugavai. Ogres upe tek virzienā no ZA uz DR (posmos arī R-A virzienā un Z – D virzienā) Ogres upes garums 188 km, sateces baseina platība 1 730 km², kas ir salīdzinoši mazs attiecībā pret upes garumu. Ogres upes kritums ir 222 m, vidēji 1,18 m/km. Ilggadējais vidējais caurplūdums 17,9 m³/s, gada notece - 0,581 km³. Lielākās upes pietekas Lobe (22 km), Aviekste (28 km) un Līčupe(40 km) (Lapsa 2016).

1.4.3. Pededzes upes apraksts

Pededzes upe iztek Hānjas augstienē (Igaunija), tālāk plūzdama pa Alūksnes augstieni un Malienas pauguraini tā nonāk Ausrumlatvijas zemienē, kurš aizņem lielu daļu no upes 1690 km² sateces baseina. Lielākas pietekas – Bolupe (80 km), Paprarze (27 km), Alūksne (24 km). Pededze ir Aiviekstes labā krasta pieteka, tās kopgarums 159 km, kritums 108 m, vidējais upes kritums 0,68 m/km. Pededzes upes ilggadīgais vidējais caurplūdums ir 7,75 m³/s, kopējā vidējā gada notece 0,24 km³. Pededzes tek Z, ZA – D, DR virzienā (Zīverts 2017).

1.5. Latvijas hidroloģisko objektu monitorings

Pirmie hidroloģiskie novērojumi Latvijā ir minēti literatūrā kopš 1358. gada par ledus postījumiem Rīgā Daugavas palu laikā. Pirmie sistemātiskie hidroloģiskie novērojumi uzsākti 1841. gadā uz Daugavas upes, Daugavgrīvā, ko izpildīja Krievijas jūras ministrijas hidrogrāfiskās pārvalde. 1876. un 1877. gadā uz Daugavas tika ierīkotas vēl 6 līmeņa novērošanas stacijas no Daugavpils līdz Rīgai. Pirmie limnogrāfi nepārtrauktai ūdens līmeņa novērošanai tika uzstādīti 1879. un 1883. gadā Daugavgrīvā un Rīgā pie vecā dzelzceļa tilta. No 1896. līdz 1909. gadam latas līmeņa novērošanas posteņi izvietoti arī uz Ventas, Gaujas, Abavas un Lielupes upēm (Sarma 1960).

Pēc Pirmā pasaules kara Latvijas Jūrniecības departaments atjaunoja iepriekšējos hidroloģiskos posteņus un izveidoja jaunus, kopējo skaitu palielinot līdz 67, 59 posteņi izvietoti uz upēm, 2 uz ezeriem un 6 posteņi atradās jūras piekrastē. Uzlabotā hidroloģisko novērojumu programma novēroja arī vairākus nozīmīgus parametrus, kā ūdens līmeņi, caurplūdumu, temperatūru, ledus režīmu un galvenos meteoroloģiskos apstākļus. Līdz 1929.

gadam Latvijas teritorijā bija izveidoti 238 posteņi, aprīkoti ar pāļiem un vertikālajām latām (Apsīte et al.2018; Sarma 1960).

Pēc padomju varas ienākšanas Latvijas teritorijā, vairāki posteņi tika noņemti, citi uzstādīti, lai labāk un plašāk varētu veikt upju hidroloģiskos novērojumus. Kopumā Latvijas PSR tika izveidoti pat 500 novērojumu staciju un posteņu, tomēr līdz 1973. gadam to kopskaits bija samazinājies līdz 96 stacijām, kas bija Hidrometeoroloģiskā dienesta pārvaldē, vēl 77 posteņi bija citu iestāžu pakļautībā. 1987. gadā hidroloģisko staciju skaits, kas bija Valsts Hidrometeoroloģiskā dienesta pārvaldē, bija pieaudzis līdz 115 (Apsīte et al. 2018, Latkovska 2015; Sarma 1960).

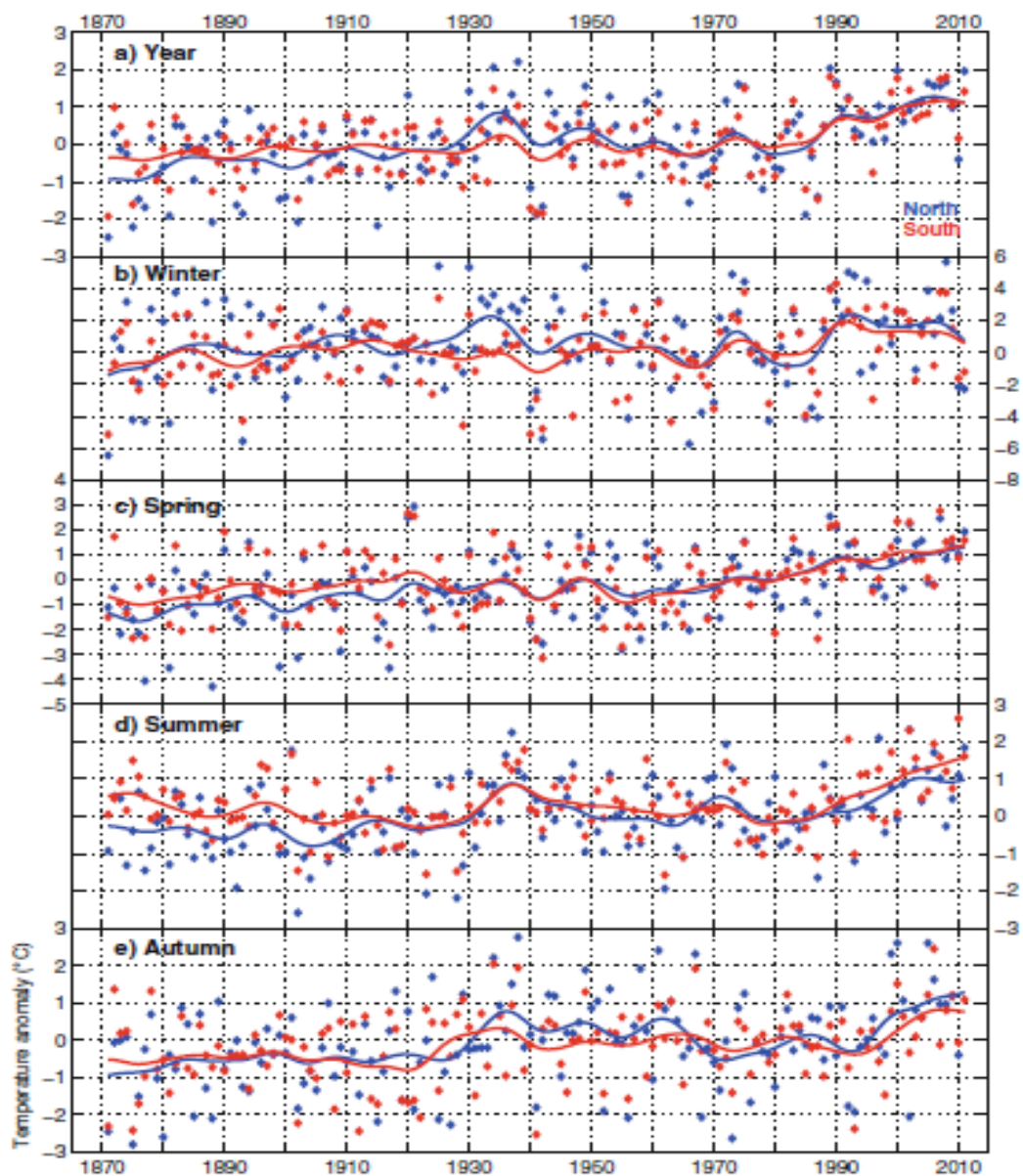
Latvijai atgūstot neatkarību, finansējums hidroloģiskajiem pētījumiem un novērojumiem samazinājās. Līdz 2005. gadam hidroloģisko novērojumu staciju skaits samazinājās līdz 64. Jau 2009. gadā darbojās 32 automātiskie hidrometrijas posteņi (Apsīte et al 2018). Tomēr kopš 2009. gada hidroloģisko novērojumu staciju skaits ir pieaudzis līdz 79 novērojumu stacijām, no kurām 70 ir iekšzemes stacijas un 9 jūras piekrastes hidroloģiskās stacijas. Iekšzemes hidroloģisko objektu monitorings ir vienlīdzīgi sadalīts pa Latvijas teritoriju. Tiek monitorētas gan lielās upes (Daugava, Lielupe, Gauja, Venta), gan mazākas upes. Lielajās upes tiek uzturētas vairākas hidroloģiskās stacijas, kamēr mazākas upes ar mazāku sateces baseinu pārsvarā tiek monitorētas ar 1 hidrometrijas posteni. Novērojumus veic LVĢMC, kas uztur novērojumu stacijas un veic datu uzglabāšanu un analīzi. Novērojumu stacijas darbojas autonomi, kā arī nodrošina automātisku datu apkopošanu un noglabāšanu datu bāzē. Dati ir pieejami LVĢMC vides datu arhīvā (LVĢMC S.a.).

1.6. Upju hidroloģisko režīmu ietekmējošākās klimata pārmaiņas Latvijas teritorijā

Klimats ir vairāku laikapstākļu parametru apkopojums, kas raksturīgs noteiktai teritorijai, kādā konkrētā laika periodā. Klimatiskie apstākļi ir ilgtermiņa (parasti tiek skatīts 30 secīgu gadu periods) vidējās laikapstākļu normas teritorijā (WMO 2011). Humīdajos reģionos ūdens tiek uzskatīts par neatņemamu dzīves sastāvdaļu un tā trūkums netiek uzskatīts par problēmu, tomēr arīdās un semi-arīdās pasaules daļās ūdens vērtība subjektīvi ir augstāka. Klimata pārmaiņu ietekme uz ūdens daudzumu un kvalitāti visās pasaulē ir paplašinājusi pētījumus par hidrosfēras un klimata savstarpējo mijiedarbību (Shelton 2009). Hidroloģiskie dati upju monitoringā atspoguļo katras novērotās upes sezonālās atšķirības, veidojot upes hidroloģisko ciklu, kas parāda gadskārtējas, sezonālas vai reģionālas upes īpatnības. Datu ilgtermiņa lineāra vai eksponenciāla mainība norāda uz lielām klimatiskām izmaiņām reģionālā vai globālā līmenī, jo hidroloģiskie dati ir netiešs upes sateces baseina klimata

atspoguļojums. Upju noteces dati ir ļoti jūtīgi klimata izmaiņu indikatori, it īpaši labi tie atspoguļo, nokrišņu daudzuma, gaisa temperatūras, sniega režīma izmaiņas. (Shelton 2009).

2013. gadā HELCOM izdotajā ziņojumā par Baltijas jūras baseina klimatiskajām pārmaiņām, piedāvā ieskatu reģiona atmosfēras un hidrosfēras parametru izmaiņās un laikapstākļu prognozēm nākotnē. Temperatūras analīzes no 1970. līdz 2008. gadam parāda 0,5 °C līdz 0,6 °C temperatūras pieaugumu katrus desmit gadus rudens un ziemas mēnešos Botnijas līča teritorijā, kā arī nozīmīgas izmaiņas centrālajā un dienvidu Baltijas jūras daļā pavasara un vasaras mēnešos par 0,2 līdz 0,3 °C/desmitgadē. Baltijas jūras apgabalā no 1871. gada līdz 2011. gadam ir konstatēta tendence temperatūras pieaugumam par 0,11 °C/desmitgadē uz ziemeļiem no 60° paralēles un par 0,08 °C/desmitgadē uz dienvidiem no 60° paralēles (1.1. attēls). Periodā no 1951. gada līdz 2006. gadam Baltijas jūrā ir pieaudzis dienu skaits, kurā maksimālā temperatūra pārsniedz 25 °C un 30 °C, tomēr sala dienas minimālo ar temperatūru zem 0 °C ir samazinājies (precīzs dienu skaits nav minēts). Ziņojumā minēts, ka pēdējā gadsimta laikā Tartu, Igaunijā dienu skaits ar sniega segu ir samazinājies par 29 dienām, bet veģetācijas augšanas periods ir pieaudzis par 13 dienām (Avotniece et al. 2017; HELCON 2013).

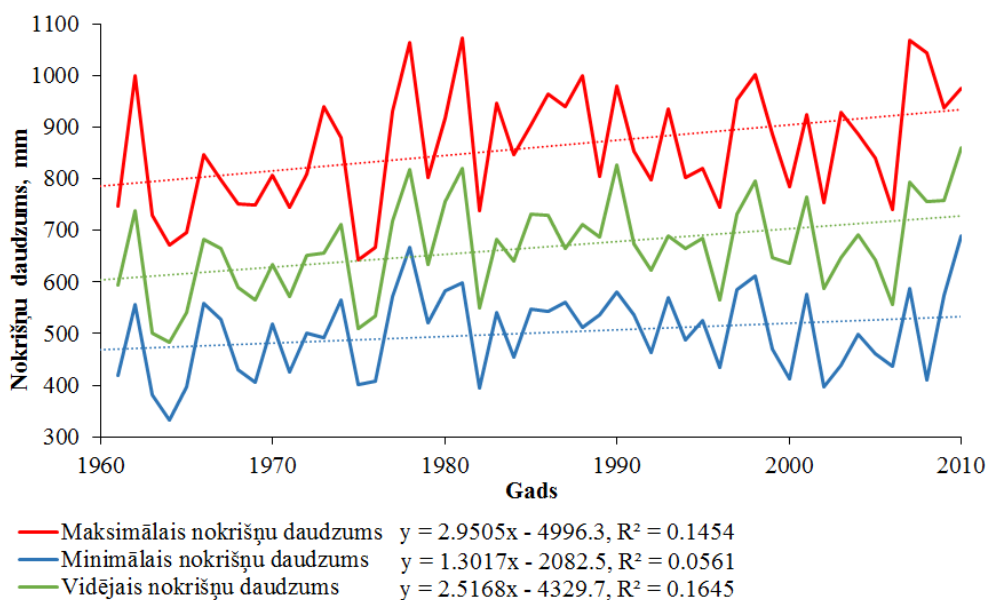


1.1. attēls. Sezonālās un gadskārtējās zemes virsējā slāņa temperatūras anomālie mērījumi un vidējā aprēķinātā temperatūra laika periodā no 1871. līdz 2011. gadam Baltijas jūras baseinā. Zilā līnijā apzīmē mērījumus uz ziemeļiem no 60° paralēles, sarkanā uz dienvidiem no 60° paralēles. Punkti apzīmē individuālos gadus, līnijas – līdzinātus datus (Gaussian filter, $\sigma = 3$) (HELCOM 2013)

Temperatūras pieaugums ietekmē ūdens iztvaikošanas apjomu. Vairākas klimata simulācijas, parāda, ka palielinātais ūdens tvaika daudzums atmosfērā lielā mērā ietekmē siltumnīcas efekta palielināšanos, kas ir tiešs planētas temperatūras paaugstināšanās cēlonis, tas parāda, ka arī hidroloģiskie objekti ietekmē klimatu un šī saikne nav vienvirziena. (Hattermann 2015).

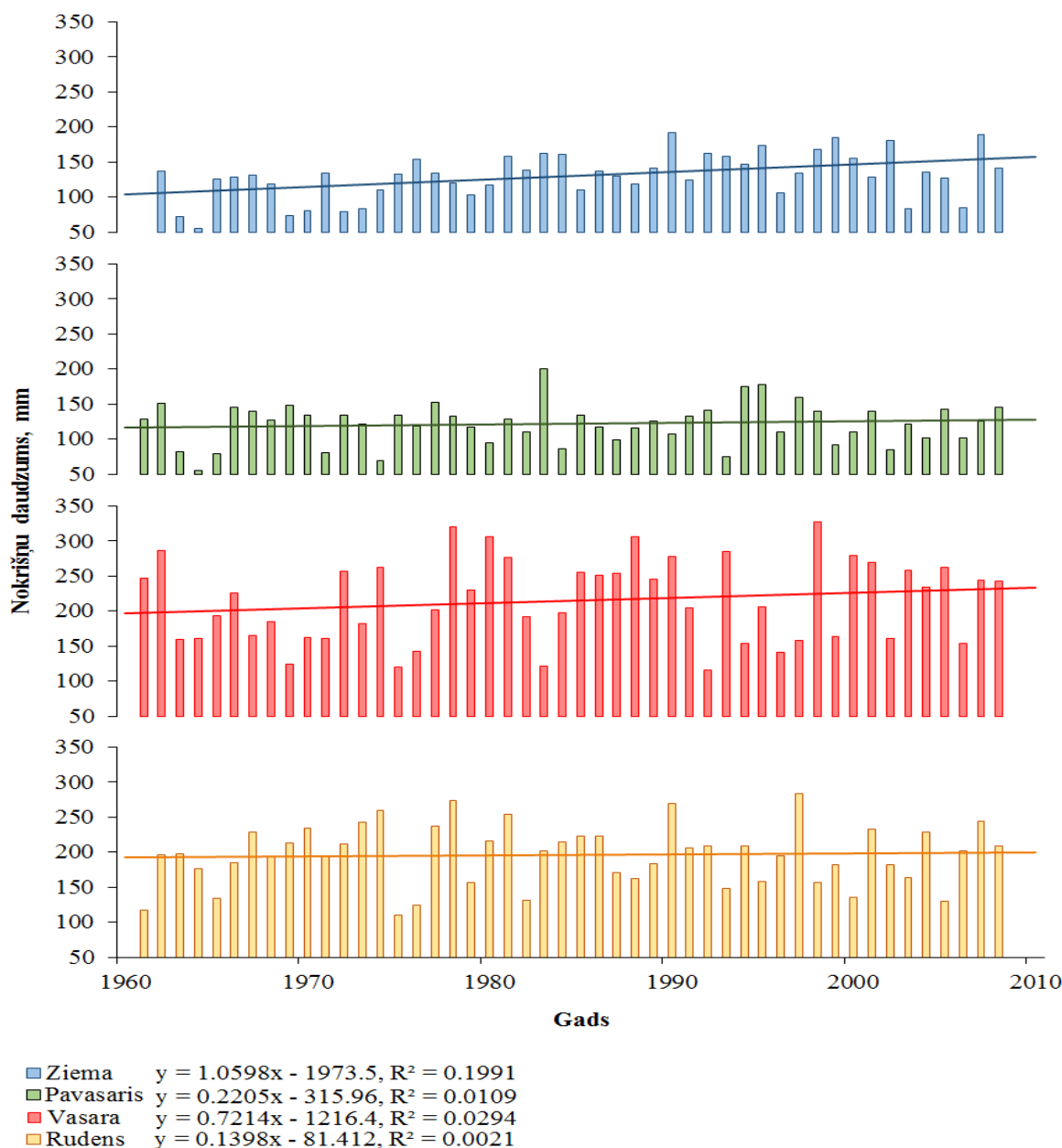
Nokrišņi tieši (virszemes notecē) un netieši (pazemes ūdeņi) ietekmē ūdens daudzumu upēs. HELCOM ziņojumā minēts, ka nokrišņu daudzums divdesmitā gadsimta laikā Baltijas

pieaudzis (1.3. attēls). Kopējais nokrišņu daudzums ir pieaudzis par 70 mm 50 gadu laikā (1960.- 2010.) (Avotniece 2017). Upju kopējais noteces apjoms ir cieši saistīts ar nokrišņu apjomu. Lielākajai daļai Latvijas upju ar sateces baseinu Latvijā noteces daudzums ir palielinājies, tomēr dati nesniedz atbildi lokāliem Latvijas reģioniem, kas tiks atsevišķi pētīti bakalaura darbā.



1.3. attēls. Latvijas gada kopējā aprēķinātā nokrišņu daudzuma izmaiņas no 1961. līdz 2010. gadam. (Avotniece 2017)

Latvijas nokrišņu daudzuma izmaiņas ir novērojamas arī sezonāli, kopumā periodā no 1961.-2010. gadam nokrišņu daudzums visvairāk ir pieaudzis ziemas un vasaras gadalaikos, kopumā par aptuveni 30 - 50 mm katrā no gadalaikiem, bet pavasara un rudens gadalaikos īpašas izmaiņas nokrišņu apjomā nav novērojamas (1.4. attēls) (Avotniece 2017).

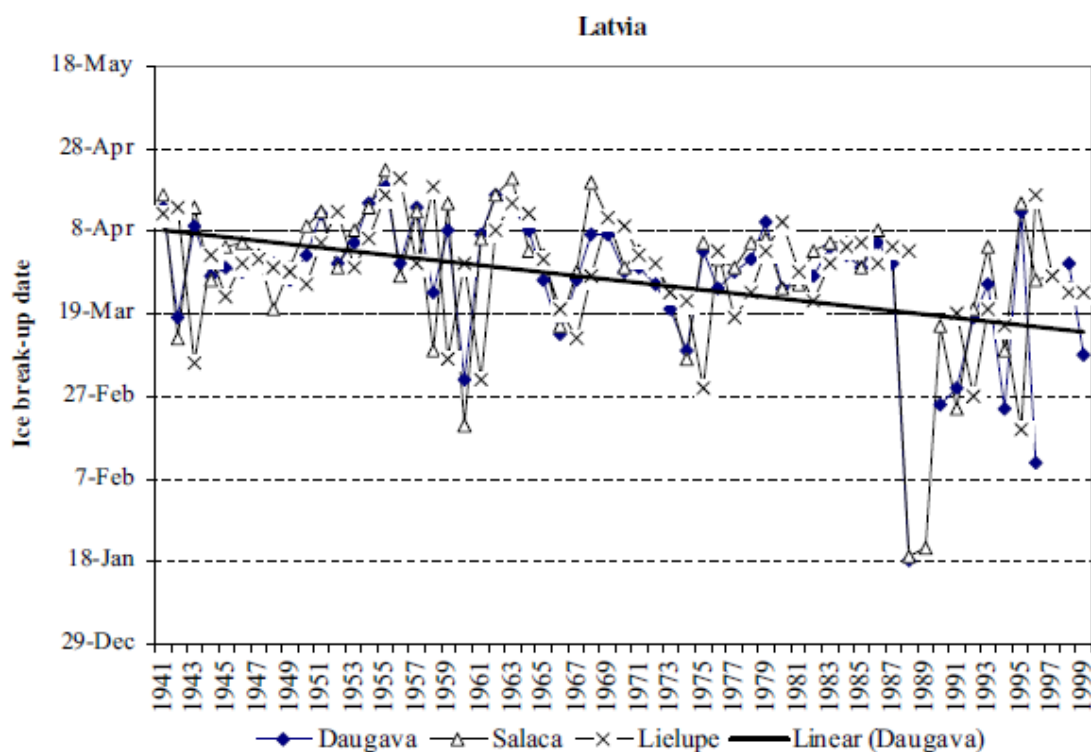


1.3. attēls. Gadalaiķu kopējais nokrišņu daudzums Latvijas teritorijā laika periodā no 1961. līdz 2010. gadam (Avotniece 2017)

Upju ledus režīms ir jūtīgs klimata pārmaiņu indikators. Ledus režīms ir dokumentēts jau kopš 1530. gada (no 1358. gada pēc B. Sarmas 1960. gada grāmatas “Upju hidroloģija”), kad tas tika darīts Daugavas upei palu laikā. Kopš 20. gs. Pirmās puses ledus parādības ir dokumentētas arī citās upēs Latvijas teritorijā (Briede et al. 2009).

