

DRŪKŠIŲ EŽERO EKOTOKSIKOLOGINĖ BŪKLĖ VEIKIANT ABIEM IGNALINOS AE BLOKAMS (1988–2000) IR NUTRAUKUS PIRMOJO BLOKO EKSPLOATACIJĄ

DANGUOLĖ MONTVYDIENĖ, DANUTĖ MARČIULIONIENĖ
Botanikos institutas, Žaliųjų ežerų 49, LT-08406, Vilnius
e-paštas: radeko@ar.fi.lt

NIJOLĖ KAZLAUSKIENĖ
Vilniaus universiteto Ekologijos institutas, Akademijos 2, LT-08812, Vilnius,
e-paštas: ekolfiziol@takas.lt

Ignalinos AE nuotekų kanalų bei Drūkšių ežero vandens ir dugno nuosėdų toksiškumo įvertinimas biologiniais testais

Pagrindiniai tikslai:

- nustatyti Ignalinos AE nuotekų kanalų, Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų patekimo į Drūkšių ežerą trasos (Skripkų ež. ir Vosyliškių up.) ir Drūkšių ežero vandens ir dugno nuosėdų poveikį biologiniams testams (1988–2000 ir 2007 metais);
- įvertinti Ignalinos AE ir Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų įtaką Drūkšių ežero ekotoksikologinei būklei.

Kas yra biologiniai testai?

Biologiniai testai – tai organizmai naudojami tiriant cheminės medžiagos (ar ekosistemos komponento) toksiškumą.

Toksiškumas – cheminės medžiagos (ar ekosistemos komponento) geba sukelti organizmui žalingus efektus, pakenkti jo struktūrai ar funkcijoms.

Biologinių testų naudojimo tikslas – operatyviai nustatyti teršiančių medžiagų, oro, dirvožemio, nuotekų, gamtinių vandenų ir dugno nuosėdų toksiškumo laipsnį, kad kuo mažiau teršiančių medžiagų patektų į aplinką, taip pat siekiant padidinti taršos kontrolę.

Kodėl reikalingi biologiniai testai?

Aplinkos (vandens, dugno nuosėdų, dirvožemio) **užterštumo** (kokybės) **vertinimo fiziniais ir cheminiais metodais trūkumai:**

- neatskleidžia teršiančių medžiagų transformacijos aplinkoje, jų tarpusavio sąveikos bei biologinio prieinamumo;
- neleidžia įvertinti integruoto teršiančių medžiagų toksinio poveikio organizmams (aplinkos tarša paprastai būna daugiakomponentė);
- teršiančių medžiagų koncentracijos ne visada parodo šių medžiagų toksinį poveikį organizmams;
- ...

Kada naudojami biologiniai testai?

- vertinant teršalų, esančių ore, vandenyje, dugno nuosėdose, dirvožemyje, maiste, toksiškumą;
- nustatant suminius teršalų, kurie visi negali būti išmatuoti cheminės analizės būdu, efektus;
- įvertinant potencialiai neigiamus egzistuojančių ar naujų cheminių junginių efektus;
- nustatant šių medžiagų poveikį įvairiems ekosistemų komponentams;
- ...

Aukštesniųjų augalų testai



Pipirinė (*Lepidium sativum* L.)



Daugiašaknė maurė (*Spirodela polyrrhiza* L. Schleid.)



Tradeskantė
(*Tradescantia* clone 02)

Toksinio poveikio vertinimas naudojant aukštesnius augalus

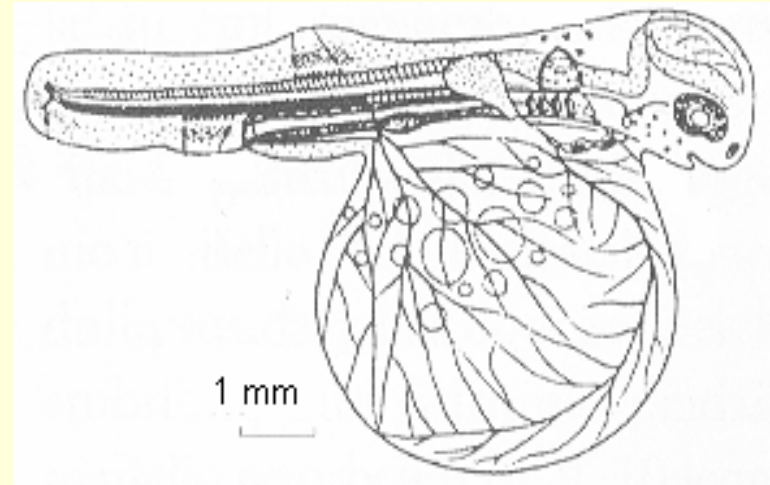
Pagal pipirinės šaknelių augimo ir daugiašaknės maurės augimo greičio **inhibiciją** toksinis poveikis klasifikuojamas kaip:

