



KESKKONNAMINISTEERIUM



VALMIERA



Diennaktī maksimāli pieļaujamās piesārņojuma slodzes uz Rīgas līci
(DAML)

Kopsavilkums

Ilga Kokorīte, Emīls Rubīns, Arvo Iital, Enn Loigu, Tatjana Koļcova, Ineta
Aršauska, Margita Bruzgo, Evija Ozola

Tallinn University of Technology, Latvian Environment, Geology and
Meteorology Centre, Valmiera Municipality

Disclaimer

This document reflects the views of the authors. The managing authority of the programme is not liable for how this information may be used.

Ievads

HELCOM aplēses liecina, ka 2014. g. kopējā slāpekļa (N_{kop}) un kopējā fosfora (P_{kop}) ieneses daudzums Rīgas jūras līcī bija attiecīgi 83 000 un 2300 t. Ienese ar upju ūdeņiem sastāda lielāko daļu no kopējā barības vielu ieneses daudzuma. 2014. g. gadā Rīgas jūras līcī tā veidoja 87% no kopējās N_{tot} slodzes un 97 % no kopējās P_{tot} slodzes.

Rīgas jūras līča stāvoklis pēc biogēno elementu (N_{tot} un P_{tot} savienojumu) koncentrācijām ir vērtējams kā slikts vai pat ļoti slikts. Tāpēc, lai tiktu sasniegts vismaz labs ekoloģiskais stāvoklis, ir nepieciešams samazināt barības vielu ieplūdi.

Pētījuma mērķis bija pārbaudīt metodoloģiju diennaktī maksimāli pieļaujamo slāpekļa un fosfora slodžu kvantitatīvai noteikšanai izvēlētajos upju sateces baseinos – Rīgas jūras līcī ietekošās Salacas un Pērnavas sateces baseiniem. Pamatojoties uz pētījuma rezultātiem, ir izveidots pasākumu saraksts, lai samazinātu piesārņojošo vielu slodzes.

Metodoloģija

Tā kā ūdens kvalitāti ietekmē ūdens caurplūduma izmaiņas upē, nepieciešams veikt piesārņojošo vielu diennaktī maksimāli pieļaujamo slodžu (DAML) analīzi un novērtējumu. DAML (angliski *Daily Allowable Maximum Load*) apzīmē maksimāli pieļaujamo kumulatīvo slāpekļa un/vai fosfora slodzi (kg vai t diennaktī) no dažādiem avotiem sateces baseinā, kuru nepārsniedzot tiek izpildīti vides kvalitātes normatīvi vai izvirzītie apsaimniekošanas mērķi.

Metodoloģija ir balstīta uz noteces ilguma pārsniegšanas varbūtības līknes izmantošanu. Ūdens noteces vai slodzes pārsniegšanas varbūtības līkne parāda kāda parametra, piemēram, caurplūduma vai piesārņojuma slodzes vērtību, kas, iespējams, ir vienāda vai pārsniedz kādu noteiktu limitu.

Diennakts faktiskās jeb novērotās slodzes, kas aprēķinātas, izmantojot fiksēto piesārņojošās vielas koncentrāciju un ūdens caurplūdumu paraugu ņemšanas laikā monitoringa stacijā X, tiek salīdzinātas ar piesārņojošo vielu diennaktī maksimāli pieļaujamo slodzi (DAML) tajā pašā dienā novērojumu stacijā X. Tādējādi ir iespējams aprēķināt laika (dienu) procentuālo daļu, kurā katra koncentrācija/slodze ir vienāda vai lielāka par plūsmas ilguma līknes vērtību. Novērotās slodzes virs līknes norāda uz ūdens kvalitātes kritērija pārsniegšanu, bet novērotās slodzes zem slodzes ilguma līknes norāda uz atbilstību mērķiem. Rezultāti tiek attēloti grafikā, kur vertikālā ass apzīmē diennakts piesārņojuma slodzi (kg/dienā vai t/dienā), bet uz horizontālās ass ir slodzes pārsniegumu procentuālā daļa.

