

Hidrologa slēdzien par jaunveidojumā Istras dabas parka ezeru hidroloģisko režīmu un tā pārvaldību – v2

Dr. geol Andis Kalvāns

Rīga, 2024

Satura rādītājs

1	Ievads	3
2	Iepriekšējo pētījumu apkopojums,	3
2.1	Ezeru ūdens līmeņi	4
2.1.1	Tiešie ūdens līmeņa novērojumi.....	4
2.1.2	Datu pieejamība	4
2.1.3	Ūdens līmeņa svārstības	5
2.2	Netieši indikatori – ūdens ķīmiskā sastāva rādītāji.....	7
3	Teorētisks noteces normu aprēķins Audzeļu, Istras un Dziļezera ezeru sateces baseiniem	8
3.1.1	Maksimālais pavasara palu caurplūdos ar 1 % atkārtamību (Q1%).....	9
3.1.2	Vasaras minimālais garantētais caurplūdums ar P = 95%	10
3.2	Dati un rezultāti	10
3.2.1	Maksimālais pavasara palu caurplūdos ar 1 % atkārtamību (Q1%).....	11
3.2.2	Minimālais garantētais caurplūdums ar P = 95%	13
4	Meliorācijas sistēmu izvērtējums.....	13
4.1	Ceģeļņa	14
4.2	Zeiļovas strauts	15
4.3	Istras upe.....	18
4.4	Notegrāvis starp Šķaunes un Ilza ezeriem	18
4.5	Rekomendācijas.....	20
5	Melņniku aizsprosts	20
5.1	Caurteka-regulators	20
5.2	Akmeņu krāvuma aizsprosts.....	23
5.3	Caurlaides spēja.....	24
5.4	vispārējs hidroloģiskā režīma pārvaldīšanas iespēju izvērtējums.....	25
6	Sākotnēji iesniegto priekšlikumu izvērtējums	26
6.1	Dabas aizsardzības pārvalde, 2024-03-04	26
7	Atsauces	27

1 Ievads

Audzeļu, Istras un Dziļais ezers veido ezeru kaskādi. Ezerus nošķir šauras, ledāja fluviogalciālo nogulumu veidotas grēdas un savieno kanāli ar ierīkotā betona 6 m platām un ap 4 m augstām kastveida caurtekām. Ezerus drenē Z virzienā Istras upīte un līmenis tiek kontrolēts ar Meļņiku aizsporstu. No meliorācijas sistēmām būtiska ir Cegļņas upīte, kas ietek Audzeļu ezerā, un Zeiļovas strauts jeb grāvis, kas ietek Istras ezerā. Cegeļņa, īpaši tās lejas tecē ir maz pārveidota. Zeiļovas strauts ir būtiski pārveidot ūdens tece, ko visā garumā veido novadgrāvis jeb kanāls.

Šķaunes ezers ir bez būtiskām pietekām, to pamatā baro nokrišņu un gruntsūdeņi. Tam ir virszemes ūdens notece uz D, grāvis dabiskā ielejā, kas ietek Ilza ezerā.

Izpētes teritorija atrodas Latgales augstienes austrumu nogāzē starp Rundēnu paugurmasīvu un Šķaunes grēdu. Audzeļu, Istras un Dziļā ezera, kā arī Šķaunes ezera ezrdobes uz Ziemeļiem daļēji norobežo Velikoretskas (Velikoretskiy) ledus loba, Istras ledus mēles (Zelčs and Markots, 2004; Zelčs and Nartišs, 2014) gala morēnas veidojumi.

Atbilstoši Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plānam (LVĢMC, 2021) ūdens objekta (ŪO) Audzeļu ezers (E259), tuvākajā apkārtnē ir meži (57%), ezera Z un A piekrastē Vecslabadas ciema apbūve. Iespējami slodžu avoti ir mežu kailcirtes un urbānā darbība. Esoša monitoringa stacija „Audzeļu ezers, vidusdaļa”. Ekoloģiskā kvalitāte ir laba.

ŪO Istras ezers (E260) (LVĢMC, 2021), tuvākajā apkārtnē jaukts zemes lietojums: lauksaimniecības zemes, viensētu apbūve un mežu puduri. Esoša monitoringa stacija „Istras ezers, vidusdaļa”. Ekoloģiskā kvalitāte ir laba (ir tendence uzlaboties). ŪO atrodas ĪADT Istras ezers.

ŪO Dziļezers (E253) (LVĢMC, 2021), tuvākajā apkārtnē ir Vecslabadas ciema apbūve un meži (83%), arī izcirtumi. Būtisku slodzi rada mežu kailcirtes. Esoša monitoringa stacija „Dziļezers, vidusdaļa”. Ekoloģiskā kvalitāte ir vidēja.

Precizēts ŪO Šķaunes ezers (E257), (LVĢMC, 2021), ezera sateces baseinā pārsvarā ir meži (63%), tostarp pārmitri. Lauksaimniecības zemju (pļavu, zālāju) ir mazāk. A krastā pāris viensētas, kas, iespējams, veic litorālē augošo ūdensaugu izpļaušanu. Kopumā antropogēnā ietekme uz ezeru ir minimāla. Esoša monitoringa stacija „Šķaunes ezers, vidusdaļa”. Ekoloģiskā kvalitāte ir laba.

2 Iepriekšējo pētījumu apkopojums

Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plānam Audzeļu ezeram un Dziļezeram konstatēta būtiska mežsaimniecības slodze (LVĢMC, 2024a), ko nosaka pastiprināt erozija mežistrādes un meža meliorācijas darbu rezultātā, kā arī pastiprināta N un P izskalošana no augsnes pēc kailcirtēm. Riska identificēšanas kritēriji bija mežu īpatsvars sateces baseinā, meliorēto mežu īpatsvars sateces baseinā un kailciršu īpatsvars.

Prioritāri UBA rekomendētie pasākumi slodzes mazināšanai ir 15 m meža buferzonu uzturēšana gar krasta līniju. Literatūrā ir ieteikti arī citi pasākumi mežsaimniecības ietekmes mazināšanai (Finér et al., 2018). Īpaša uzmanība ir pievēršama baltakšņu audzēm (Lībiete, 2023), kas izplatītas Cegļņas palienā. Baltakšņu seklā sakņu sistēmā nepasargā upju krastus no erozijas. Baltakšņu sagāzumu veidošanas upēs, kritālām strauji sadaloties, var būtiski pasliktināt ūdens kvalitāti patērējot skābekli. Tāpēc tiek ieteikts baltakšņus krasta zonās aizstāt ar citu koku audzēm.

2.1 Ezeru ūdens līmeņi

Pēdējo 15 gadu laikā izpētes teritorijā faktiski nav bijuši hidroloģiska rakstura pētījumi. LVĢMC īstenot monitoringa programmās ir monitoringa stacijas Audzeļu, Istras, Dziļezera un Šķaunes (Šķaunes) ezera vidus daļā. Šajās stacijās tiek veikti ekoloģiskās un ķīmiskās kvalitātes mērījumi, bet ne hidroloģiskie (ūdens līmeņa) mērījumi.

Baltijas reģionā kopumā (Kriauciuniene et al., 2012) un Latvijā (Apsīte et al., 2024) ir novērots, ka pavasara paplu maksimālais upju caurplūdums samazinās bet pieaug caurplūdums ziemas mēnešos. Latvijas austrumu daļā maksimālais caurplūdums pēdējās desmitgadēs parasti ir novērots aprīlī (Apsīte et al., 2024).

2.1.1 Tiešie ūdens līmeņa novērojumi

Atbilstoši kartogrāfiskajam materiāliem Audzeļu, Istras un Dziļezera ūdens līmenis ir stabils (**1. tabula.**) robežās 145.2 līdz 145.6 m v.j.l. Savukārt Šķaunes ezera līmenis ir 148.3 līdz 148.9 m v.j.l. Papildus kartogrāfisko datu analīzei ūdens līmenis tik uzmērīts 2024. gadā šī pētījuma ietvaros ar augstas precizitātes GPS.

1. tabula. Kopsavilkums par ūdens līmeņa novērojumiem (Ģenerāštābas. 1:10 000 – PSRS ģenerāļštāba topogrāfiskās kartes 1:10 000; LĢIA, 2018 – LĢIA aerolāzerskenēšanas dati; 14/04/2024 – manuāls mērījums pret caurtekas betona pārseguma virsmu; 28/09/2024 – augstas precizitātes GPS mērījums)

<i>Ezers</i>	<i>Datums</i>	<i>Ūdens līmenis, m v.j.l.</i>
<i>Audzeļu-Istras ezera caurteka (Caurtekas betona pārsegs, 147.70 m v.j.l.)</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	145,5
	LĢIA, 2018	145.6
	14/04/2024	145.87
	28/09/2024	145.56
<i>Istras-Dziļezera caurteka (Caurtekas betona pārsegs, 148.17 m v.j.l.)</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	145.4
	LĢIA, 2018	145.5
	14/04/2024	145.87
	28/09/2024	145.46
<i>Istras izteka no Dziļezera</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	145,2
	LĢIA, 2018	145.4
	28/09/2024	145.45
<i>Istra, virs caurtekas-regulatora (Caurtekas betona pārsegs, 147.32 m v.j.l.)</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	
	LĢIA, 2018	144.90
	14/04/2024	145.52
	28/09/2024	144.67
<i>Istra, leļpus caurtekas-regulatora</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	
	LĢIA, 2018	145.40
	28/09/2024	144.40
<i>Šķaunes ez</i>	Ģenerāštābas. 1:10 000	148.3
	LĢIA, 2018	148.90
	28/09/2024	148.56
<i>Maroksnas ezers</i>	LĢIA, 2018	142.70
	28/09/2024	142.44

2.1.2 Datu pieejamība

Plašāki dati par Audzeļu, Istras un Dziļā, kā arī Šķaunes ezera līmeņa novērojumi nav pieejami. Tomēr par ūdens tilpju hidroloģisko režīmu reģionā vara spriest pēc citiem pieejamajiem novērojumu datiem. LVĢMC

īstenotajā nacionālajā hidroloģiskā monitoring programmā (LVĢMC, 2024b) izpētes teritorijai tuvākās novērojumu stacijas ir Pasiena- Zilupe, Kaunata – Rāznas ezers un Ludza – Lielais Ludzas ezers.