Zinātniskajā rakstā par ilgtermiņa izmaiņām ledus un upju noteces režīmā Baltijas reģionā tiek apskatītas Latvijas upju ledus režīma izmaiņas un no Daugavas upes ledus režīma datiem secināts, ka ledus iešanas datums pēdējo 150 gadu laikā ir kļuvis arvien agrāks.

Daugavas, Salacas un Lielupes upju pēdējo 60-77 gadu (atkarīgs no monitoringa datu pieejamības) ledus uzlūšanas datums ir vidēji kļuvis agrāks par 2,8 līdz 6,3 dienām katrus 10 gadus (1.5. attēls). Šādas tendences ir novērojamas arī Igaunijas, Lietuvas un Baltkrievijas pētītajās upēs, kas nozīmē, ka izmaiņas nav tikai lokālas. Ledus iešanas datumu maiņa ir saistīta ar palielinātu ziemas noteces daudzumu, siltāku gaisa temperatūru ziemas un pavasara mēnešos Latvijā un Baltijas reģionā (Briede et al. 2009).



1.4. attēls. Daugavas, Salacas un Lielupes upju ledus uzlūšanas datums laika periodā no 1941. gada līdz 1999. gadam (Briede et al. 2009)

Nākotnes HBV izstrādātie modeļi 6 Latvijas upju (Imula, Dursupe, Bērze, Iecava, Vienziemīte, Salaca) kopējai vidējai ilgtermiņa un sezonālai notecei 2021.-2050. gadam paredz, ka kopējais noteces apjoms gadā, salīdzinot ar kontrolperiodu (1961.-1990. gads), būs samazinājies par 8-18% (1.6. attēls). Sezonāli vislielākais noteces palielinājums tiek prognozēts ziemas mēnešos, kas tiek arī zinātniski pamatots ar globālo klimata pasiltināšanos un prognozēto nokrišņu pieaugumu ziemā nākamo 30 gadu laikā. HBV modeļi paredz noteces pieaugumu ziemas mēnešos par 18-93% (1.6. attēls). Pavasarī tiek prognozēts noteces samazinājums par 17-42%, vasaras mēnešos pēc A2 modeļa, kas kopumā paredz lielākas noteces izmaiņas nākamo 30 gadu periodā, paredz 16-34% samazinājumu, pēc B2 modeļa, kas ir paredz mazākas kopējās noteces izmaiņas 2021.-2050. gadam, salīdzinot ar A2 modeli, 2-30% samazinājumu. Rudens mēnešos tiek paredzēts 17-48% samazinājums nokrišņu apjomā (Apsīte et al. 2012).

Prognozētās izmaiņas 2021.-2050. gadam upju kopējās noteces apjomā, attiecībā pret periodu (1961.-1990. gads); % (Apsīte et al. 2012)

Sezona vai periods/scenārijs	Upes baseins					
	Imula	Dursupe	Bērze	Iecava	Vienziemīte	Salaca
Gads /A2	-9	-10	-11	-11	-8	-15
Ziema/A2	56	52	46	40	93	34
Pavasaris/A2	-40	-36	-35	-34	-42	-26
Vasara/A2	-29	-33	-27	-18	-16	-34
Rudens/A2	-43	-39	-48	-36	-26	-41
Gads/B2	-6	-3	-7	-9	-18	-5
Ziema/B2	28	22	19	17	46	18
Pavasaris/B2	-20	-13	-14	-20	-33	-17
Vasara/B2	-23	-6	-14	-3	-30	-2
Rudens/B2	-25	-18	-30	-29	-37	-17

2. MATERIĀLI UN METODES

2.1. Pētījuma datu ieguve, hidroloģiskie un meteoroloģiski parametri

Bakalaura darba izstrādei izmatoti LVĢMC apkopotie hidroloģiskie un meteoroloģiskie dati par hidroloģiskajām un meteoroloģiskajām ilgtermiņa un sezonālām izmaiņām Bārtas, Ogres un Pededzes upju noteces baseinā un netālu no upju grīvām esošajām stacijām. Lai raksturotu upju hidroloģiskās izmaiņas, tiks izmantoti Pededzes – Litenes, Ogres – Lielpeču un Bārtas – Dūkupju hidroloģisko novērojumu stacijas (turpmāk HNS), no kurām tiks iegūti dati par upju ūdens caurplūdumu (skat. 2. un 3. pielikumu). Kopumā noteces hidroloģisko parametru izmaiņas tiks analizētas par pēdējo 70 gadu periodu, no 1960. gada līdz 2020. gadam, jo tas ir periods, kurā ir pieejami HNS dati visām stacijām nepārtrauktā periodā (2.1. tabula).

No tuvu esošajām (ne tālāk kā 30 km attālumā no hidroloģisko novērojumu stacijas) meteoroloģisko novērojumu stacijām (turpmāk MNS) tiks apkopoti LVĢMC datu fonda dati par gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu. Tiks izmantoti dati no Liepājas, Rucavas, Lielpeču, Skrīveru un Gulbenes MNS.

Kopējam nokrišņu daudzumam tiks izvēlētas Rucavas, Lielpeču un Gulbenes MNS, kas vislabāk reprezentē upju baseinu kopējo nokrišņu daudzumu sezonās un gadā (skat. 4. pielikumu). Dati visām MNS publiski pieejami periodā 1966.- 2020. gadam. (2010.- 2014. gads.) (LVĢMC S.a.).

Kā reprezentējošās MNS vidējai gaisa temperatūrai, tiks izmantotas Gulbenes, Skrīveru un Liepājas MNS periodā no 1967.-2020. gads (skat. 5. pielikumu.). Stacijas vislabāk reprezentē upju baseinu vidējo temperatūru, kā arī stacijās nav novērojami ievērojami datu iztrūkumi (izņemot Gulbenes MNS (2010.- 2013. gads.)) (LVĢMC S.a.). MNS un HNS atrašanās vieta attēlota 2.1. attēlā.

2.1. tabula

Ogres, Pededzes un Bārtas HNS caurplūduma parametru novērojumu periodi

HNS	Caurplūdums
Litene (Pededze)	1960 - 2020
Lielpeči (Ogre)	1951 - 2020
Dūkupji (Bārta)	1951 - 2020

Gulbenes, Skrīveru, Liepājas, Rucavas MNS darbības uzsākšanas gads

MNS	Darbības uzsākšanas gads
Gulbene	1923
Skrīveru	1940
Liepāja	1876
Rucava	1930



2.1. attēls. Karte ar meteoroloģisko un hidroloģisko novērojumu staciju atrašanās vietām (Jāņa sēta 2021).

2.2. Datu apstrāde, analīze un aprēķini

Dati par ūdens caurplūdumu iegūti no publiski nepieejamiem LVĢMC datu arhīviem ar iesniegumu no LU. Dati par gaisa temperatūru un nokrišņu daudzumu iegūti no LVĢMC mājaslapas, publiski pieejamā datubāzē meteo.lv.

Nokrišņu daudzums un gaisa temperatūra tiek mērīta, tomēr caurplūdums tiek aprēķināts iepriekš zināmos un kalibrētos parametros. Caurplūdumu Q (m^3/s) aprēķina sareizinot upes šķērsriezuma laukumu A (m^2) ar vidējo straumes ātrumu $V_{\text{vid.}}$ (m/s), konkrētā laikā:

Q (m^3/s) = A (m^2) * $V_{\text{vid.}}$ (m/s) (Apsīte S.a.). Atšķirības kalibrācijas kvalitātē un upes šķērsgriezumā gadu laikā var radīt potenciālas aprēķinu kļūdas.

Datu tabulās, aprēķinos, apkopojumos un grafikos attēlotas hidroloģiskajam režīmam atbilstošas sezonas un gadi:

- Ziemas sezona: iepriekš. gada 01.12. – esošā gada 28./29. 02.
- Pavasara sezona: 01.03. – 31.05.
- Vasaras sezona: 01.06. – 31.08.
- Rudens sezona: 01.09. – 30. 11.
- Hidroloģiskais gads: iepriekš. gada 01.12. – esošā gada 30.11.

Datu apstrāde veikta MS Excel datu apstrādes, analīzes un vizualizācijas programmatūrā. Caurplūduma un temperatūras un datiem tiek izdalīti sezonu un gada periodi un katram hidroloģiskajam gadam (iepriekš. gada 01.12. – esošā gada 30.10.). Izmantojot (=AVERAGE) formulu tiek katrai upei noteikts vidējais caurplūdums definētos periodos. Nokrišņiem tiek aprēķināta summa izmantojot MS Excel (=SUM) funkciju, nokrišņi netiek fiksēti katru dienu, tāpēc sezonu un gada intervāli un dienu skaits, kurās fiksēti nokrišņi gadu no gada atšķiras. Maksimālais līmenis, kas fiksēts palos, tiek atzīmēts atsevišķā tabulā, no kā izveidots grafiks par maksimālā palu līmeņa izmaiņām periodā no 1960. gada – 2020. gadam (3.16. attēls). No caurplūduma datiem tiek noteikti arī datumi, kad fiksēts maksimālais palu līmenis, kas tiek pārrēķināti uz dienu skaitu no 1. janvāra.

Atbilstoši katras upes fiksētajiem palu līmeņiem, tiek atzīmēti ziemas uzplūdi, kas norisinājušies ziemas atkušņos periodā no iepriekš. gada 1. dec. – esošā gada 28./29. februārim, ja pirms tam fiksēts mazūdens periods ar ievērojamu ziemas caurplūduma minimumu. Bārtas upei uzplūdi tiek skaitīti virs 90 m³/s, Ogres upei virs 50 m³/s, Pededzei virs 30 m³/s.

Iegūtie dati tiek attēloti grafikos un tiek pievienotas trendu līnijas. Lineāra trenda līnija attēlo kopējās izmaiņas laika periodā, kā arī tiek izmantota turpmāko datu līnijas turpināšanai un nākotnes noteces un tās ietekmējošo faktoru prognozei. Polinomināla trenda līnija ar 5 izmaiņu punktiem tiek atlikta, un tiek veidota, lai attēlotu datu periodiskumu.

Izmantojot funkciju (=TREND) tiek izveidota tabula lineārām caurplūduma (no 1960. gada), temperatūras (no 1967. gada) un nokrišņu daudzuma (no 1966. gada) izmaiņām, kā arī nākotnes projekcija (lineārai tendencei) 2050. gadam (pēc 30 gadiem) un 2100. gadam (pēc 80 gadiem). Lai ierobežotu datu apjomu un veidotu iegūtos datus saprotamākus lasītājam, izvēlēts attēlot lineāras tendences un projekcijas ar 30 gadu intervālu un 50 gadu intervālu starp 2050. gadu un 2100. gadu. Lai datus spētu veiksmīgāk salīdzināt savstarpēji un ar ūdens caurplūdumu, gaisa temperatūras intervāls no 1967. līdz 1990. gadam un nokrišņu daudzumam no 1966. gada līdz 1990. gadam ir attiecīgi 23 un 22 gadi.

No lineārās tendences tabulā tiek aprēķinātas izmaiņas, salīdzinot ar atskaites gadu, un turpmākās prognozes trendiem turpinoties (%).

Ir jāņem vērā, ka katrai sistēmai ir savas robežas, un lineārai tendencei, pēc laika izmaiņas tuvosies nereāliem skaitļiem. Lai veidotu stiprākas sakarības, ir nepieciešami dati lielākam laika periodam, kas nav pieejami.

Trenda līnijas atbilstībai novērojumu datiem tiek pievienots R^2 korelācijas koeficients. Tomēr vērtības nevar pielīdzināt, parastam salīdzinājumam, kur R^2 vērtības ar 0,25 – 0,30 tiek pielīdzinātas sliktai korelācijai, jo caurplūduma, temperatūras un nokrišņu daudzuma dati ir ļoti mainīgi no viena gada uz otru, tāpēc tendenču līnijas attēlo kopējo novērojuma perioda datu kopas mainību un nespēj attēlot vai prognozēt konkrēta gada noteci un to ietekmējošos faktoros (Nau R. *S.a.*).

3. PĒTIJUMA REZULTĀTI

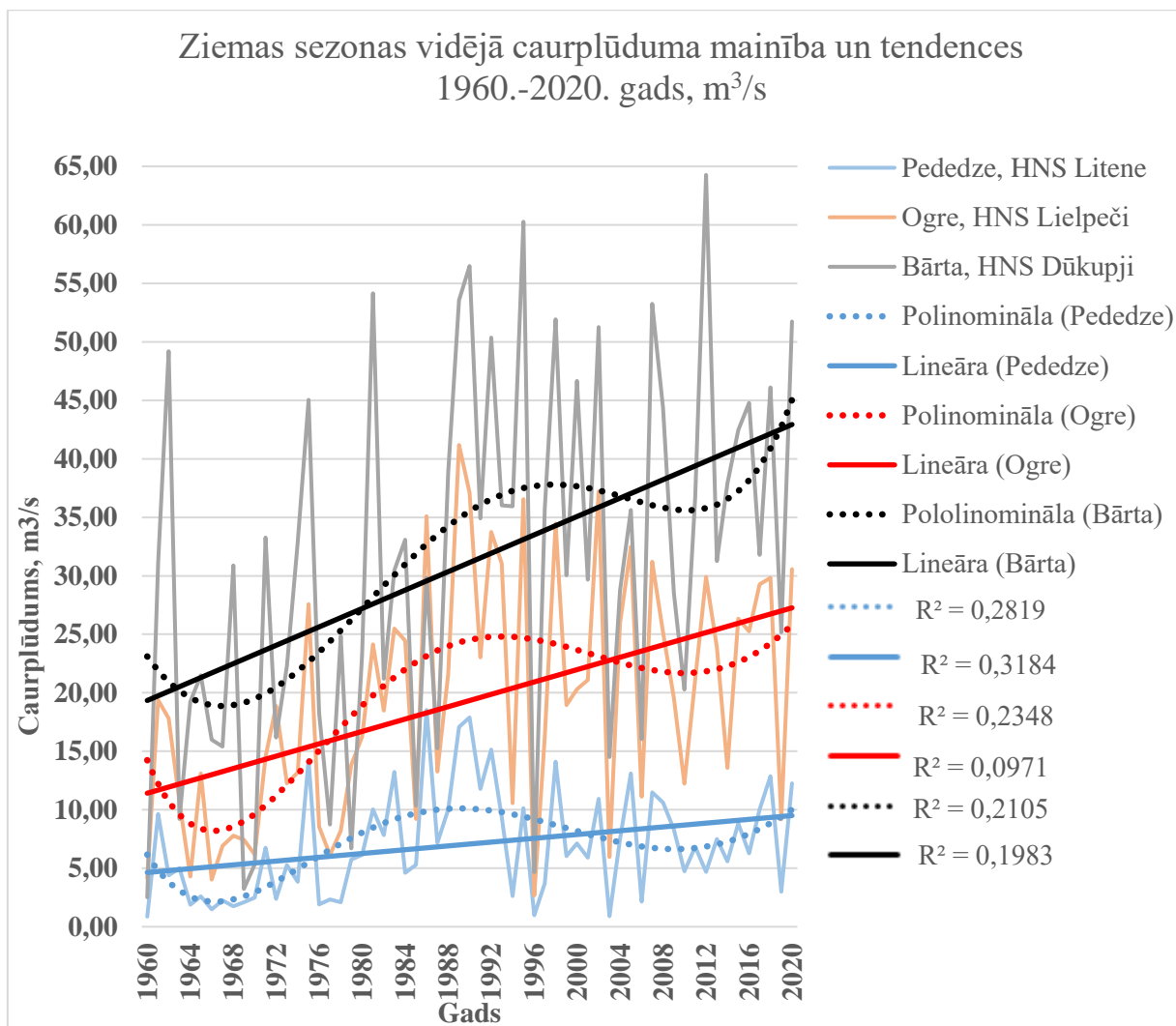
3.1. Upju ūdens caurplūduma mainība un trendi

Ziemas sezonā Pededzes, Ogres un Bārtas upēm lineārās tendences caurplūdums, salīdzinot ar 1960. gadu, ir palielinājies, kā arī ir novērojams periodiskums (periods ~45 gadi) (skat. 3.1. attēlu). Pret 1960. gadu Pededzes upē 2020. gadā noteces caurplūdums palielinājies par 105%, 2050. gadā turpinoties trendam, caurplūdums vidēji būs palielinājies par 157%, bet 2100. gadā par 245%. Ogres upē noteces pieaugums ir vēl ievērojamāks, 2020. gadā tas ir vidēji 139% lielāks, 2050. gadā par 208%, bet 2100. gadā – 324%, salīdzinot ar 1960. gadu. Bārtas upē 2020. gadā vidējās caurplūdums ziemas sezonā palielinājies par 61%, salīdzinot ar 1960. gadu. Turpinoties trendam, 2050. gadā caurplūdums palielināsies par vēl 61%, 2100. gadā - 285% (skat. 3.1. tabulu).

3.1. tabula

Ziemas sezonas vidējā caurplūduma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence Pededzes upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Ogres upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Bārtas upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %
1960	4,64	0%	11,42	0%	19,34	0%
1990	7,07	52%	19,34	69%	31,14	61%
2020	9,51	105%	27,26	139%	42,94	122%
2050	11,94	157%	35,19	208%	54,73	183%
2100	15,99	245%	48,39	324%	74,40	285%



3.1. attēls. Ziemas sezonas (iepriekš. g. 01. 12. - esošā g. 28./29.02.) vidējā caurplūduma mainība un tendences 1960.-2020. gads.

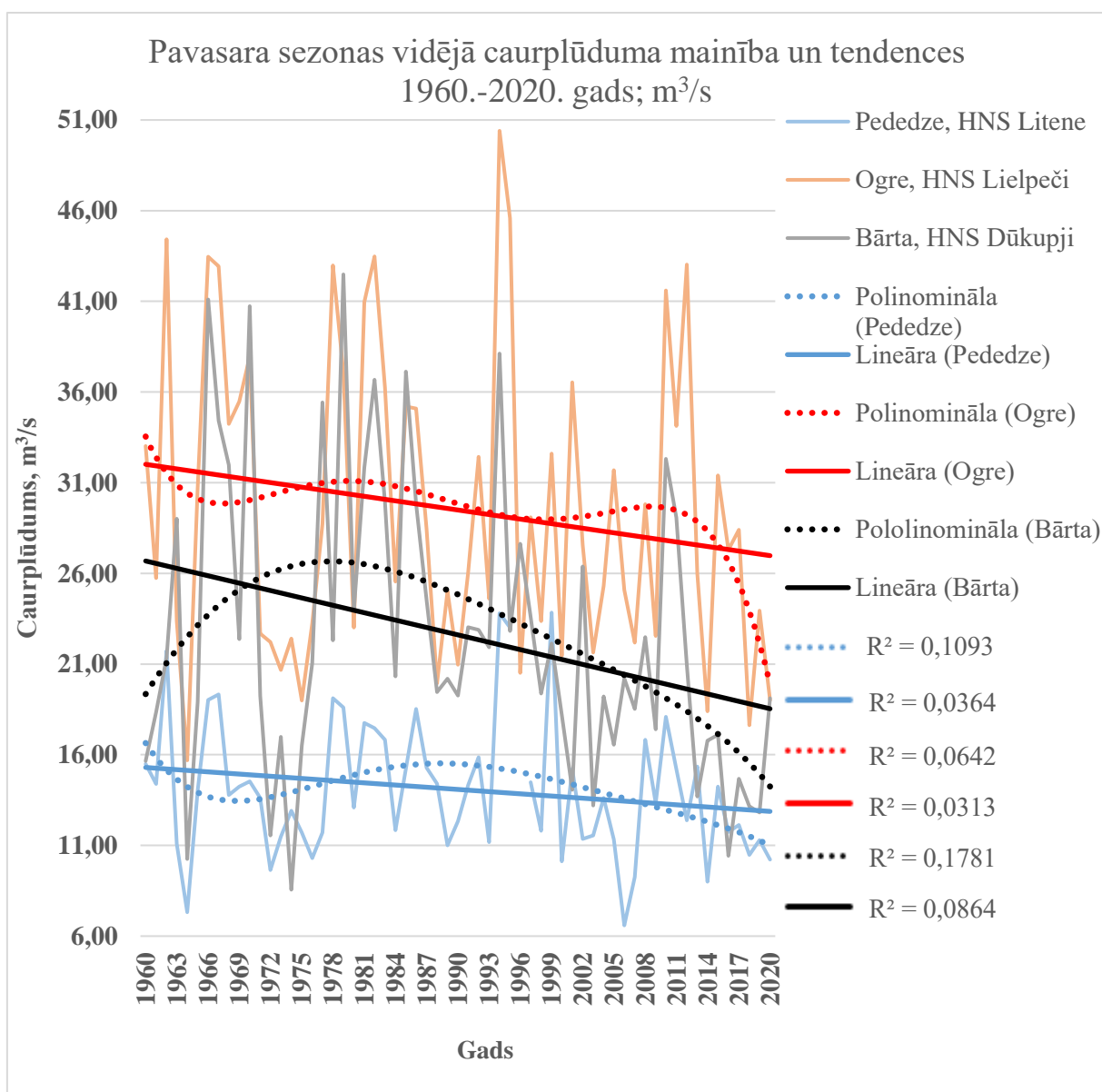
Lineārās tendences pavasara ūdens caurplūdamam liecina, ka kopš 1960. gada vidējais caurplūdums visās upēs ir samazinājies. Periodiskums caurplūduma datiem nav novērojams (skat. 3.2. attēlu).

Salīdzinot ar 1960. gadu, 2020. gadā lineārā tendence ir samazinājusies par 15 % Pededzes upē, 16 % Ogres upē un 22 % Bārtas upē. Nākotnes projekcijas 2050. gadam liecina, ka caurplūdums turpinās samazināties, vidēji Pededzes upē – 23%, Ogres upē – 24%, Bārtas upē – 33%. 2100. gadā procentuālās caurplūduma izmaiņas Pededzes upē – 35%, Ogres upē – 37%, Bārtas upē – 52% (skat. 3.2. tabulu).

Pavasara caurplūduma samazinājums izskaidrojams ar sniega segas samazināšanos, atkušņiem un palu norisi ziemas mēnešos vai ar mazu intensitāti.