- 100–60% – labai stiprus;
- 61–40% – stiprus;
- 41–20% – vidutinis;
- <19% – silpnas;

Tradeskantės KPL sistemoje:

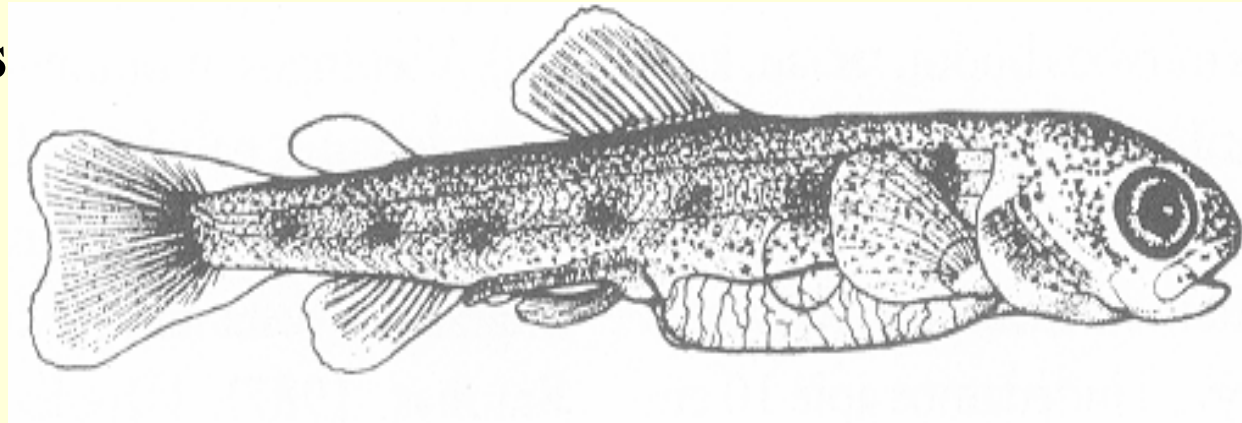
- **silpnas genotoksinis poveikis** stebimas, kai **somatinių mutacijų** kiekis neviršija **1%**, o **negyvybingų** kuokelių plaukelių **nėra**;
- **vidutinis genotoksinis poveikis** stebimas, kai somatinių mutacijų kiekis siekia **1–4%**, o **negyvybingų** kuokelių plaukelių kiekis **neviršija 40%**;
- **stiprus genotoksinis poveikis** stebimas, kai somatinių mutacijų kiekis siekia **1–4%**, o **negyvybingų** kuokelių plaukelių kiekis **yra didesnis nei 40%**.