Novērojumi dati no Ludzas stacijas nav izmantojami, jo Lielā Ludzas ezera līmeni kopš 1930.gada regulē ar slūžām (ezeri.lv, 2024) un iespējams arī Felicianovas HES darbība. Zilpues HES atrodas lejpus Pasienas novērojumu stacijas. Minimālie novērotie ūdens līmeņi Pasienas stacijā ir ap 114.2 m v.j.l, kas ir zemāks kā no LĢIA lāzer skanēšanas datiem identificējama līmenis Zilupes HES ūdenskrātuvē (ap 114.5 m v.j.l.). Cikliskas novērotā ūdens līmeņa svārstības liecina par tiešu HES darbības ietekmi Pasienas novērojumu stacijā. Tāpēc arī šo novērojumu izmantošana hidroloģiskā režīm raksturošana nav izmantojami.

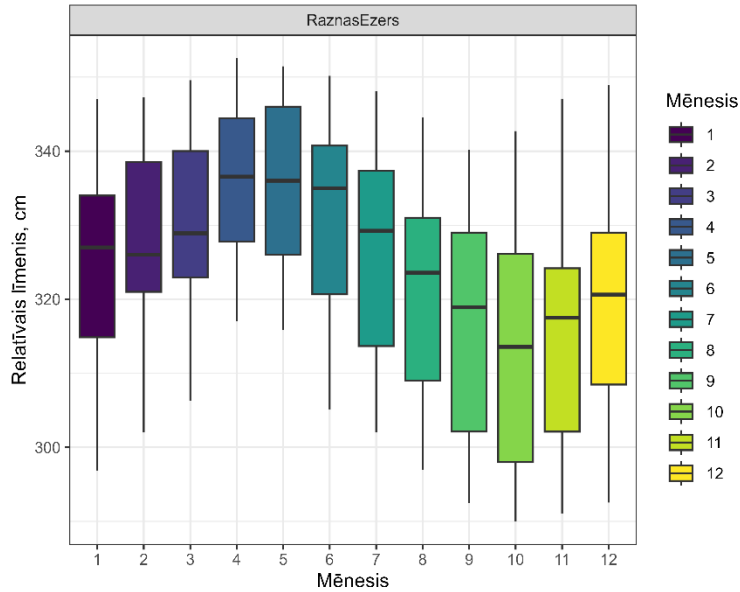
Vecslabadas apkārtnes ezeru ūdens līmeņa režīmu netieši iespējams analizēt tikai izmantojot novērotos Rāznas ezera ūdens līmeņa datus. Rāznas ezeram ir zema specifiskā sateces baseina platība (spoguļa laukums 57.6 km², sateces baseina laukums 168.5 km², specifiskais baseina lielums 2.9, (LVĢMC, 2024c)), kas ir nedaudz mazāks, kā Škaunas ezera specifiskajam baseinam (5) pārējiem ezeriem tas ir būtiski lielāks (72-86). Rāznas ezera sateces baseins atrodas hipsometriski augstākā līmenī (164 – 257 m.v.j.l. (LĢIA, 2018)) Latgales augstienes centrālajā daļā nekā Vecslabadas apkārtnes ezeriem (146– 227 m.v.j.l. (LĢIA, 2018)). Tāpēc Rāznas ezera baseinā būs salīdzinoši lielāks nokrišņu daudzums un zemāka gaisa temperatūra.

Pētījuma reģionā sistemātiski ūdens līmeņa novērojumi ir pieejami arī par Ežezeru, kur monitoringu veic VSIA ZMNĪ (ZMNĪ, 2024). Dati ir pieejami kā ūdens līmeņa izdruku līknes. Arī Ežezeram ir relatīvi mazs specifiskais sateces baseins (spoguļa laukums 9.9 km², sateces baseina laukums 82.3 km², specifiskais baseina lielums 8.3, (LVĢMC, 2024c)). Tomēr dati pieejami tikai kopš 2020. gada jūlija, tāpēc ir mazāk noderīgi salīdzinošai analīzei

2.1.3 Ūdens līmeņa svārstības

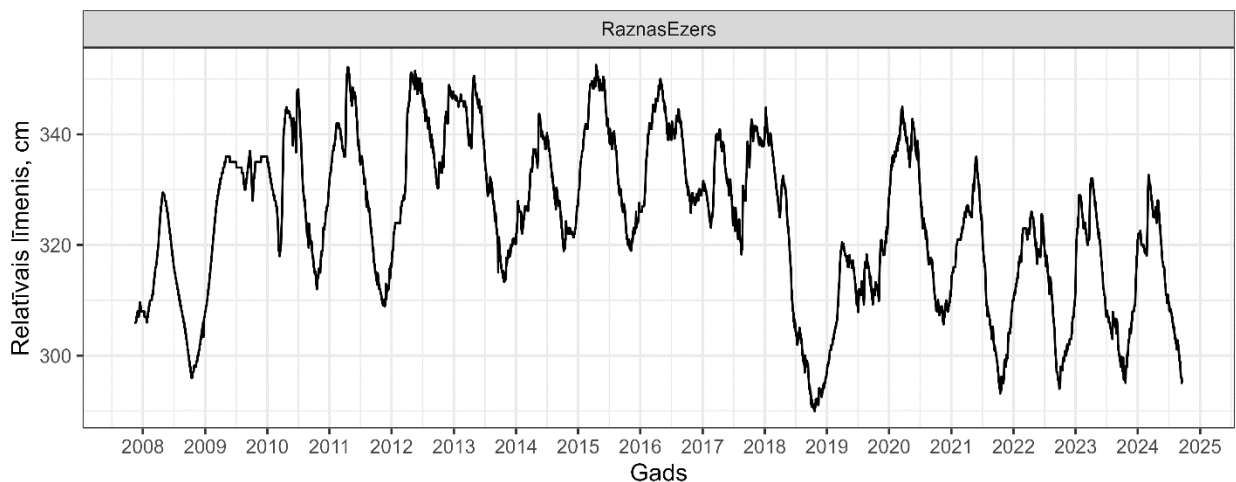
Kā indikatoru par ūdens līmeņa svārstībām Vecslabadas apkārtnē ezeros var izmantot Rāznas ezera ūdens līmeņa svārstības, kur kopš 2007.gada 11.novembra ir pieejama nepārtraukta datu rinda, kā arī agrāki novērojumu dati (LVĢMC, 2024b). Vecslabadas apkārtnes ezeros ir sagaidāms, ka līmeņa svārstības būs izteiktākas un straujāka palu iestāšanās, jo to specifiskais sateces baseins pārsvarā ir būtiski lielāks, kā arī ir sagaidāma nedaudz agrāka palu iestāšanās, jo sateces baseini ir hipsometriski zemāki. Ūdens līmeņa absolūtās vērtības un svārstību diapazons Rāznas ezerā un izpētes teritorijā varētu būtiski atšķirties, bet ir sagaidāms, ka tendences būs līdzīgas.

Par hidroloģiskā gada sākumu var atzīmēt oktobra mēnesi, kad novērots vidēji zemākais ūdens līmenis minimums ir novērots Oktobrī (**1. attēls.**), ko Ziemeļu puslodē bieži atzīmē kā hidroloģiskā gada sākumu (Hendriks, 2010). Maksimālais vidējais ūdens līmenis tiek sasniegts aprīlī vai maijā.



1. attēls. Rāznas ezera relatīvā ūdens līmeņa relatīvā ūdens līmeņa sadalījums no 2008. līdz 2023. gadam (LVĢMC, 2024b), ko var izmantot kā indikatoru ūdens līmeņa režīmam Vecslabadas ezerā izmantojot

Novērojumu periodā relatīvi augsts ūdens līmenis bija no 2009. līdz 2017.gadam (2. attēls.), bet 2018.gadā tika novērtos vasaras minimālais līmenis. Pēc šī ekstremāli sausā gada līmeņa atjaunošanās notika tikai 2020.gada pirmajā pusē. Bet jau 2021.gadā ir iestājies jauns sausuma periods, kad ziemas mēnešu ūdens līmenis ir līdzīgs tam, kas periodā no 2009 līdz 2017.gadam bija raksturīgs vasarām, savukārt minimālais ūdens līmenis ir tikai nedaudz virs 2018.gada ekstrēmi zemā līmeņa.



2. attēls. Rāznas ezera relatīvā ūdens līmeņa svārstības no 2007. līdz 2024. gadam (LVĢMC, 2024b), ko var izmantot kā indikatoru ūdens līmeņa režīmam Vecslabadas ezerā izmantojot

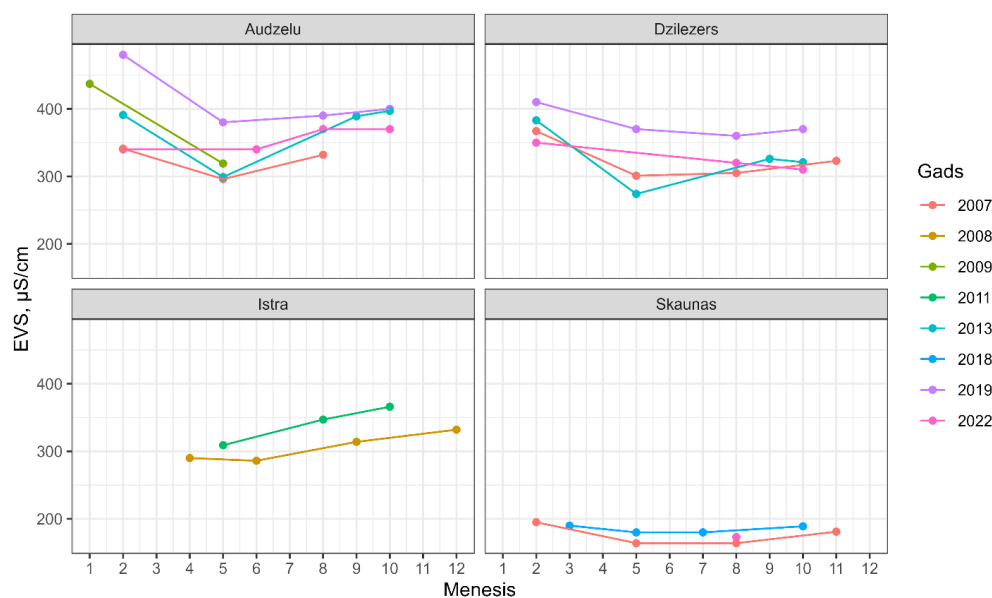
2.2 Netieši indikatori – ūdens ķīmiskā sastāva rādītāji

Netieši par ūdens apmaiņu ezeros var liecināt ķīmiskā sastāva parametri, kas ievākti LVĢMC virszemes ūdeņu monitoringa programmas ietvaros (LVĢMC, 2024d). Elektrovadītspēja (EVS) liecina par kopējo izšķīdušo sāļu saturu ūdenī. EVS prasti pieaug ūdenim saskaroties ar augsni un nogulumiem – ūdenī šķīsto šo materiālu sastāvā esošajiem sāļiem un minerāliem. Veidojoties ūdens notecēi, EVS parasti ir zemākā līdž ar sniega kušanu, kad lielu noteces apjomu veido ūdens kas ir maz mijiedarbojies ar augsnes un nogulumu substrātu. EVS maksimum sasniedz vasaras beigās, kad noteci pamatā viedo – ūdens kas ilgstoši ir mijiedarbojies ar zemes substrātiem – gruntsūdens. Būtisks izšķīdušo sāļu avots ir arī antropogēnās slodzes, gan zemes apsaimniekošana, kas veicina minerālu dēdēšanu, gan piesārņojums no augu mēslošanas līdzekļiem, gan mājsaimniecību un rūpnieciskie notekūdeņi.