Pavasara sezonas vidējā caurplūduma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence Pededzes upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Ogres upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Bārtas upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %
1960	15,00	0%	32,01	0%	5,88	0%
1990	13,87	-8%	29,50	-8%	5,23	-11%
2020	12,74	-15%	26,98	-16%	4,58	-22%
2050	11,61	-23%	24,46	-24%	3,92	-33%
2100	9,73	-35%	20,27	-37%	2,83	-52%



3.2. attēls. Pavasara sezonas vidējā caurplūduma mainība un tendences 1960.-2020. gads.

Kopumā starp 1960. un 2020. gadu lielas (virs 25%) izmaiņas caurplūdumā nav konstatētas, arī periodiskums polinominālā trenda līnijā nav novērots (3.3. attēls), joprojām saglabājies novērojumu datus pamanāms vasaras caurplūduma minimums (2. pielikums).

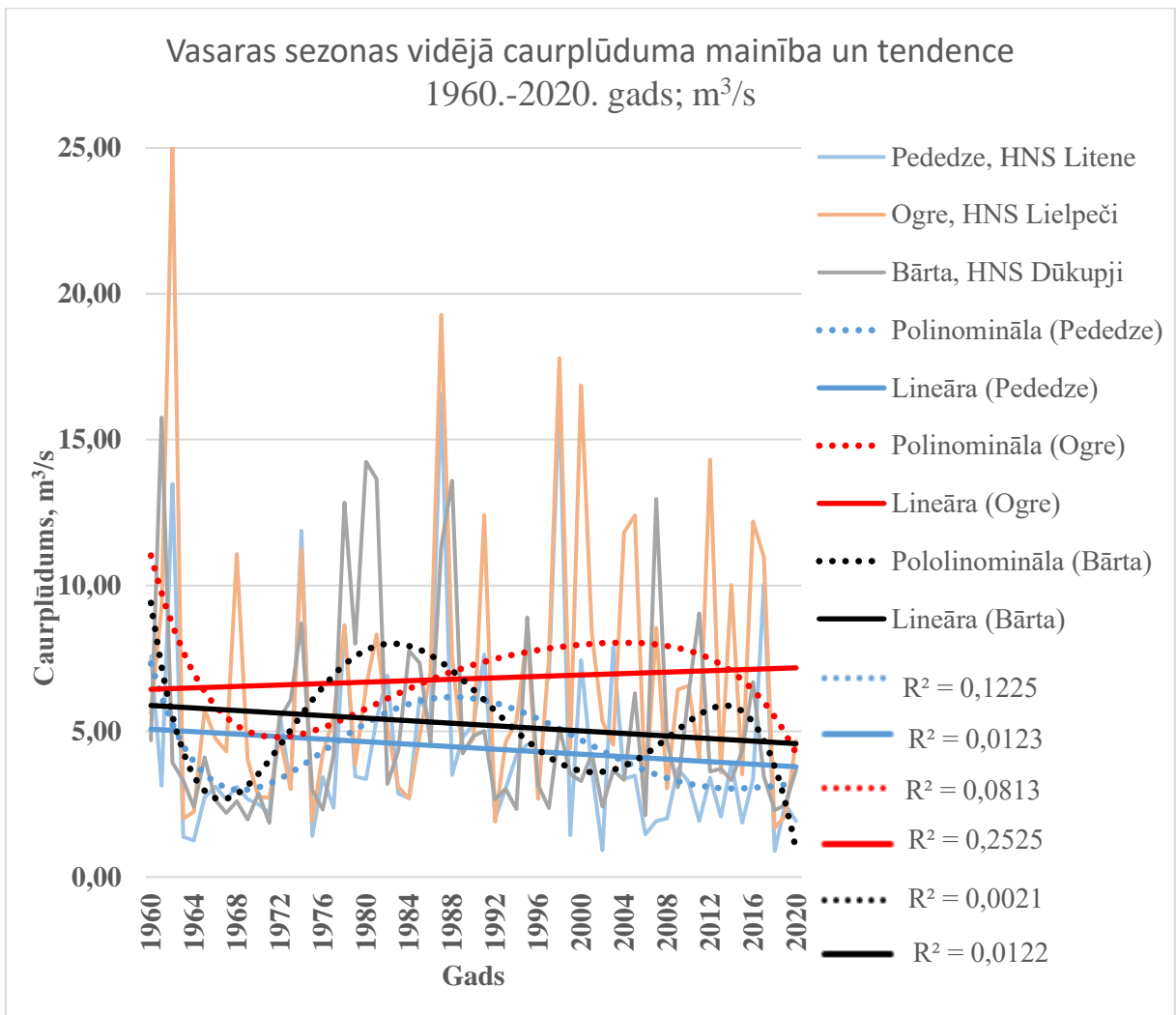
Salīdzinot ar 1960. gadu, 2020. gadā lineārā tendence ir samazinājusies par 25 % Pededzes upē, tomēr palielinājusies par 11% Bārtas upē samazinājusies par 22 %. Nākotnes projekcijas 2050. gadam liecina, ka caurplūdums samazināties Bārtas un Pededzes par 33% un 38% attiecīgi un palielināsies par 17% Ogres upē. 2100. gadā turpinoties tendencēm, vidējais caurplūdums palielināsies Ogres upē par 27%, tomēr samazināsies Pededzes un Bārtas upēs samazināsies par 59% un 52%. (skat. 3.3 tabulu).

Datu korelācija nav stipra un nevar izteikt precīzas ilgtermiņa prognozes, kas norādītu uz izteiktu vasaras sezonas caurplūduma mainību

3.3. tabula

Vasaras sezonas vidējā caurplūduma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence Pededzes upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Ogres upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Bārtas upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %
1960	5,07	0%	6,44	0%	5,88	0%
1990	4,43	-13%	6,81	6%	5,23	-11%
2020	3,78	-25%	7,17	11%	4,58	-22%
2050	3,14	-38%	7,54	17%	3,92	-33%
2100	2,07	-59%	8,16	27%	2,83	-52%



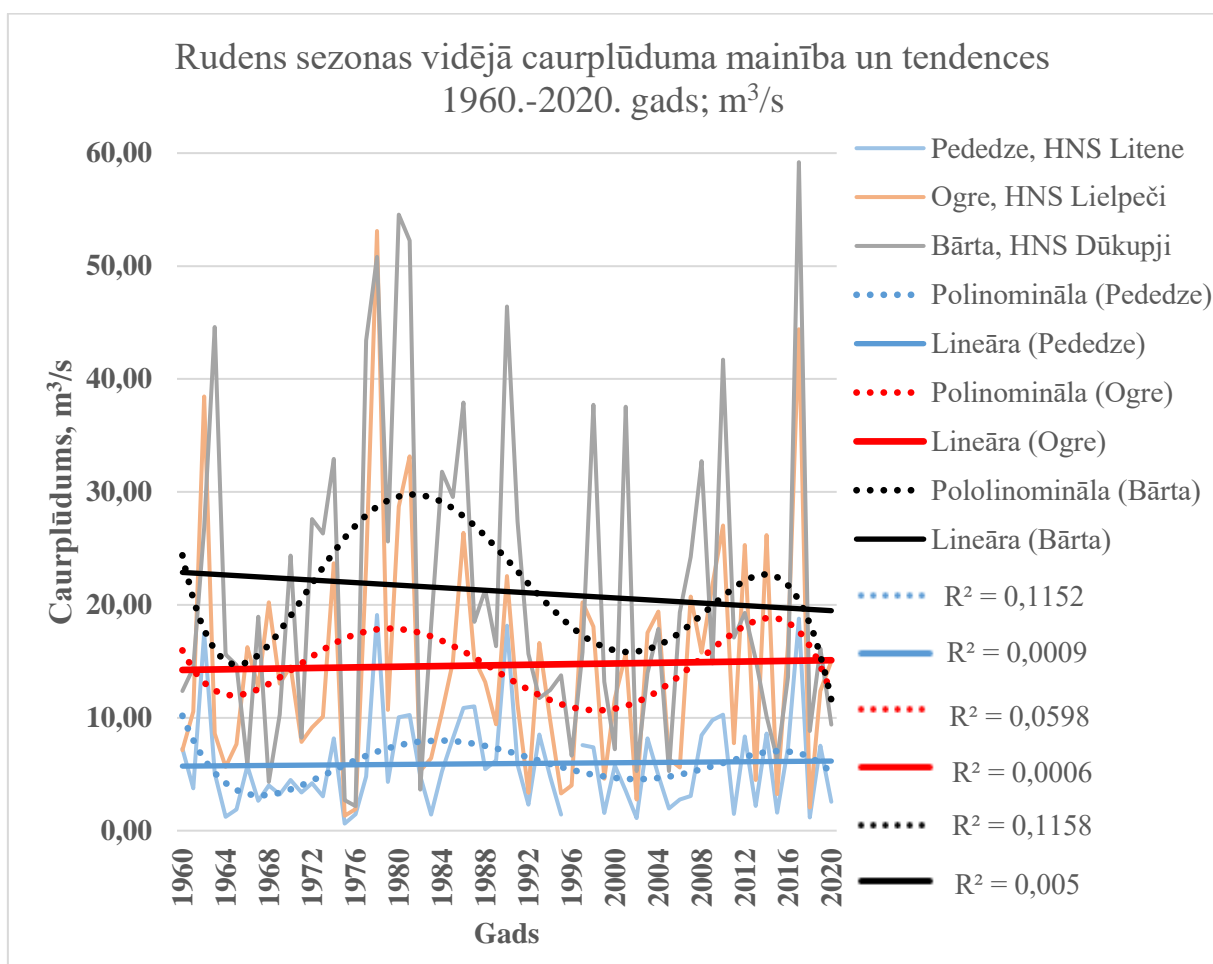
3.3. attēls. Vasaras sezonas vidējā caurplūduma mainība un tendence 1960.-2020. gads.

Rudens sezonas caurplūdumā nav novērotas ievērojamas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar citām sezonām, datus novērojams izteikts polinominālās trenda līnijas periodiskums ar intervālu aptuveni 38 gadi (skat. 3.4. attēlu).

Kopš 1960. gada līdz 2020. gadam lineārā tendence ir samazinājusies par 15 % Bārtas upē, tomēr palielinājusies Ogres un Pededzes upē par 6% un 8% attiecīgi. Nākotnes projekcijas 2050. gadam liecina, ka caurplūdums samazināties Bārtas upē par 22% un palielināsies Pededzes un Ogres upē par 9% un 12%. 2100. gadā Pededzes upē nākotnes lineāra projekcija norāda uz caurplūduma palielinājumu par 18 % un Ogres upē par 14%, tomēr Bārtu upē samazinājumu par 35%. (skat. 3.4. tabulu).

Rudens sezonas vidējā caurplūduma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence Pededzes upes caurplūdimam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Ogres upes caurplūdimam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Bārtas upes caurplūdimam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %
1960	5,72	0%	14,23	0%	22,87	0%
1990	5,94	4%	14,66	3%	21,18	-7%
2020	6,16	8%	15,09	6%	19,48	-15%
2050	6,38	12%	15,52	9%	17,79	-22%
2100	6,76	18%	16,24	14%	14,97	-35%



3.4. attēls. Rudens sezonas vidējā caurplūduma mainība un tendences 1960.-2020. gads.

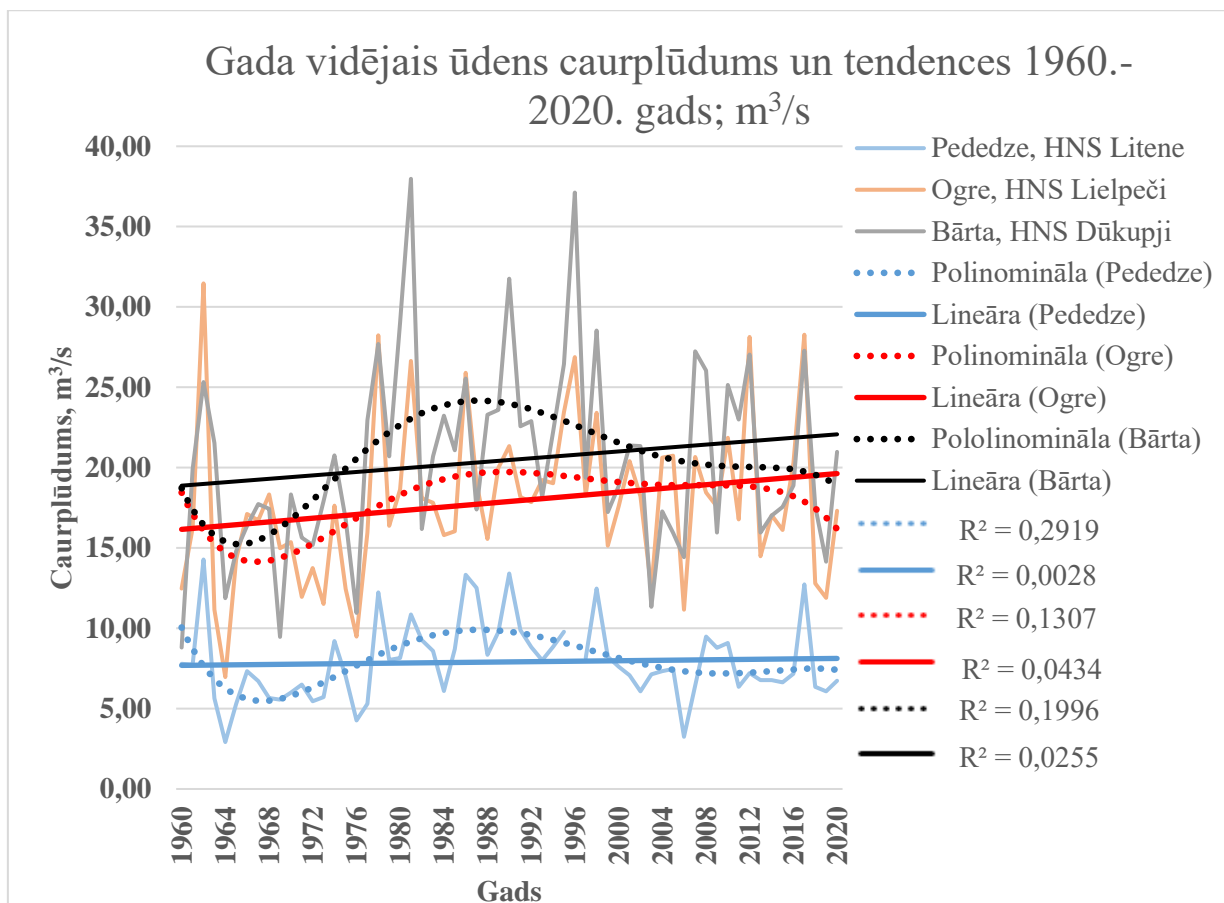
Gada vidējais caurplūdums ir palielinājies novēroto datu laika periodā no 1960.- 2020. gadam. Pededzes upē caurplūdums pieaudzis par 6%, Ogres upē par 21%, Bārtas upē par 17%. Polinominālais trends norāda, ka periodā no 1975.–1995. gadam ir novērots īpaši liels vidējais trendu caurplūdums, kas liecina par caurplūduma periodiskumu. Izteikt apgalvojumu par konkrētu perioda ilgumu nevar, jo tie iegūti par nepietiekami ilgu laika termiņu (skat. 3.5. attēlu).

Lineāras projekcijas 2050. gadam paredz caurplūduma pieaugumu par 9% Pededzes upē, 32 % Ogres upē un 25% Bārtas upē. 2100. gadam – Pededzes upei pieaugums caurplūdumam par 15%, Ogres upei par 50% un Bārtas upei – 39% (skat. 3.5. tabulu).

3.5. tabula

Gada vidējā caurplūduma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence Pededzes upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Ogres upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %	Lineāra tendence Bārtas upes caurplūdumam, m ³ /s	Procentuālas caurplūduma izmaiņas, salīdzinot ar 1960. gadu; %
1960	7,62	0%	16,16	0%	18,88	0%
1990	7,85	3%	17,89	11%	20,47	8%
2020	8,09	6%	19,63	21%	22,07	17%
2050	8,33	9%	21,37	32%	23,67	25%
2100	8,72	15%	24,26	50%	26,33	39%



3.5. attēls. Gada vidējais ūdens caurplūdums un tendences 1960.-2020. gads.

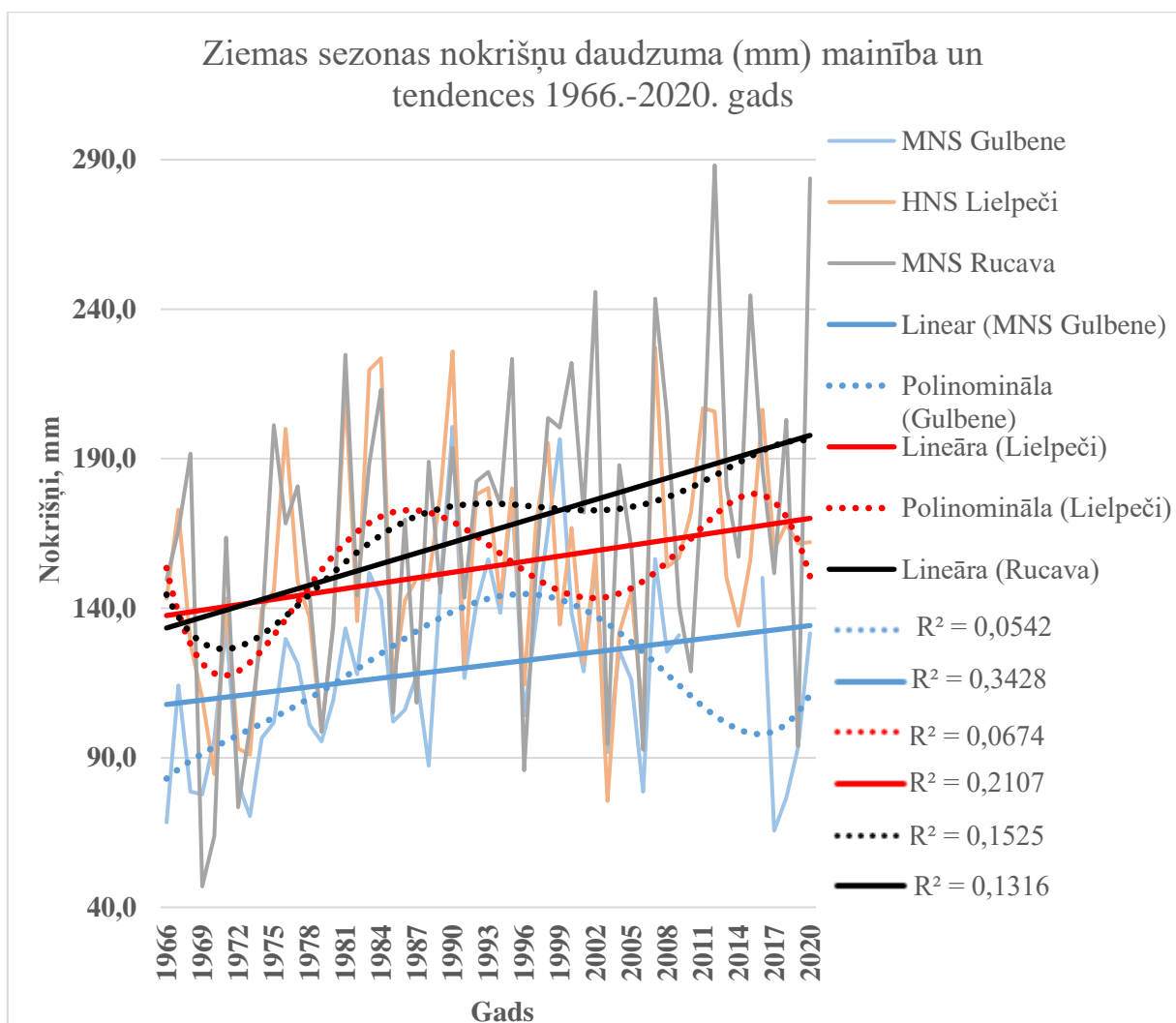
3.2. Nokrišņu summas izmaiņas un tendences

Ziemas sezonā nokrišņi 2020. gadā pēc lineāras tendences ir palielinājušies par 24 % Gulbenes novērojumu stacijā, 24% Lielpeču MHNS, Rucavas MNS divtik vairāk – 48%, salīdzinot ar 1966. gadu. Periodiskums nokrišņu kopsummās visām MNS nav fiksēts (skat. 3.6. attēlu).

2050. gadā nākotnes lineāras tendences projekcija norāda, ka nokrišņu daudzums, salīdzinot ar 1966. gadu, būs palielinājies par 38% un 37 % Gulbenes MNS un Lielpeču HMNS, bet MNS Rucava par 75%. 2100. gadā turpinoties tendencei, nokrišņu daudzums MNS Gulbene palielināsies par vidēji 61% no 1966. gada, MHNS Lielpeči 59% un MNS Rucava 120% (3.6. tabula).

Ziemas sezonas nokrišņu daudzuma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence MNS Gulbene novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MHNS Lielpeči novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MNS Rucava novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %
1966	107,82	0%	137,54	0%	133,39	0%
1990	119,54	11%	152,00	11%	162,02	21%
2020	134,20	24%	170,07	24%	197,80	48%
2050	148,85	38%	188,13	37%	233,58	75%
2100	173,28	61%	218,25	59%	293,22	120%



3.6. attēls. Ziemas sezonas nokrišņu daudzuma (mm) mainība un tendences 1966.-2020. gads.