Žuvų testai



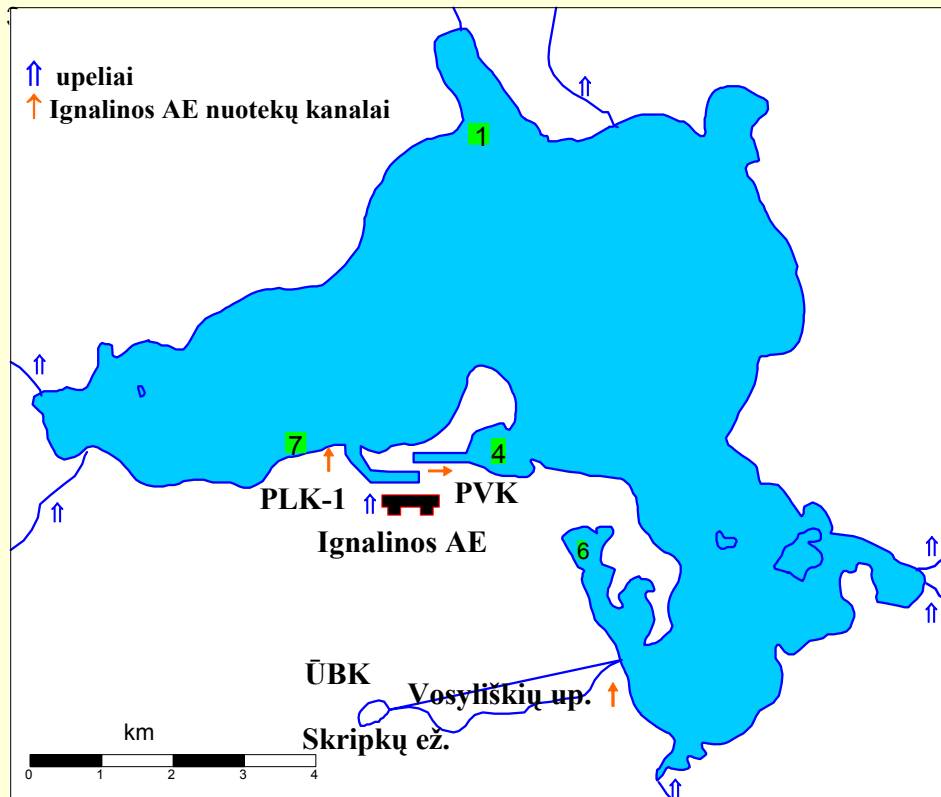
Embrionas

Vaivorykštinis upėtakis
(*Oncorhynchus mykiss*)



Lerva (trynys rezorbuotas)

Registruojami rodikliai: mirtingumas, augimas, kardiorespiracinės sistemos darbas.



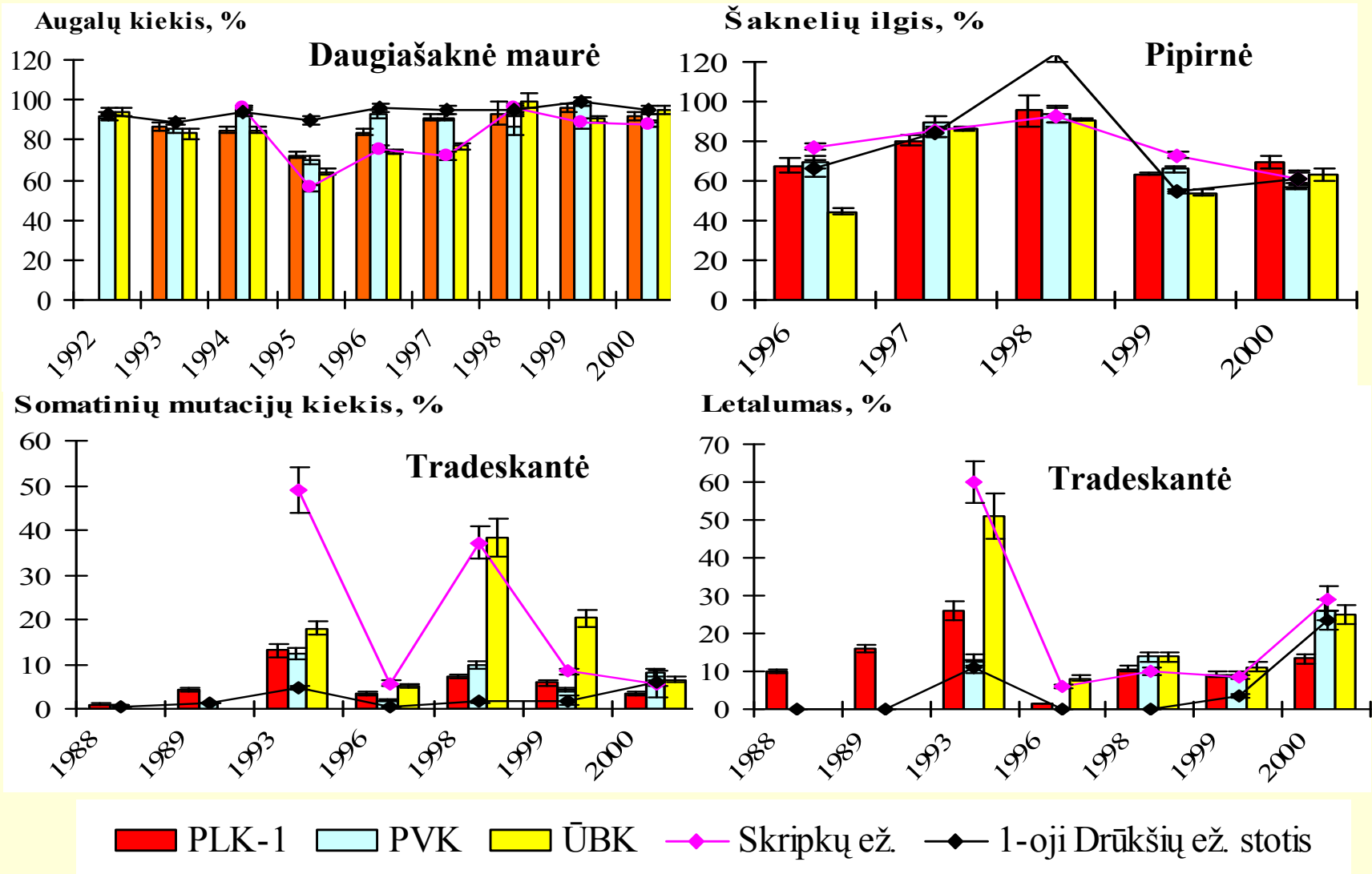
IAE nuotekų kanalai:
PLK-1 – pramoninė-lietaus kanalizacijos kanalas;
PVK – pašildyto vandens išmetimo kanalas;
ŪBK – Visagino miesto ir IAE ūkinė-buitinė kanalizacija.