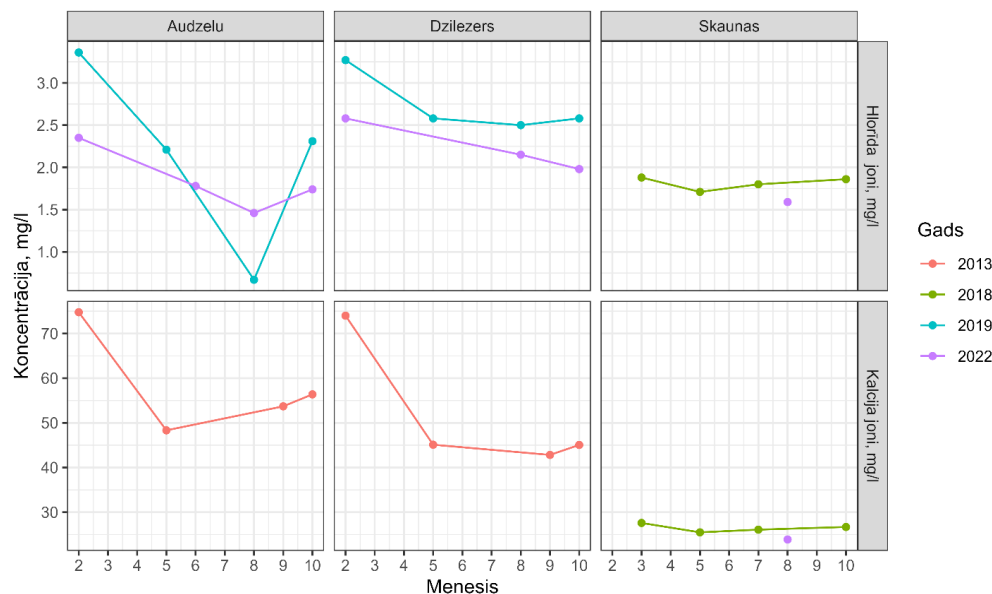
Izpētes teritorijā ezeru ūdens EVS maksimumus ir vērojams ziemas mēnešos, bet minimums – vasaras sākumā (**3. attēls.**), kam seko pakāpenisks EVS kāpums. Kopumā redzams ka EVS svārstības būtiski izlīdzinās virzienā no Audzeļu ezera, caur Istras ezer uz Dziļezeru. Audzeļu ezerā vidējā EVS ir lielāka kā Dziļezērā, lai gan pa straumi uz leju EVS pieaug, jo ūdens iztvaiko no ezeru virsmas, bet sāļi paliek šķīdumā. Zemākā EVS un mazākās sezonālās svārstības piemīt Škaunas ezera ūdenim. Tas ir saprotams, jo tam ir mazākais īpatnējais sateces baseins, un mazākā antropogēnā slodze sateces baseinā.

Novērotā tendence, iespējams, skaidrojama ar Zeiļovas strausta pienesumu Istras ezeram, kura sateces baseina ir samērā izplatīt kūdras nogulumi, kas mazāk ietekmēs ūdens EVS, atšķirībā no morēnas mālsmits nogulumiem Cegeļņas baseinā. Šo hipotēzi neapstiprina vienreizējie lauka novērojumu šī pētījuma ietvaros (**2. tabula.**).

Alternatīvi EVS var ietekmēt bioloģiskie procesi, piemēram, izšķīdušo sāļu uzņemšana bioloģiskajos procesos. Šo hipotēzi netieši apstiprina plūsmas virzienā pieaugošais hlorīda jonu saturs un kalcija jonu koncentrācijas samazināšanās (**4. attēls.**). Hlorīda jonu koncentrāciju bioloģiskie procesi ietekmēs salīdzinoši maz, bet kalcija joni ir bioloģiski aktīvi.



3. attēls. Izpētes teritorijas ezeru ūdens elektrovadītspēja (LVĢMC, 2024d dati)



4. attēls. Izpētes teritorijas ezeru ūdens hlorīda un kalcija jonu saturs (LVĢMC, 2024d dati)

2. tabula. Dati par veiktajiem ūdens skābuma (pH), elektrovadītspējas un sārmainības novērojumiem

Lat./Lon	Datums	Vieta apraksts	pH	EVS, $\mu\text{S}/\text{cm}$	T, $^{\circ}\text{C}$	Sārmainība, $\text{mg-CaCO}_3/\text{l}$
56.25310/27.9749	14/04/2024	Audzeļu-Istras ezeru caurteka	7.76	260	10.5	152
56.26943/27.99505	14/04/2024	Melņniku aizsprosta caurteka-regulators	7.97	269	9.7	151
56.24572/27.98394	14/04/2024	Istra-Dziļais ezeru caurteka	7.98	267	10.0	152
56.24098/28.02631	14/04/2024	Pečkas ezers	5.98	20.1	11.6	7
56.24155/28.06384	14/04/2024	Šķaunes ezera noteka	7.72	162.1	9.6	95
56.22252/27.96978	15/04/2024	Zeiļovas strauta grāvis	7.59	287	7.9	161
56.22252/27.96978	27/09/2024	Zeiļovas strauta grāvis	7.45	467	13.5	251
56.26194/27.95515	15/04/2024	Cegeļņa	7.98	288	7.8	173

3 Teorētisks noteces normu aprēķins Audzeļu, Istras un Dziļezera ezeru sateces baseiniem

Vienkāršots noteces normu aprēķins, izmantojot empīriskas sakarības, dot iespēju ātri novērtēt sagaidāmos maksimālos un minimālos garantētos caurplūdumus sateces baseiniem. Empīriskie vienādojumi ir doti U. Kļaviņa sagatavotajos mācību materiālos (Kļaviņš and J., 2007; Kļaviņš and Sudārs, 2010) un iekļauti Ministru Kabineta noteikumos (Ministru kabinets, 2015).

3.1.1 Maksimālais pavasara palu caurplūdums ar 1 % atkārtojamību (Q1%)

Maksimālais pavasara caurplūdums ar 1% atkārtojamību ($Q_{1\%}$ m³/s) Istras upei pie iztekas no Dziļā ezera aprēķināts pēc vienādojuma [1]:

$$Q_{1\%} = K_{1\%} \delta \delta_1 \delta_2 (A + 1)^{-0.14} A \quad [1]$$

kur,

$K_{1\%}$ – pavasara palu straujumu raksturojošais parametrs ar 1 % pārsniegšanas varbūtību; tā vērtības noteiktas atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 2. pielikuma 1. kartogrammai, kā 1% (Ministru kabinets, 2015);

δ – koeficients, ievērtē sateces baseina ūdenstilpju regulējošo ietekmi;

δ_1 – koeficients, ievērtē maksimālo caurplūdumu atkarībā no mežu platības sateces baseinā;

δ_2 – koeficients, ievērtē maksimālo caurplūdumu atkarībā no purvu platības sateces baseinā;

A – sateces baseina laukums (km²).

Ūdenstilpes izlīdzina palu maksimālo caurplūdumu uzkrājot uzverot lielākas ūdens masas. Jo lielāks ir ūdenstilpnes virsmas laukums attiecībā pret to barojošo sateces baseinu, jo efektīvāk tā izlīdzina noteci. Ūdenstilpnes regulējošo ietekmes koeficientu (δ) aprēķina pēc vienādojumu [2]:

$$\delta = r_1 r_2 \dots r_n \quad [2]$$

kur,

r_i – i-tās ūdenstilpes (ezera) ietekmes koeficients, kas attiecināts uz aprēķina vērumu.

Savukārt r_i vērtību aprēķina pēc empīriskās sakarības [3](ZZ3):

$$r_i = 1 - \frac{14.2 S_i^{0.355} A_i^{0.73}}{h_{1\%}^{0.5} A} \quad [3]$$

kur,

A_i – sateces baseina laukums i- tai ūdenstilpei (km²);

A – sateces baseina laukums aprēķina vērumā (km²);

S_i – i-tās ūdenstilpes virsmas laukums (km²);

$h_{1\%}$ – pavasara palu noteces slānis (mm) ar 1 % pārsniegšanas varbūtību, kura vērtības noteiktas atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 2. pielikuma 2. kartogrammai, kā 200 mm (Ministru kabinets, 2015).

Arī **meži** regulē un izlīdzina palu ūdeņu noteci, akumulējot ūdeni koku vainagos, zemsedzē, augsnē un gruntsūdeņos, gan arī palēninot sniega kušana. Mežu ietekmes koeficientu δ_1 aprēķina, izmantojot šādu formulu [4]:

$$\delta_1 = (A_m + 1)^{-0.22} \quad [4]$$

kur,

A_m – relatīvā mežu platība baseinā (%). Ja relatīvā mežu platība ir mazāka par 5 %, tad pieņem $A_m = 5$ %.

Līdzīgi, kā meži un ezeri, arī **purviem** piemīt spēja izlīdzināt nokrišņu un sniega kušanas ūdeņu noteci, tiem uzkrājoties porainajā augsnes virskārtā. Izlīdzinātais purvu reljefs kavē strauju ūdens noteci. Purvu ietekmes koeficientu δ_2 aprēķina, izmantojot šādu formulu [5]:

$$\delta_2 = 1 - 0.7 \log(0.1A_p + 1) \quad [5]$$

A_p – relatīvā purvu platība baseinā (%);

3.1.2 Vasaras minimālais garantētais caurplūdums ar $P = 95\%$

Atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) 30 dienu mazūdens caurplūdumu, ko aprēķina pēc empīriskā vienādojuma [6]:

$$Q_{\min 30.d.} = a(A - c)^{1.22} \quad [6]$$

kur,

A – sateces baseina laukums,

a un c – parametri, kas atkarīgi no baseina novietojuma un hidromorfoloģiskajiem apstākļiem tajā.