Pavasara sezonā nav novērotas ievērojamas izmaiņas nokrišņu daudzumā, salīdzinot ar 1966. gadu. Kopumā 2020. gadā MNS Gulbene nokrišņu daudzums samazinājies par 7%,

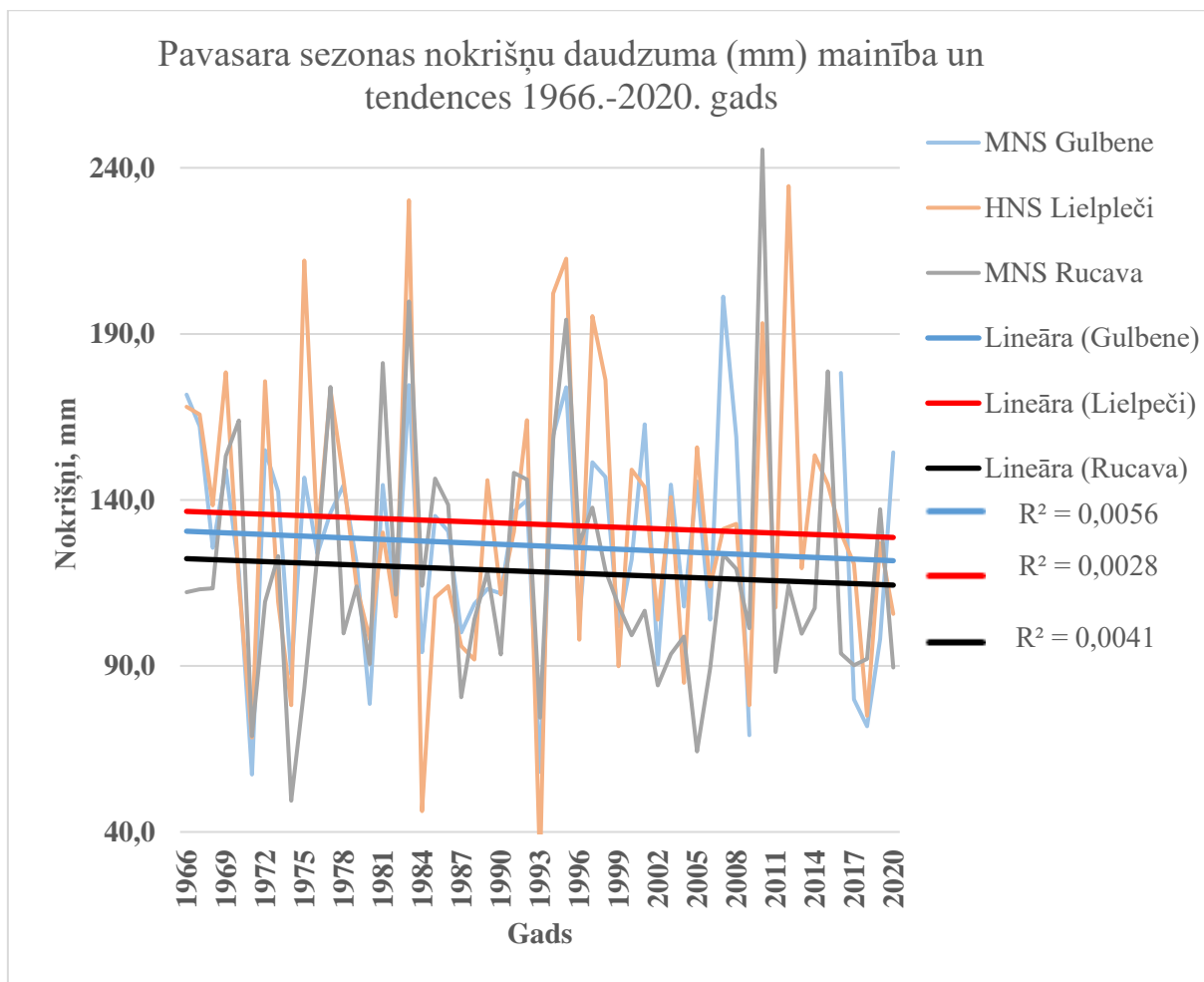
Lielpečos par 6% un Rucavā par 7% (skat. 3.7 attēlu). Nav novērojams arī nokrišņu periodiskums laikā (Dati nav attēloti, lai neradītu nelasāmu datu grafiku).

2050. gadā turpinoties tendencei Gulbenes MNS vidēji nokrišņu daudzums pret 1966. gadu samazināsies par 11%, HMNS Lielpeči par 9 % un MNS Rucavā 10%. 2100. gadā MNS Gulbene samazinājums prognozēts par 17%, Lielpeču HMNS 14% un Rucavas MNS 16% (3.7. tabula).

3.7. tabula

Pavasara sezonas nokrišņu daudzuma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence MNS Gulbene novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence HNS Lielpeči novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MNS Rucava novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %
1966	130,56	0%	136,54	0%	122,30	0%
1990	126,62	-3%	133,05	-3%	118,76	-3%
2020	121,69	-7%	128,69	-6%	114,34	-7%
2050	116,76	-11%	124,33	-9%	109,91	-10%
2100	108,54	-17%	117,07	-14%	102,55	-16%



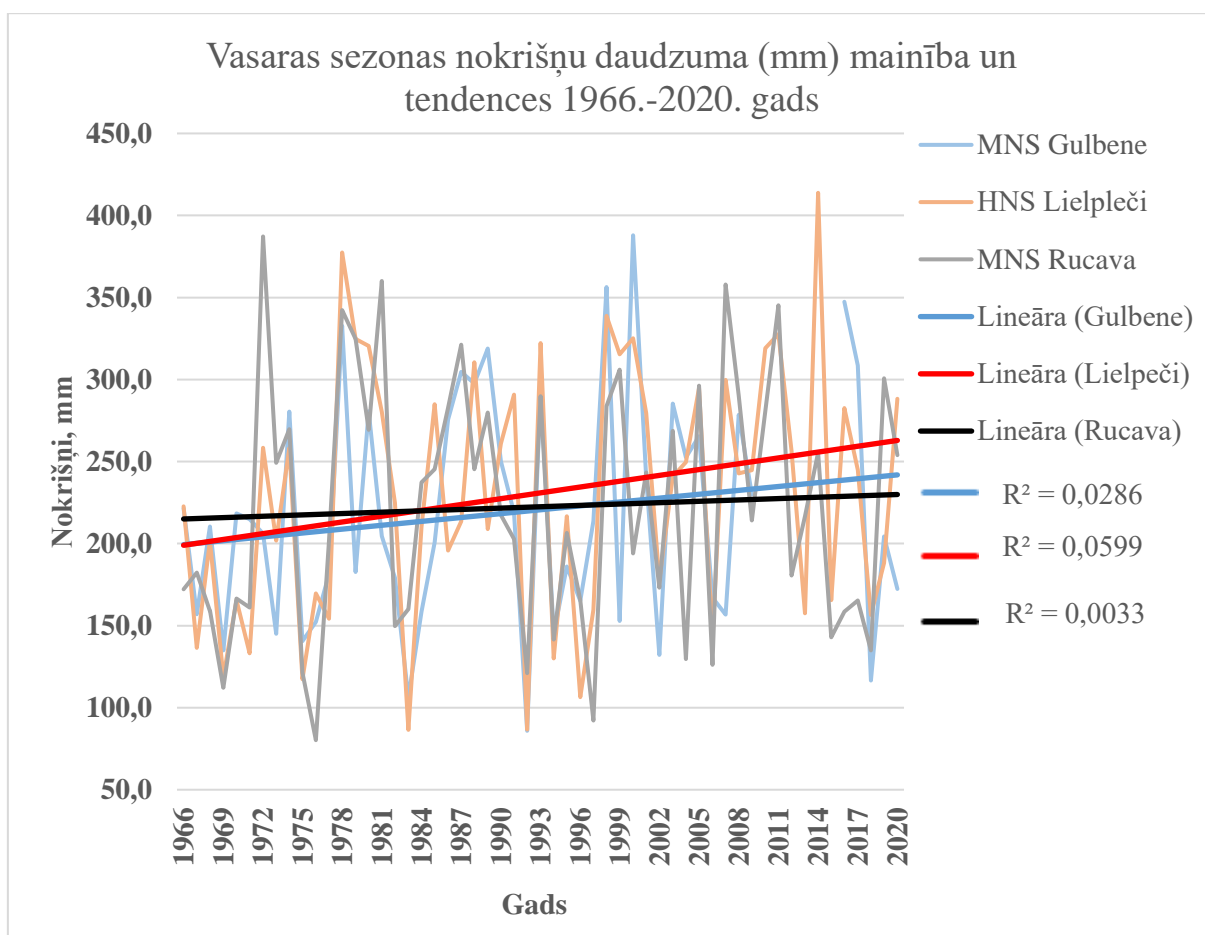
3.7. attēls. Pavasara sezonas nokrišņu daudzuma (mm) mainība un tendences 1966.-2020. gads.

Vasarā nokrišņu daudzums vidēji ir palielinājies visās novērojumu stacijās. Salīdzinot ar 1966. gadu, nokrišņu daudzums pēc lineāras tendences 2020. gadā Gulbenes MNS palielinājies par 21%, Lielpeču HMNS 32% un Rucavas MNS 11% (skat. 3.8. attēlu). Nav novērots periodiskums nokrišņu polinominālai tendencei.

Nākotnes lineārās tendences projekcijas liecina, ka 2050. gadā MNS Gulbene nokrišņu daudzums palielināsies par 33%, Lielpečos par 50% un Rucavā par 11%. 2100. gadā turpinoties tendencei nokrišņu vidējais daudzums palielinājies būs par 53%, MNS Gulbene, HNS Lielpeči 80% un MNS Rucava par 17%, salīdzinot ar lineāro tendenci 1966. gadā.

Vasaras sezonas nokrišņu daudzuma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence MNS Gulbene novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence HNS Lielpeči novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MNS Rucava novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %
1966	199,38	0%	198,99	0%	215,03	0%
1990	218,28	9%	227,39	14%	221,65	3%
2020	241,91	21%	262,89	32%	229,93	7%
2050	265,53	33%	298,39	50%	238,22	11%
2100	304,91	53%	357,56	80%	252,02	17%



3.8. attēls. Vasaras sezonas nokrišņu daudzuma (mm) mainība un tendences 1966.-2020. gads.

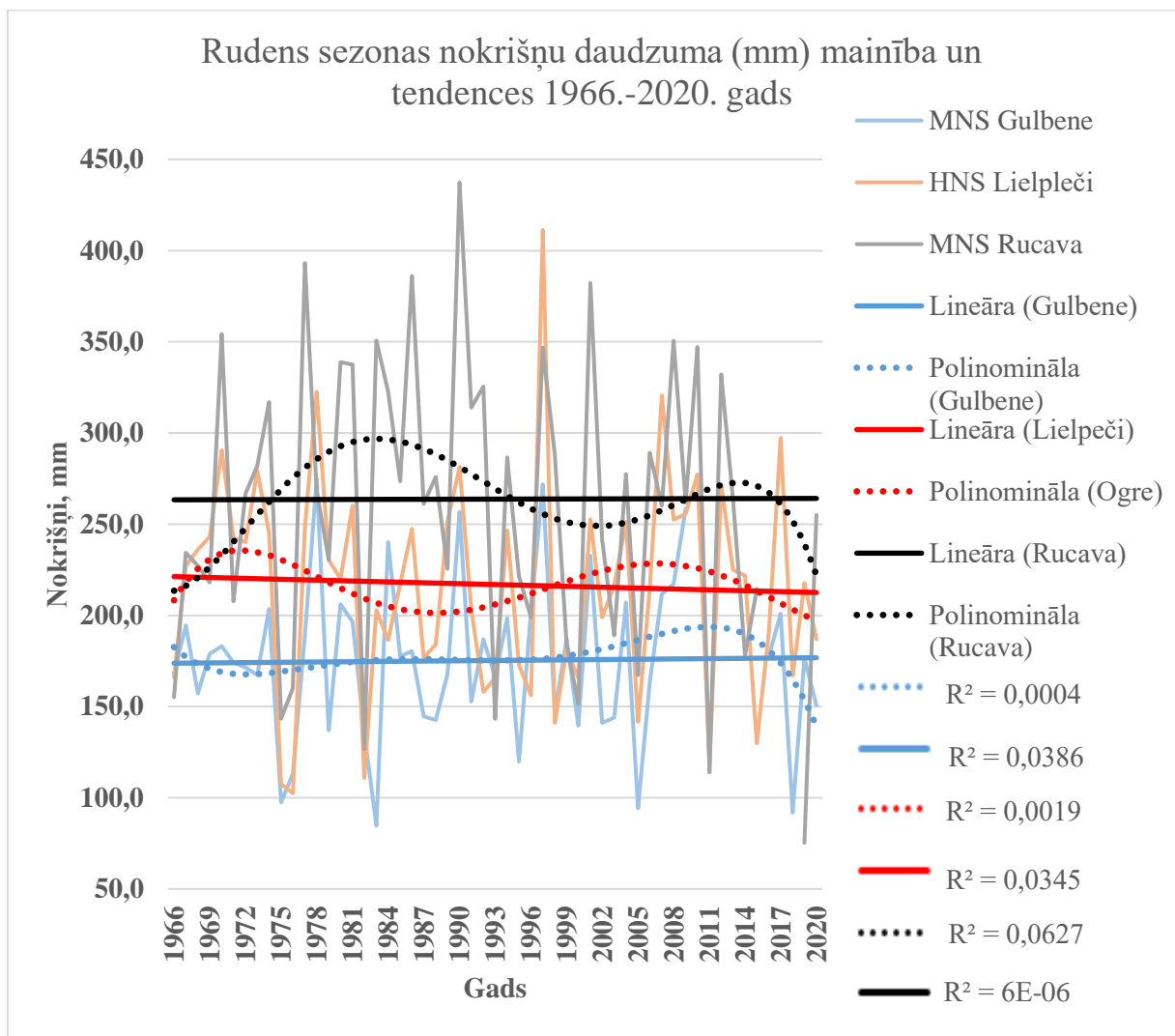
Rudens sezonā ievērojamas vidējo summēto nokrišņu izmaiņas netika fiksētas. Salīdzinot ar 1966. gadu MNS Gulbene nokrišņu apjoms lineārā tendencē palielinājies par 2%, Lielpeču HMNS un Rucavas MNS samazinājies par attiecīgi 4% un 9% (skat. 3.9. attēlu).

Turpinot lineāras tendences projekciju 2050. un 2100. gadam, Gulbenes MNS nokrišņu pieaugums prognozēts attiecīgi 3% un 4%, Lielpeču HMNS samazināsies nokrišņu apjoms par 6% un 10% attiecīgi, bet MNS Rucava 13% un 21 % (skat.3.9. tabulu).

3.9. tabula

Rudens sezonas nokrišņu daudzuma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence MNS Gulbene novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence HNS Lielpeči novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MNS Rucava novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %
1966	173,76	0%	221,25	0%	270,49	0%
1990	175,11	1%	217,38	-2%	260,22	-4%
2020	176,79	2%	212,54	-4%	247,38	-9%
2050	178,47	3%	207,71	-6%	234,55	-13%
2100	181,27	4%	199,65	-10%	213,16	-21%



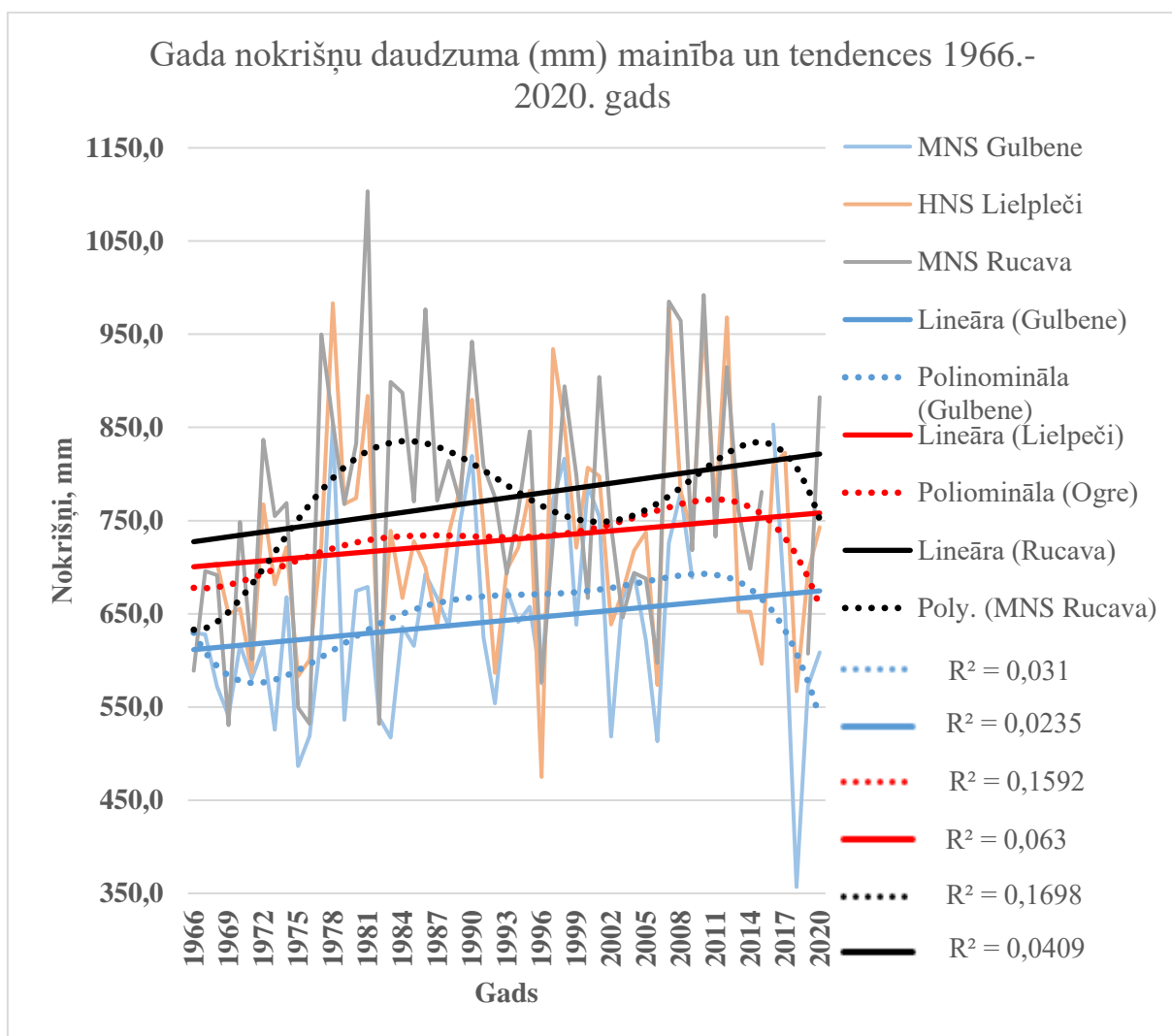
3.9. attēls. Rudens sezonas nokrišņu daudzuma (mm) mainība un tendences 1966.-2020. gads.

Kopējais gada lineārās tendences nokrišņu daudzums palielinājies visās novērojumu stacijās salīdzinot ar 1966. gadu. 2020. gadā procentuālā nokrišņu mainība lineārai līknei pret 1966. gadu Gulbenes MNS ir 10 %, HMNS Lielpleči 12% un MNS Rucava 8%. Periodiskums nokrišņu datos nav novērojams (3.10. grafiks).

Projekcijas 2050. gadam norāda, ka salīdzinot ar 1966. gadu gada kopējais nokrišņu daudzums MNS Gulbene palielināsies vidēji par 16% un 2100. gadā par 26%, Lielpleču HMNS attiecīgi par 18% un 29%, MNS Rucava 18% un 29 % 2100. gadā, turpinoties tendencei (3.10. tabula).

Gada nokrišņu daudzuma izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence MNS Gulbene novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence HNS Lielpeči novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %	Lineāra tendence MNS Rucava novērotajiem nokrišņiem, mm	Procentuāla nokrišņu mainība, salīdzinot ar 1966. gadu; %
1966	611,52	0%	694,32	0%	737,64	0%
1990	639,54	5%	729,82	5%	764,14	4%
2020	674,58	10%	774,19	12%	797,27	8%
2050	709,61	16%	818,57	18%	830,39	13%
2100	767,99	26%	892,52	29%	885,61	20%



3.10. attēls. Gada nokrišņu daudzuma (mm) mainība un tendences 1966.-2020. gads.

3.3. Gaisa temperatūras izmaiņas un tendences

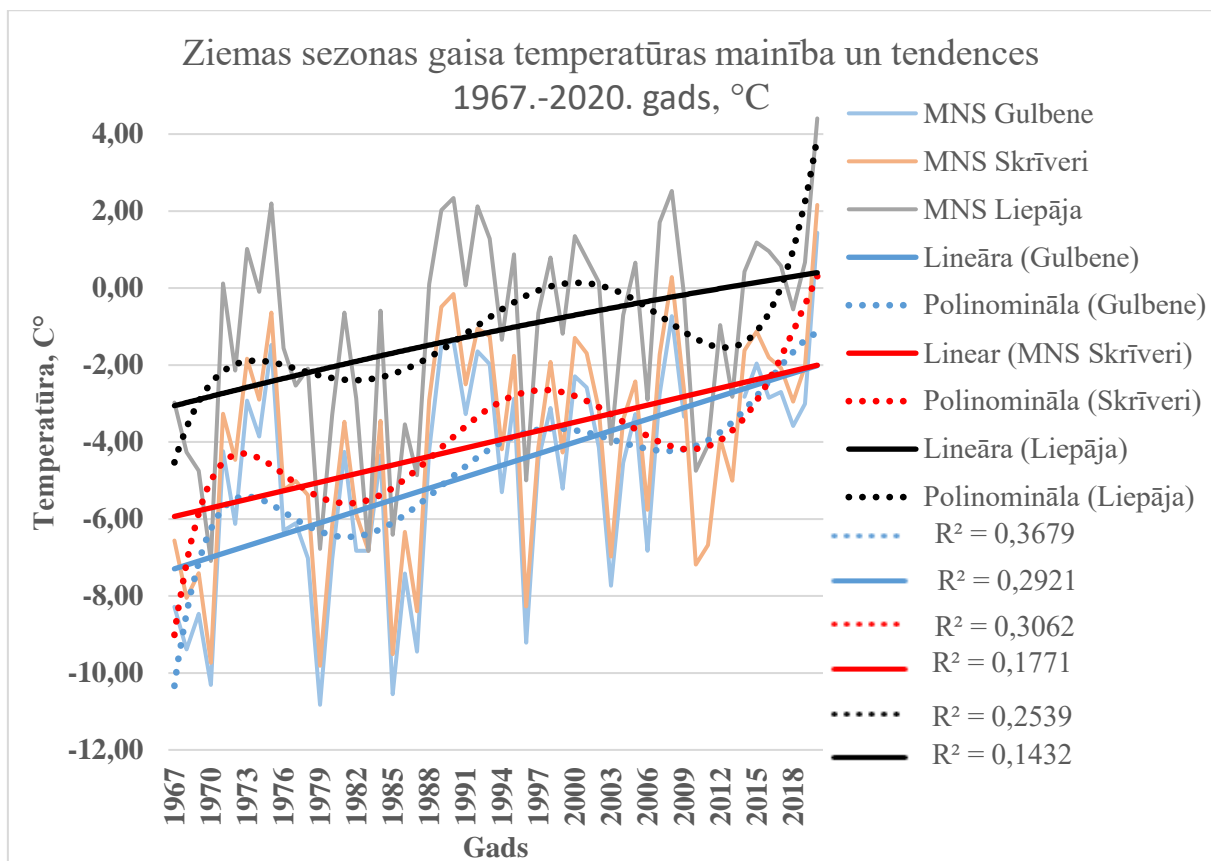
Gaisa temperatūra ziemas mēnešos palielinājusies visās novērojumu stacijās (pēc lineārās tendences). Novērotais pieaugums ir visai ievērojams. Polinominālai trendu līnijai ir novērojams periodiskums ar periodu ~ 25 gadi (minimumiem) (skat. 3.11. attēlu).

