

DRŪKŠIŲ EŽERO RADIOEKOLOGINĖ BŪKLĖ VEIKIANT ABIEM IGNALINOS AE BLOKAMS

Danutė Marčiulionienė, Botanikos institutas

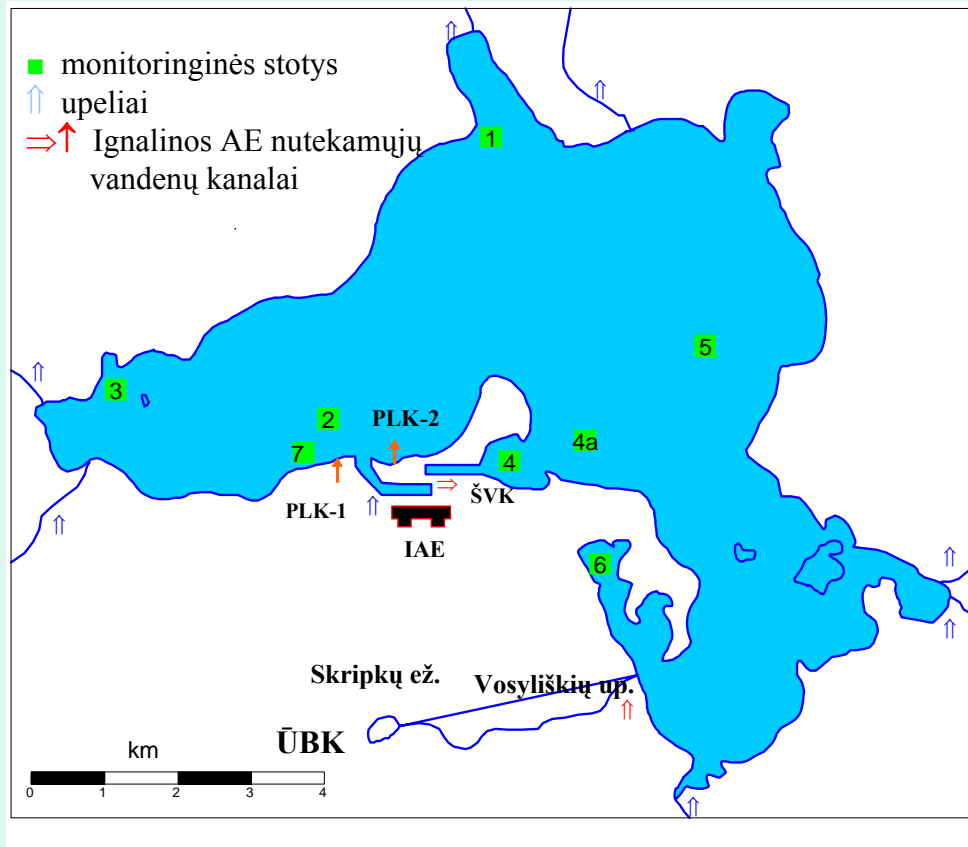
Drūkšių ežero radioekologinės būklės įvertinimui buvo apibendrinti 1988–2003 m. atliktų tyrimų duomenys apie ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{60}Co , ^{54}Mn ir ^{90}Sr savituosius aktyvumas šio ežero jo priekrantės ir Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose ir floroje, veikiant abiem Ignalinos AE blokams.

Yra žinoma, kad pagrindiniai gėlavandenės ekosistemos sandai, sąlygojantys joje radionuklidų sklaidą, tai – vanduo dugno nuosėdos ir augalai, nes jie šioje ekosistemoje sudaro didžiausią masę. Be to dugno nuosėdose ir augaluose vyksta greiti ir intensyvūs į gėlavandenę ekosistemą patekusių radionuklidų akumuliacijos procesai. Dėl to radionuklidai labai greitai (per 2–4 paras) perpasiskirsto tarp vandens, dugno nuosėdų ir augalų. Tai sąlygoja radionuklidų kiekio sumažėjimą vandenyje, kuris tampa nepakankamai informatyvus sandas, vertinant gėlavandenės ekosistemos radioekologinę būklę.

Remiantis tiek literatūriniais, tiek ir mūsų atliktų tyrimų duomenimis nustatyta, kad gėlavandenės ekosistemos ilgalaikę taršą geriausiai atspindi dugno nuosėdos, kurios tampa radionuklidų deponavimo terpe. Augalai, kaip pirmas barjeras sulaikantis patekusius į gėlavandenę ekosistemą radionuklidus, geriau negu dugno nuosėdos, parodo jos taršą radionuklidais per vegetacijos sezoną.

Drūkšių ežero radioekologinės būklės įvertinimui, radionuklidų akumuliacijos dugno nuosėdose ir augaluose tyrimai buvo vykdomi Drūkšių ežere, jo priekrantėje ir Ignalinos AE nuotekų kanaluose 1988–2003 m. laikotarpyje. Dugno nuosėdų ir augalų mėginiai buvo renkami vieną kartą metuose liepos arba rugpjūčio mėn. Per šį laikotarpį iš Drūkšių ežero ir Ignalinos AE nuotekų kanalų surinkta ir išanalizuota per 600 augalų ir 130 dugno nuosėdų mėginių, iš ežero priekrantės – 160 augalų ir 40 dugno nuosėdų mėginių.

Drūkšių ežero augalų ir dugno nuosėdų mėginių surinkimo stotys



Drūkšių ežere augalų ir dugno nuosėdų mėginiai buvo renkami monitoringo stotyse išdėstytose skirtingose ežero dalyse:

- 1 st. – labiausiai nutolusi nuo Ignalinos AE, kitoje ežero pusėje ties Tilže;
- 2 st. – elektrinės vandens paėmimo zonoje;
- 3 st. – nuo elektrinės į vakarus nutolusi ties Visagino miestu (šio miesto pramoninės-lietaus kanalizacijos vandens išleidimo zonoje);
- 4 st. – apie 200 m nutolusi nuo šilto vandens išleidimo kanalo;
- 5 st. – pašildyto vandens poveikio zonos pabaigoje;

6 st. – į rytus nuo elektrinės (arčiausiai Baltarusijos), sekloje, labiau izoliuotoje nuo pagrindinės ežero dalies įlankoje, Visagino miesto ir Ignalinos AE ūkinės-buitinės kanalizacijų nuotekų poveikio zonoje;

7 st. – netoli Ignalinos AE, šios elektrinės pramoninės-lietaus kanalizacijos nuotekų poveikio zonoje;

PVK – pašildyto vandens kanalas;

PLK-1, PLK-2 – pramoninės-lietaus kanalizacijos nuotekų kanalai;

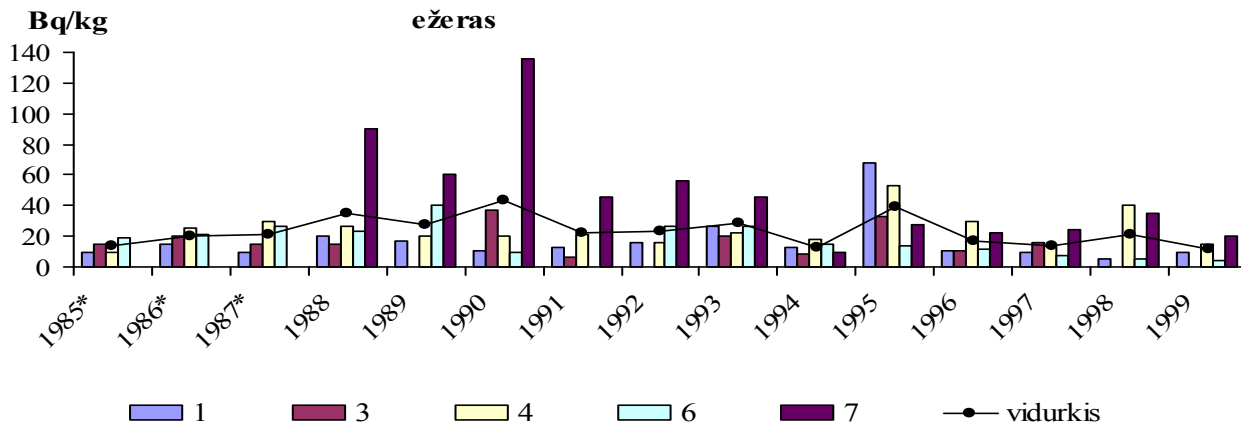
ŪBK – Ignalinos AE ir Visagino miesto ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų kanalas.