Izpētes teritorija ezeru sateces baseins pārsvarā ir izvietots morēnas paugurainas apstākļos, tāpēc, atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) un tā 6. pielikuma 1. kartogrammas datiem (3. **tabula.**) to vērtības aprēķina, kā [7] un [8]

$$a = g \sum R_i a_i \quad [7]$$

$$c = b(\sum R_i a_i)^{-1} \quad [8]$$

kur,

a_i – atbilst morēnas paugurains reljefam ($a_3 = 0.0028$) un morēnas un smilšainajam līdzenuma reljefam ($a_2 = 0.0013$), atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) un tā 6. pielikuma 1. tabulas datiem vasaras minimālajam caurplūdumam

$b = 7.6$ - atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) un tā 6. pielikuma 1. tabulas datiem vasaras minimālajam caurplūdumam

$g = 0.5$ - atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) un tā 6. pielikuma 3. kartogrammas datiem vasaras minimālā caurplūduma formēšanas datiem.

R_i – sateces baseina proporcija kas atrodas i-tajā hidromorfoloģiskajā noteces veidošanās apgabalā, kas izpētes teritorijā ir R_2 (morēnas un smilšainajam līdzenums) un R_3 (morēnas pauguraina).

3. tabula. Izmantotās empīriskā noteci veidojošo parametru vērtības minimālā garantētā caurplūduma pie varbūtības $P = 95\%$ aprēķinam atbilstoši būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015)

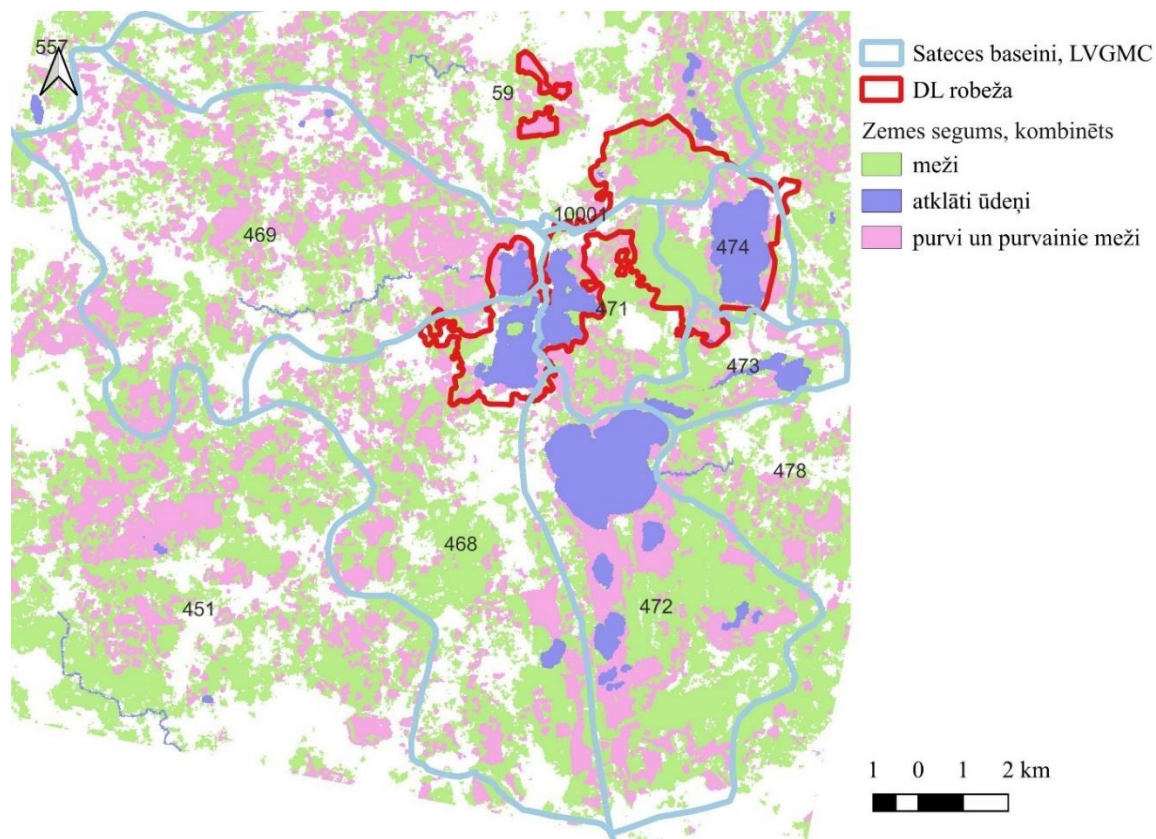
$a1$	$a2$	$a3$	$a4$	b	g
0	0.0013	0.0028	0.011	7.6	0.5

3.2 Dati un rezultāti

Sateces baseinu robežas tika iegūtas no LVĢMC ūdens objektu datiem (LVĢMC, 2019a) (**6 attēls**).

3.2.1 Maksimālais pavasara palu caurplūdos ar 1 % atkārtojamību (Q1%)

Zemes seguma veids (**5. attēls.**) noteces parametru parēķināšanai tika iegūts no četriem avotiem: Landsat atvasinātie dati (Potapov et al., 2022), Meža valsts reģistra meža dati (Valsts meža dienests, 2024), Latvijas biotopu kartēšanas dati (Dabas aizsardzības pārvalde, 2024) un manuāli ciparota purvu un ezeru izplatība. Primāri tika izmantoti no Landsat Zemes novērošanas datiem atvasinātais zemes lietojums ar 30 m izšķirtspēju (Potapov et al., 2022) ar CORINE (Kosztra et al., 2017) zemes lietojuma veida klasifikācija. No šiem datiem tika atlasīti mežu, mitrāju un ūdenstilpju izplatība. Šajos datos purvainās teritorijas bieži ir klasificētas kā meži vai lauksaimniecības zemes. Tāpēc mitrāju identifikācijai papildus datu integrēti pārējie datu avoti. No Latvijas biotopu kartēšanas rezultātiem tika atlasīti saldūdens un mitrāju biotopus. Tomēr arī šī datu kopa satur tikai informāciju par bioloģiski vērtīgajiem biotopiem. No meža valsts reģistra datiem tika atlasīti meža nogabali ar slapjajiem un purvainajiem meža tipiem un noteces parametru aprēķinu vajadzībām klasificēti kā purvi. Mazie ezeriņi tika klasificēti kā mitrzemes. Zemās purvainās teritorijas ap ezeriem tika hidroloģiskā novērtējuma vajadzībām tika klasificētas kā ūdenstilpnes (aktīvais laukums **4. tabula**), jo palu laikā tās applūst, nodrošinot papildus aktīvo tilpumu palu ūdens uzkrāšanai (**6. attēls.**).



5. attēls. Zemes seguma veida sadalījums izpētes teritorijā noteces raksturlielumu aprēķinam



6. attēls. Applūdusi zemes strēle starp Audzeļu un Istras ezeru, (2024-04-14, LKS92 x:746205.8, y:241405.2; skats: R; autors: A.Kalvāns)

4. tabula. Ezeru regulējošo ietekmes koeficientu (δ) aprēķins

<i>Ūdens objekts</i>	<i>Kumulatīvais sateces baseins (A_i)</i>	<i>Aktīvais ūdenstilpnes laukums**, km^2</i>	δ_i
<i>Audzeļu ezers</i>	53.30	1.01	0.83
<i>Zeļovas ezers</i>	13.0**	1.93	0.70
<i>Istras ezers (t.sk. Zeļovas un Audzeļu ezeri)</i>	98.9	0.20	0.67
<i>Dziļais ezers (t.sk. Zeļovas, Audzeļu un Istras ezeri)</i>	110.7	1.64	0.66
<i>Istras upe līdz Meļņiku caurtekai-regulatoram KOPĀ</i>	110.9	0.0	1.00
			$\delta=0.35$

* LVĢMC dati (LVĢMC, 2019b)

** aprēķins pēc kombinētās zemes lietojuma kartes

Novērtētais pavasara palu maksimālais caurplūdums ir $5.4 m^3/s$ (**5. tabula**). Aprēķins balstīts uz pagāušajā gadsimtā iegūtām empīriskām sakarībām un var neatspoguļot klimata pārmaiņu un saimnieciskās darbības praksts izmaiņu ietekmes. Kopumā var identificēt trīs faktorus, kas ilgtermiņā var izraisīt pavasra palu notecēds izmaiņas:

1. Sateces baseinā ir vērojama agrāko lauksaimniecības zemju apmežošana. Sniega kušanas un nokrišņu ūdens notece no meža zemē kopumā ir lēnāka, kā lauksaimniecības zemēm (vienādojums [4]).
2. Sateces baseinā ir plaši sastopami pārmitrie meža tipi. Veicot plašākus meža meliorācijas sistēmu izbūves un atjaunošana darbus, šīs teritorijas pārstās funkcionēt kā purvi un akumulēs salīdzinoši

mazāk ūdeni. Purviem piemīt augstāks noteces regulācija potenciāls, kā mežiem (vienādojums [5]), tāpēc pārmitro mežu platību samazināšana var veicināt straujāku pavasara palu ūdens noplūšanu un augstāku maksimālo caurplūdumu.

3. Klimata pārmaiņu ietekmē, siltāku ziemu rezultāta, Latvijas austrumu reģionā upēs pieaug ziemas notece, bet citās sezonās notece mainās maz, savukārt citviet reģionā vērojamas arī noteces samazinājums citās sezonās (Kriauciuniene et al., 2012). Sagaidāms, ka šīs tendence turpināsies arī nākotnē.

5. tabula. Ūdenskrātuvju, mežu un purvu ūdens noteces regulējošās ietekmes aprēķins pavasara palu maksimālā caurplūduma pie 1% varbūtības ($Q_{1\%}$) novērtējums

<i>Parametrs</i>	<i>Vērtība</i>
A_m (meži %)	36.5 %
A_p (purvi un purvainie meži %)	27.2%
δ_1 (mežu koeficients)	0.45
δ_2 (purvu koeficients)	0.60
δ (ūdensobjektu koeficients)	0.35
Pavasara palu maksimālā caurplūdum straujuma koeficients	1
Pavasara palu noteces slānis ar pārsniegšanas varbūtību 1%	200 mm
$Q_{1\%}$	5.4 m³/s

3.2.2 Minimālais garantētais caurplūdums ar P = 95%

Izpētes teritorijas sateces baseinus hidroģeomorfiksi aptuveni līdzīgās daļās veido morēnas paugurainas un morēnas un smilšainie līdzenumi. Aprēķinātais vasaras garantētais minimālais caurplūdums pie Meļņiku caurtekas-regulatora ir 21.5 l/s, kas atbilst 4 līdz 6 mm/gadā noteces slānim pie varbūtības P = 95% (6. tabula).