Salīdzinot ar 1967. gadu, 2020. gadā MNS Gulbene temperatūra uz lineārās trenda līnijas pieaugusi par 5,29°C, Skrīveru MNS par 3,93°C un Liepājas MNS par 2,46°C. 2050. gadā gaisa temperatūra turpinoties tendencēm Gulbenes MNS palielināsies par 8,27°C un par 13,26°C 2100. gadā, Skrīveru MNS 2050. gadā temperatūra turpinoties trendam būs palielinājusies par 6,15°C, salīdzinot ar 1967. gadu un 2100. gadā par 8,00°C. Liepājas MNS 2050. gadā gaisa temperatūras lineārais tendence sasniegs 5,42°C virs 1967. gadā esošās vērtības un 2100. gadā 8,68°C (skat. 3.11. tabulu).

3.11. tabula

Ziemas sezonas vidējās gaisa temperatūras izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Gulbene, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai, MNS Skrīveri, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Liepāja, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C
1967	-7,30	0,00	-5,93	0,00	-2,92	0,00
1990	-5,00	+2,7	-4,23	+1,7	-1,42	+1,5
2020	-2,01	+5,29	-2,00	+3,93	0,54	+2,46
2050	0,97	+8,27	0,22	+6,15	2,50	+5,42
2100	5,96	+13,26	3,93	+8	5,76	+8,68



3.11. attēls. Ziemas sezonas gaisa temperatūras mainība un tendences 1967.-2020. gads.

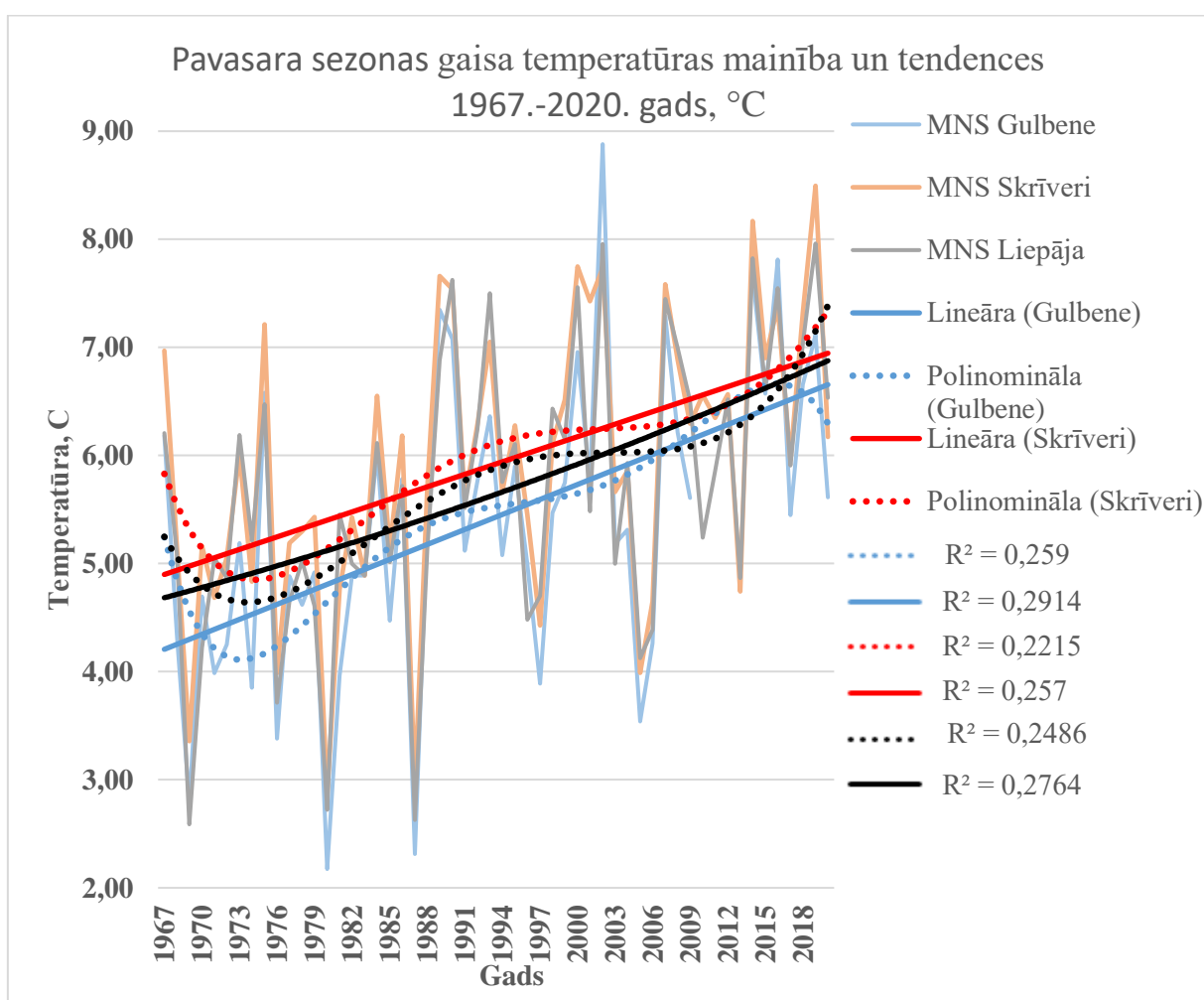
Gaisa temperatūra pavasara sezonā palielinājusies visās novērojumu stacijās (pēc lineārās tendences). Polinominālai trendu līnijai ir novērojams periodiskums ar periodu ~ 35 gadi (minimumiem) (skat. 3.12. attēlu).

Salīdzinot ar 1967. gadu, 2020. gadā MNS Gulbene temperatūra uz lineārās trenda līnijas pieaugusi par 2,45°C, Skrīveru MNS par 2,05°C un Liepājas MNS par 1,20°C. 2050. gadā gaisa temperatūra turpinoties tendencēm Gulbenes MNS palielināsies par 2,45°C un par 6,14°C 2100. gadā, Skrīveru MNS 2050. gadā temperatūra turpinoties trendam būs palielinājusies par 3,20°C, salīdzinot ar 1967. gadu un 2100. gadā par 5,14°C. Liepājas MNS 2050. gadā gaisa temperatūras lineārais tendence sasniegs 3,44°C virs 1967. gadā esošās vērtības un 2100. gadā 5,51°C (skat. 3.12. tabulu).

3.12. tabula

Ziemas sezonas vidējās gaisa temperatūras izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Gulbene, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Skrīveri, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai, MNS Liepāja, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C
1967	4,21	0,00	4,90	0,00	4,59	0,00
1990	5,27	+1,06	5,79	+0,89	5,55	+1,04
2020	6,66	+2,45	6,95	+2,05	6,79	+1,2
2050	8,04	+3,83	8,10	+3,2	8,03	+3,44
2100	10,35	+6,14	10,04	+5,14	10,10	+5,51



3.12. attēls. Pavasara sezonas gaisa temperatūras mainība un tendences 1967.-2020. gads.

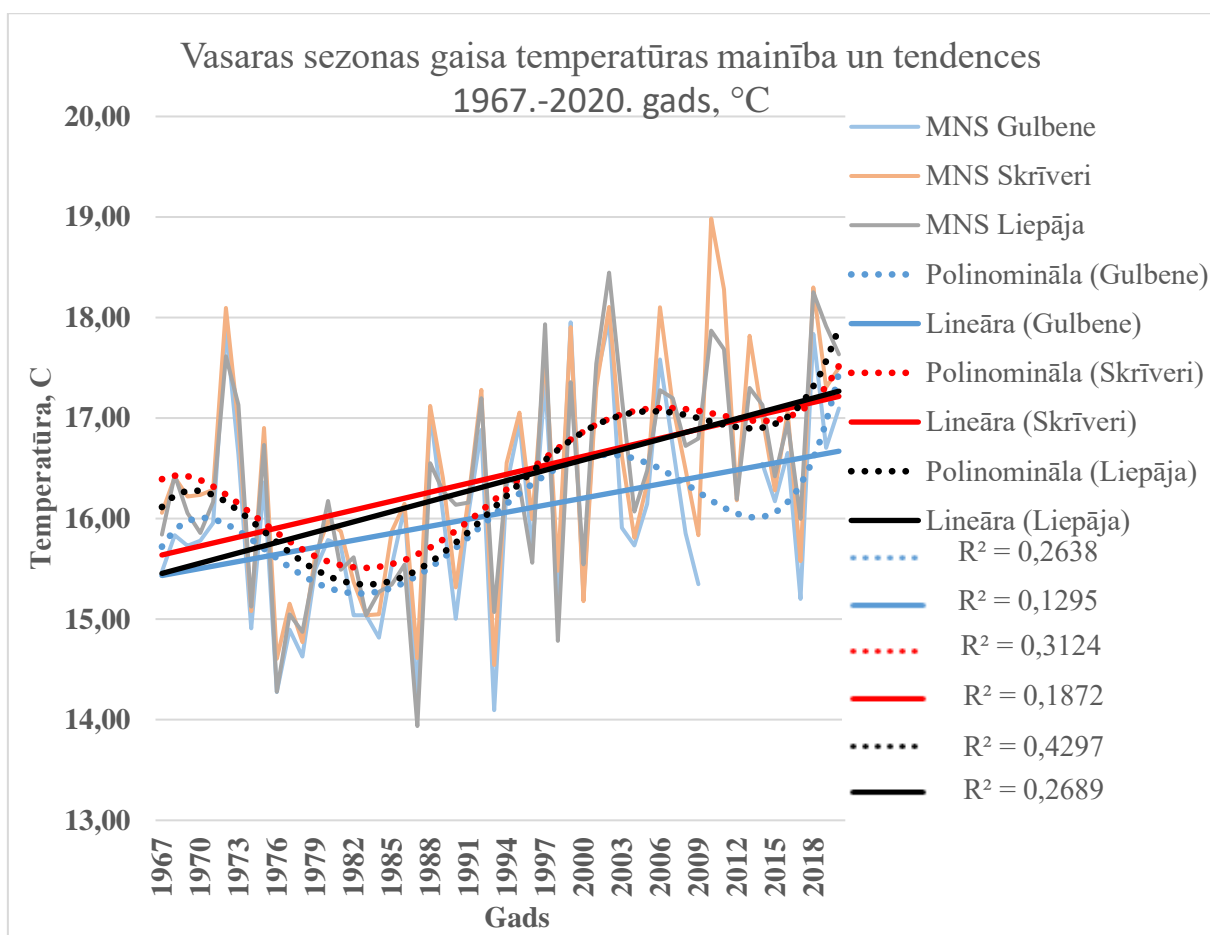
Gaisa temperatūra vasaras sezonā palielinājusies visās novērojumu stacijās (pēc lineārās tendences). Polinominālai trendu līnijai ir novērojams periodiskums ar periodu ~ 32 gadi (minimumiem) (skat. 3.13. attēlu).

Salīdzinot ar 1967. gadu, 2020. gadā MNS Gulbene temperatūra uz lineārās trenda līnijas pieaugusi par 1,24°C, Skrīveru MNS par 1,58°C un Liepājas MNS par 1,81°C. 2050. gadā gaisa temperatūra turpinoties tendencēm Gulbenes MNS palielināsies par 1,94°C un par 3,11°C 2100. gadā, Skrīveru MNS 2050. gadā temperatūra turpinoties trendam būs palielinājusies par 2,47°C, salīdzinot ar 1967. gadu un 2100. gadā par 3,96°C. Liepājas MNS 2050. gadā gaisa temperatūras lineārais tendence sasniegs 2,83°C virs 1967. gadā esošās vērtības un 2100. gadā 4,54°C (skat. 3.13. tabulu).

3.13. tabula

Vasaras sezonas vidējās gaisa temperatūras izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Gulbene, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Skrīveri, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Liepāja, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C
1967	15,43	0,00	15,64	0,00	15,46	0,00
1990	15,97	+0,54	16,32	+0,68	16,24	+0,78
2020	16,67	+1,24	17,22	+1,58	17,27	+1,81
2050	17,37	+1,94	18,11	+2,47	18,29	+2,83
2100	18,54	+3,11	19,60	+3,96	20,00	+4,54



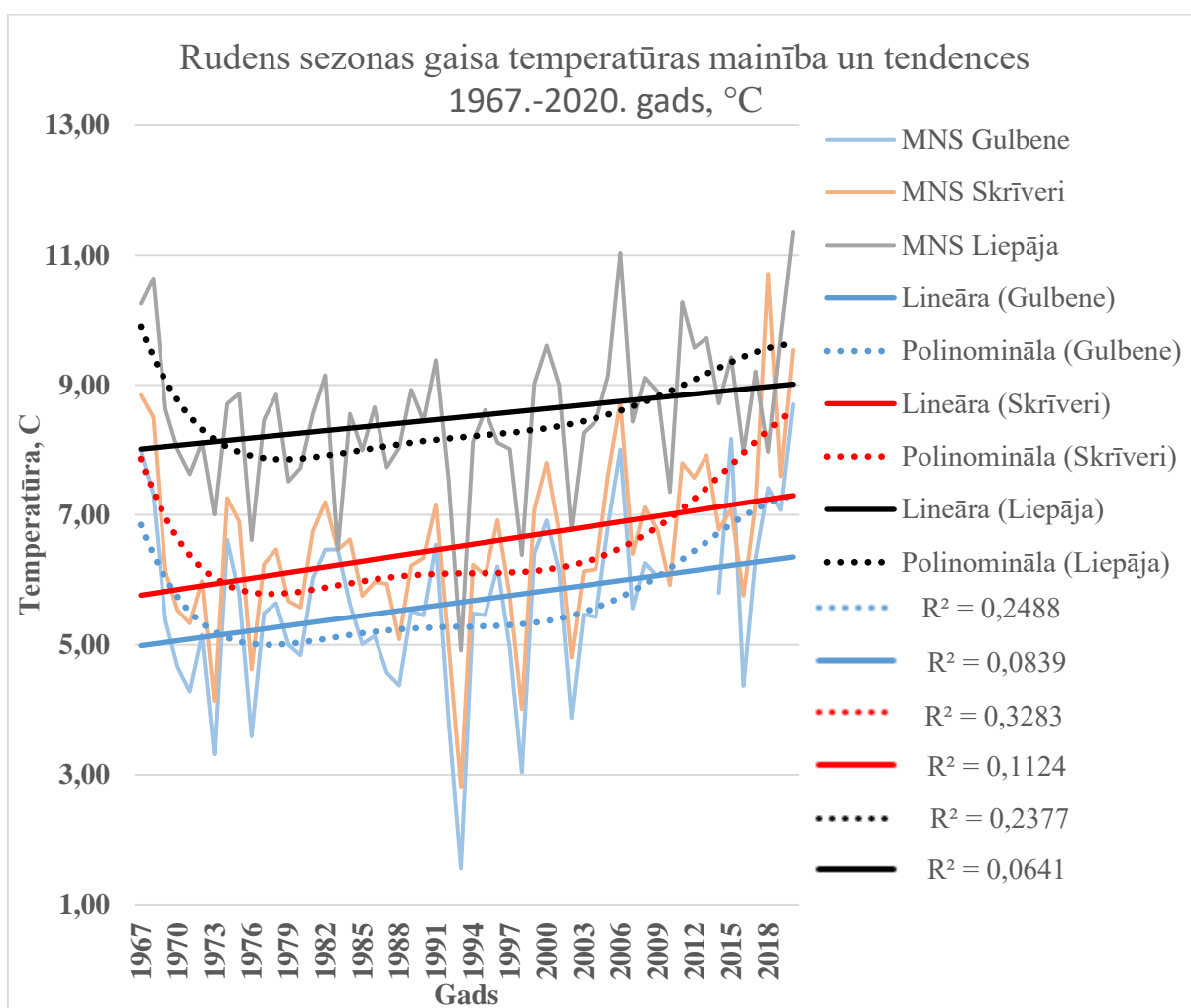
3.13. attēls. Vasaras sezonas gaisa temperatūras mainība un tendences 1967.-2020. gads.

Gaisa temperatūra rudens sezonā palielinājusies visās novērojumu stacijās (pēc lineārās tendences). Polinominālai trendu līnijai nav novērojams (skat. 3.14. attēlu).

Salīdzinot ar 1967. gadu, 2020. gadā MNS Gulbene temperatūra uz lineārās trenda līnijas pieaugusi par 1,36°C, Skrīveru MNS par 1,53°C un Liepājas MNS par 1,0°C. 2050. gadā gaisa temperatūra turpinoties tendencēm Gulbenes MNS palielināsies par 2,13°C un par 3,42°C 2100. gadā, Skrīveru MNS 2050. gadā temperatūra turpinoties trendam būs palielinājusies par 2,39°C, salīdzinot ar 1967. gadu un 2100. gadā par 3,84°C. Liepājas MNS 2050. gadā gaisa temperatūras lineārais tendence sasniegs 1,57°C virs 1967. gadā esošās vērtības un 2100. gadā 2,51°C (skat. 3.14. tabulu).

Rudens sezonas vidējās gaisa temperatūras izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Gulbene, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Skrīveri, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Liepāja, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C
1967	4,99	0,00	5,77	0,00	8,01	0,00
1990	5,58	+0,59	6,43	+0,66	8,45	+0,44
2020	6,35	+1,36	7,30	+1,53	9,01	+1,0
2050	7,12	+2,13	8,16	+2,39	9,58	+1,57
2100	8,41	+3,42	9,61	+3,84	10,52	+2,51



3.14. attēls. Rudens sezonas gaisa temperatūras mainība un tendences 1967.-2020. gads.

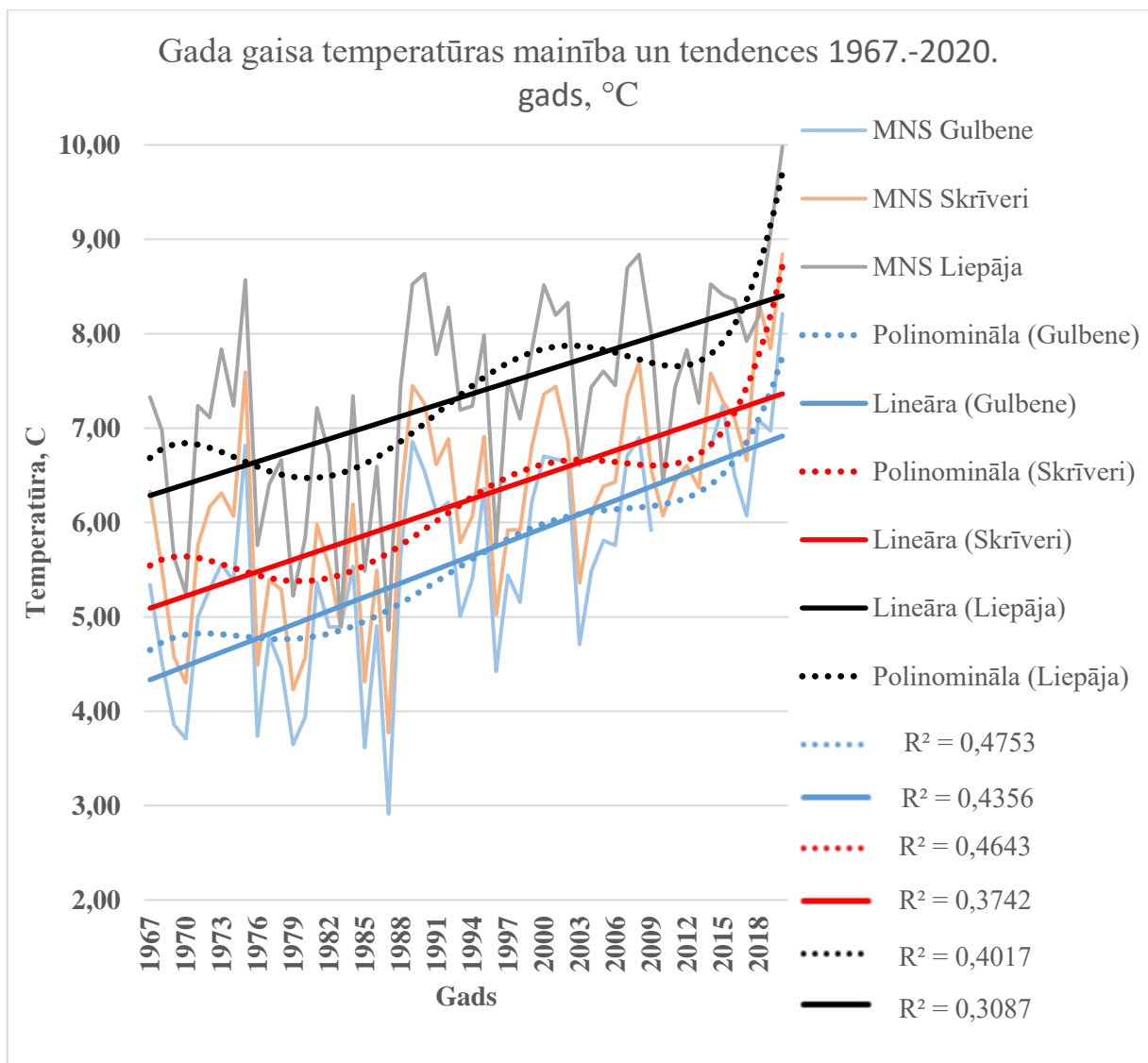
Vidējā gaisa temperatūra gadā palielinājusies visās novērojumu stacijās (pēc lineārās tendences). Polinominālai trendu līnijai ir novērojams periodiskums ar periodu ~ 40 gadi (minimumiem) (skat. 3.15. attēlu).

Salīdzinot ar 1967. gadu, 2020. gadā MNS Gulbene temperatūra uz lineārās trenda līnijas pieaugusi par 2,59°C, Skrīveru MNS par 2,27°C un Liepājas MNS par 2,11°C. 2050. gadā gaisa temperatūra turpinoties tendencēm Gulbenes MNS palielināsies par 4,05°C un par 6,48°C 2100. gadā, Skrīveru MNS 2050. gadā temperatūra turpinoties trendam būs palielinājusies par 3,56°C, salīdzinot ar 1967. gadu un 2100. gadā par 5,70°C. Liepājas MNS 2050. gadā gaisa temperatūras lineārais tendence sasniegs 3,31°C virs 1967. gadā esošās vērtības un 2100. gadā 5,30°C (skat. 3.15. tabulu).