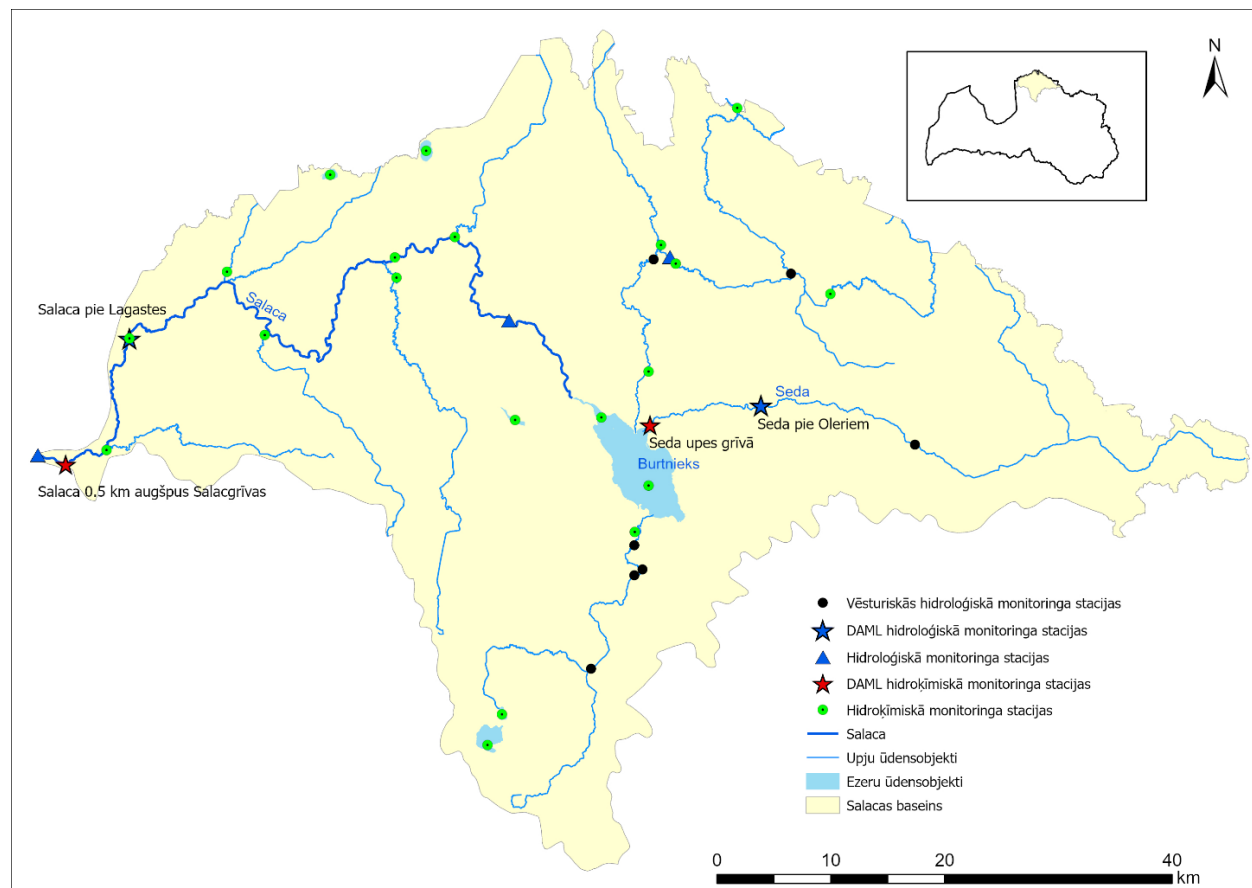
Pārsniegšanas biežums 0 atbilst vislielākajam reģistrētajam ūdens caurplūdim (t. i., plūdu apstākļiem), bet 100 – viszemākajam (t. i., sausuma apstākļiem) (2. attēls). Mitro, vidēji mitro un sauso zonu viduspunkti ir attiecīgi 25., 50. un 75. procentile (t. i., kvartiles). Augstās zonas (0 – 10 %) viduspunkts ir piektajā procentilē, bet zemās zonas (90 – 100%) – 95. procentilē.