6. tabula. Vasaras 30 dienu garantētais minimālais caurplūdums aprēķināts pēc būvnormatīvu LBN 224-15 (Ministru kabinets, 2015) empīriskajiem vienādojumiem, kur A-R1..4 hidroģeomorfoloģiskie apvidi ar atbilstošo novērtētu laukumu sateces baseinā, pie varbūtības P = 95%

<i>Sateces baseins</i>	<i>A-R1, km²</i>	<i>A-R2, km²</i>	<i>A-R3, km²</i>	<i>A-R4, km²</i>	<i>A, km²</i>	<i>Q m³/s</i>
Audzeļu	0	0	53.3	0	53.3	0.0075
Istras	0	45.64	53.3	0	98.94	0.0165
Dziļlais	0	45.64	65.1	0	110.74	0.0214
Meļņiu	0	45.64	65.27	0	110.91	0.0215
Škaunes	0	0	7.5	0	7.5	0

4 Meliorācijas sistēmu izvērtējums

Nozīmīgas meliorācijas sistēmas ir Audzeļu ezera un Istras ezeru sateces baseinos, kur to ūdeņus attiecīgi savāc Cegeļņa un Zeiļovas strauts (7. tabula.). Papildus jāpiemin novadgrāvis, kas novada Škaunas ezera ūdeņus uz Ilza ezeru. Dziļezera un Škaunas ezera sateces baseinos nav Valsts meliorācijas kadastrā reģistrētu meliorācijas sistēmu, izņemot meža grāvju sistēmas.

7. tabula. Kopsavilkuma dati par ezeru sateces baseinu meliorācijas sistēmām, pēc Valsts meliorācijas kadastra datiem

Sateces baseins	Ūdens noteka	Garums, km	Sateces baseina laukums*, km ²	Drenu sistēmās, km ²	Grāvju garums, km	Meža grāvju sistēmas, km ²
Audzeļu ezers	Cegeļņa	18.26	53.59	2.90	33.20	4.3
Istras ezers	Zeiļovas strauts	6.45	46.07	5.43	50.64	3.3
Dziļezers	-	-	11.65	0	0.15	0.3
Šķaunes ezers	-	-	7.54	0	0	0

* LVĢMC dati (LVĢMC, 2019b), kas izmantoti aprēķinos

4.1 Cegeļņa

Cegeļņa ietek Audzeļu ezerā no Rietumu puses. Tā ir lielākā Vecslabadas apkārtnes ezeru pieteka. Tās sateces baseina daļēji ietver Rundēnus. Sateces baseinā dominē izteikti paugurains morēnas reljefs daudziem nelieliem ezeriņiem un purvainām ieplakām. Satopami arī nelieli glaciofluviālo, limnoglaciālo un purvu nogulumu izplatības laukumi, kā arī aluviāliem nogulumiem Cegeļņas ielejā. Cegeļņas augštece ir samērā strauja (kritums 0.5-2.2 m/km) (**7. attēls.**), savukārt lejtece lēna (0.2 m/km, (Suško, 2024)). Drenu sistēmas veido mazāk kā 6% no sateces baseina laukuma un atrodas tuvāk Cegeļņas augštecei. Savukārt meža grāvju sistēmas ir plašākas, veido aptuveni 8% sateces baseina laukumu. Dažādu grāvju kopējais garums ir 33 km

Cegeļņas lejastece leļpus Sokorņicas ir maz pārveidota, izteikti meandrējoša līdzenuma upe mežainā apvidū ar pārplūstošām palienām un kritālām. Šie apstākļi nodrošina augstu ūdens pašattīršanās potenciālu.



7. attēls. Cegeļņa pie Sahorņicas – samērā strauja upe ar baltalkšņu apaugumu krastos (2024-04-14, LKS92 x: 739727.6, y:242061.6; skats: D virzienā; autors: A.Kalvāns)

4.2 Zeiļovas strauts

Zeiļovas strauts ietek Istras ezerā no Dienvidu puses. Tā ir otra lielākā ezeru pieteka. Zeiļovas strauts ir būtiski pārveidota ūdenstece. Tā dabiskais sateces baseins bija ievērojami mazāks kā mūsdienās. Zeiļovas straucha sateces baseins tika paplašināts pēckara perioda meliorācijas darbos pārrokot ūdensšķirtni un Annapoles upītes (straucha) un Zeiļovas straucha ūdeņus no Pilsūna ezera novadot uz Istras ezeru (Suško, 2024).

Atbilstoši meliorācijas kadastra datiem aptuveni 12% sateces baseina aizņem drenu laukumi vēl 7% ir meža meliorācijas sistēma. Tomēr ievērojamu baseinu daļu ietekmē grāvju tīkls, tā blīvums ir aptuveni 1.1 km/km².

Zeiļovas strauts plūst plašā (ap 1 km) seklā (< 5 m), D-Z virzienā vērsta ielejveida padziļinājumā. Rietumu nogāzi veido morēnas pauguraina, kur izvietota lielākā daļa tā sateces baseina. Savukārt austrumu nogāze ir vaļņveida reljefa forma, kas kvartārgeoloģiskajās kartēs atzīmēta kā fluvioglaciāli nogulumi. Šis valnis kalpo kā ūdens šķirtne starp Istras un Pilsūna ezeru sateces baseiniem.

Zeiļovas straucha sateces baseina Rietumu daļu veido morēnas paugurainas reljefs, savukārt austrumu daļā ir izplatīt fluvioglaciāli viļņota līdzenuma nogulumi, kas zemākajās vies ir stipri pārpurvoti teritorija ir pārsvarā apmežota, lauksaimniecības zemes pārsvarā teritorijā pie Istras ezera.

Zeiļovas strauts iztek no Zeiļovas ezera. Zeiļovas ezerā savukārt ieplūst vairāki grāvji. Zeiļovas straucha sateces baseina robežas ap Zeiļovas ezera dažādos avotos ir norādītas atšķirīgi. Zeiļovas ezerā no Dievidiem ietek Moļņeicas upīte koplietošanas ūdens noteku (MK Kods 6866923:K:48). LĢIA topogrāfiskajā 1:10000 kartē tās plūsmas virziens ir norādīts uz Dievidiem, ko apstiprinājās arī lauka apsekojumos 2024. gada pavasarī (**8. attēls.**). Tomēr reljefa analīze liecina ka šinī iecirknī reljefa kritums ir Zeiļovas ezera virzienā, lai gan (Suško, 2024) sateces baseina robežu zīmē pa Zeiļovas ezeru. LVĢMC sagatavotajos datos (LVĢMC, 2019b) Zeiļovas straucha sateces baseins turpinās uz dienvidiem līdz aptuveni autoceļam P52. Savukārt meliorācijas kadastra datos Zeiļovas straucha sateces baseins ietver arī Gordoja ezeru, tomēr tas šķiet neatbilstoši faktiskajai situācijai, jo Gordoja ezera līmenis ir aptuveni par 1 m zemāks kā Zeiļovas ezeram un Gordoja ezers Ziemeļu virzienā ar grāvjiem ir savienots ar zemāk esošajiem Molovja un Pilsūna ezeriem. Vēl jo vairāk 2024.gada rudens lauka pasekojumos tika fiksēts, ka Moļņeica pie autoceļa P52 starp Kovaļku kapiem un Šķauni tek Zeiļovas ezera virzienā, šķērsojot gan meliorācijas kadastra, gan LVĢMC sagatavot sateces baseinu robežas un pretēji kartogrāfiskajā materiālā norādītajam (LĢIA, 2017).

Šis ir būtiski pārveidots, zema reljefa, daudzviet purvainas sateces baseins, meliorācijas darbos ir pārraktas ūdensšķirtnes, savienojot ezerus ar daļēji funkcionējošā grāvju sistēmām. Grāvju tīkls daudzviet ir aizsērējis un daļēji atjaunošana un ūdens plūsmas ietekmē aktīva bebru darbība. Tāpēc nav izslēgts ka ūdens plūsmas virziens atsevišķās ūdensnotekās mainās atkarībā no hidrometeoroloģiskajiem apstākļiem un hidromorfoloģiskajām izmaiņām (grāvju aizsērēšana un pārtīršana).

Zeiļovas strauts, Annapoles upīte jeb strauts, Moļņeica un citas dabiskās ūdens teces šajā sateces baseinā ir būtiski pārveidotas - iztaisnotas faktiski to visā garumā. Zeiļovas strauts tek pa līdz 20 m platu un vietām vairāk kā 4 m dziļu grāvi jeb kanālu (**9. attēls.**). Vietām kanāla gultnē veidojas straumes meandras (**10. attēls.**). Lejpus Vecslabadas – Annapoles ceļa Zeiļovas straucha grāvis pamatā ir izrakts caur kādreizējo mitrāju, kur organisko nogulumu biezums biezums daudzviet ir lielāks kā 1 m (lauka novērojumi, **11. attēls.**).