3.15. tabula

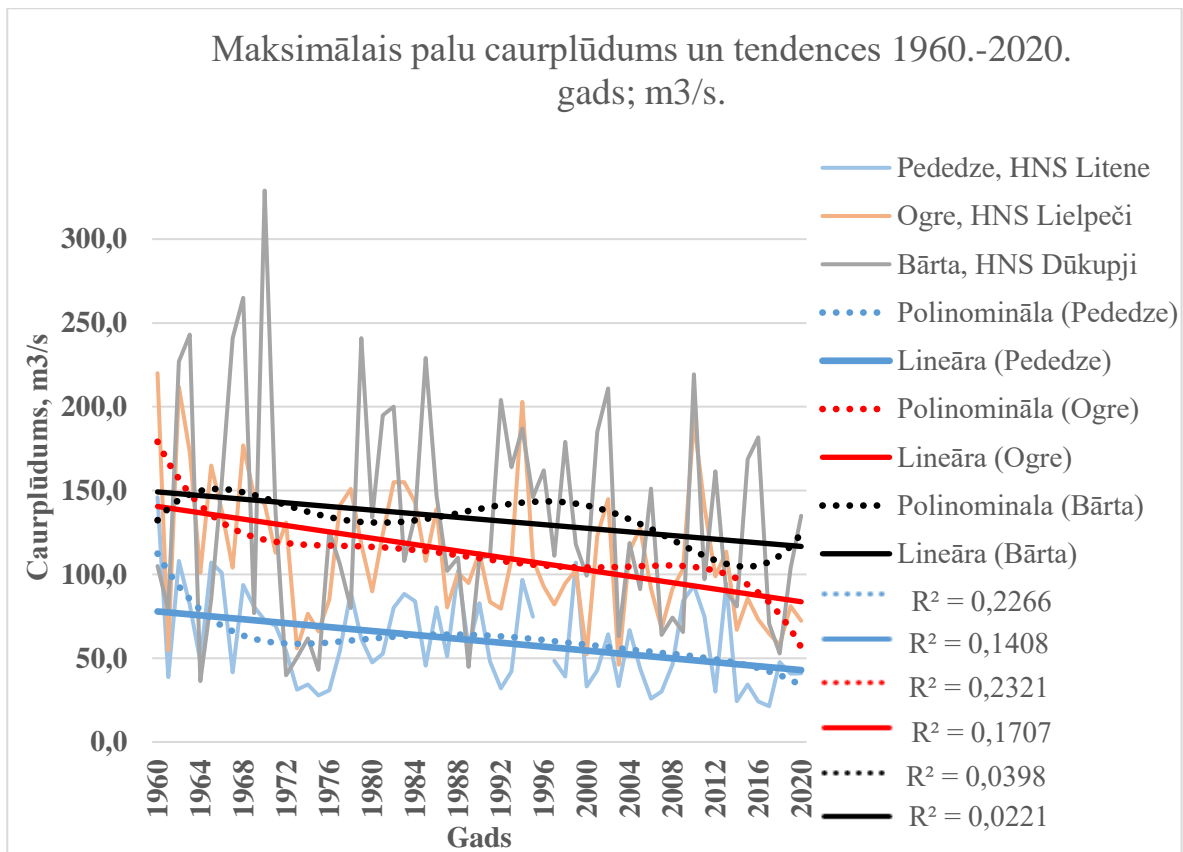
Gada vidējās gaisa temperatūras izmaiņas un nākotnes projekcija (lineāra tendence)

Gads	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Gulbene, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Skrīveri, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C	Lineāra tendence gaisa temperatūras mainībai MNS Liepāja, °C	Temperatūras izmaiņas, salīdzinot ar 1967. gadu; °C
1967	4,33	0,00	5,09	0,00	6,29	0,00
1990	5,45	+1,12	6,08	+0,99	7,20	+0,89
2020	6,92	+2,59	7,36	+2,27	8,40	+2,11
2050	8,38	+4,05	8,65	+3,56	9,60	+3,31
2100	10,81	+6,48	10,79	+5,7	11,59	+5,3



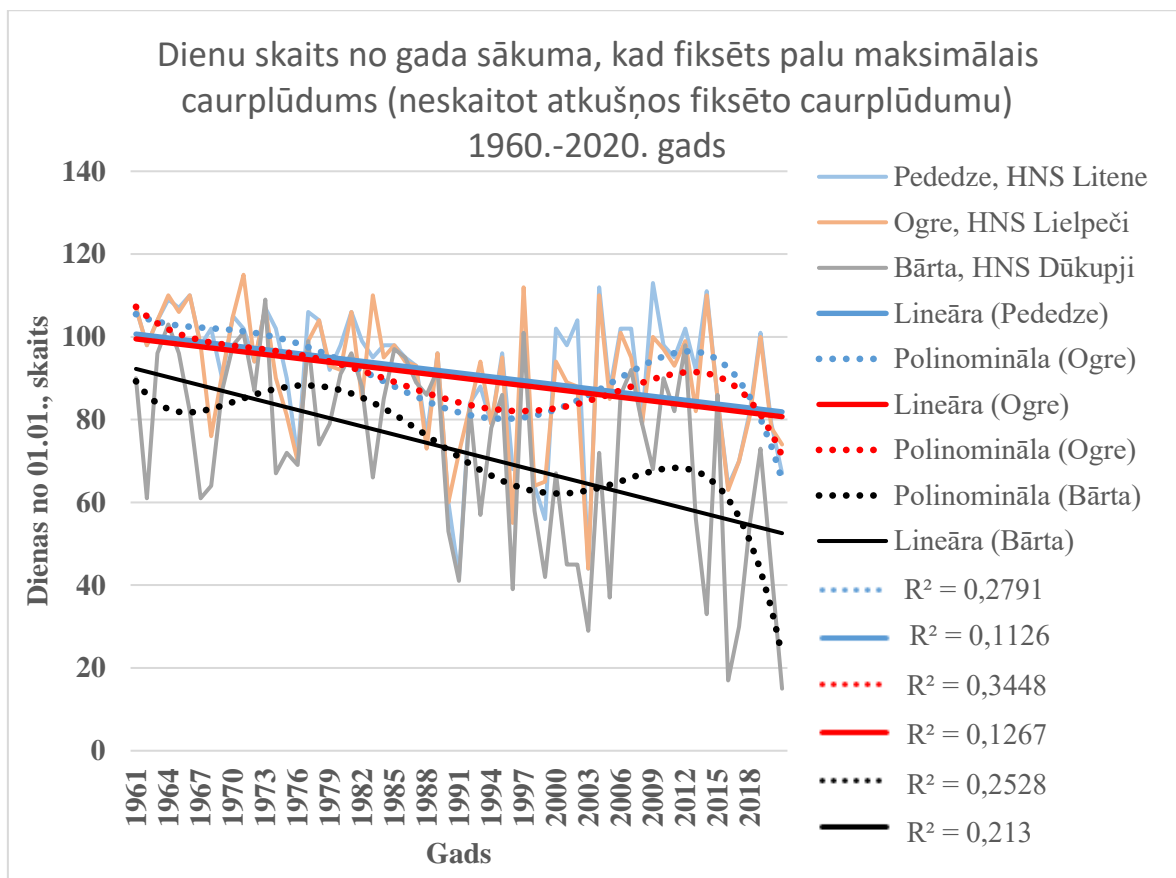
3.15. attēls. Gada gaisa temperatūras mainība un tendences 1967.-2020. gads.

Palos novērotais maksimālais ūdens caurplūdums ir ar negatīvu lineāru tendenci. Pededzes upē maksimālais caurplūdums 1960. gadā pēc novilkta lineārās tendences $78 \text{ m}^3/\text{s}$ – 2020. gadā – $43 \text{ m}^3/\text{s}$ (samazinājums par 45%). Ogres upes palu caurplūduma maksimums vidēji samazinājies no $141 \text{ m}^3/\text{s}$ līdz $84 \text{ m}^3/\text{s}$ (samazinājums par 40%). Bārtas upē samazinājums no $149 \text{ m}^3/\text{s}$ uz $116 \text{ m}^3/\text{s}$ (samazinājums par 22%) (skat. 3.16. attēlu).



3.16. attēls. Maksimālais palu caurplūdums un tendences 1960.-2020. gads

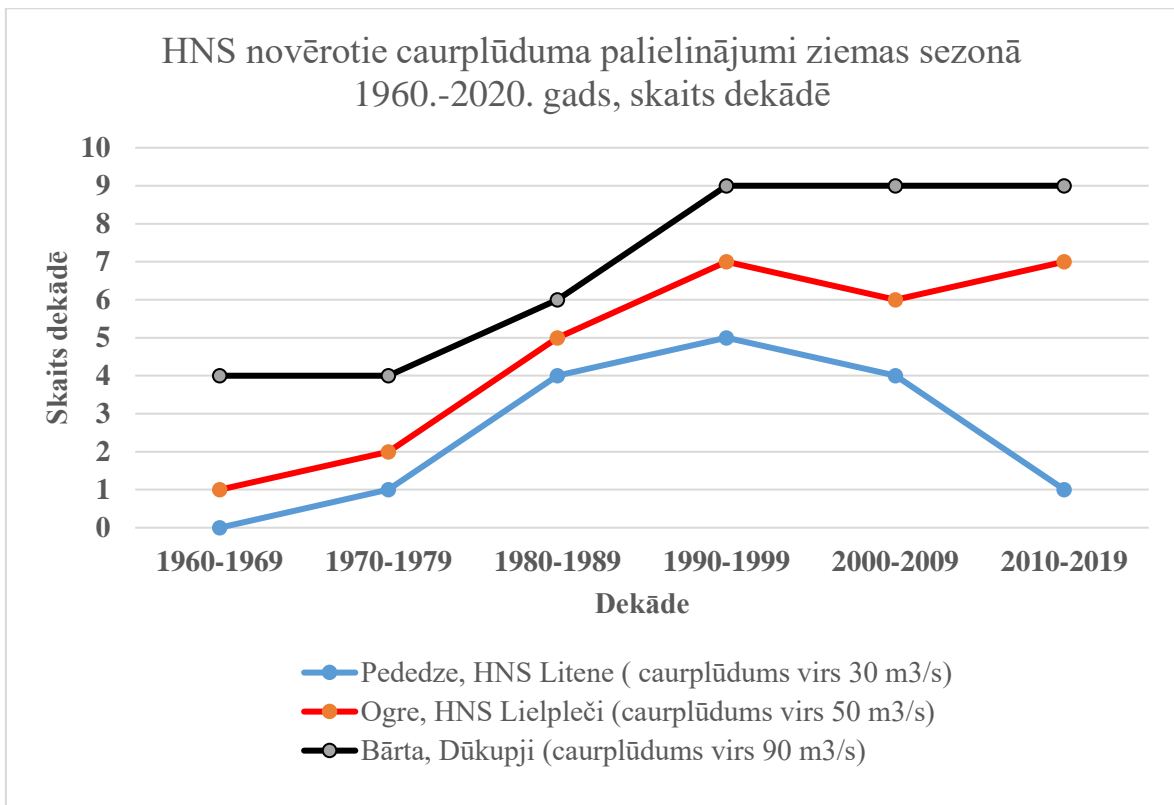
Periodā no 1960.-2020. gadam palu maksimumi fiksēti arvien ātrāk (skat. 3.17. attēlu). Pededzes un Ogres upju ledus režīmi ir ļoti līdzīgi un bieži novērots, ka palu maksimālais ūdens caurplūdums fiksēts datumos ar 1-3 dienu atšķirību. 60 gadu laikā vidēji palu maksimālais caurplūdums 2020. gadā (vidēji 80 dienas pēc 1. janvāra) fiksēts par 20 dienām tuvāk no gada sākuma, salīdzinot ar 1960. gadu (vidēji 100 dienas pēc 1. janvāra). Bārtas upē izmaiņas dienu skaitam no 1. janvāra, kad fiksēts palu maksimums, ir vēl ievērojamākas. 1960. gadā vidēji pēc lineāras tendences 92 dienas no gada sākuma, bet 2020. gadā vien 56 dienas (36 dienu atšķirība lineārā tendencē). Polinominālā tendencē novērots periodiskums datiem (~35 gadu intervāls), tomēr kopējā tendence dienu skaitam no gada sākuma, kad fiksēts palu maksimums ir negatīva (skat. 3.17. attēlu).



3.17. attēls. Dienu skaits no gada sākuma, kad fiksēts palu maksimālais caurplūdums (neskaitot atkušņos fiksēto caurplūdumu) 1960.-2020. gads.

3.18. attēlā attēloti HNS novērotie caurplūduma palielinājumi ziemas sezonā un to izmaiņas (skaits/desmitgadē). Par atskaites caurplūdumu (Pededzes upei virs $30 \text{ m}^3/\text{s}$, Ogres upei virs $50 \text{ m}^3/\text{s}$ un Bārtas upei virs $90 \text{ m}^3/\text{s}$), katrai upei izvēlēts balstoties uz noapaļotu ūdens caurplūdumu līdz $10 \text{ m}^3/\text{s}$, kas fiksēts vismaz 3 gados, kā maksimālais palu caurplūdums (periodā no 1960. gada līdz 2020. gadam) (skat. 3.18. attēlu).

Pirmajās divās dekādēs (1960.-1969. gads un 1970.-1979. gads) novēroti salīdzinoši maz katras desmitgades ziemas sezonas uzplūdu skaits Pededzes upē 0 līdz 1, Ogres upē 1 līdz 2, Bārtas upē 4. No 1980.-tājiem gadiem strauji pieaudzis novēroto uzplūdu skaits ziemas sezonā. Bārtas upē – 6 reizes, Ogres upē – 5 reizes, Bārtas upē 6 reizes (10 gados). No 1990. līdz 2020. gadam Bārtas upē ziemas uzplūdi fiksēti gandrīz katrā gadā (9 reizes katrā dekādē). Ogres upē dekādē ziemas uzplūdi novēroti 6-7 reizes dekādē. Interesanti, ka visvairāk ziemas uzplūdi fiksēti Pededzes upē 1990.-1999. gadam. Dekādē fiksēti 5 ievērojami ūdens palielinājumi. 2000.2009. gadam – 4 reizes, bet 2010. – 2019. gadam – 1 reizi (skat. 3. 18. attēlu).



3.18. attēls. HNS novērotie caurplūduma palielinājumi ziemas sezonā 1960.-2020. gads.

4. DISKUSIJA

Noteces palielinājums ziemas mēnešos izskaidrojams ar gaisa temperatūras paaugstināšanos, vecina atkušņus, ziemas caurplūduma minimuma iestāšanās laiku un ilgumu, kā tieši un netieši palielina nokrišņu izkrišanu lietus veidā. Visvairāk ietekmēts Ogres upes caurplūdums, kam caurplūdums ziemas sezonā 60 gadu laikā palielinājies par 139% (lineāra trenda līnija). Ziemas sezonās novērots arī vislielākais temperatūras kāpums (skat. 3.11. attēlu), zemes kārtā un ūdens tilpnes (īpaši jūra) nav klāta ar ledu un sniegu, notiek iztvaikošanas procesi. Arī kopējā nokrišņu summa ir pieaugusi vidēji, kopš 1967. gada par 48% Rucavas MNS un 24 % Gulbenes un Lielpeču MNS. Ziemas sezonai lielāku noteces palielinājuma iespaidu rada tieši nenoturīgās ziemas, ko labi var novērot 3. 18. tabulā, kurā attēlots ziemas uzplūdu skaits dekādē. Ziemas uzplūdu skaits kopš 1960.-69. dekādes ir pieaudzis tieši Bārtas (9 no 10 gadiem atkušņi) un Ogres upēs (6-7 gados atkušņi).

Bakalaura darbā izteiktās tendences caurplūduma izmaiņām līdz 2050. gadam pārsniedz E. Apsītes u.c. 2012. gadā izstrādājos modeļus kopējā noteces apjoma izmaiņām, kurā minēs izmaiņas ir pieaugušas par 34 līdz 93 % no kopējā apjoma, tam pašam laika periodam (skat. 1.1. tabulu) (Apsīte et al. 2012). Bakalaura darbā minētās izmaiņas ir intervālos no 105%-139% , bet jāņem vērā fakts, ka šo skaitļu iegūšanai izmantota lineāra tendence.

Pavasara caurplūdumos novērots caurplūduma samazinājums salīdzinot ar 1960. gadu par 15% - 22% (lineāra tendence 2020. gadā). Šis samazinājums skaidrojams ar palu un sniega kušanu jau ziemas mēnešos, tāpēc nokritušie nokrišņi ziemā nesaglabājas uz zemes virsmas līdz pavasarim. Sniega kārtas samazinājums, nokrišņu samazinājums un temperatūras pieaugums pavasara mēnešos veicina caurplūduma tendences samazinājumu. Lielākais caurplūduma samazinājums konstatēts Bārtas upē (2020. gadā lineārās tendences vērtība - 22%), kurā novēroti ziemas uzplūdi visbiežāk. 2021. -2050. gadam pēc Apsītes u.c. izstrādātā pētījuma paredzēts, ka upēs pavasara sezonā notece samazināsies par 26 līdz 42 %, kas sakrīt ar bakalaura darbā iegūto 23 līdz 33 % samazinājumu (salīdzinot ar 1960. gadu.) (Apsīte et al. 2012).

Vasaras caurplūdumā Pededzes un Bārtas upēs fiksēts caurplūduma samazinājums 2020. gadā par 25% un 22 % attiecīgi, salīdzinot ar 1960. gadu. Ogres upē tas ir palielinājies par 11%. Šī mainība rezultātos norāda uz reģionālām atšķirībām Latvijas hidrometeoroloģiskajos procesos, kā arī jāpatur prātā, ka caurplūduma datus ietekmē arī citi faktori īpaši cilvēciski radītie noteci ietekmējošie faktori. Kā jau minēts pie šiem faktoriem var minēt gan tiešos antropogēnie faktori kā meliorācija un ūdensteces regulācija, gan netiešos kā mežsaimniecība, izraisīts gaisa temperatūras pieaugums un daudzi citi (Zīverts 2004).

Salīdzinot bakalaura darba rezultātus 2050. gadam, ar Apsītes u.c. izstrādāto nākotnes ūdens noteces modeli. ir novērojama atšķirība iegūtajos datos. Apsītes u.c. izstrādātajos scenārijos vasaras un rudens mēnešos tiek paredzēts, ka notece samazināsies par 2 līdz 48% salīdzinot ar periodu no 1961. 1990. gadam, bakalaura darbā iegūtajos datos novērojama upju dažāda caurplūduma mainība atšķirīgos reģionos un gadalaikiem. Vasarā paredzamās izmaiņas ir līdz -38 % no noteces 1960. gadā (Pededzes upe), bet Ogres upē tas palielināsies par 17%. Rudens sezonā Bārtas upē prognozējams samazinājums caurplūdumā par 22%, bet Ogres un Pededzes upē tas nedaudz palielināsies - par 9% un 12% attiecīgi (Apsīte et. Al. 2012.).

Kopumā vasaras sezonā nokrišņu daudzums paredzēts, ka palielināsies. Tas būtu loģiski skaidrojams ar pieaugošu gaisa temperatūru, kas veicina pieaugošu ūdens iztvaikošanu, kā arī palielinātu vēju un ciklonu darbību, atmosfēras mainību, lokāliem intensīviem vai īpaši ilgstošiem lietiņiem. Arī rudens pirmā puse paliks vasarīga, pieaugot temperatūrai, arvien tālāk rudens sezonā iestiepsies vasaras noteces minimums.

Gada vidējā caurplūdumā novērojama pieaugoša tendence. Arī gaisa temperatūras un nokrišņu mērījumi hidroloģiskā gada griezumā ir pozitīvi vērsti. Šādi lielumi ir pretrunā ar Apsītes u.c. pētījumiem, kur pētītajām upēm tiek prognozēts caurplūduma samazinājums par 3%-18%. Tomēr, analizējot visu minēto literatūru, kā arī redzot pieaugošās gaisa temperatūras un nokrišņu daudzuma tendenci, ticamība ir lielāka, ka kopējais noteces apjoms Latvijas teritorijā palielināsies. Pēc lineārās tendences tieši Ogres un Bārtas upēs kopējā notece palielināsies gadā visvairāk, ko varētu asociēt ar jūras tuvumu un tās spēju absorbēt siltumu, un lielo ūdens daudzumu, kas no tās iztvaiko ik gadu (Apsīte et. Al. 2012.). Lielākajai daļai caurplūduma datiem ir novērojams pseidocikliskums ar periodu 25-42 gadi.

Vislielākās nokrišņu izmaiņas fiksētas ziemas un vasaras mēnešos, kad pēc lineārās tendences nokrišņu apjoms, salīdzinot ar 1966. gadu, 2020. gadā ir pieaudzis par 24-48% ziemas mēnešos un 7-32% vasaras mēnešos. Salīdzinot ar pētījumu, ko veikusi Z. Avotniece un citi 2017. gadā, rezultāti ir līdzvērtīgi un sakrīt. Abos pētījumos gada nokrišņu daudzuma ievērojams pieaugums fiksēts tieši ziemas un vasaras sezonās (skat. 1.4. attēlu) (Avotniece et. al. 2017). Gadā kopumā arī novērots nokrišņu daudzuma palielinājums, pēc lineārās tendences, kas 2020. gadā bija sasniegusi 8-12% lielāku vidējo nokrišņu vērtību kā 1966. gadā. Tas liecina par kopējo nokrišņu daudzuma pieaugumu Latvijas teritorijā, kas visticamākais izskaidrojams ar palielinātu globālo un lokālo temperatūru, kas veicina palielinātu ūdens iztvaikošanu, kondensēšanos un vispārējo ūdens apriti.

Vidējā gaisa temperatūra visās novērojumu stacijās (Skrīveri, Gulbene un Liepāja) un visās sezonās ir palielinājusies (pēc lineārās tendences līnijas). Tas liecina par visu Latvijas

reģionu ietekmi uz klimata mainību un vidējās gaisa temperatūras paaugstināšanos. Kopš 1967. gada pēc lineārās tendences vislielākais temperatūras paaugstinājums novērots Gulbenes MNS (+2,59 °C), tomēr arī Ogres un Liepājas MNS gaisa temperatūra ir paaugstinājusies par vairāk nekā +2°C. Tas pārsniedz iepriekšējos pētījumos ((Avotniece et al. 2017; HELCON 2013) minēto temperatūras pieaugumu Latvijas platuma grādiem par 0,08°C/desmitgadē. Izrēķinot vidējo starp 1960. un 2020. gada lineāro tendenci visām 3 novērojumu stacijām sanāk vidējais gaisa temperatūras pieaugums par ~0,4°C/desmitgadē.

Visievērojamākās temperatūras izmaiņas konstatētas ziemas sezonā. Pēc lineārās tendences Gulbenes MNS fiksētais vidējais gaisa temperatūras pieaugums ir 5,29 °C, vismazākais Liepājā +2,46°C, kur visticamākais iemesls ir jūras tuvums un tas, ka siltas gaisa masas un atkušņi ir raksturīgi reģionam arī pirms 1980-tajiem. gadiem. Ogrē gaisa temperatūra ir pieaugusi par 3,93 °C. Gandrīz visiem gaisa vidējās temperatūras mērījumiem novērojams pseidocikliskums ar periodu no 28-40 gadiem.