1 lentelė. ^{137}Cs , ^{60}Co ir ^{54}Mn savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) skirtingose Drūkšių ežero vandens augalų rūšyse ir dugno nuosėdose

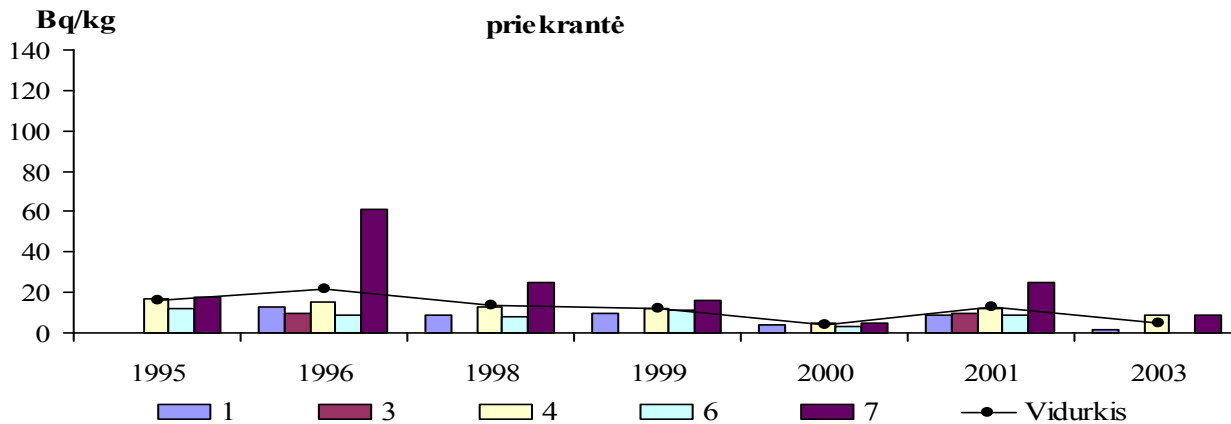
	Verčių intervalas/vidutinė vertė			
	^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^{90}Sr
<i>Cladophora</i> sp.	$\frac{10-48}{24}$	$\frac{17-200}{86}$	$\frac{14-90}{41}$	$\frac{3-62}{19}$
<i>Nitellopsis obtusa</i> (Desv.) J. Groves	$\frac{6-43}{21}$	$\frac{5-23}{11}$	$\frac{3-30}{2}$	$\frac{13-80}{38}$
<i>Ceratophyllum demersum</i> L.	$\frac{9-47}{29}$	$\frac{12-73}{44}$	$\frac{11-46}{27}$	$\frac{4-94}{30}$
<i>Myriophyllum spicatum</i> L.	$\frac{8-56}{21}$	$\frac{7-106}{63}$	$\frac{2-73}{24}$	$\frac{3-83}{27}$
<i>Potamogeton lucens</i> L.	$\frac{4-15}{8}$	0	0	$\frac{15-79}{34}$
<i>Potamogeton perfoliatus</i> L.	$\frac{3-14}{7}$	$\frac{0-25}{17}$	$\frac{0-19}{11}$	$\frac{5-56}{27}$
<i>Potamogeton crispus</i> L.	$\frac{12-30}{20}$	$\frac{28-57}{37}$	$\frac{16-56}{27}$	–
<i>Batrachium aquatile</i> L.	$\frac{2-9}{6}$	0	0	$\frac{18-75}{38}$
<i>Stratiotes aloides</i> L.	$\frac{0-23}{11,5}$	0	0	–
<i>Polygonum amphibium</i> L.	$\frac{0-4}{2,7}$	0	0	–
Dugno nuosėdos	$\frac{5-407}{179}$	$\frac{0-180}{35}$	$\frac{0-204}{31}$	$\frac{6-72}{25}$

2 lentelė. ^{137}Cs , ^{60}Co ir ^{54}Mn savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero skirtingų rūšių priekrantės augaluose ir dugno nuosėdose

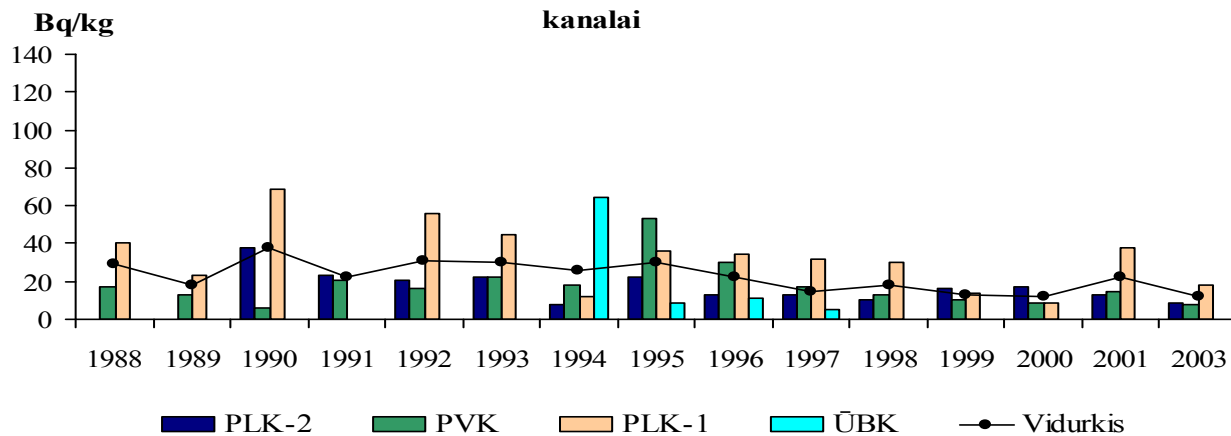
		Verčių intervalas/vidutinė vertė			
		^{137}Cs	^{60}Co	^{54}Mn	^{90}Sr
<i>Typha latifolia</i> L.	lapai ir stiebai	$\frac{0-9}{5}$	$\frac{0-6}{3}$	$\frac{0-4}{2}$	$\frac{6-20}{13}$
	šaknys	$\frac{2-61}{20}$	$\frac{1-85}{20}$	$\frac{0-31}{10}$	$\frac{15-53}{28}$
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud	lapai ir stiebai	$\frac{2-9}{6}$	$\frac{0-13}{8}$	$\frac{0-1}{3}$	$\frac{5-26}{17}$
	šaknys	$\frac{4-16}{10}$	$\frac{0-13}{6}$	$\frac{0-1}{0,4}$	$\frac{15-40}{25}$
<i>Acorus calamus</i> L.	lapai ir stiebai	$\frac{2-5}{3}$	$\frac{0-0,3}{0,2}$	0	$\frac{11-15}{13}$
	šaknys	$\frac{2-8}{5}$	$\frac{0,1-3,3}{1,2}$	0	$\frac{21-30}{26}$
<i>Nuphar lutea</i> L.	lapai ir stiebai	$\frac{0,2-4}{2}$	0	0	–
	šaknys	$\frac{2-20}{11}$	0	0	–
<i>Polygonum amphibium</i> L.		$\frac{2-42}{32}$	$\frac{0,1-3}{1}$	1	27
Sąnašos		$\frac{4-106}{40}$	$\frac{0-56}{31}$	0	21
Dugno nuosėdos		$\frac{2-63}{27}$	$\frac{0-53}{27}$	$\frac{0-18}{9}$	$\frac{10-81}{40}$



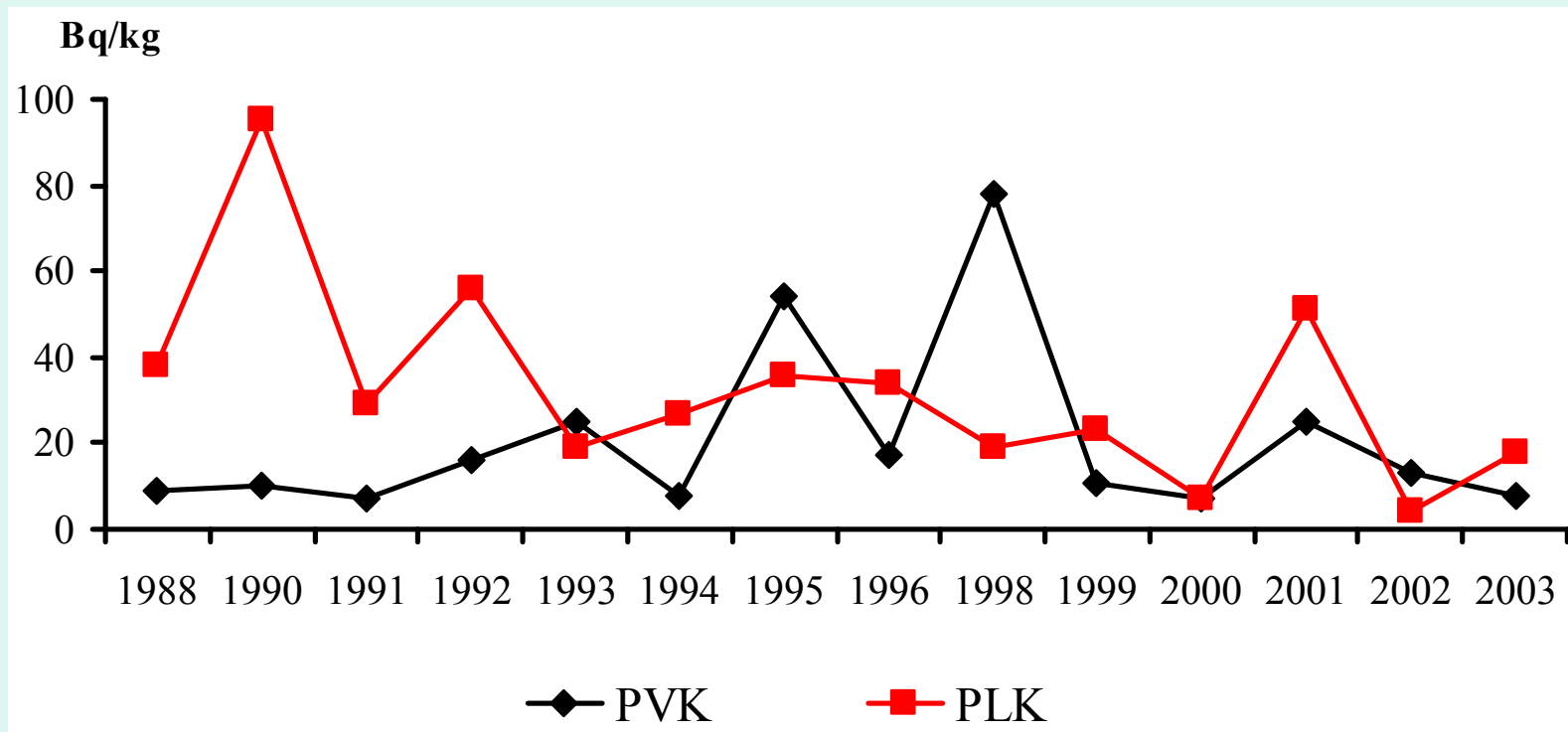
* –duomenys iš literatūros
(Егоров и др., 1993)