8. attēls. Molneica pie Zeiļovas ezera, upes gultne ir iztaisnota un tās krastus veido vairāk kā 1.25 m biezi kūdras nogulumi (2024-04-15, LKS92 x: 747350.4, y:233428.7; skats: ZA virzienā; autors: A.Kalvāns)



9. attēls. Zeiļovas strauts pie autoceļa Čerņavski - Anapole plūst pa ap 4 m dziļu un 15 platu kanālu (2024-04-15, LKS92 x:746102.6, y:237946.8; skats: DA virzienā; autors: A.Kalvāns)



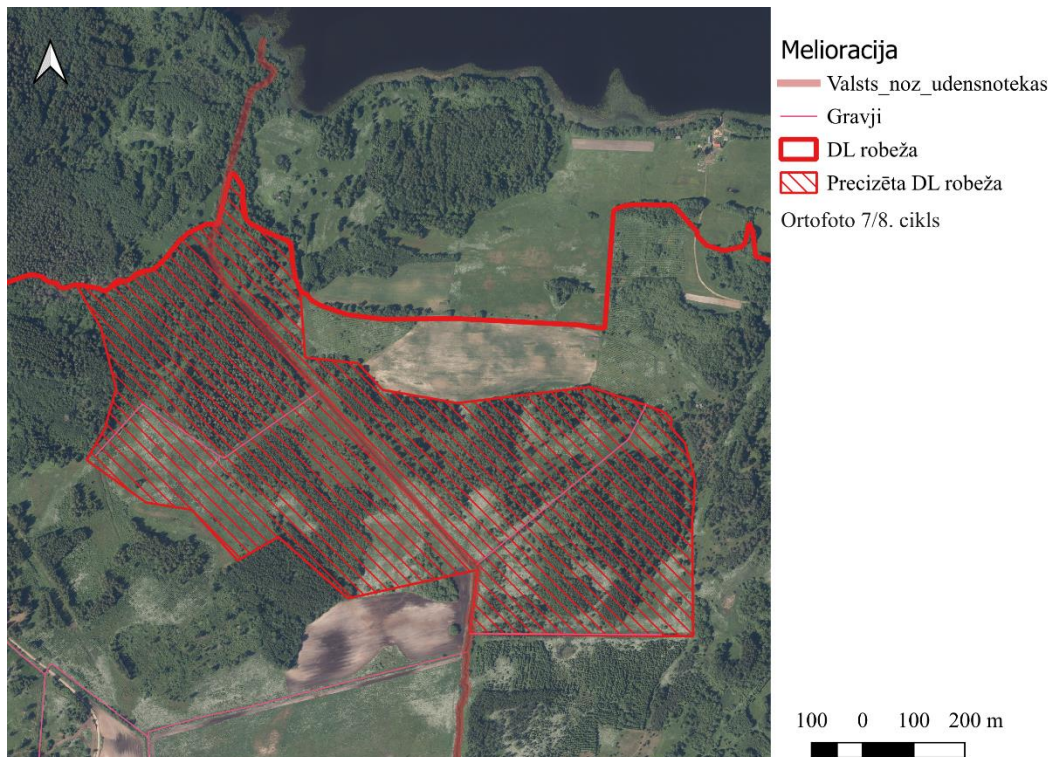
10. attēls. Zeiļovas straucha meandras grāvja gultnē un kūdras augsne apstrādātajos laukos līdzās tam lejpus Vecslabadas – Anapoles ceļa



11. attēls. Zeiļovas straucha lejtecē tas plūst caur susinātu kūdrāju (2024-09-27, LKS92 x:746002.2, y:238750.7; skats: ZR virzienā; autors: A.Kalvāns)

Zeiļovas strauchs ir būtiski pārveidots sateces baseins. Daugavas UBA (LVGMC, 2024a) minēts, ka Istras ezera, kur ietek Zeiļovas strauchs, ūdens kvalitāte ir laba ar tendenci uzlaboties. Tomēr pastāv risks ka Zeiļovas strauchs ir vai nākotnē kļūs par būtisku lauksaimniecības un mežsaimniecības difūzā piesārņojuma avotu. Lauksaimniecības zemes ir izvietotas straucha lejtecē tuvu Istras ezeram, pastiprinot paaugst lauksaimniecības noteces slodžu risku. Pieaugot lauksaimniecības intensitātei, šīs zemes var kļūt par būtisku biogēno elementu un pesticīdu noteces avotu. Tā pēc Zeiļovas straucha lejtecē uz Ziemeļiem no

autoceļa Vecslabada – Anapole ir nepieciešams atjaunot mitrāju ekosistēmu difūzā piesārņojuma uztveršanai, izskatot iespēju paplašināt plānot dabas lieguma teritoriju (**12. attēls**). Mitrāju atjaunošanu var apvienot ar SEG emisijas mazinošiem pasākumiem pašreizējās lauksaimniecības zemēs uz organiskām augsnēs, kas pieguļ plānotajai DL dienvidu robežai pie Istras ezera. Mitrāja atjaunošana veicam izbūvējot aizsprostu kaskādi uz grāvja. Papildus var veikt citus biotopu atjaunošanas pasākumus, tādus, kā melnalkšņu stādīšanu. Kaut arī grāvis ir izrakts līdz minerāl gruntij, tā pilnīga aizbēršana nav nepieciešama, jo Zeiļovas strauts nodrošina pietiekamu ūdens plūsmu visa gada garumā.



12. attēls. Ierosinājums paplašināt dabas lieguma teritoriju Zeiļovas strauta lejtecē

4.3 Istras upe

Istras upes posma garums plānotajā DL teritorijā ir tikai aptuveni 0.65 km. Šajā posmā tās līmenis lielākoties tieši saistīts ar Dziļezera līmeni, bet galvenā hidroloģiskā problemātika ir saistīta ar Meļņiku aizsprostu – caurteku-regulatoru un akmeņu krāvumu pie Ziemeļblāzma mājām.

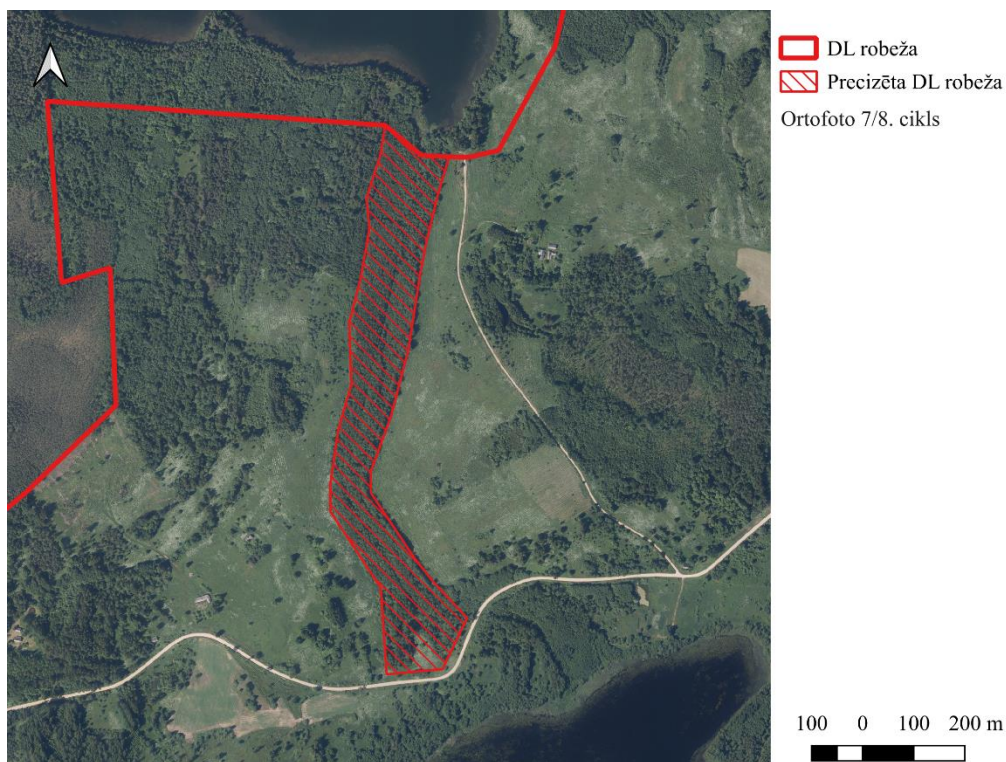
4.4 Notekgrāvis starp Šķaunes un Ilza ezeriem

Šķaunes ezera ūdeņi dienvidu virzienā noplūst uz Ilza ezeru pa kanālu (**14. attēls.**), kas izvietots līdz 13 m dziļu ielejveida padziļinājumam. Šī ieleja, iespējams, veidojusies vēl deglaciācijas periodā virsledāja kušanas ūdeņu straumei izskalojot ap 14 m augsto morēnas valni. Ieleja ir aizpildīta ar vairāk kā 1.25 m biezu kūdras slāni. Domājams dabiskā ūdens noteka ir vēsturiski taisnota un padziļināta (Suško, 2024), tomēr pēc tam ir notikusi teritorijas daļēja renaturalizācija. Par padziļināšanas ietekmi liecina arī novērojums, ka kanāla lejtecē 2024.gada pavasara ūdens līmenis bija 0.3 līdz 0.5 m zemāks kā ielejas purvainās gultnes virsma (**13. attēls.**). Kanālā vērojama aktīva bebru darbība, kas ilgtermiņā veicinās teritorijas tālāku renaturalizāciju. Pie novadgrāvja iztekas no Šķaunes ezera konstatētas vēsturiskas aizsprostas vai zivju ķeršanas ietaises paliekas.

Teorētiski minimālo garantēto caurplūdumu aprēķini liecina, ka Šķaunas ezera izmēra sateces baseinos iespējama pilnīgs ūdens plūsmas apsūkums. Aprēķinus apstiprināja 2024. gada rudens novērojumi, kad tika konstatēts, ūdens plūsmas tūkums novadgrāvī no Šķaunas ezera.



13. attēls. Ūdens noteka no Šķaunas uz Ilza ezeru (2024-04-14, LKS92 x: 751739.6, y:240402.9; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)



14. attēls. Ierosinājums paplašināt dabas lieguma teritoriju iekļaujot ielejveida pazeminājumu kur atrodas Šķaunas ezera noteka

4.5 Rekomendācijas

1. Ceļņņa

- a. Papildus pasākumi ūdens kvalitātes nodrošināšanai nav nepieciešami. Jāievēro Daugavas UBA apsaimniekosāna plāna (LVĢMC, 2024a) rekomendācijas uzturēt 15 m aizsargjoslas gar krasta līnijām un kopumā sekot labas mežsaimniecības prakses rekomendācijām, piemēram, mitrāju buferzonu un sedimentācijas dīķu ierīkošana pirms meliorācijas grāvju novadīšanas ūdenstecēs (Finér et al., 2018). Rekomendējama arī baltalkšņu audžu aizstāšana ar citām koku sugām, īpaši, melnalkšņiem tiešā upes un vecupju krastu tuvumā (Lībiete, 2023).

2. Zeiļovas strauts

- a. Izskatīt iespēju Zeiļovas strauta lejesteces bijušos mitrājus, kur joprojām saglabājušies kūdras nogulumi iekļaut dabas lieguma robežās un zemes īpašumus atpirt. Dabas lieguma papildu teritorijā veikt re-naturalizācijas pasākumus, izskatot iespēju paplašināt plānoto dabas lieguma teritoriju (**12. attēls**). Tādējādi veicinot no meliorācijas sistēmā nākošo ūdeņu pašatīrīšanos pirms noplūšanas Istras ezerā.
- b. Tehniski iespējams Zeiļovas strautu novadīt atpakaļ Pilsūna ezerā, kā pirms meliorācijas sistēmu izbūves. Tādējādi novēršot lauksaimniecība zemju notekūdeņu nonākšanu dabas lieguma ezeros. Tomēr tas nebūtu racionāli, jo tādā veidā piesārņojuma slodze tiktu pārceļta ārpus DL robežām uz citu ezeru, nevis novērsta.