Temperatūras straujais kāpums (lineārajā tendencē) arī atspoguļojas 3.16.; 3.17. un 3.18. attēlos. Samazinājies ir palu maksimālais caurplūdums, ko var ietekmēt atkušņi (attēlots 3.18. attēls) un sniega segas samazinājums. Kā arī pali tiek novēroti arvien ātrāk. (3.17. attēls).

Ieteikumi bakalaura darba pētāmās tēmas turpinājumam, kas palīdzētu labāk salīdzināt Latvijas reģionu hidroloģiskās īpatnības, ir papildināt apkopoto datu papildināšanu ar jaunām HNS, kas paplašinās novērojumu tīklu. Iekļaus tādus parametrus datu analīzē kā ūdens slāņa temperatūra, kā arī mākoņainums un veikt upju sateces baseinu izmantošanas izmaiņu raksturojumu pa darbības sfērām (lauksaimniecība, mežsaimniecība, dzīvojamā apbūve u.c.)

SECINĀJUMI

- Pirms darba izstrādes izteiktās hipotēzes apstiprinājās (ar 1 izņēmumu). Pededzes, Bārtas un Ogres upju notece un to sateces baseinu reprezentējošās MNS vidējā gaisa temperatūra un nokrišņu apjoms ir mainījušies, salīdzinot mūsdienu datus ar mērījumu uzsākšanas laiku;

- Pseudocikliskums novērojams vairumā ūdens caurplūduma un gaisa temperatūras datu. Nokrišņu daudzumam netika novērots pseudocikliskums;

- Bārtas, Pededzes un Ogres upju noteces un to reprezentējošo MNS-ām, ir novērojamas lokālas atšķirības novērojumu datos, kas norāda uz Latvijas reģionu atšķirīgo ietekmi uz klimata mainību;

- Hidroloģisko režīmu upēs nosaka vairāku klimatisko un antropogēno apstākļu apkopojums, apstākļu ietekmes proporcija ir atšķirīga katrai upei, tāpēc vienas upes hidroloģiskā režīma īpatnības nevar tieši attiecināt uz citām pēc izmēra līdzīgām upēm;

- Latvijas hidroloģisko novērojumu tīkls ir blīvs, tas noklāj Latvijas teritoriju vienmērīgi, un tā reprezentativitāte ir augsta. Kopumā dažādi mērījumi iekšzemes ūdeņos tiek veikti 70 hidroloģiskajos posteņos;

- Pēc literatūras avotiem Latvijas teritorijā no 1871. gada līdz 2011. gadam gada vidējās temperatūras pieaugums ir bijis vidēji 0,08 °C/ desmitgadē;

- Apkopotajos datos lineārās tendences norāda uz vidējās temperatūras paaugstināšanos visā Latvijas teritorijā 53 gadu laikā (1967.-2020.) var vidēji 2,11-2,59°C, ūdens caurplūduma palielināšanos 60 gados (1960.-2020.) par 6-21% un kopējo gada nokrišņu daudzuma palielinājumu par 8-12% 54 gados (1966.-2020.);

- Vislielākās atšķirības izvēlētajos parametros (ūdens notece, gaisa temperatūra un nokrišņu daudzums) ir novērojamas ziemas sezonā.

PATEICĪBAS

Vēlos izteikt pateicību dr. ģeol. Jānim Lapinskim par palīdzību darba izstrādē ar informāciju, padomiem, kā labāk izstrādāt bakalaura darbu, ieteikumiem un labojumiem. Konsultācijas, kas notika pirms Covid-19 ierobežojumiem bija lietderīgas un ietekmēja bakalaura darba izstrādi.

Vēlos izteikt lielu paldies arī LVĢMC PKD nodaļas vadītājai Laurai Krūmiņai, caur kuru ieguvu publiski nepieejamos datus bakalaura darba izstrādē.

Pateicos par atbalstu ģimenei, kas lika uzsākt bakalaura darba izstrādi, kad viss likās par grūtu un neiespējamu.

Kā arī visbeidzot vēlos pateikt lielu paldies visiem pasniedzējiem, kas palīdzējuši apgūt man jaunas zināšanas, pielietot tās praksē un darba gaitās, kuras esmu uzsācis LVĢMC prognožu nodaļā. Bez pamatakmeņiem, kas ielikti nebūtu ieguvis sev tīkamu darbu un jaunās zināšanas palīdz izprast mūsdienu pasauli ik dienas, jo labāk.

IZMANTOTĀ LITERATŪRA

Publicētie materiāli:

- Apsīte, E., Elferts, D., Kurpniece, L., Latkovska, I. 2012. Forecasted changes in the climate and the river runoff regime in Latvian river basins. *Baltica*, 25 (2), 143-152.
- Apsīte, E. S.a. 4. *Ūdens plūsmas upju gultnēs*. PSI Mācību centrs. Sk. 23. 04. 2020. Pieejams <http://zrkac.lv/picdown/projekti/hidro/1.4.pdf>
- Auniņa, L., Apsīte, E., Kārklīšs, M., Laime, B., Laiviņš, M., Latkovska, I. Līberte, Z., Melecis, V., Nikodemus, O., Ozols, Ruskule A., Rūsiņa S., D., Springe. G., Stivriņš, N., Uzule, L., Vilks, K. 2018. IV Virszemes ūdeņi. Zarāne, I. (sast.) *Latvija. Zeme, daba, tauta, valsts*. Rīga, Latvijas Universitātes Akadēmiskais apgāds, 273-326.
- Avotniece, Z., Aņiskevica, S., Maļinovskis, E. 2017. *Klimata Pārmaiņu scenāriji Latvijai*. Rīga, Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Sk. 25. 04. 2020. Pieejams <https://www4.meteo.lv/klimatariks/files/kopsavilkums.pdf>
- Bethers, U., Ceplīte-Frišfelde, D., Timuhins, A. 2011. Penalty Function for Identification of Regions with Similar Climatic Conditions Climate Change in Latvia and Adaptation to it. Briede, A., Kļaviņš, M. (sast.) *Climate change in Latvia and adaptation to it*. Riga, University of Latvia Press, 8-17.
- Briede, A. Kļaviņš, M., Radinovs, V. 2009. Long term changes in ice and discharge regime of rivers in the Baltic region in relation to climatic variability. *Climate change*. 95, 485-498.
- Brutsaert, W. 2005. *Hydrology: An Introduction*. New York, USA, Cambridge University Press.
- Caissie, D. 2006. The thermal regime of rivers: a review. *Freshwater Biology*. 51(8), 1389.-1406.
- Eipurs, I., Zīverts, A. 1998. Upes. Kavacs, G. (red), *Latvijas enciklopēdija*, 6. sēj. Rīga, 7-8.
- Hattermann, F.F., Stagl, J.C. 2015. Impacts of Climate Change on the Hydrological Regime of the Danube River and Its Tributaries Using an Ensemble of Climate Scenarios. *Water*. 7(11), 6139-6172.
- HELCOM, 2013. *Climate change in the Baltic Sea Area: HELCOM thematic assessment in 2013. Baltic Sea Environment Proceedings No. 137*. Helsinki, Finland, HELCOM.
- Hendriks, M.R. 2010. *Introduction to Physical Hydrology*. New York, USA, Oxford University Press.
- Higy, C., Musy, A. 2011. *Hidrology, A Science of Nature*. Enfieldd, United Kingdom, Science Publishers.
- Kern, Z., Takacs K. 2015. Multidecadal changes in the river ice regime of the lower course of the River Drava since AD 1875. *Journal of Hydrology*. 529, 1890.-1900.

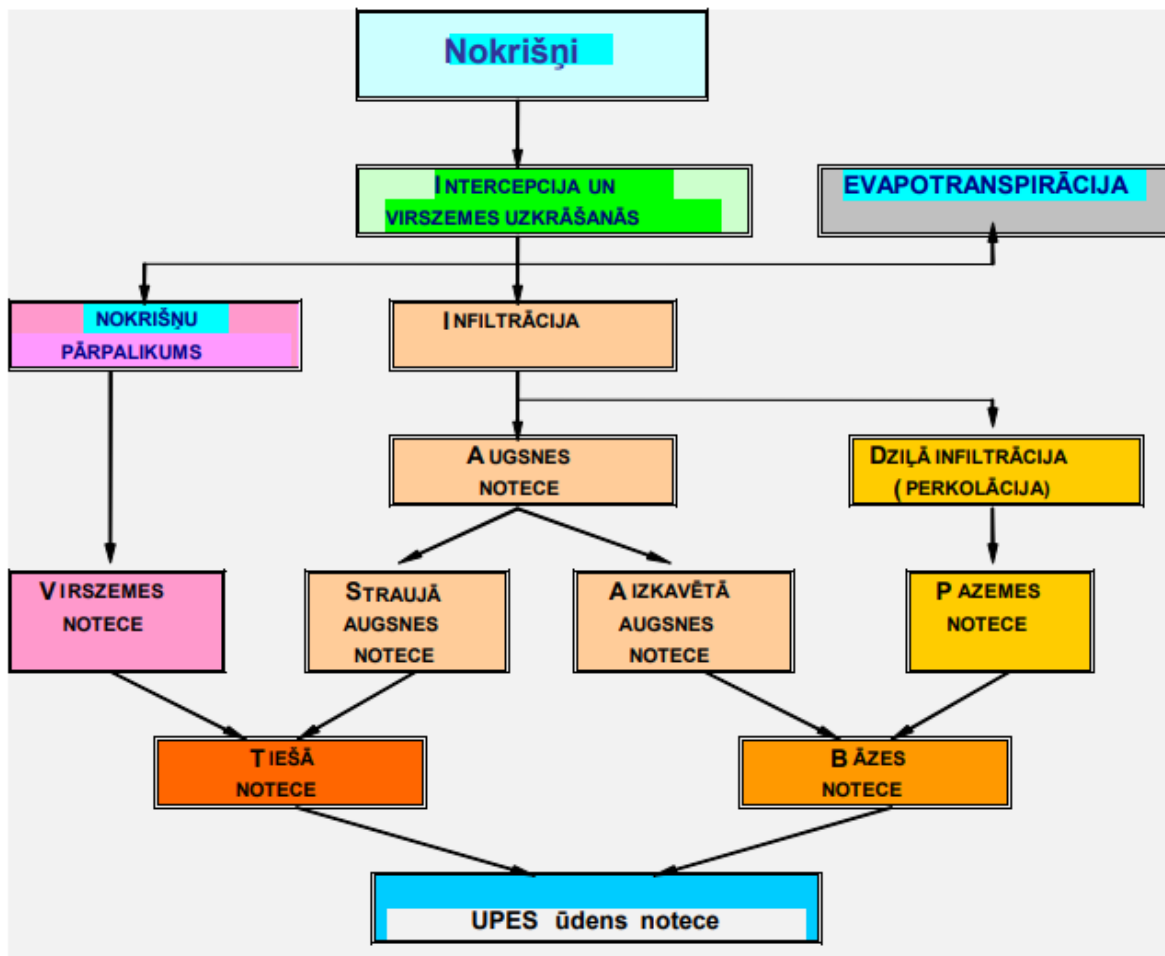
- LVĢMC. *S.a. Hidroloģija*. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Sk. 30. 04. 2020. Pieejams <https://www.meteo.lv/lapas/par-centru/par-centru-1?id=1469&nid=327>
- LVĢMC. *S.a. Novērojumu stacijas*. Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs. Sk. 30. 04. 2020. Pieejams <https://www.meteo.lv/hidroloģijas-staciju-karte/?nid=465>
- Nau R. *S.a. Stastical forecasting: Linear regression models*. Fuqua School of Buisness. Sk. 17.05. 2021. Pieejams <https://people.duke.edu/~rnau/rsquared.htm>
- Sarma, P. 1960. *Upju hidroloģija. Noteces un hidrometrijas pamati*. Rīga, Latvijas Valsts izdevniecība.
- Shelton, M.L., *Hydroclimatitalogy*. New York, USA, Cambridge University Press.
- The BACC II Author Team, 2015. *Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin*. Berlin, Germany, Springer.
- The State of the Global Climate 2020. S.a. World Meteorological Orgnisation. Sk. 23.05.2021. Pieejams <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate>
- Ward, A.D., Trimble, S.W. 2004. *Environmental Hydrology*. 2nd edn. Boca Raton, USA, Lewis Publishers.
- World Meteorological Organization, 2013. *The Global Climate 2001 – 2010. A Decade of Climate Extremes*. Geneva, Switzerland, World Meteorological Organization.
- Xu, X., Riley, W.J., Koven, C.D. et al. Earlier leaf-out warms air in the north. *Nature Climate Change*. 10 (2020), 370-375.
- Zīverts, A. 2004. *Hidroloģija. Ievads un hidroloģiskie aprēķini*. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības universitāte.
- Zīverts, A. 1995. *Ievads hidroloģijā. Mācību palīglīdzeklis būvniecības, mežsaimniecības, vides saimniecības un zemes ierīcības specialitāšu studentiem*. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības universitāte.
- Михайлов, В., Добровольский, А. и Добролюбов, С. 2005. *Гидрология*. Москва, Россия, Высшая школа.
- Nepublicētie materiāli:**
- Čilipāns, R. 2016. *Bārtas upes hidroloģiskā un hidroķīmiskā režīma ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Lapinskis, J. 2020. Prezentācija. *Hidroloģija. Upes*.
- Lapinskis, J. 2020. Prezentācija. *Hidroloģija. Upes (2)*.
- Lapinskis, J. 2020. Prezentācija. *Upju hidroloģija, hidrometrija (4. lekc.)*.

- Lapsa, K. 2016. *Ogres upes plūdu riska pārvaldība*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Latkovska, I. 2016. *Latvijas upju hidroloģiskā režīma ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas*. Promocijas darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Ozola, I. 2009. *Ezera regulējošā ietekme uz upju noteci: Salacas baseina piemērs*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.
- Zīverts, K. 2017. *Pededzes upes hidroloģiskā režīma ilgtermiņa un sezonālās izmaiņas*. Bakalaura darbs. Rīga, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāte, Latvijas Universitāte.

PIELIKUMI

1. pielikums

Ūdens noteces veidošanās (Lapinskis 2020)



2. pielikums.

Gada un sezonu caurplūduma mainība 1960.-2020. gads

Gada un sezonu caurplūduma mainība 1960.-2020. gads, m ³ /s																
Ziemas sezonas (iepriekš. g. 01. 12. - esošā g. 28./29.02.) vidējais ūdens caurplūdums 1960.-2020. gads, m ³ /s				Pavasara sezonas (01.03.-31.05.) vidējais ūdens caurplūdums 1960.-2020. gads; m ³ /s			Vasaras sezonas (01.06.-31.08.) vidējais ūdens caurplūdums 1960.-2020. gads; m ³ /s			Rudens sezonas (01.09.-30.11.) vidējais ūdens caurplūdums 1960.-2020. gads; m ³ /s			Gada (iepriekš. g. 01. 12. - esošā g. 30.11.) vidējais ūdens caurplūdums 1960.-2020. gads; m ³ /s			
Gads	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	
1960	0,87	4,15	2,51	15,49	33,01	15,66	7,58	5,62	4,69	7,27	7,12	12,36	7,80	12,47	8,80	
1961	9,63	19,38	31,10	14,38	25,74	18,36	3,14	9,29	15,76	3,74	10,56	14,41	7,72	16,24	19,91	
1962	4,40	17,80	49,21	21,73	44,42	21,35	13,49	25,18	3,92	17,50	38,46	26,82	14,28	31,47	25,32	
1963	5,00	10,67	9,21	11,08	23,37	29,01	1,38	2,01	3,31	5,07	8,59	44,60	5,63	11,16	21,53	
1964	1,88	4,28	19,24	7,32	15,69	10,25	1,25	2,24	2,40	1,24	5,64	15,59	2,92	6,96	11,87	
1965	2,59	13,09	21,51	14,04	30,75	18,92	2,74	5,74	4,11	1,87	7,65	14,66	5,31	14,31	14,80	
1966	1,48	4,02	15,99	19,03	43,45	41,10	3,09	4,75	2,65	5,75	16,24	5,81	7,34	17,12	16,39	
1967	2,26	6,90	15,42	19,33	42,93	34,41	2,66	4,31	2,20	2,63	12,69	18,94	6,72	16,71	17,74	
1968	1,76	7,77	30,88	13,77	34,23	31,97	3,10	11,08	2,60	4,01	20,22	4,31	5,66	18,32	17,44	
1969	2,10	7,44	3,23	14,25	35,48	22,38	2,68	4,02	1,97	3,20	13,02	10,28	5,56	14,99	9,46	
1970	2,51	6,18	5,34	14,54	37,96	40,73	2,49	2,76	2,88	4,49	14,55	24,35	6,01	15,36	18,32	
1971	6,76	14,53	33,26	13,62	22,68	19,24	2,21	2,72	1,86	3,37	7,87	8,23	6,49	11,95	15,65	

1972	2,40	18,88	16,18	9,65	22,22	11,54	5,60	4,80	5,45	4,21	9,13	27,58	5,46	13,76	15,19
1973	5,26	12,25	22,28	11,49	20,68	16,98	3,06	3,01	6,06	3,05	10,10	26,32	5,72	11,51	17,91
1974	3,84	13,18	32,89	12,92	22,41	8,56	11,87	11,24	8,70	8,18	23,68	32,93	9,20	17,63	20,77
1975	14,26	27,57	45,03	11,72	19,00	16,50	1,41	1,94	2,98	0,63	1,32	2,70	7,01	12,46	16,80
1976	1,92	8,56	18,30	10,30	23,25	21,06	3,42	4,24	2,32	1,44	1,90	2,18	4,27	9,49	10,96
1977	2,33	6,13	8,73	11,71	28,73	35,43	2,38	5,48	4,19	4,80	23,49	43,42	5,30	15,96	22,94
1978	2,09	8,21	24,86	19,11	42,97	22,30	8,64	8,61	12,84	19,10	53,10	50,80	12,23	28,22	27,70
1979	5,76	13,85	6,71	18,60	37,07	42,49	3,45	3,86	8,00	4,31	10,70	25,59	8,03	16,37	20,70
1980	6,16	16,25	23,33	13,08	23,01	23,95	3,36	6,53	14,24	10,03	28,71	54,54	8,16	18,62	29,01
1981	10,04	24,15	54,16	17,76	40,96	31,83	5,43	8,32	13,64	10,25	33,15	52,27	10,87	26,64	37,97
1982	7,84	18,47	21,20	17,46	43,47	36,68	6,90	5,13	3,19	4,86	5,29	3,63	9,27	18,09	16,17
1983	13,23	25,48	30,46	16,82	36,25	29,91	2,87	3,10	4,33	1,43	6,43	18,13	8,59	17,82	20,71
1984	4,61	24,46	33,08	11,83	25,55	20,33	2,71	2,70	7,75	5,25	10,49	31,79	6,10	15,80	23,24
1985	5,30	9,22	10,35	15,24	35,20	37,12	6,14	4,82	7,34	8,16	14,94	29,54	8,71	16,04	21,09
1986	18,53	35,09	29,84	18,53	35,09	29,84	5,37	7,01	4,61	10,87	26,39	37,90	13,33	25,89	25,55
1987	7,18	13,27	15,24	15,29	28,46	24,54	16,58	19,27	11,34	11,02	15,19	18,49	12,52	19,05	17,40
1988	10,00	21,59	38,81	14,41	19,94	19,46	3,50	7,55	13,59	5,45	13,17	21,31	8,34	15,56	23,29
1989	17,07	41,18	53,56	11,00	25,02	20,19	4,79	4,28	4,25	6,23	9,41	16,34	9,77	19,98	23,58
1990	17,89	37,12	56,49	12,33	20,97	19,27	5,24	4,74	4,84	18,14	22,54	46,40	13,40	21,34	31,75
1991	11,78	23,02	34,92	14,33	26,05	23,02	7,62	12,41	5,00	5,84	11,17	27,38	9,89	18,16	22,58
1992	15,13	33,74	50,37	15,86	32,43	22,88	2,00	1,90	2,66	2,32	3,34	15,64	8,83	17,85	22,89
1993	9,36	31,04	36,02	11,18	24,60	21,93	3,04	4,62	3,03	8,51	16,63	11,74	8,02	19,22	18,18
1994	2,63	10,57	35,95	23,80	50,40	38,12	4,17	5,35	2,34	4,78	9,76	12,45	8,85	19,02	22,22

1995	10,15	36,55	60,25	23,01	45,58	22,82	4,54	8,34	8,91	1,42	3,30	13,76	9,78	23,44	26,44
1996	0,98	2,68	4,67		20,51	27,63		2,68	3,16		4,01	6,63		26,87	37,13
1997	3,71	16,27	35,74	14,48	29,09	23,59	6,80	7,52	2,36	7,59	20,22	15,80	8,14	18,27	19,37
1998	14,11	34,45	51,92	11,81	23,36	19,38	16,64	17,80	5,12	7,38	18,08	37,71	12,48	23,42	28,54
1999	6,04	18,95	30,04	23,84	32,61	22,14	1,43	4,41	3,54	1,58	4,59	13,20	8,22	15,14	17,23
2000	7,13	20,31	46,66	10,13	21,46	18,21	7,43	16,86	3,29	5,77	11,71	7,20	7,62	17,58	18,84
2001	5,90	21,10	29,67	15,23	36,54	14,07	3,67	8,34	4,23	3,51	15,66	37,54	7,08	20,41	21,38
2002	10,93	37,21	51,27	11,37	27,56	26,38	0,92	5,35	2,42	1,11	2,76	5,28	6,08	18,22	21,34
2003	0,91	5,95	14,50	11,56	21,63	13,20	7,88	4,53	3,66	8,17	17,52	13,94	7,13	12,41	11,33
2004	7,48	25,95	28,73	13,62	25,30	19,22	3,36	11,82	3,33	4,88	19,40	17,86	7,33	20,62	17,28
2005	13,10	32,48	35,62	11,32	31,68	16,55	3,48	12,41	6,30	1,96	6,36	5,29	7,47	20,73	15,94
2006	2,16	11,13	16,04	6,59	25,09	20,20	1,46	2,82	2,12	2,77	5,59	19,34	3,24	11,16	14,43
2007	11,49	31,20	53,24	9,26	22,19	18,52	1,92	8,54	12,96	3,07	20,74	24,24	6,43	20,67	27,24
2008	10,62	25,18	44,35	16,83	29,82	22,49	2,00	3,04	4,64	8,45	15,78	32,71	9,48	18,46	26,05
2009	8,31	19,56	28,55	13,34	22,55	17,41	3,72	6,43	3,07	9,78	21,77	14,82	8,79	17,58	15,96
2010	4,73	12,23	20,28	18,09	41,60	32,31	3,28	6,55	6,25	10,27	27,03	41,71	9,09	21,85	25,14
2011	6,84	21,18	36,77	15,21	34,13	29,08	1,92	4,08	9,04	1,50	7,75	17,11	6,36	16,78	23,00
2012	4,69	29,90	64,27	12,39	43,02	20,95	3,41	14,31	3,62	8,35	25,29	19,29	7,21	28,13	27,03
2013	7,51	23,89	31,27	15,35	26,00	13,69	2,07	3,59	3,71	2,18	4,49	15,18	6,78	14,49	15,96
2014	5,59	13,58	37,89	9,00	18,40	16,77	3,92	10,01	3,32	8,60	26,16	10,12	6,78	17,04	17,03
2015	8,85	26,33	42,44	14,24	31,41	17,10	1,87	3,53	4,34	1,60	3,25	6,32	6,64	16,13	17,55
2016	6,27	25,26	44,79	11,75	27,30	10,43	3,37	12,19	6,69	7,34	16,47	13,62	7,18	20,31	18,88
2017	10,03	29,27	31,79	12,12	28,40	14,68	10,04	10,98	3,45	18,78	44,41	59,20	12,74	28,26	27,28

2018	12,86	29,84	46,11	10,47	17,63	13,16	0,89	1,69	2,30	1,18	2,05	8,82	6,35	12,80	17,60
2019	2,98	9,19	25,17	11,30	23,95	12,82	2,49	2,09	2,48	7,52	12,37	16,13	6,07	11,90	14,15
2020	12,25	30,58	51,74	10,22	19,00	19,12	1,92	4,67	3,68	2,56	15,00	9,41	6,74	17,31	20,99

3. pielikums.