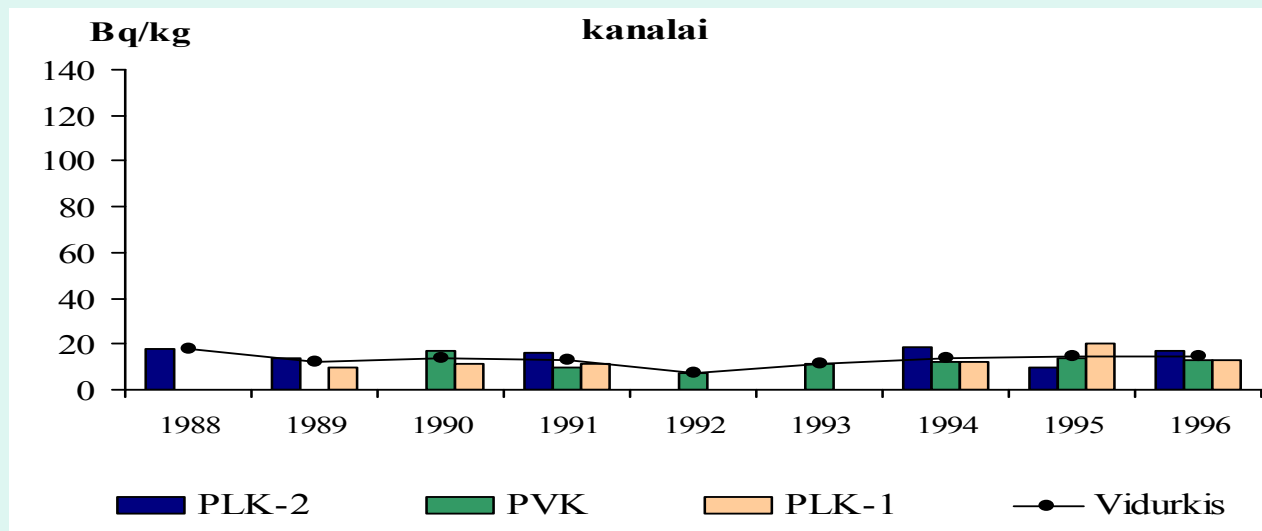
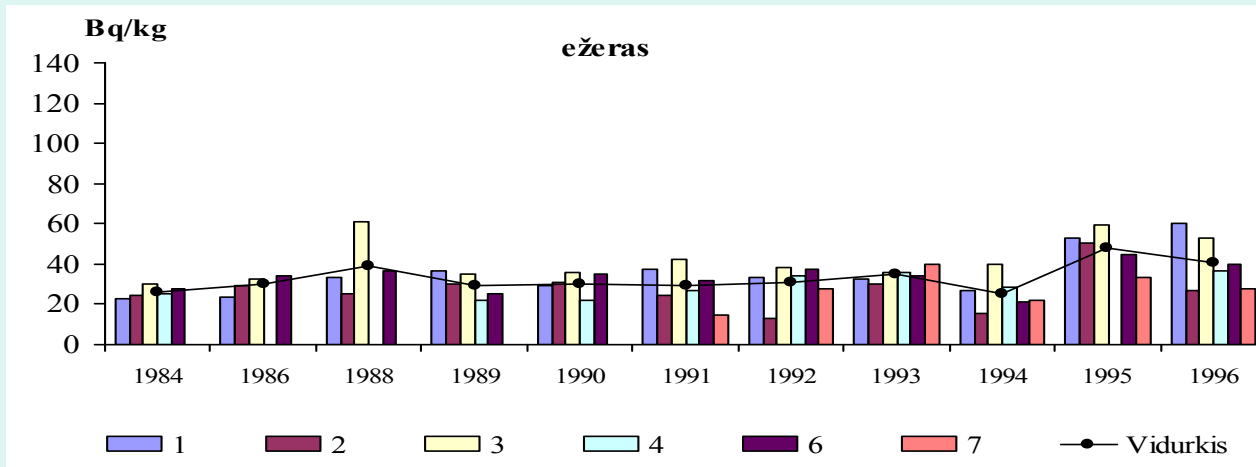
1 pav.
 ^{137}Cs savitasis aktyvumas



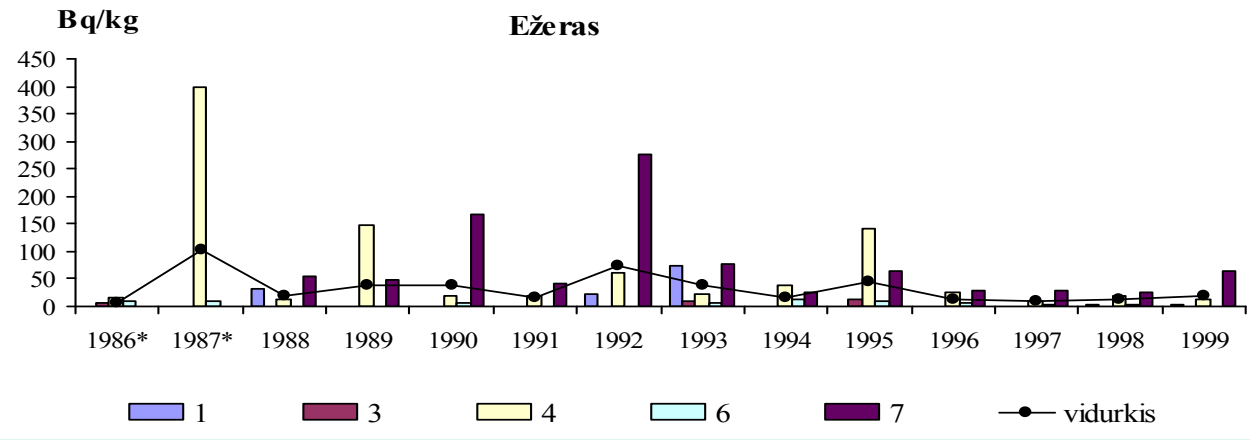
(Bq/kg orasausės masės)
Drūkšių ežero, jo
priekrantės ir Ignalinos AE
nuotekų kanalų augaluose



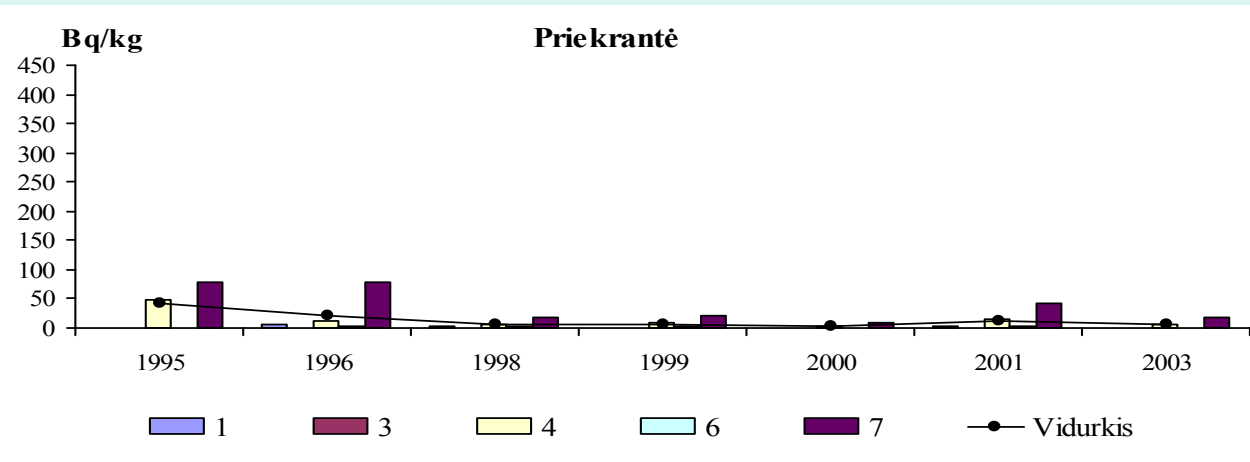
2 pav. ^{137}Cs savitojo aktyvumo (Bq/kg orasausės masės) kitimo dinamika augaluose *Myriophyllum spicatum* Ignalinos AE kanaluose