Drūkšių ežero monitoringo stotys:
1 – stotis, labiausiai nutolusi nuo IAE objektų;
4 – stotis, į kurią patenka PVK nuotekos;
6 – stotis, į kurią patenka ŪBK kanalo nuotekos;
7 – stotis, į kurią patenka PLK-1 kanalo nuotekos.

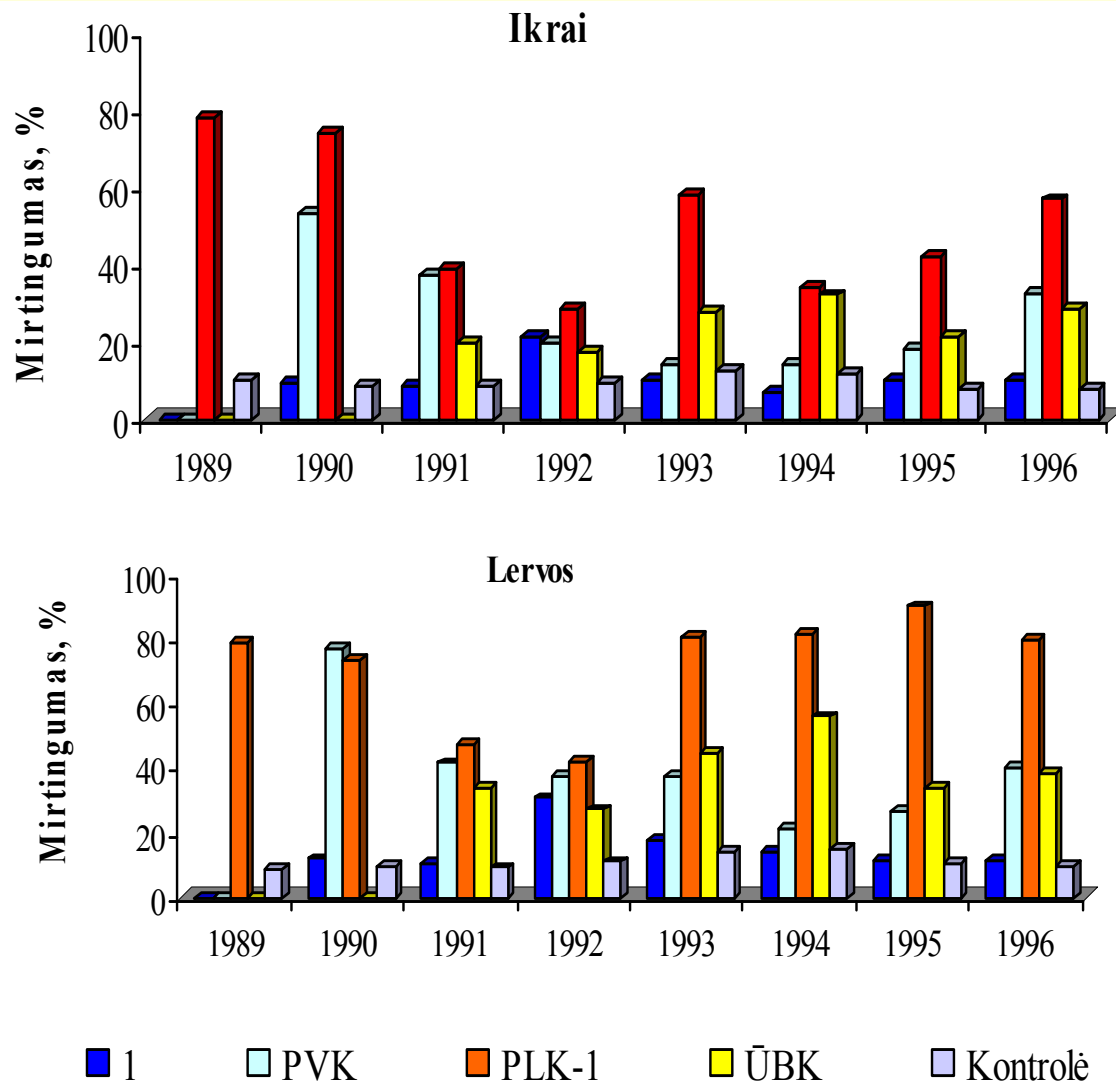
1 pav. Ignalinos AE nuotekų kanalai ir Drūkšių ežero monitoringo stotys