Kā kvalitātes mērķi var izmantot, piemēram, biogēno elementu koncentrāciju, kas atbilstu labam ekoloģiskam stāvoklim. Mērķis parasti ir nemainīgs, t. i., nav atkarīgs no hidroloģiskajiem vai citiem apstākļiem, bet diennaktī maksimāli pieļaujamā slodze ir tieši proporcionāla ūdens

notecei. Teorētiski ir iespējams piemērot dažādus mērķus atkarībā no ūdens noteces, ņemot vērā to, ka ūdens kvalitātes parametri, piemēram, suspendētās vielas, slāpekļa savienojumi bieži vien ir saistīti ar ūdens caurplūdumu.

Pētījuma teritorija Salacas sateces baseinā un izmantotie dati

Pētījuma teritorija ietvēra visu Salacas upes sateces baseinu, tostarp Sedas upes apakšbaseinu (1. attēls).

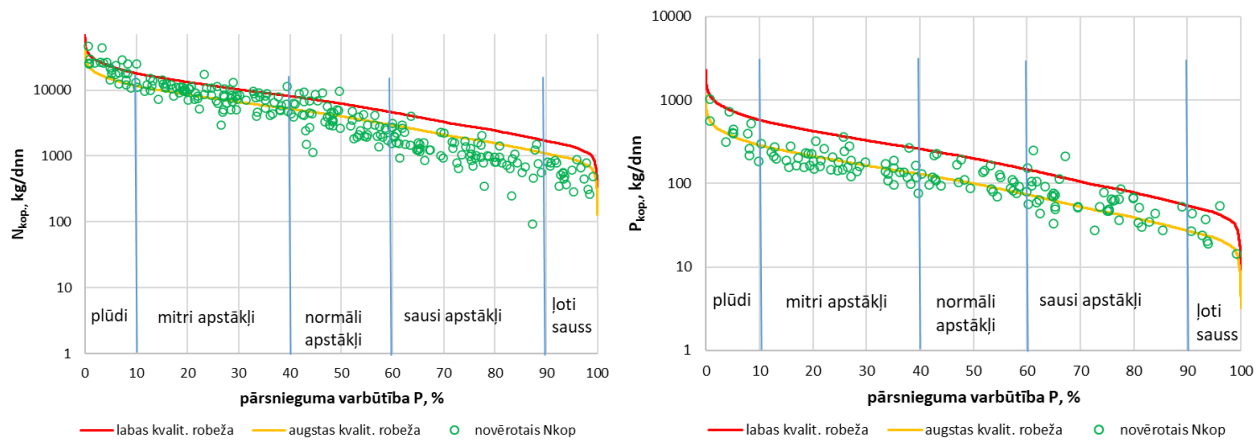


1. attēls. Pētījuma teritorija.

Ir pieejami hidroloģiskajā stacijā *Salaca Lagastē* fiksētie diennakts caurplūduma dati par laika posmu no 1961. līdz 2019. g., savukārt, stacijā *Seda Oleri* – par laika posmu no 1976. līdz 2019. g. Pētījumā izmantoti ikmēneša vai ceturkšņa hidroķīmisko novērojumu dati, kas ievākti valsts vides monitoringa programmas ietvaros. Salacā monitoringa tiek veikts katru gadu, bet Sedā – aptuveni reizi sešos gados. Hidroloģiskā un hidroķīmiskā monitoringa datus sniedza Latvijas Vides, ģeoloģijas un meteoroloģijas centrs.