1. Šķaunes ezera notekgrāvis:

- a. Izskatīt iespēju paplašināt DL robežu līdz autoceļam Osinovka-Vecslabada, ielaujot DL teritorijā ielejveida padziļinājumu, kas savieno Šķaunas un Ilza ezerus. Ielejā ir izplatīt melnalkšņu staigājumu meži. Šajā teritorijā vēlams veikt re-naturalizācijas veicināšanas pasākumus, izbūvējot zemu aizsprostu kaskādi uz novadgrāvja. Tas paaugstinās kopējo ūdens līmeni dumbrājā mazinot kūdras noārdīšanos un SEG gāzu emisijas. Papildus, atjaunojot Šķaunes ezera notekas caurteku zem autoceļam Osinovka-Vecslabada jāizskata iespēja paaugstināt caurtekas bāzes līmeni par 0.3 m tādējādi nodrošinot optimālus apstākļus purvainu, periodiski aplūstošo mežu biotopa attīstībai ielejā, kas savieno Šķaunas un Ilza ezerus.

5 Meļņiku aizsprosts

Meļņiku aizprastam var nodalīt divus atsevišķas būves: (1) caurteka-regulators, kas nodrošini Vecslabadas-Luņu autoceļa šķērsojumu pār Istras upi un (2) akmeņu krāvumu uz Istras upes pretī Ziemeļblāzma mājām.

5.1 Caurteka-regulators

Caurteka-regulators tika izbūvēts 1979.gadā. Caurtekas sliekšņa (betonētās pamatnes) augstums ir 144.55 m v.j.l. (uzmērīts 2024. gada septembrī ar augstas precizitātes GPS iekārtu Reach). Caurtekas betona pārseguma augstums ir 147.32 m v.j.l. Atbalstoši lauka novērojumiem un ZMNĪ sniegtās informācijas, pārgāznes platums ir 4 m, bet aptuveni 0.3 m no šī platuma aizņem regulatora konstrukcijas (vadīklas). Kopējais augstums 2.5m (pēc projekta ZMNĪ informācija).

Vismaz kopš 2023.gada, kad to apsekoja VSAI ZMNĪ Latgales nodaļas speciālisti, tas atrodas avārijas stāvoklī (pers.kom. S. Šķesters, ZMNĪ Latgales nodaļas vadītājs, 2024-04-15). Avārijas stāvokli izraisīja ceļu satiksmes negadījums, kā rezultātā tika bojātas aizbīdņu (šandronu) vadīklas. Tādējādi ūdens līmeņa aktīva regulācija vairs nav iespējama. Lauka novērojumos 2024.gada rudenī konstatēts, ka caurtekas

regulējošās konstrukcijas nav saglabājušās, bet to daļēji aizsprosto koku, un akmeņu sanesumi un regulatora konstrukciju atliekas (**15. un 16. attēls.**). To augstums līdz 0.5 m. Pavasara palos šie plūsmas kavēkļi ir pilnībā applūduši. Attiecīgi brīvais caurtekas šķērsriezuma augstums ir vismaz 2 m.



15. attēls. Meļniku aizsprosta caurteka-regulators, augšbjefs – redzamas bojātās (saliektās metāla konstrukcijas) regulatora šandronu vadīklas 2024. gada rudens (2024-04-14, LKS92 x: 747393.5, y:242740.7; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)



16. attēls. Meļniku aizsprosta caurteka-regulators, augšbjefs – redzamas bojātās (saliektās metāla konstrukcijas) regulatora šandronu vadīklas 2024. gada rudens (2024-09-28, LKS92 x: 747393.5, y:242740.7; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)



17. attēls. Meļņiku aizsprosta caurteka-regulators, lejasbjefs 2024. gada pavasaris (2024-04-14, LKS92 x: 747422, y:243253.3; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)



18. attēls. Meļņiku aizsprosta caurteka-regulators, lejasbjefs 2024. gada rudens (2024-09-28, LKS92 x: 747422, y:243253.3; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)

Caurtekas regulatora lejas bjefa daļu veido gluda betona plāksne ar nelielu kritumu pretstraumes virzienā. Tāpēc minimālais ūdens dziļums ir tās distālajā daļā (pa straumi uz leju). Pie vasaras mazūdens perioda minimālā garantētā caurplūduma ($0.02 \text{ m}^3/\text{s}$, nodaļa 3.2.2.) šeit plūsmas platums ir 3.0-3.5 m, bet

maksimālais dziļums mazāks kā 5 cm (**17. un 18. attēls.**). Šī caurtekas-regulatora seklā vieta var kalpot kā papildus šķērslis zivju migrācijai vasaras mazūdens periodā.

5.2 Akmeņu krāvuma aizsprosts

Uz Istras upes pie Ziemeļblāzma mājām, 135 m augšpus caurtekas-regulatora (pēc ZMNĪ informācijas VNŪ Istra 6866:01 pi.396/80), atrodas kaskāde no diviem aizsprostiem – akmeņu krāvumiem (barjerām), kas regulē ezeru ūdens noteku pa Istras upi (**19., 20. un 21. attēls.**).

Ūdens līmeņa starpība 2024. gada rudenī starp Istras upi pirms caurtekas regulatora un posmā virs akmeņu krāvumiem bija 0.78 m (**1. tabula.**). Attiecīgi var secināt, ka šīs barjeras kontrolē faktisko ūdens līmeni ezeros.

Šīs barjeras neatbilst rekomendētajiem akmeņu krāvuma parametriem (Lagzdinš et al., 2018; Ministru Kabinets, 2021). Akmeņu krāvumā izmantot akmeņi, kas ir mazāki par 0.2 m un akmens krāvumu kores platums vietām nepārsniedz vienu akmeņu rindu. Tas nav pietiekams barjeras ilgtermiņa stabilitātes nodrošināšanai.

Var secināt, ka esošie akmeņu krāvumi nodrošina adekvātu ūdens līmeņa regulāciju ezeru sistēmā. Tomēr ir nepieciešams esošā akmeņu krāvuma pārbūve atbilstoši labai hidrotehnisko būvju veidošanas praksei, nodrošinot to ilgtermiņa stabilitāti.



19. attēls. Pirmais aizsprosts – akmeņu krāvums – uz Istras upes augšpus Meļņiku aizsprosta caurtekas-regulatora 2024.gada pavasarī (2024-04-14, LKS92 x: 747398.2, y:243142.6; skats: D virzienā; autors: A.Kalvāns)



20. attēls. Pirmais aizsprosts – akmeņu krāvums – uz Istras upes augšpus Meļņiku aizsprosta caurtekas-regulatora 2024.gada rudens (2024-09-28, LKS92 x: 747398.2, y:243142.6; skats: DA virzienā; autors: A.Kalvāns)



21. attēls. Otrais aizsprosts – akmeņu krāvums – uz Istras upes augšpus Meļņiku aizsprosta caurtekas-regulatora 2024.gada rudens (2024-09-28, LKS92 x: 747393.1, y:243157.7; skats: A virzienā; autors: A.Kalvāns)

5.3 Caurlaides spēja

Caurplūdumu upē vai kanālā pār dabisku kāpli vai aizsprostu, kur plūsmas režīms mainās no subkritiskas (*subcriticla*, lēnāks) uz kritisku (*critical*, ātrāks) un tālāk uz superkritisku (*spercritical*, ātrs), zinot plūsmas dziļumu un platumu iespējams novērtēt izmantojot analītisko vienādojumu (Hendriks, 2010) [9]:

$$Q = w_c \sqrt{\frac{8}{27} g H_1^3} \quad [9]$$

kur,

Q – caurplūdums

w_c – straumes platums, vietā kur sākas superkritiska plūsma

g – brīvās krišanas paātrinājums

H_1 – uzstādīšanas ūdens līmenis virs pārgāznes sliekšņa

Par straumes režīma maiņu liecina, piemēram, virsmas viļņu ātrums un hidrauliskais lēciens. Subkritiskas plūsmas režīmā virsmas viļņi, ko izraisa, piemēram, iemests akmens, pārvietojas ātrāk nekā straume. Pie kritiskā straumes ātruma straumes un virsmas viļņu ātrumi ir vienādi. Savukārt ja plūsmas režīms mainās no superkritikas uz kritisku, veidojas stāvošs vilnis jeb hidrauliskais lēciens. Plūsmas režīma maiņu var novērot Istras upē gan pie akmeņu krāvuma pie Ziemeļblāzma mājām, gan caurtekas-regulatora pārgāznes (15. un 17. attēls.).

Aprēķini liecina, ka Meļņiku aizsprosta caurtekas-regulatora un paštaisītā akmeņu krāvuma caurlaides spēja ir pietiekama ($11.6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, 8. tabula.), lai uztvertu novērtētu sateces baseina pavasara palu maksimālo noteci pie 1% varbūtības ($Q_{1\%} = 5.4 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ 3.2.1 nodaļa). Tomēr jāuzsver, ka avārijas stāvoklī esošas caurtekas ilgstoša ekspluatācija var novest pie izskalojumu veidošanās un ceļa iegruvuma. Tomēr arī esošo akmeņu krāvumu ir nepieciešams rekonstruēt.

8. tabula. Meļņiku aizsprosta caurtekas-regulatora un akmeņu krāvuma caurlaides spējas novērtējums

Nr.	Scenārijs	$H_1, \text{ m}$	$w_c, \text{ m}$	$Q, \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
1.	Caurtekas-regulatora maksimālā caurlaides spēja bez ceļa aplūšanas novērtējums	1.5	3.7	11.6
2.	Akmeņu krāvums pie Ziemeļblāzma mājām	0.5	10	6.0

5.4 Rekomendācijas: vispārējs hidroloģiskā režīma pārvaldīšanas iespēju izvērtējums

Caurtekas-regulatora ūdens līmeņa regulēšanas sistēma ir faktiski sabrukusi, bet ezeru ūdens līmeņa regulēšanas funkcijas veic akmeņu krāvumi. No labas saimniekošanas prakses skatu punkta būtu nepieciešams demontēt atlikušās konstrukcijas. Tomēr konstrukcijas veido papildus šķēršļus ūdens plūsmai, mazūdens periodā nodrošinot lielāku minimālo ūdens dziļumu caurtekas-regulatora augšbjefa pusē, tādējādi veicinot zivju migrācijai labvēlīgus apstākļus. Tāpēc plānojot dekonstrukcijas darbus jāizvērtē iespēja saglabāt daļu no caurtekas gultnē esošajiem šķēršļiem ūdens plūsmai. Papildus jāizvērtē nepieciešamība veido gultnes profilu ar padziļinātu zonu mazūdens perioda plūsmas koncentrēšanai, lai sasniegtu lielāku minimālo dziļumu.