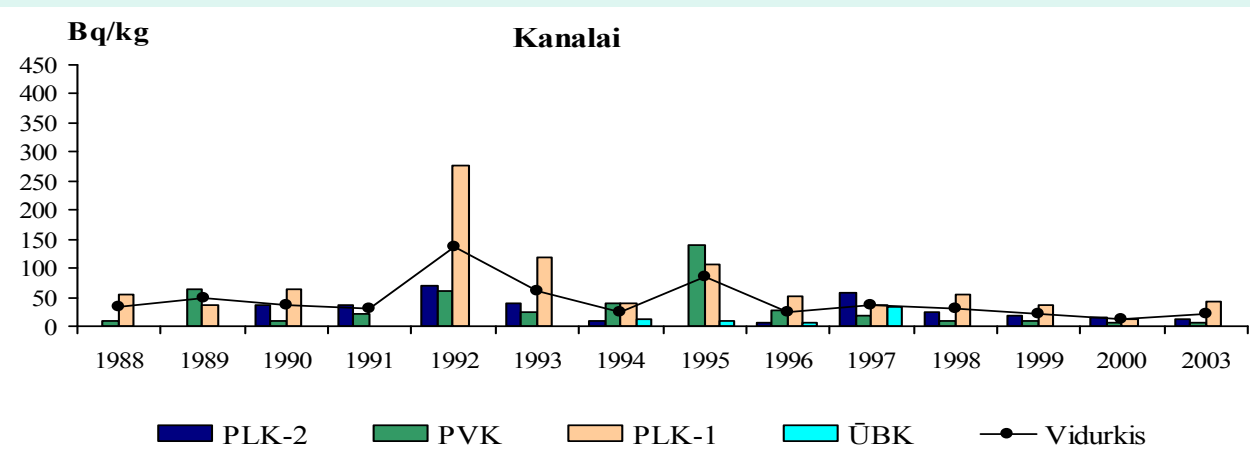
3 pav. ^{90}Sr savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero ir Ignalinos AE nuotekų kanalų augaluose



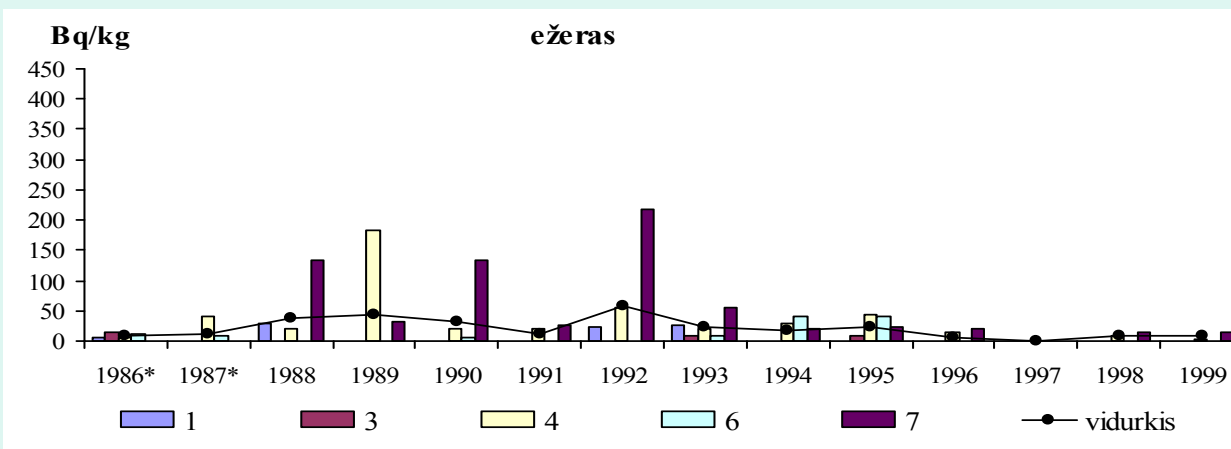
* –duomenys iš literatūros (Егоров и др., 1993)



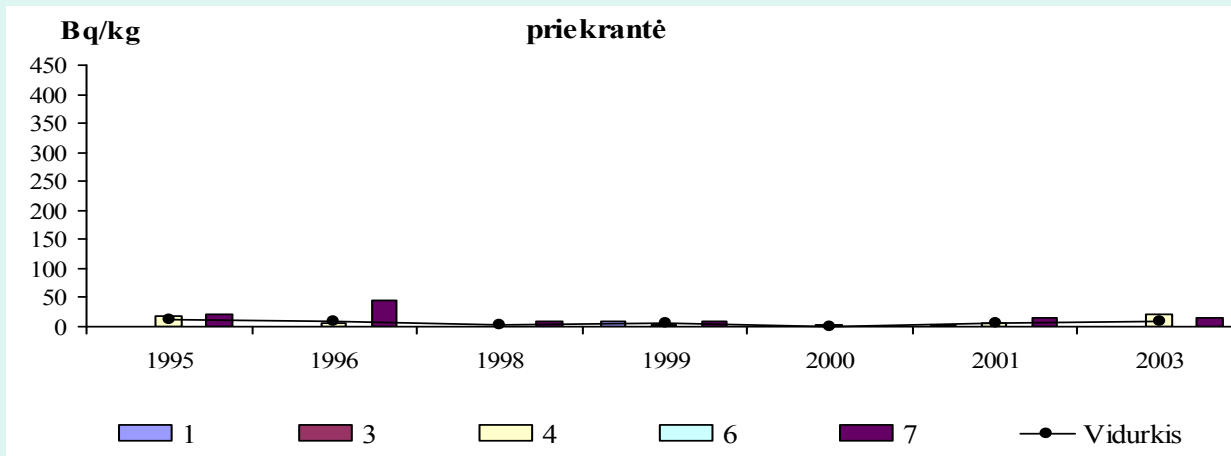
4 pav.
⁶⁰Co savitasis aktyvumas



(Bq/kg orasausės masės)
 Drūkšių ežero, jo
 priekrantės ir Ignalinos AE
 nuotekų kanalų augaluose



* –duomenys iš literatūros (Егоров и др., 1993)



5 pav.