DAML Salacas upes sateces baseinā

2. attēlā parādītas novērotās slodzes, kas aprēķinātas, balstoties uz ūdeņu ķīmiskās kvalitātes mērījumiem un diennakts caurplūduma datiem paraugu ņemšanas laikā Salacā, novērojumu stacijā augšpus Salacgrīvas. Novērotās slodzes ir salīdzinātas ar maksimāli pieļaujamajām slodzēm, kas atbilst labai un augstai ekoloģiskajai kvalitātei (2. attēls; 1. un 2. tabula).



2. attēls. Diennaktī maksimāli pieļaujamās slodzes un to pārsniegumi Salacas novērojumu stacijā; N_{kop} (pa kreisi) un P_{kop} (pa labi).

1. tabula.

Diennaktī maksimāli pieļaujamās N_{kop} slodzes pārsniegšana dažādos hidroloģiskajos periodos Salacā. Sarkanā krāsā ir atzīmēta DAML pārsniegšana, bet zaļā krāsā – atbilstība DAML. Maksimāli pieļaujamā diennakts slodze noteikta, pamatojoties uz labas/vidējas (GM) un augstas/labas (HG) ekoloģiskās kvalitātes klases robežvērtībām pēc N_{kop} koncentrācijas

P, %	Q, m ³ /s	$N_{kop_nov.}$ t/dnn	N_{kop_GM} , t/dnn	N_{kop_HG} , t/dnn	$N_{kop_nov.}$ mīnus N_{kop_GM} , t/dnn	$N_{kop_nov.}$ mīnus N_{kop_HG} , t/dnn	$N_{kop_nov.}$ mīnus N_{kop_GM} , %	$N_{kop_nov.}$ mīnus N_{kop_HG} , %
0-10	94.5	22.5	22.9	14.7	-0.4	7.8	-1.7	53.0
10-20	63.1	11.4	15.2	9.8	-3.8	1.6	-25.1	16.5
20-30	48.0	8.3	11.6	7.5	-3.3	0.8	-28.8	10.7
30-40	37.4	6.8	9.0	5.8	-2.2	1.0	-24.7	17.2
40-50	29.2	4.8	7.1	4.5	-2.3	0.3	-31.7	6.3
50-60	22.1	2.6	5.3	3.4	-2.7	-0.8	-51.4	-24.3
60-70	16.0	1.8	3.9	2.5	-2.1	-0.7	-54.5	-29.2
70-80	11.7	1.2	2.8	1.8	-1.6	-0.6	-59.0	-36.2
80-90	8.4	0.8	2.0	1.3	-1.2	-0.5	-61.4	-40.0
90-100	5.8	0.6	1.4	0.9	-0.8	-0.3	-59.3	-36.7

2. tabula.

Diennaktī maksimāli pieļaujamās P_{kop} slodzes pārsniegšana dažādos hidroloģiskajos periodos Salacā. Sarkanā krāsā ir atzīmēta DAML pārsniegšana, bet zaļā krāsā – atbilstība DAML. Maksimāli pieļaujamā diennakts slodze noteikta, pamatojoties uz labas/vidējas (GM) un augstas/labas (HG) ekoloģiskās kvalitātes klases robežvērtībām pēc P_{kop} koncentrācijas