Divas iespējas veikt hidroloģiskā režīma pārvaldīšanu pie Meļņiku aizprasta ir:

1. aktīva pārvaldīšana: no jauna izbūvēt caurtekas-regulatora ūdens līmeņa regulēšanas ietaises, izstrādājot ūdensobjekta individuālos apsaimniekošanas noteikumus, kas ietver algoritmu noteces regulēšanai un atbilstoši tam dinamiski regulēt noteci no pa Istras upi;
2. pasīva pārvaldīšana: paļauties uz esošo vai būvēt jaunu akmeņu krāvumu pie Ziemeļblāzma mājām, nosakot optimālo ūdens līmeni ezeros, atbilstoši novērotajam vasaras minimālajam ūdens līmenim 145.45 m v.j.l.

Priekšroka būtu dodama vienkāršākajam un robustākajam no diviem variantiem – pasīvā pārvaldīšana. Robusts, kvalitatīvi izbūvēts akmeņu krāvumu, ar lielu drošības rezervi, ilgstoši nodrošinās ezeru ūdens

līmeņa stabilitāti bez papildus investīcijām. Tas arī veicinās ūdens kvalitātes uzlabošanos, veidojot straujtecēs posmu, un piemērotus apstākļus zivju migrācijai. Relatīvi stabils ezeru ūdens līmenis ar mērenu tā pieaugumu palu periodos nodrošinās labvēlīgus apstākļus ezeriem piegulošo mitrāju attīstībai (Lagzdīnš et al., 2018). Aprēķini (Nodaļa 3.2.1) liecina, ka esošās caurtekas un gultnes dimensijas pie akmeņu krāvuma ir pietiekamas 1% maksimālā palu caurplūduma novadīšanai, ūdens līmeni ezeros pieaugot ne vairāk kā par 0.5 m ($Q_{1\%}$). Darbības saskaņot ar ZMNĪ, saskaņā ar Meliorācijas likumu, kontaktējoties ar ZMNĪ Latgales nodaļu: latgale@zmni.lv. Darbību plānošanā jāiesaista sertificēts hidromelioratīvās būvniecības speciālists, konsultējoties ar saldūdeņu ekspertu.

Kā pagaidu alternatīva jaunu būvju veidošanai pieļaujama esošās situācijas saglabāšana, paredzot regulārus, ne retāk kā reizi gadā, mazūdens periodā, apsekojamus, novērtējot akmens krāvumu stāvokli un tā atbilstību stabila ūdens līmeņa nodrošināšanai ezeru sistēmā.

6 Sākotnēji iesniegto priekšlikumu izvērtējums

6.1 Dabas aizsardzības pārvalde, 2024-03-04

Iesniedza: Kristīne Vilciņa

Organizācija: Dabas aizsardzības pārvalde

Zemes īpašnieks: Nē

Datums: 4.03.2024.

Priekšlikums vai iebildums sagatavots*: Par visu plānu kopumā

Priekšlikuma vai iebilduma saturs*:

5. Zemes vienības, kurām jāpievērš uzmanība pārvaldības plāna izstrādē:

- Ja paredzēts veikt grozījumus normatīvajos aktos un tādējādi noteikt ĪADT statusu plašākai teritorijai, nepieciešams vērtēt infrastruktūras drupu un veco dīķu sistēmas ietekmi un noteikt izmantošanas nosacījumus, lai nepieļautu negatīvu ietekmi uz ezera biotopu (zemes vienības ar kadastra apzīmējumu 68600060108; 68600060126).



22. attēls. Dīķu sistēma Šķaunas ezera ZA malā



23. attēls. Kanālu sistēma Šķaunas ezera ZR malā

Dīķu sistēma ap 2011.gadu izveidota ezera ZA malā pie Božiem (**22. attēls.**). Dīķu sistēma, netiek aktīvi apsaimniekota, tāpēc papildus riskus Šķaunas ezera ūdens kvalitātei nerada. Nav pieļaujama aktīvu zivsaimniecības pasākumu īstenošana šajos dīķos. Tas var novest pie papildus biogēno elementu nonākšanas ezerā.

Papildus jāatzīmē, ka pie Luņu mājām, Šķaunas ezera ZR malā starp 2003. un 2011. gadu (orotofoto uzņemšanas 4 cikls, **23. attēls.**) ir izveidot ap 600 m gara ar ezeru savienota kanālu sistēma. Kanāla sistēmas izveidošanas mērķis nav skaidrs. Tā var radīt apdraudējumu ezera ūdens kvalitātei, tikai gadījumā, ja tiek izmantot aktīvai zivsaimniecībai un zivju piebarošanai.

7 Atsauces

- Apsīte, E., Elferts, D., Lapinskis, J., Briede, A., Klints, L., 2024. Changes in Magnitude and Shifts in Timing of the Latvian River Annual Flood Peaks. *Atmosphere* 15, 1139. <https://doi.org/10.3390/atmos15091139>
- Dabas aizsardzības pārvalde, 2024. Aizsargājamās dzīvotnes - biotopi [data set] [WWW Document]. URL <https://data.gov.lv/dati/dataset/aizsargajamas-dzivotnes-biotopi> (accessed 9.18.24).
- ezeri.lv, 2024. Lielais Ludzas ezers [WWW Document]. URL <https://www.ezeri.lv/database/2057/> (accessed 9.20.24).
- Finér, L., Čiuldienė, D., Libietė, Z., Lode, E., Nieminen, M., ..., 2018. WAMBAF—Good Practices for Ditch Network Maintenance to Protect Water Quality in the Baltic Sea Region.
- Hendriks, M.R., 2010. *Introduction to Physical Hydrology*. Oxford University press, Oxford, UK.
- Kļaviņš, U., J., Žodziņš., 2007. *Ūdenskrātuves un dīķi*. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava.
- Kļaviņš, U., Sudārs, R., 2010. *Meliorācija, mācību līdzeklis*. Latvijas Lauksaimniecības Universitāte, Jelgava.
- Kosztra, B., Büttner, G., Hazeu, G., Arnold, S., 2017. Updated CLC illustrated nomenclature guidelines European Topic Centre on Urban, land and soil systems 1–124.
- Kriauciuniene, J., Meilutyte-Barauskiene, D., Reihan, A., Koltsova, T., Lizuma, L., Sarauskiene, D., 2012. Variability in temperature, precipitation and river discharge in the Baltic States. *Boreal Environment Research* 17, 150–162.
- Lagzdinš, A., Grīnberga, L., Veinbergs, A., Trifane, A., 2018. *Rokasgrāmata par videi draudzīgu elementu ierīkošanu meliorācijas sistēmās*.
- LĢIA, 2018. Digitālais reljefa modelis [WWW Document]. URL <https://www.lgia.gov.lv/en/node/353> (accessed 2.2.19).

- LĢIA, 2017. Topogrāfiskās kartes M 1:10 000 | Latvijas Ģeotelpiskās informācijas aģentūra [WWW Document]. URL <https://www.lgia.gov.lv/lv/topografiskas-kartes-m-110-000> (accessed 9.30.24).
- Lībiete, Z., 2023. Labā prakse meža apsaimniekošanai ūdensobjektu tuvumā - zaļās infrastruktūras risinājumi.
- LVĢMC, 2024a. Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plāns un plūdu riska pārvaldības plāns 2022. - 2027. gadam. Rīga.
- LVĢMC, 2024b. Hidroloģiskais tīkls [WWW Document]. URL <https://videscentrs.lvgmc.lv/lapas/hidrologiskais-tikls> (accessed 9.20.24).
- LVĢMC, 2024c. Daugavas upju baseinu apgabala virszemes ūdensobjektu raksturojums, 2.4.1.d. pielikums Daugavas upju baseinu apgabala apsaimniekošanas plānam 2022.-2027. gadam. LVĢMC, Rīga.
- LVĢMC, 2024d. Virzemes ūdeņu tīkls [WWW Document]. URL <https://videscentrs.lvgmc.lv> (accessed 9.30.24).
- LVĢMC, 2021. Daugavas uba upju un ezeru ūdensobjektu apraksti. LVĢMC, Rīga.
- LVĢMC, 2019a. Upju ūdensobjekti [WWW Document]. URL <https://geolatvija.lv/main?geoproduct=open&geoProductId=194>
- LVĢMC, 2019b. [Data set] Upju ūdensobjekti. LVĢMC, Rīga.
- Ministru Kabinets, 2021. Videi draudzīgu meliorācijas sistēmu elementi un to kritēriji, 9. pielikums Ministru kabineta 2021. gada 30. novembra noteikumiem Nr. 776.
- Ministru kabinets, 2015. 2015. gada 30. jūnija MK noteikumi Nr. 329 “Noteikumi par Latvijas būvnormatīvu LBN 224-15 ‘Meliorācijas sistēmas un hidrotehniskās būves.’” Latvija.
- Potapov, P., Hansen, M.C., Pickens, A., Hernandez-Serna, A., Tyukavina, A., Turubanova, S., Zalles, V., Li, X., Khan, A., Stolle, F., Harris, N., Song, X.P., Baggett, A., Kommareddy, I., Kommareddy, A., 2022. The Global 2000-2020 Land Cover and Land Use Change Dataset Derived From the Landsat Archive: First Results. *Frontiers in Remote Sensing* 3, 1–22. <https://doi.org/10.3389/frsen.2022.856903>
- Suško, U., 2024. Vecslabadas apkārtnes ezeru un upju hidroloģiskais, morfometriskais, limnoloģiskais un vēsturiskais raksturojums Istras izpētes teritorijā. Baltijas krasti, Rīga.
- Valsts meža dienests, 2024. Meža valsts reģistra meža dati [data set] [WWW Document]. URL <https://data.gov.lv/dati/lv/dataset/meza-valsts-registra-meza-dati> (accessed 9.18.24).
- Zelčs, V., Markots, A., 2004. Deglaciation history of Latvia. *Developments in Quaternary Science* 2, 225–243. [https://doi.org/10.1016/S1571-0866\(04\)80074-5](https://doi.org/10.1016/S1571-0866(04)80074-5)
- Zelčs, V., Nartišs, M., 2014. Outlines of the Quaternary geology of Latvia, Excursion guide and abstracts of the INQUA Peribaltic Working Group Meeting and field excursion in Eastern and Central Latvia, August 17-22, 2014. University of Latvia. <https://doi.org/10.22364/lqtpsh.2014.16>
- ZMNĪ, 2024. Hidrometriskie posteņi [WWW Document]. URL <https://www.zmni.lv/hidroposteni/> (accessed 9.20.24).