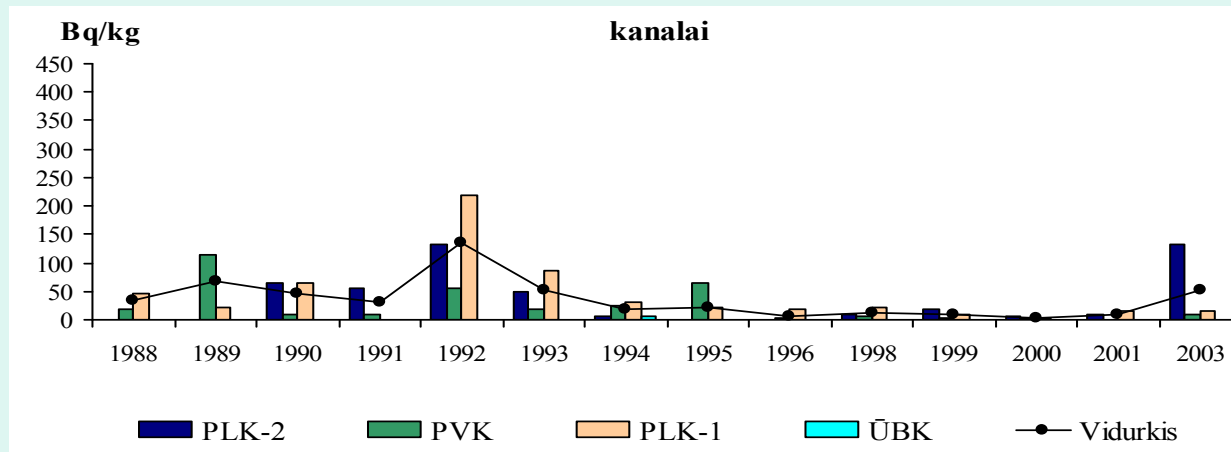
⁵⁴Mn savitasis aktyvumas

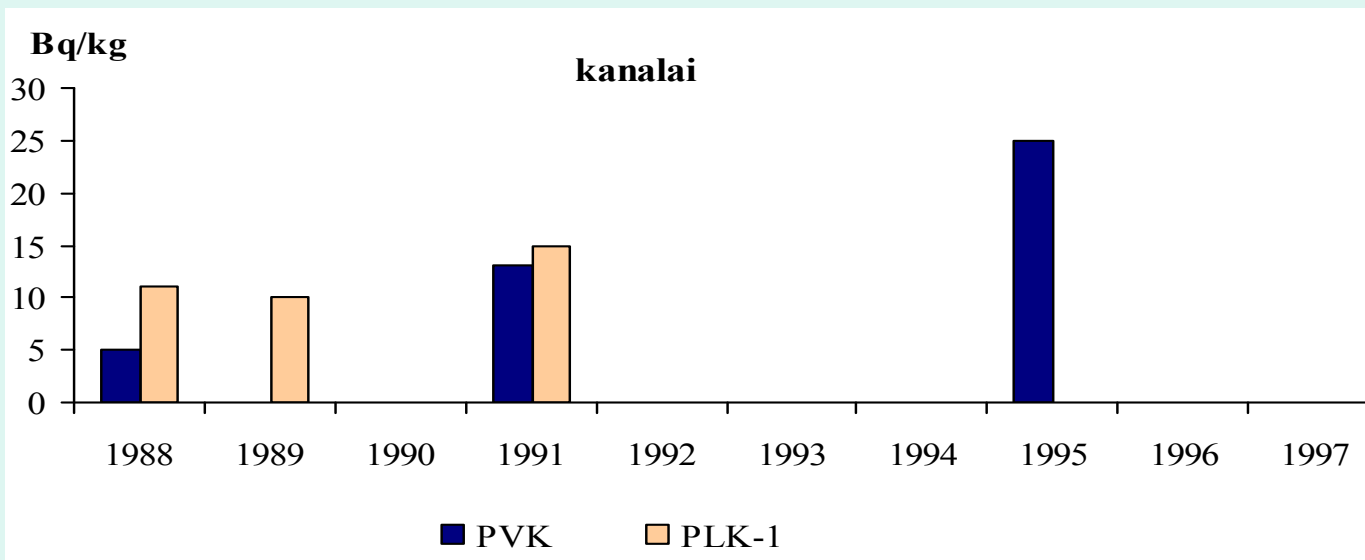
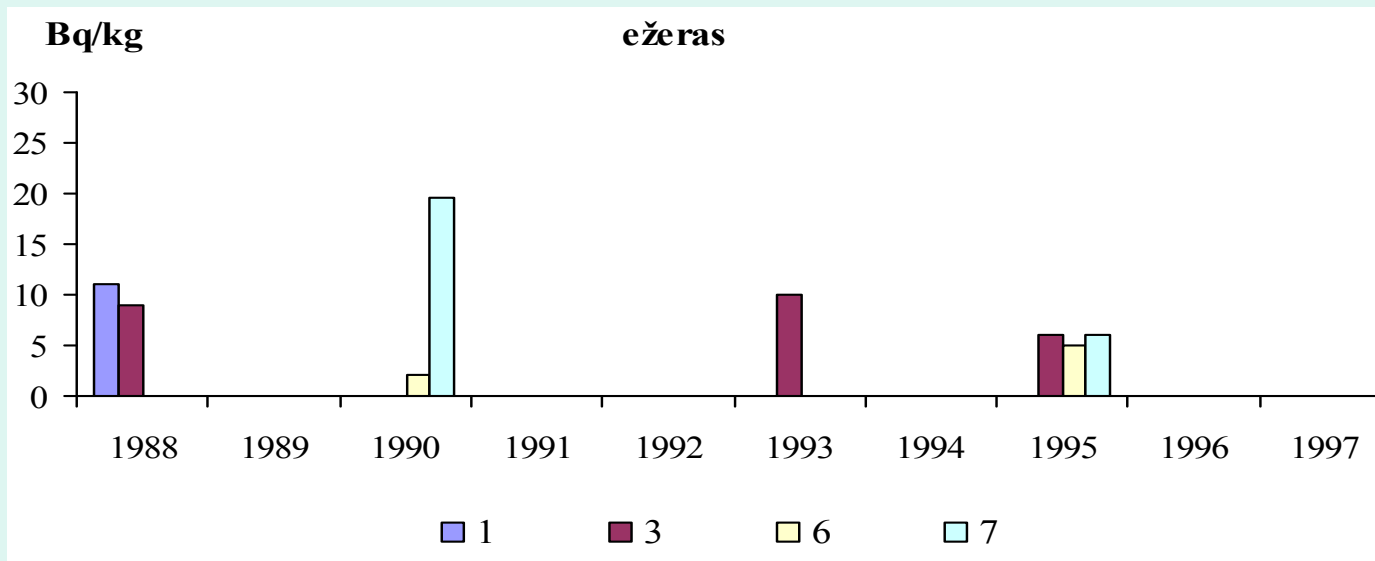
(Bq/kg orasausės masės)

Drūkšių ežero, jo

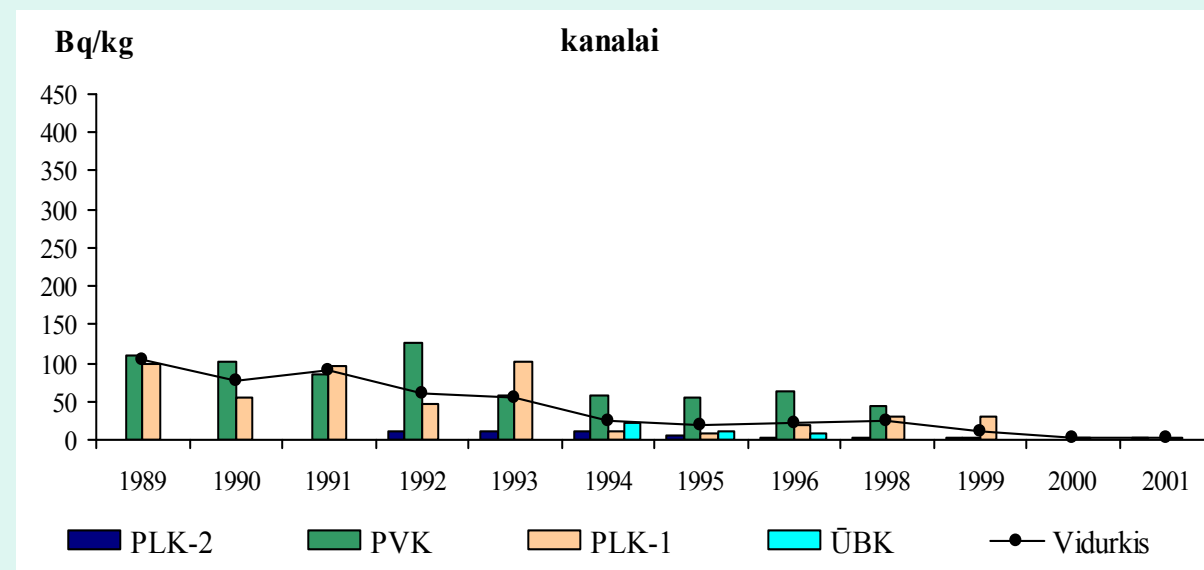
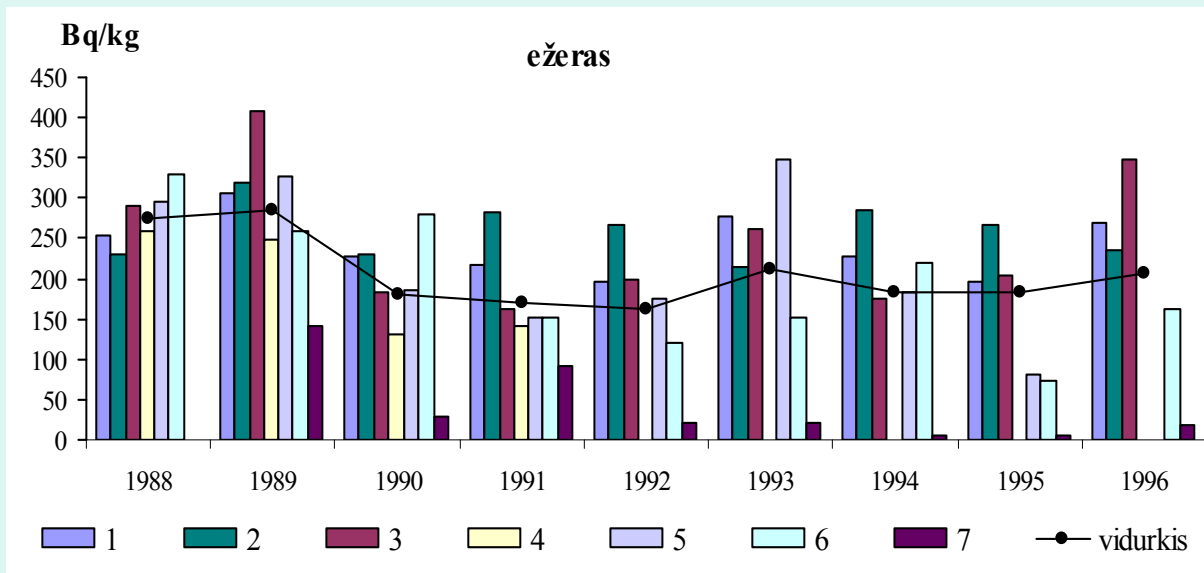
priekrantės ir Ignalinos AE