P, %	Q , m ³ /s	$P_{kop_nov.}$ t/dnn	P_{kop_GM} , t/dnn	P_{kop_HG} , t/dnn	$P_{kop_nov.}$ mīnus P_{kop_GM} , t/dnn	$P_{kop_nov.}$ mīnus P_{kop_HG} , t/dnn	$P_{kop_nov.}$ mīnus P_{kop_GM} , %	$P_{kop_nov.}$ mīnus P_{kop_HG} , %
0-10	94.5	0.46	0.74	0.37	-0.28	0.09	-38.0	24.0
10-20	63.1	0.21	0.49	0.25	-0.28	-0.03	-56.3	-12.6
20-30	48.0	0.20	0.37	0.19	-0.18	0.01	-47.4	5.2
30-40	37.4	0.14	0.29	0.15	-0.15	-0.01	-51.7	-3.4
40-50	29.2	0.14	0.23	0.11	-0.09	0.02	-40.1	19.7
50-60	22.1	0.10	0.17	0.09	-0.07	0.02	-39.6	20.8
60-70	16.0	0.09	0.13	0.06	-0.04	0.03	-28.3	43.4
70-80	11.7	0.06	0.09	0.05	-0.03	0.01	-36.2	27.7
80-90	8.4	0.04	0.07	0.03	-0.03	0.01	-40.5	19.1
90-100	5.8	0.03	0.05	0.02	-0.02	0.01	-33.4	33.2

Rezultātu interpretācija

Slodzes ar pārsniegšanas biežumu no 90 līdz 100 % ir raksturīgas ļoti sausiem periodiem, kad lielāka ietekme ir piesārņojuma ieplūdei no punktveida avotiem, īpaši ar nepietiekami attīrītiem notekūdeņiem. Sausuma periodos novadītie notekūdeņi netiek pietiekami atšķaidīti upes ūdenī. Pārsniegšanas varbūtība no 0 līdz 10 % raksturo periodus ar lielu noteci: plūdus un ekstremālus hidroloģiskos apstākļus. Pārsniegumi lielas noteces periodos galvenokārt atspoguļo potenciālo ietekmi, ko rada difūzie piesārņojuma avoti. Pārsniegšanas varbūtība no 10 līdz 40 % atspoguļo mitru līdz slapju periodu, kad augsnes ir piesātinātas ar ūdeni, dominē anaerobie bioloģiskie noārdīšanās procesi un notiek šo noārdīto savienojumu izskalošanās uz upēm. Noteces pārsniegšanas varbūtība 60–90 % robežās atspoguļo sauso periodu un aerobos apstākļus augsnē. Pārsniegšanas varbūtība no 40 līdz 60 % ir pārejas zona starp mitriem un slapjiem apstākļiem (2. attēls).

Analīzes rezultāti liecina (1. tabula), ka novērotā N_{kop} diennakts slodze Salacā atbilst labas ūdens ekoloģiskās kvalitātes mērķlielumam. Savukārt augsta ekoloģiskā stāvokļa kvalitātes mērķis mitros periodos tiek pārsniegts par 10–17 %, bet ekstremālas noteces apstākļos tas tiek pārsniegts par aptuveni 50 %. N_{kop} slodzes diennakts pārsniegumu summa ir 11,5 t, kas jāsamazina, lai ūdens kvalitāte Salacā pēc N_{kop} satura atbilstu augstam ekoloģiskajam stāvoklim.

P_{kop} slodze Salacas upē liecina par atbilstību labam ekoloģiskajam stāvoklim. Savukārt augstai ekoloģiskajai kvalitātei atbilstošā P_{kop} slodze tiek pārsniegta visos hidroloģiskajos režīmos, it īpaši sausajā sezonā, kad mērķa slodze tiek pārsniegta par 0,01–0,03 t/diennaktī jeb par 20–40 % (2. tabula).

Kopš 1990. g. un 2003. g. attiecīgi N_{kop} un P_{kop} slodzei ir tendence samazināties. Punktveida avoti rada tikai 1,6 % no N_{kop} vidējās gada slodzes Salacā 2014.–2019. g. un 12,1 % no P_{kop} slodzes. Gada vidējās punktveida avotu radītās N_{kop} un P_{kop} īpatsvars 2014.–2019. g. kopējā upes slodzē sausajā sezonā ($P=90-100$ %) ir ievērojams, veidojot aptuveni 15 un 43 %. Aptuveni 50 % slodzes no punktveida avotiem Sedas sateces baseina augštecē rada Valkas pilsētas notekūdeņu attīrīšanas iekārtas. Ievērojams barības vielu daudzums nāk no izkliedētajiem avotiem (lauksaimniecības un mežu platībām), kā dēļ tiek pārsniegti augstai ekoloģiskajai kvalitātei atbilstoši mērķlielumi vidējas noteces vai pat ekstremālas noteces periodos.