Maksimālais palu (ziemas vai pavasara sezonas pēdējo uzplūdu ar novērotu ledus iešanu (ja tāds ir pilnvērtīgi izveidojies)) caurplūdums 1960.-2020. gads un dienu skaits no gada sākuma, kad fiksēts palu maksimālais, caurplūdums (neskaitot atkušņos fiksēto caurplūdumu) 1960.-2020. gads

Maksimālais palu (ziemas vai pavasara sezonas pēdējo uzplūdu ar novērotu ledus iešanu (ja tāds ir pilnvērtīgi izveidojies)) caurplūdums 1960.-2020. gads; m3/s.				Dienų skaits no gada sākuma, kad fiksēts palu maksimālais, caurplūdums (neskaitot atkušņos fiksēto caurplūdumu) 1960.-2020. gads		
	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji	Pededze, HNS Litene	Ogre, HNS Lielpeči	Bārta, HNS Dūkupji
1960	146,0	220,0	105,0	107	107	90
1961	38,7	54,7	78,8	98	98	61
1962	108,0	212,0	227,0	104	104	96
1963	81,8	173,0	243,0	109	110	103
1964	48,2	101,0	36,3	107	106	96
1965	107,0	165,0	85,3	110	110	82
1966	101,0	138,0	155,0	98	98	61
1967	41,5	104,0	241,0	102	76	64
1968	93,6	177,0	265,0	90	91	87
1969	80,6	147,0	76,8	105	105	98
1970	72,6	142,0	329,0	102	115	101
1971	69,5	113,0	137,0	94	94	87
1972	54,1	131,0	39,9	107	107	109
1973	31,2	55,9	50,4	102	90	67
1974	34,2	76,4	61,8	90	81	72
1975	27,8	66,0	43,0	71	70	69

1976	30,8	85,1	126,0	106	99	99
1977	54,4	141,0	106,0	104	104	74
1978	89,5	151,0	80,0	92	93	79
1979	61,4	118,0	241,0	98	92	91
1980	47,4	89,8	134,0	106	106	96
1981	52,6	124,0	195,0	99	85	88
1982	80,1	155,0	200,0	95	110	66
1983	88,3	155,0	108,0	98	95	85
1984	83,9	143,0	135,0	98	98	97
1985	45,6	108,0	229,0	95	94	95
1986	80,4	139,0	147,0	93	93	89
1987	51,0	80,3	102,0	76	73	86
1988	102,0	101,0	110,0	96	96	92
1989	56,3	94,9	44,8	60	60	53
1990	82,7	113,0	110,0	42	72	41
1991	48,0	83,5	111,0	84	83	83
1992	31,9	79,5	204,0	88	94	57
1993	42,2	109,0	164,0	79	79	78
1994	96,7	203,0	187,0	96	95	86
1995	74,7	109,0	146,0	68	55	39
1996		92,7	162,0		112	101
1997	48,5	82,1	111,0	64	64	58
1998	39,0	94,6	179,0	56	65	42
1999	107,0	102,4	118,0	102	94	67
2000	33,2	52,3	99,3	98	89	45
2001	42,7	122,9	185,0	104	88	45
2002	64,2	144,9	211,0	44	44	29
2003	33,3	46,1	63,1	112	110	72
2004	66,7	114,1	118,6	87	85	37
2005	43,9	127,5	91,2	102	101	86

2006	26,0	91,4	151,1	102	95	92
2007	30,1	67,7	63,9	79	79	79
2008	46,2	91,4	74,1	113	100	68
2009	84,2	103,2	65,7	98	97	90
2010	93,4	191,6	219,4	95	93	82
2011	74,7	140,5	97,2	102	99	98
2012	30,0	98,9	161,5	92	82	56
2013	94,5	113,6	89,6	111	110	33
2014	24,3	67,0	80,8	85	85	86
2015	34,3	85,7	168,7	64	63	17
2016	24,2	73,0	181,8	70	70	30
2017	21,3	64,6	70,6	82	81	55
2018	47,6	57,8	52,9	101	100	73
2019	40,7	81,1	103,7	79	78	44
2020	41,0	72,3	135,0	67	74	15

4. pielikums.

Novērotais nokrišņu daudzums novērojumu stacijās un Latvijā vidēji, mm

Novērotais nokrišņu daudzums novērojumu stacijās un Latvijā vidēji, mm															
Gads	MNS Gulbene					HNS Lielpeči					MNS Rucava				
1966	68,4	171,7	221,5	167,9	629,5	143,2	168,0	222,7	165,9	699,8	149,5	112,2	172,1	155,2	589,0
1967	114,2	162,2	156,9	194,5	627,8	172,9	165,7	136,4	227,0	702,0	166,0	113,1	182,4	234,3	695,8
1968	78,7	125,6	210,5	157,1	571,9	128,1	138,3	201,7	236,0	704,1	191,7	113,4	159,0	227,3	691,4
1969	77,7	149,1	135,0	178,9	540,7	109,8	178,4	118,7	243,0	649,9	47,0	153,2	112,3	218,0	530,5
1970	96,3	118,5	218,5	183,2	616,5	84,5	115,0	165,6	290,5	655,6	63,8	163,9	166,5	354,3	748,5
1971	134,2	57,3	214,9	174,1	580,5	143,2	68,5	133,1	242,3	587,1	163,6	68,9	161,1	207,7	601,3
1972	81,3	155,0	206,1	171,5	613,9	93,1	175,7	258,4	240,2	767,4	73,5	109,3	387,2	266,8	836,8
1973	70,5	142,5	145,1	167,4	525,5	91,0	109,3	201,9	279,4	681,6	100,3	123,1	249,3	282,1	754,8
1974	96,6	87,5	280,4	203,5	668,0	139,7	78,2	258,3	245,4	721,6	132,7	49,4	269,7	316,9	768,7
1975	101,8	146,7	140,6	97,4	486,5	145,8	212,1	117,3	107,6	582,8	201,2	83,3	121,4	143,2	549,1
1976	129,7	123,7	152,3	113,1	518,8	200,0	128,6	169,6	102,5	600,7	168,4	123,2	80,2	160,0	531,8
1977	121,4	136,1	181,5	189,3	628,3	148,9	173,1	154,2	248,2	724,4	180,8	174,0	201,8	393,2	949,8
1978	101,1	144,4	332,8	274,9	853,2	137,1	146,1	377,5	322,6	983,3	145,3	99,8	342,4	268,1	855,6
1979	95,4	121,1	182,7	137,0	536,2	98,7	113,9	324,7	230,5	767,8	98,7	113,9	324,7	230,5	767,8
1980	109,3	78,6	280,6	206,1	674,6	135,4	98,1	320,5	220,0	774,0	134,1	90,6	269,4	338,8	832,9
1981	133,3	144,5	204,6	196,5	678,9	213,2	130,2	280,3	260,2	883,9	224,7	181,2	360,0	337,5	1103,4
1982	117,9	106,1	179,3	135,4	538,7	135,6	104,9	224,9	110,9	576,3	144,2	111,4	149,8	126,6	532,0
1983	151,8	174,6	106,3	84,7	517,4	219,7	230,2	86,5	202,8	739,2	188,4	199,8	160,0	350,7	898,9
1984	142,9	94,1	158,6	240,2	635,8	223,6	46,3	210,3	186,5	666,7	213,0	114,1	237,3	322,8	887,2
1985	102,1	135,2	200,6	177,5	615,4	115,0	110,6	285,0	217,2	727,8	105,2	146,4	245,3	273,5	770,4
1986	106,0	130,6	275,6	180,4	692,6	142,6	114,0	195,7	247,4	699,7	169,6	138,5	282,8	386,0	976,9
1987	117,5	100,1	304,6	144,7	666,9	149,9	96,0	213,6	176,9	636,4	108,4	80,6	321,3	261,1	771,4
1988	87,4	108,6	297,7	142,6	636,3	149,5	91,9	310,5	183,9	735,8	189,0	103,9	245,3	275,9	814,1
1989	148,2	113,2	318,9	167,8	748,1	178,5	145,9	208,8	251,5	784,7	145,3	118,4	279,8	225,5	769,0
1990	200,7	111,8	250,3	256,7	819,5	225,9	111,5	260,9	281,4	879,7	193,7	93,5	217,5	437,4	942,1

1991	116,7	136,5	218,9	152,7	624,8	119,8	130,4	290,8	203,3	744,3	143,5	148,1	202,8	314,0	808,4
1992	141,4	139,9	85,9	186,8	554,0	178,0	164,0	86,7	158,0	586,7	182,4	146,1	121,1	325,4	775,0
1993	156,4	58,1	295,0	166,3	675,8	180,2	29,2	322,3	165,6	697,3	185,6	74,4	289,8	143,3	693,1
1994	138,4	159,5	144,8	198,6	641,3	142,1	202,2	130,0	246,5	720,8	174,8	158,0	141,5	286,6	760,9
1995	177,7	173,9	186,0	119,9	657,5	180,1	212,6	216,7	172,8	782,2	223,4	194,3	206,6	221,5	845,8
1996	104,1	103,6	165,2	202,4	575,3	114,4	97,9	106,4	156,2	474,9	85,8	126,8	165,5	198,9	577,0
1997	135,6	151,3	213,7	271,9	772,5	167,7	195,3	159,7	411,3	934,0	152,3	137,7	92,2	346,9	729,1
1998	166,4	146,9	356,4	146,8	816,5	195,2	176,1	338,8	141,1	851,2	203,6	118,7	283,7	288,0	894,0
1999	196,6	101,9	152,8	187,0	638,3	134,5	89,9	315,4	181,0	720,8	200,4	108,1	306,1	184,3	798,9
2000	138,4	122,0	387,9	139,5	787,8	166,8	149,1	325,2	165,6	806,7	222,0	99,2	194,0	151,5	666,7
2001	118,9	162,8	239,8	232,6	754,1	121,7	143,8	279,5	252,7	797,7	172,0	106,6	243,3	382,3	904,2
2002	154,4	90,5	132,2	141,1	518,2	158,1	103,9	177,6	198,9	638,5	245,8	84,1	173,1	241,5	744,5
2003	91,8	144,6	285,4	144,0	665,8	75,5	140,8	240,9	216,6	673,8	94,5	93,6	268,8	189,1	646,0
2004	125,9	107,9	252,5	207,0	693,3	131,8	84,9	249,7	251,4	717,8	187,9	98,8	129,7	277,5	693,9
2005	116,1	145,6	265,4	94,3	621,4	145,3	155,8	295,0	141,5	737,6	160,2	64,2	296,2	167,2	687,8
2006	78,7	103,9	167,1	163,6	513,3	102,6	113,8	142,2	215,0	573,6	92,7	89,2	126,1	289,1	597,1
2007	156,5	201,2	156,8	211,6	726,1	227,1	131,2	299,7	320,6	978,6	243,5	123,5	358,0	260,1	985,1
2008	125,5	158,9	278,6	217,3	780,3	153,8	132,8	242,8	252,5	781,9	204,4	119,2	290,2	350,5	964,3
2009	131,0	69,1	230,0	258,6	688,7	156,9	78,2	244,8	255,6	735,5	140,8	101,3	214,2	261,8	718,1
2010						171,9	193,2	319,1	277,2	961,4	118,9	245,5	280,6	347,1	992,1
2011						206,9	107,6	327,6	118	760,1	185,4	88,2	345,3	113,9	732,8
2012						205,8	234,5	256,5	271,3	968,1	288,1	114,2	180,6	332	914,9
2013						150,1	119,4	157,5	225,1	652,1	180,7	99,7	216,6	263,6	760,6
2014						134,1	153,4	413,8	221,8	923,1	157,2	107,4	255,5	178	698,1
2015						156,1	144,7	165,6	129,9	596,3	244,6	178,7	142,9	214,6	780,8
2016	150,1	178,2	347,3	177,5	853,1	206,4	130,1	282,6	190,9	810	186,9	93,7	158,6		
2017	65,6	79,9	308,5	200,9	654,9	159,6	120,8	245	297,3	822,7	151,7	90,2	165,3	525,5	932,7
2018	76,6	71,8	116,6	91,9	356,9	168,1	75	156,6	167,1	566,8	203	92,1	134,9		
2019	93,4	98,2	204,3	176,7	572,6	161,6	127	188,1	217,7	694,4	93,9	137,2	300,7	75,3	607,1
2020	131,6	154,3	172,3	150,5	608,7	162,1	105,7	288,2	186,9	742,9	283,7	89,5	254	255,1	882,3

5. pielikums

Temperatūra novērojumu stacijās un vidēji Latvijā, °C

Temperatūra novērojumu stacijās un vidēji Latvijā, °C															
	MNS Gulbene					MNS Skrīveri					MNS Liepāja				
Gads	Ziema	Pavasaris	Vasara	Rudens	Gadā vid.	Ziema	Pavasaris	Vasara	Rudens	Gadā vid.	Ziema	Pavasaris	Vasara	Rudens	Gadā vid.
1967	-8,29	6,18	15,47	7,98	5,34	-6,56	6,97	16,06	8,84	6,33	-2,98	6,21	15,84	10,25	7,33
1968	-9,39	4,34	15,83	7,31	4,52	-8,05	5,16	16,41	8,50	5,50	-4,26	5,09	16,43	10,64	6,97
1969	-8,47	2,80	15,73	5,37	3,86	-7,41	3,36	16,22	6,13	4,57	-4,75	2,59	16,06	8,62	5,63
1970	-10,31	4,69	15,78	4,66	3,71	-9,74	5,16	16,24	5,54	4,30	-7,09	4,22	15,86	8,00	5,25
1971	-4,24	3,99	15,96	4,28	4,99	-3,27	4,68	16,29	5,33	5,76	0,11	5,05	16,17	7,62	7,24
1972	-6,12	4,25	17,90	5,16	5,30	-4,47	5,05	18,10	5,99	6,17	-2,15	4,87	17,61	8,12	7,11
1973	-2,92	5,19	16,64	3,31	5,55	-1,84	6,01	16,93	4,14	6,31	1,02	6,19	17,13	7,01	7,84
1974	-3,86	3,85	14,91	6,62	5,38	-2,90	4,83	15,08	7,26	6,07	-0,10	5,21	15,12	8,71	7,24
1975	-1,48	6,58	16,36	5,79	6,81	-0,64	7,21	16,90	6,89	7,59	2,20	6,47	16,73	8,87	8,57
1976	-6,30	3,38	14,28	3,59	3,74	-5,26	3,99	14,61	4,62	4,49	-1,56	3,71	14,28	6,61	5,76
1977	-6,11	4,88	14,90	5,49	4,79	-5,01	5,19	15,15	6,24	5,39	-2,53	4,65	15,05	8,45	6,40
1978	-7,02	4,62	14,63	5,64	4,47	-5,38	5,30	14,77	6,47	5,29	-2,09	5,03	14,87	8,85	6,66
1979	-10,83	4,92	15,50	5,00	3,65	-9,81	5,43	15,63	5,67	4,23	-6,78	4,61	15,54	7,52	5,22
1980	-7,04	2,17	15,79	4,84	3,94	-6,16	2,87	15,97	5,57	4,57	-3,29	2,72	16,18	7,72	5,83
1981	-4,26	3,96	15,73	6,02	5,36	-3,47	4,76	15,87	6,75	5,98	-0,64	5,46	15,49	8,55	7,22
1982	-6,83	4,89	15,04	6,47	4,89	-5,88	5,43	15,37	7,20	5,53	-2,87	5,00	15,62	9,15	6,72
1983	-6,83	4,89	15,04	6,47	4,89	-6,83	4,89	15,04	6,47	4,89	-6,83	4,89	15,04	6,47	4,89
1984	-4,35	6,03	14,82	5,63	5,53	-3,45	6,55	15,05	6,62	6,19	-0,59	6,12	15,27	8,55	7,34
1985	-10,55	4,47	15,53	5,01	3,62	-9,51	5,13	15,87	5,75	4,31	-6,41	5,01	15,34	7,99	5,48
1986	-7,42	5,78	16,11	5,13	4,90	-6,33	6,18	16,15	5,97	5,49	-3,54	5,72	15,54	8,66	6,59
1987	-9,44	2,31	14,21	4,57	2,91	-8,40	2,94	14,61	5,94	3,77	-4,86	2,63	13,94	7,73	4,86
1988	-4,22	5,40	17,07	4,38	5,66	-2,91	5,69	17,12	5,09	6,25	0,10	5,12	16,55	8,03	7,45
1989	-1,50	7,35	16,05	5,52	6,86	-0,49	7,66	16,40	6,22	7,45	2,02	6,88	16,28	8,92	8,53

1990	-1,37	7,08	15,00	5,45	6,54	-0,15	7,54	15,32	6,34	7,26	2,34	7,63	16,14	8,45	8,64
1991	-3,28	5,12	16,06	6,54	6,11	-2,50	5,60	16,20	7,16	6,62	0,07	5,51	16,16	9,38	7,78
1992	-1,65	5,77	16,88	3,86	6,21	-1,06	6,29	17,28	5,02	6,88	2,13	6,24	17,20	7,56	8,28
1993	-1,98	6,36	14,10	1,56	5,01	-1,25	7,05	14,54	2,81	5,79	1,29	7,50	15,07	4,91	7,19
1994	-5,30	5,08	16,33	5,48	5,40	-4,19	5,66	16,56	6,24	6,07	-1,34	5,76	16,41	8,12	7,24
1995	-2,88	5,90	16,95	5,46	6,36	-1,76	6,28	17,06	6,07	6,91	0,88	6,11	16,34	8,61	7,98
1996	-9,22	4,99	15,70	6,21	4,42	-8,27	5,45	16,00	6,92	5,02	-5,00	4,48	15,56	8,11	5,79
1997	-4,46	3,89	17,37	4,95	5,44	-4,14	4,43	17,65	5,75	5,92	-0,65	4,70	17,93	8,01	7,50
1998	-3,12	5,47	15,23	3,04	5,16	-1,92	6,11	15,48	4,01	5,92	0,79	6,43	14,79	6,38	7,10
1999	-5,22	5,75	17,95	6,41	6,22	-4,27	6,52	17,91	7,08	6,81	-1,19	6,15	17,36	9,02	7,83
2000	-2,29	6,96	15,23	6,91	6,70	-1,30	7,75	15,18	7,80	7,36	1,35	7,56	15,54	9,61	8,51
2001	-2,59	5,74	17,38	6,14	6,67	-1,69	7,43	17,30	6,74	7,44	0,76	5,48	17,54	9,00	8,20
2002	-4,14	8,88	17,98	3,88	6,65	-3,15	7,73	18,10	4,81	6,87	0,15	7,96	18,45	6,76	8,33
2003	-7,73	5,18	15,91	5,47	4,71	-6,98	5,66	16,62	6,13	5,36	-4,05	5,00	17,20	8,26	6,60
2004	-4,54	5,31	15,73	5,43	5,48	-3,41	5,86	15,81	6,17	6,10	-0,70	5,93	16,07	8,44	7,43
2005	-3,28	3,54	16,15	6,83	5,81	-2,43	3,99	16,35	7,61	6,38	0,66	4,13	16,48	9,15	7,60
2006	-6,83	4,26	17,58	8,01	5,76	-5,77	4,65	18,10	8,73	6,43	-2,90	4,39	17,28	11,03	7,45
2007	-2,75	7,29	16,72	5,56	6,70	-1,73	7,58	17,13	6,40	7,34	1,70	7,45	17,20	8,43	8,70
2008	-0,73	6,21	15,85	6,26	6,90	0,28	6,89	16,49	7,12	7,69	2,53	6,99	16,72	9,11	8,84
2009	-3,34	5,61	15,35	6,05	5,92	-2,65	6,29	15,84	6,76	6,56	-0,17	6,51	16,80	8,90	8,01
2010						-7,19	6,56	18,99	5,92	6,07	-4,75	5,24	17,87	7,35	6,43
2011						-6,68	6,35	18,28	7,80	6,44	-4,08	5,86	17,68	10,27	7,43
2012						-3,91	6,57	16,18	7,57	6,60	-0,96	6,52	16,19	9,57	7,83
2013						-5,00	4,74	17,82	7,92	6,37	-2,83	4,87	17,30	9,72	7,26
2014	-2,82	7,66	16,55	5,80	6,80	-1,62	8,17	17,01	6,77	7,58	0,43	7,82	17,13	8,72	8,52
2015	-1,96	6,57	16,17	8,17	7,24	-1,13	6,90	16,28	7,09	7,29	1,18	6,62	16,42	9,43	8,41
2016	-2,85	7,81	16,65	4,37	6,50	-1,80	7,38	17,06	5,76	7,10	0,95	7,55	16,95	7,97	8,36
2017	-2,70	5,45	15,20	6,33	6,07	-2,08	5,95	15,58	7,17	6,66	0,57	5,91	16,00	9,21	7,92
2018	-3,58	6,66	17,84	7,41	7,08	-2,95	7,32	18,30	10,71	8,35	-0,56	7,03	18,25	7,97	8,17
2019	-3,01	7,12	16,71	7,08	6,97	-2,03	8,49	17,31	7,60	7,84	0,66	7,96	17,91	9,75	9,07

2020	1,44	5,61	17,10	8,70	8,21	2,16	6,17	17,50	9,54	8,84	4,41	6,53	17,63	11,35	9,98
-------------	------	------	-------	------	------	------	------	-------	------	------	------	------	-------	-------	------