nuotekų kanalų augaluose

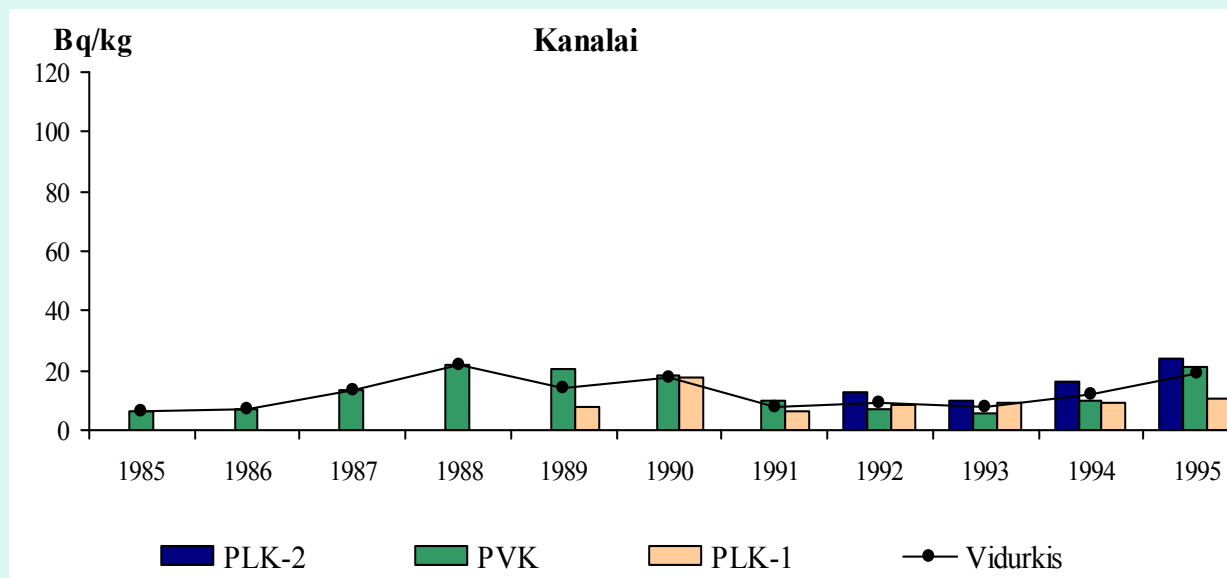
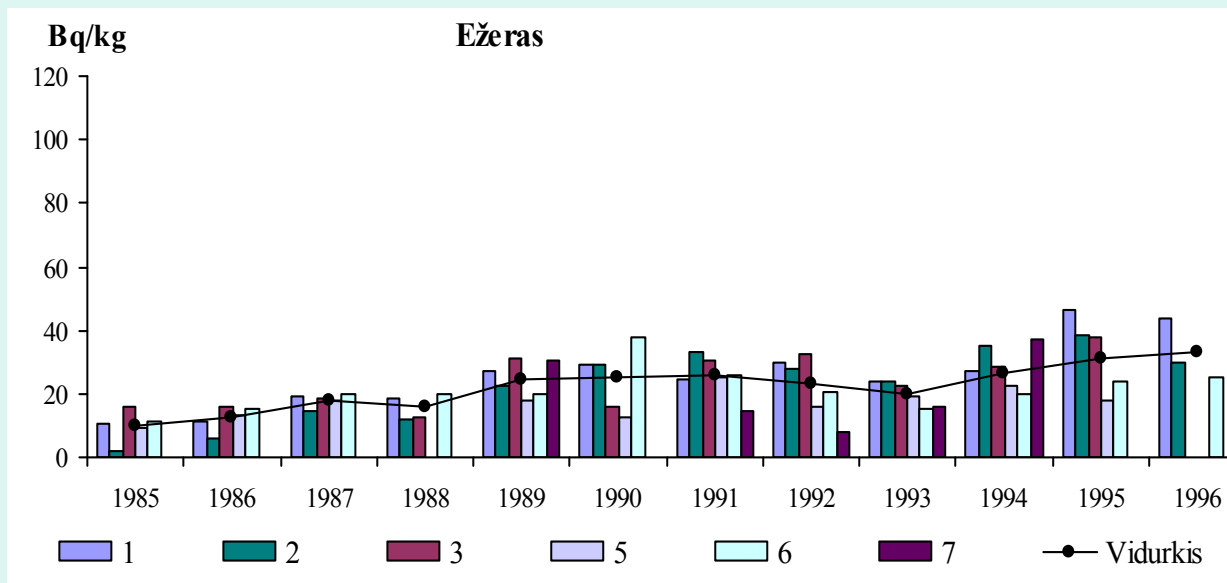




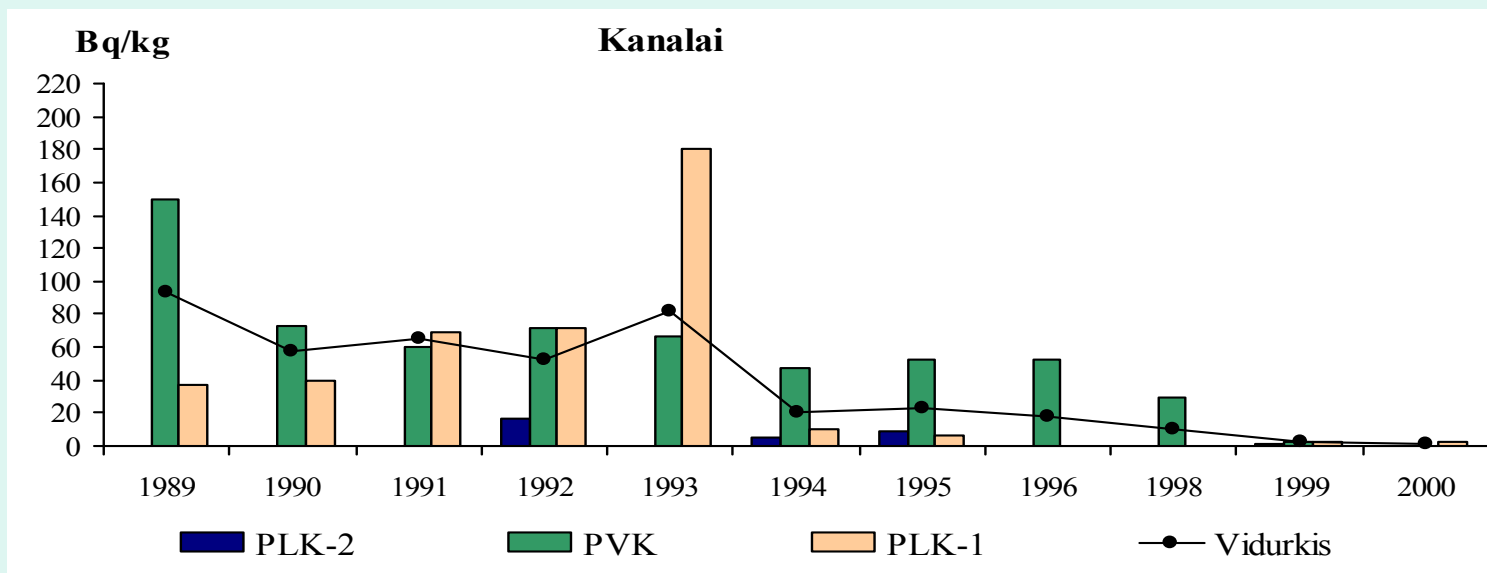
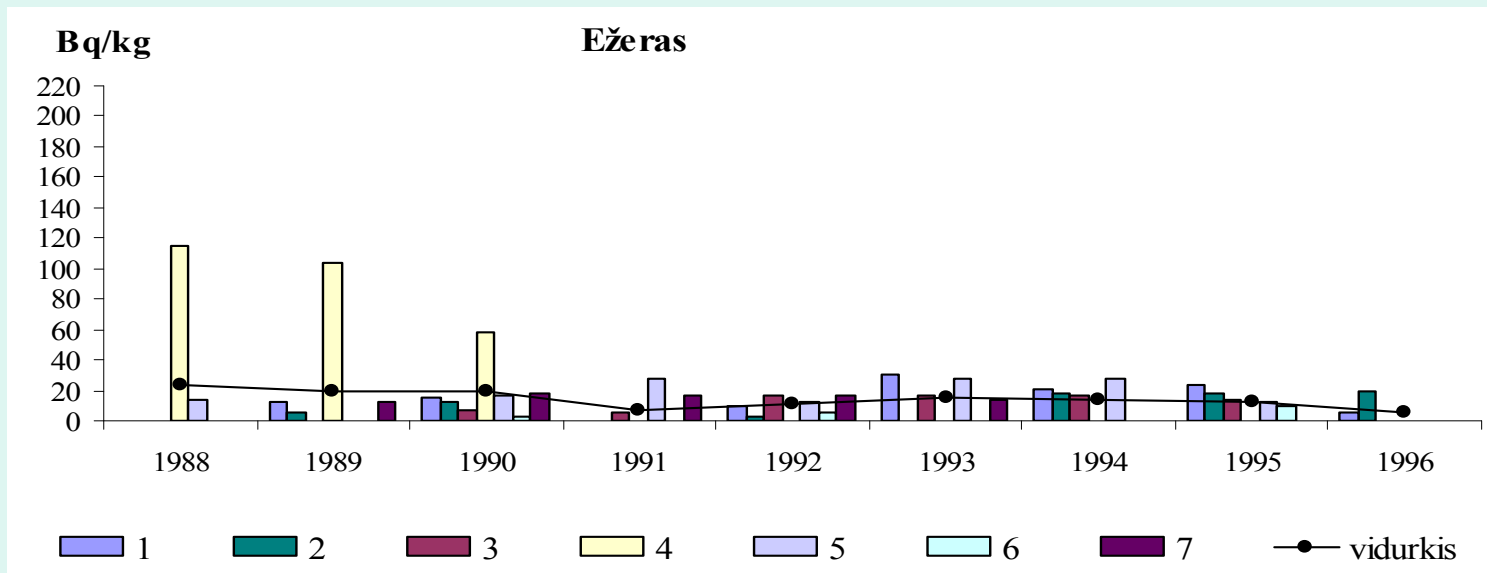
6 pav. ^{134}Cs savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero ir Ignalinos AE nuotekų kanalų augaluose