Pasākumi biogēno elementu slodzes samazināšanai

Salacas sateces baseinā ir izdalīti 30 ūdensobjekti. Saskaņā ar Gaujas upju baseina apgabala apsaimniekošanas plānu 2022.–2027. gadam Salacas sateces baseinā ir 16 ūdensobjekti, kuros nepieciešams īstenot kādus papildu pasākumus, lai novērstu būtisku antropogēno slodzi un uzlabotu ūdensobjekta ekoloģisko kvalitāti. No tiem septiņos ūdensobjektos pasākumu programmā ir izvirzīti pasākumi barības vielu slodzes samazināšanai.

Pasākumi slodzes novēršanai no lauksaimniecības (aramzemju) teritorijām plānoti sešos ūdensobjektos:

- ✓ četros ūdensobjektos nolūkā novērst kvalitātes pasliktināšanos (lai samazinātu N un P slodzi par 5 % no esošās);
- ✓ vienā ūdensobjektā nolūkā samazināt P slodzi;
- ✓ vienā ūdensobjektā (Burtņieku ezerā) – lai samazinātu gan N, gan P slodzi.

Mežsaimniecības (difūzā piesārņojuma) radītās slodzes samazināšanas pasākumi plānoti tikai vienā ūdensobjektā (lai samazinātu P slodzi). Pasākums notekūdeņu attīrīšanas iekārtu (punktveida piesārņojuma) radītās fosfora slodzes samazināšanai arī ir plānots tikai vienā ūdensobjektā (3. tabula).

3. tabula.

Pasākumi aramzemju, mežsaimniecības un notekūdeņu attīrīšanas iekārtu radītās biogēno elementu slodzes samazināšanai.

Pasākums	Burtņieku ezers	Lielais Bauzis	Jogla	Rūja	Rūja_3	Ķīre	Acuņķi_2
	E225	E228	G308	G310	G313	G315P	G320
Uzlabot notekūdeņu attīrīšanas iekārtu darbību, lai sasniegtu prasības ūdensobjekta kvalitātes mērķa sasniegšanai, atbilstoši VVD veiktajām izmaiņām piesārņojošās darbības atļaujā*			x				
Ierīkot ilggadīgos stādījumus aramzemēs**	x	x		x	x	x	x
Ieviest konservējošo (minimālo) augsnes apstrādi**	x	x		x	x	x	x
Samazināt slāpekļa mēslojuma lietojumu (par 20% no normas)**	x			x	x	x	x
Izveidot sedimentācijas dīķi (baseinu)**	x	x		x	x	x	x
Ierīkot kontrolēto drenāžu**	x						

Ierīkot mākslīgo mitrzemi (virszemes vai pazemes)**	x						
Pāriet uz bioloģisko lauksaimniecību**	x						
Ierīkot buferjoslu gar ūdenstecēm (meliorācijas grāvjiem) 6 m platumā**	x	x					
Ierīkot sedimentācijas dīķi (baseinu)***			x				

* pasākumi, lai samazinātu barības vielu slodzi no punktveida avotiem

** pasākumi, lai samazinātu barības vielu slodzi no lauksaimniecības

*** pasākumi, lai samazinātu barības vielu slodzi no mežsaimniecības

Jāatzīmē, ka Gaujas upju baseina apsaimniekošanas plānā atsevišķiem ūdensobjektiem ir noteikts izņēmuma statuss, jo paredzams, ka līdz 2027. g. ūdensobjektā netiks sasniegts labs ekoloģiskais stāvoklis.