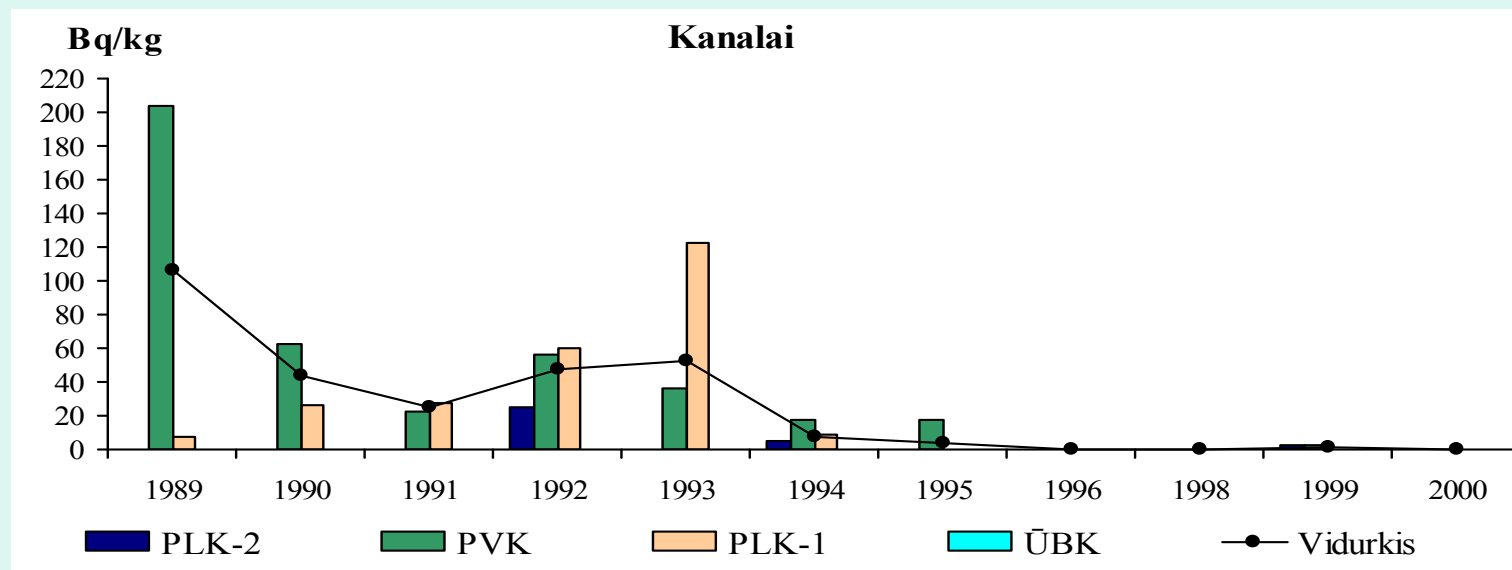
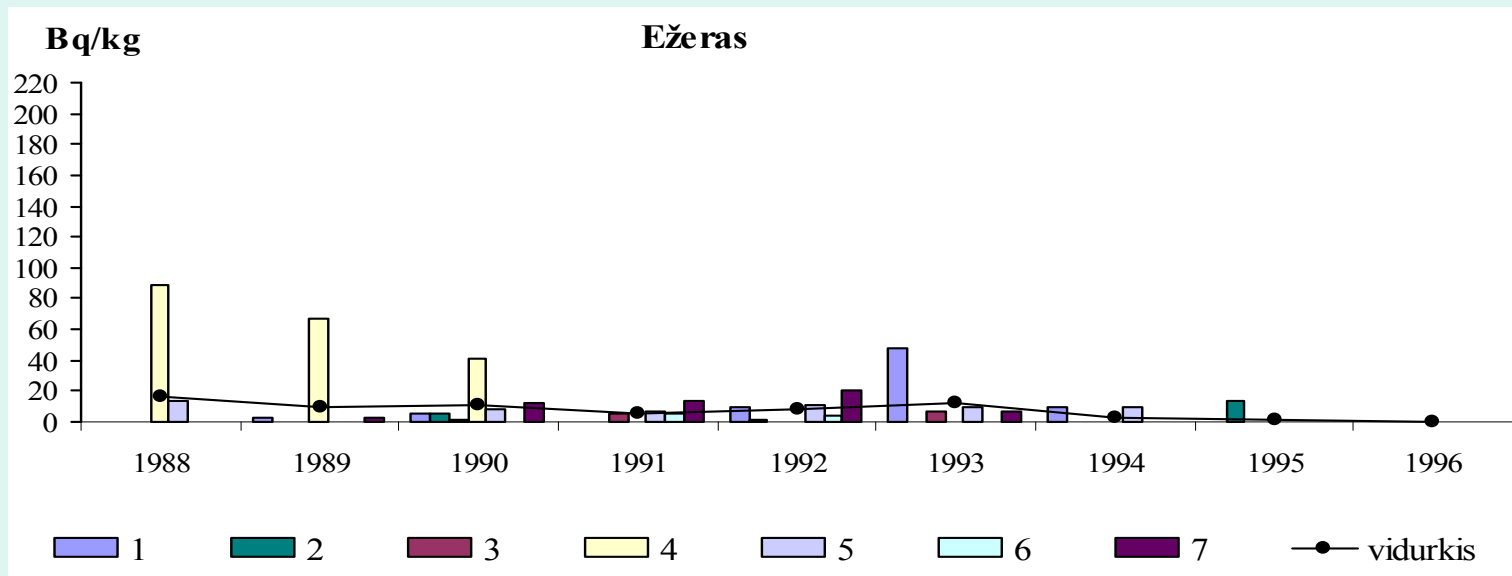
7 pav. ^{137}Cs savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero, Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose



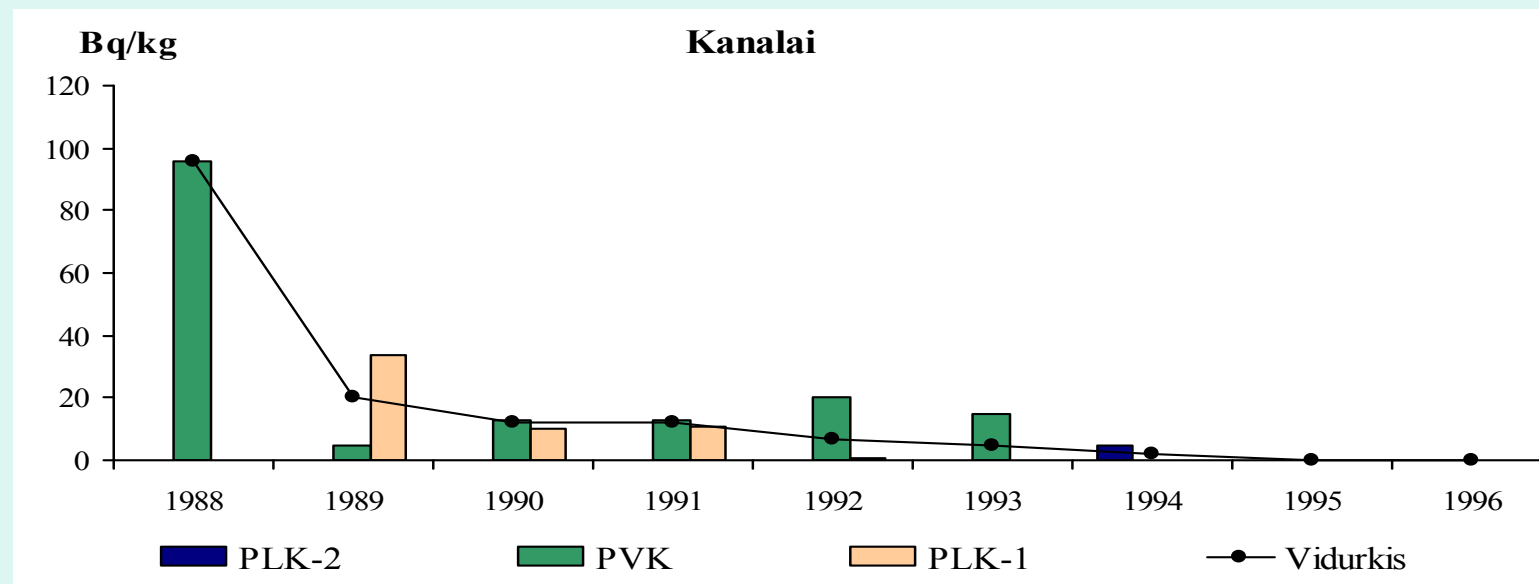
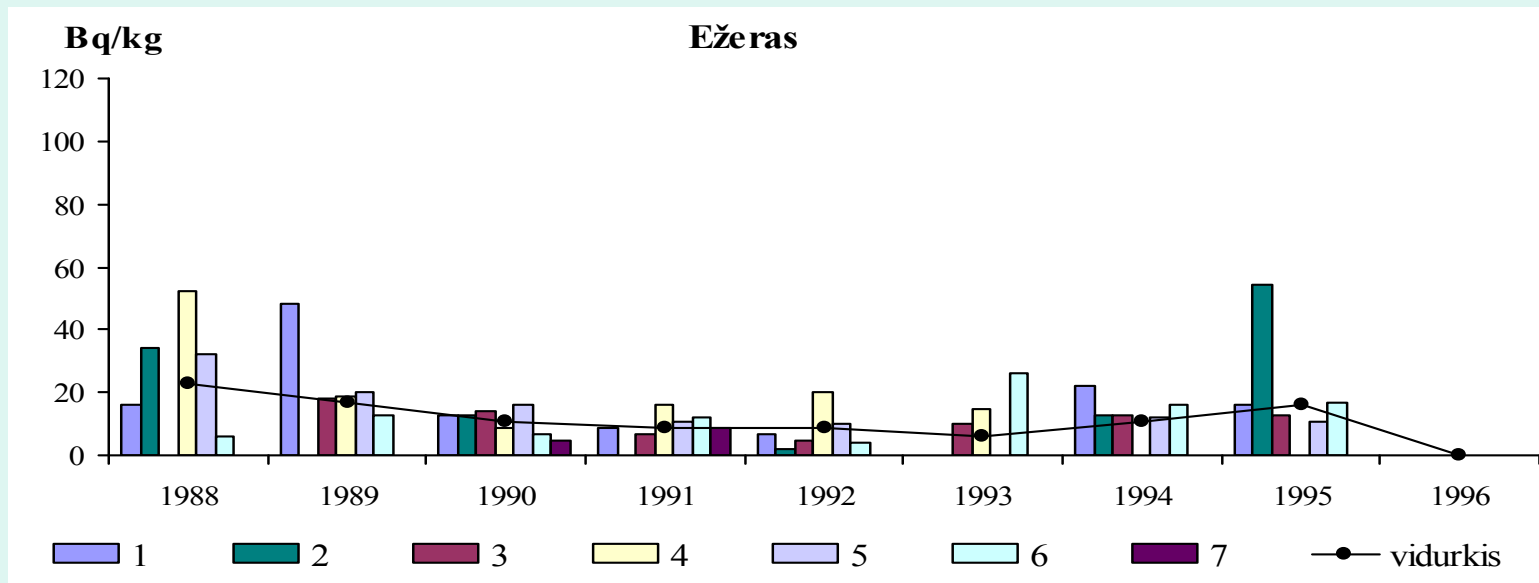
8 pav. ^{90}Sr savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero, Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose



9 pav. ^{60}Co savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero, Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose



10 pav. ^{54}Mn savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero, Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose



11 pav. ^{134}Cs savitasis aktyvumas (Bq/kg orasausės masės) Drūkšių ežero, Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose

Trumpai apibendrinus duomenys, kurie buvo pateikti šiuose paveiksluose galima teigti, kad tiek Drūkšių ežero, tiek ir Ignalinos AE nuotekų kanalų augaluose ir dugno nuosėdose, priklausomai nuo tyrimo metų, stebimi tirtų radionuklidų savitojo aktyvumo vidutinių verčių svyravimai, kurie atskirais tyrimų metais buvo ypač ryškūs. Radionuklidų savitojo aktyvumo verčių svyravimai Drūkšių ežero augaluose ir dugno nuosėdose taip pat priklausė ir nuo jų surinkimo vietos, (t.y. monitoringo stoties). Didžiausi jie buvo tose monitoringo stotyse, kurios yra Ignalinos AE pramoninės-lietaus kanalizacijos nuotekų ir pašildyto vandens poveikio zonose.

^{137}Cs ir ^{90}Sr savitojo aktyvumo vertės augaluose ir ypač dugno nuosėdose Drūkšių ežere buvo didesnės negu Ignalinos AE nuotekų kanaluose, o ^{60}Co ir ^{54}Mn priešingai, Drūkšių ežere buvo mažesnės negu Ignalinos AE nuotekų kanaluose.

Mažiausios tirtų radionuklidų savitojo aktyvumo vertės augaluose, išskyrus sąnašose, nustatytos Drūkšių ežero priekrantėje.

Nuo 1994 m. tiek Drūkšių ežero, tiek ir Ignalinos AE nuotekų kanalų augaluose ir dugno nuosėdose stebima ^{60}Co , ^{54}Mn ir ^{134}Cs savitojo aktyvumo verčių gana ryški mažėjimo tendencija. Drūkšių ežere ir ypač Ignalinos AE nuotekų kanaluose ^{137}Cs savitojo aktyvumo verčių mažėjimo tendencija išryškėjo tik dugno nuosėdose. Per visą tyrimo laikotarpį ^{137}Cs savitojo aktyvumo vertės augaluose svyravo žymiai mažesnėse ribose negu dugno nuosėdose. Drūkšių ežero ir Ignalinos AE nuotekų kanalų augaluose ir dugno nuosėdose ^{90}Sr savitojo aktyvumo vertės mažiau skyrėsi, priklausomai nuo tyrimo metų ir mėginių paėmimo vietos, negu kitų tirtų radionuklidų.

Nustatyti Drūkšių ežero ir Ignalinos AE nuotekų kanalų dugno nuosėdose ir augaluose tirtų radionuklidų savitojo aktyvumo verčių svyravimai, kurie priklausė nuo tyrimų metų ir nuo augalų ir dugno nuosėdų mėginių paėmimo vietos, t.y. monitoringo stoties, rodo, kad iš Ignalinos AE į Drūkšių ežerą pateko ne tik ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{134}Cs , bet taip pat ^{137}Cs ir ^{90}Sr . Atliktų tyrimų duomenys rodo, kad į Drūkšių ežerą daugiausiai radionuklidų iš Ignalinos AE pateko su pramoninės-lietaus kanalizacijų nuotekomis ir pašildytu vandeniu. Drūkšių ežere ir Ignalinos AE kanaluose kasmet kintantis tirtų radionuklidų savitasis aktyvumas dugno nuosėdose ir augaluose, bei ^{60}Co , ^{54}Mn ir ^{134}Cs savitojo aktyvumo verčių juose, o ^{137}Cs – dugno nuosėdose mažėjimo tendencija rodo, kad Drūkšių ežero radioekologinė būklė pastoviai keitėsi, t.y. ji nebuvo stabili.

Drūkšių ežere ^{137}Cs sklaidoje pagrindinį vaidmenį vaidina dugno nuosėdos, kuriuose šio radionuklido savitasis aktyvumas iki 56 kartų buvo didesnis negu augaluose. ^{90}Sr daugiausiai kaupėsi augaluose, kuriuose šio radionuklido savitasis aktyvumas augaluose buvo iki 3 kartų didesnė negu dugno nuosėdose. ^{60}Co ir ^{54}Mn sklaidoje svarbų vaidmenį vaidina tiek dugno nuosėdos tiek ir augalai, kuriuose šių radionuklidų savitojo aktyvumo vidutinės vertės daugelyje atveju buvo panašios.

2007 m. surinkti ėminiai

Sausumos ekosistema

Ėminio paėmimo vieta		Ėminio tipas	Ėminių skaičius	
Regionas	Ekotopas		⁹⁰ Sr	γ-spinduliai
IAE, Grikiniškės	Miškas	Atžalinė gūžtvė, mėlynė, miškinis lendrūnas, didžialapis šakys	8	7
	Pieva	Pievos samanos, paprastoji jonažolė, paprastoji šunažolė	4	3
	Pelkė	Kiminiai, šilinis viržis, pelkinis žinginyš	7	3
IAE, Tilžė	Miškas	Atžalinė gūžtvė, mėlynė, miškinis lendrūnas, didžialapis šakys	7	4
	Pieva	Pievos samanos, paprastoji jonažolė, paprastoji šunažolė	3	3
	Pelkė	Kiminiai, šilinis viržis, pelkinis žinginyš	8	3
Aukštaitijos nac. p.	Miškas	Atžalinė gūžtvė, mėlynė, miškinis lendrūnas, didžialapis šakys	4	4
	Pieva	Pievos samanos, paprastoji jonažolė, paprastoji šunažolė	3	-
	Pelkė	Kiminiai, šilinis viržis	2	2
Žemaitijos nac. p.	Miškas	Atžalinė gūžtvė, mėlynė, miškinis lendrūnas, didžialapis šakys	10	10
	Pieva	Pievos samanos, paprastoji jonažolė, paprastoji šunažolė	5	-
	Pelkė	Kiminiai, šilinis viržis	6	2
Dzūkijos nac. p.	Miškas	Atžalinė gūžtvė, mėlynė, miškinis lendrūnas, didžialapis šakys	10	4
	Pieva	Pievos samanos, paprastoji jonažolė, paprastoji šunažolė	5	-
	Pelkė	Kiminiai, šilinis viržis	5	2
Kuršių Nerijos nac. p.	Miškas	Miško samanos, mėlynė, didžialapis šakys	-	8
	Pelkė	Šilinis viržis	-	3

Vandens ekosistema

Ėminio paėmimo vieta, Drūkšių ežero zona	Ėminio tipas	Ėminių skaičius	
		⁹⁰ Sr	γ-spinduoliai
Ežeras	Dreisenos	3	3
	Ešerys	1	1
	Kuoja	1	1
1 st.	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	2	2
	Nertis (<i>Ceratophyllum</i>)	1	1
	Siūliniai žaliadumbliai (<i>Cladophora</i>)	2	2
	Dugno nuosėdos	1	1
4 st.	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	–	1
	Nertis (<i>Ceratophyllum</i>)	1	1
	Dugno nuosėdos	1	1
6 st.	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	1	2
	Nertis (<i>Ceratophyllum</i>)	1	1
	Dugno nuosėdos	1	1
7 st.	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	1	1
	Nertis (<i>Ceratophyllum</i>)	1	1
	Dugno nuosėdos	1	1
PLK	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	–	1
	Nertis (<i>Ceratophyllum</i>)	1	1
	Dugno nuosėdos	1	1
ŠVK	Plunksnalapė (<i>Myriophyllum</i>)	2	2
	Dugno nuosėdos	2	1

AČIŪ UŽ DĖMESĮ