Paredzams, ka no tiem ūdensobjektiem, kuros noteikti pasākumi barības vielu slodzes samazināšanai, četros ūdensobjektos (Burtnieku ezers E225, Rūja G310, Rūja_2 G313, Acupīte_2 G320) laba ūdens kvalitāte līdz 2027. g. netiks sasniegta dabisku apstākļu dēļ (ES Ūdens Struktūrdirektīvas 4. panta 4. punkts). Tas nozīmē, ka būs nepieciešams laiks, lai ieviesto pasākumu ietekme izpaustos kā ūdens kvalitātes uzlabojums.

Secinājumi

- Testētā DAML metodoloģija ir noderīga, lai analizētu augu barības vielu slodžu pārsniegumus atkarībā no hidroloģiskajiem apstākļiem. Šīs zināšanas izmantojamas, plānojot un izvēloties efektīvākus pasākumus barības vielu slodzes samazināšanai upju sateces baseina mērogā.
- Lielākā daļa slāpekļa un fosfora maksimālo diennakts slodžu pārsniegumu pētītajos upju sateces baseinos ir konstatēti periodos ar lielu ūdens noteci, kas norāda uz izkliedētās slodzes nozīmi. Liels relatīvais P_{kop} mērķlieluma pārsniegums sausajos periodos norāda arī uz punktveida piesārņojuma avotu nozīmi.
- Ūdensobjektos G316 Seda un G312 Rūja nozīmīgas ir P_{kop} slodzes no punktveida avotiem. Difūzie P_{kop} slodžu avoti no lauksaimniecības zemēm dominē ūdensobjektos G306 Salaca_2, E225 Burtnieku ezers, G321 Briede_2, E228 Lielais Bauzis, E224 Ķiruma ezers, G310 Rūja, G311 Pestava, G320 Acupīte_2, G315SP Ķire, G313 Rūja (pēc modelēšanas rezultātiem 2014.–2019. g.). Galvenais P_{kop} avots lielākajā daļā Salacas upes baseina ūdensobjektu ir noteces no meža zemēm, un lielākās slodzes 2014.–2019. gadā ir bijušas no G301 Salacas_2, G307 Ramatas un G304 Iģes.
- Pēc 2014.–2019. g. modelēšanas rezultātiem arī lielākajai daļai Salacas ūdensobjektu galvenais N_{kop} avots ir noteces no meža zemēm. Noteces no mežu platībām vislielāko daļu no kopējās slodzes veido ūdensobjektos G301 Salaca_2, G316 Seda un G310 Rūja. Ūdensobjekti ar lielāko N_{kop} slodzes īpatsvaru no lauksaimniecības zemēm ir E225 Burtnieku ezers, G306 Salaca_2 un G321 Briede_2.
- Piemērotākie pasākumi, lai samazinātu biogēno elementu maksimāli pieļaujamo slodžu pārsniegšanu, ietver ūdens aiztures laika palielināšanu pietekās un meliorācijas sistēmās sateces baseinā sausajā sezonā un pārejas periodā starp mitro un slapjo periodu, kā arī atbilstošu tiesību aktos noteikto agrovīdes pasākumu un prasību īstenošanu, kas veicina slāpekļa un fosfora koncentrācijas samazināšanos, it sevišķi augstu caurplūdumu/mitrās sezonas laikā.
- Lai noteiktu konkrētāku pasākumu sarakstu barības vielu noplūžu samazināšanai uz Rīgas jūras līci un Baltijas jūru, un panāktu vismaz labu ekoloģisko stāvokli visās sezonās upju un jūras piekrastes ūdensobjektos, nepieciešami papildu sateces baseina, kā arī lauka līmeņa pētījumi. Lielākā daļa efektīvu pasākumu lauksaimniecības radītās izkliedētās slodzes samazināšanai būtu jāpiemēro saimniecību vai lauka mērogā, un tiem nepieciešami precīzi vairāku gadu dati par zemes izmantošanu.