1 lentelė. Ekotoksikologinių tyrimų, atliktų 1988–2000 m., Ignalinos AE aplinkoje ir Drūkšių ežere suvestinė

Biologinis testas	Tiriamasis laikotarpis	Mėginio rūšis	Atliktų tyrimų skaičius			
			IAE nuotekų kanalai	Visagino miesto ir IAE ŪBK nuotekų patekimo į Drūkšių ežerą trasa	Drūkšių ežeras	Iš viso
Daugiašaknė maurė	1992–2000	Vanduo	72	45	61	178
Pipirinė	1996–2000	Vanduo	34	26	26	86
Pipirinė	1996–2000	Dugno nuosėdos	27	26	26	79
Tradeskantė	1988–2000	Vanduo	24	15	17	56
Tradeskantė	1988–2000	Dugno nuosėdos	13	12	11	36
Vaivorykštinis upėtakis	1989–1996	Vanduo	13	5	7	25
Viso:			183	129	148	460

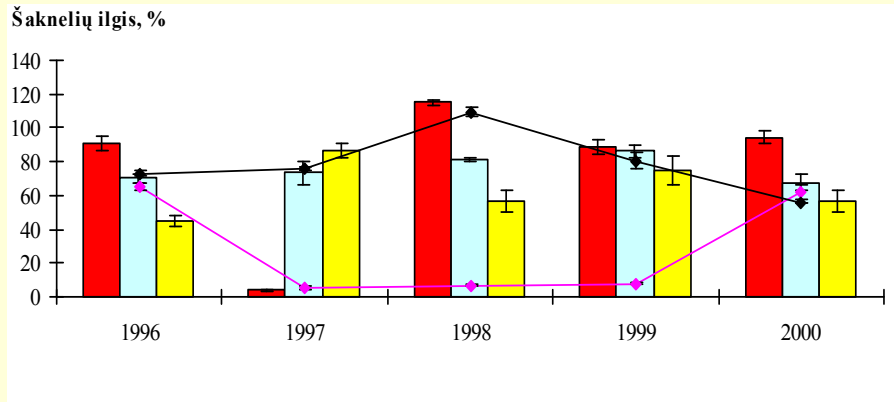


2 pav. Ignalinos AE PLK-1 ir PV kanalų, Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų bei Drūkšių ir Skripkų ežerų vandens poveikis daugiašaknei maurėi, pipirnei ir tradeskantei 1992–2000 metais

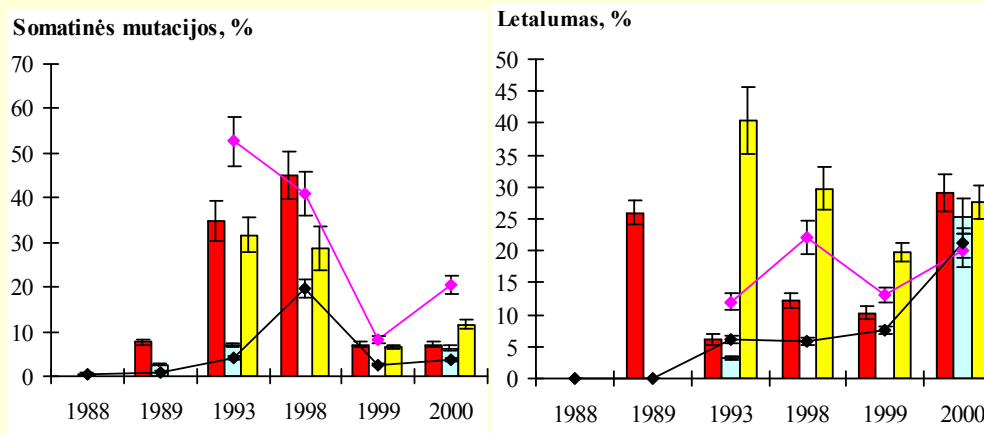


3 pav. Ignalinos AE PLK-1 ir PV kanalų, Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų kanalo bei Drūkšių ežero vandens poveikis vaivorykštinio upėtakio ikrų (embrionų) ir lervų mirtingumui 1989–1996 m. gegužės mėn.

Pipirnė

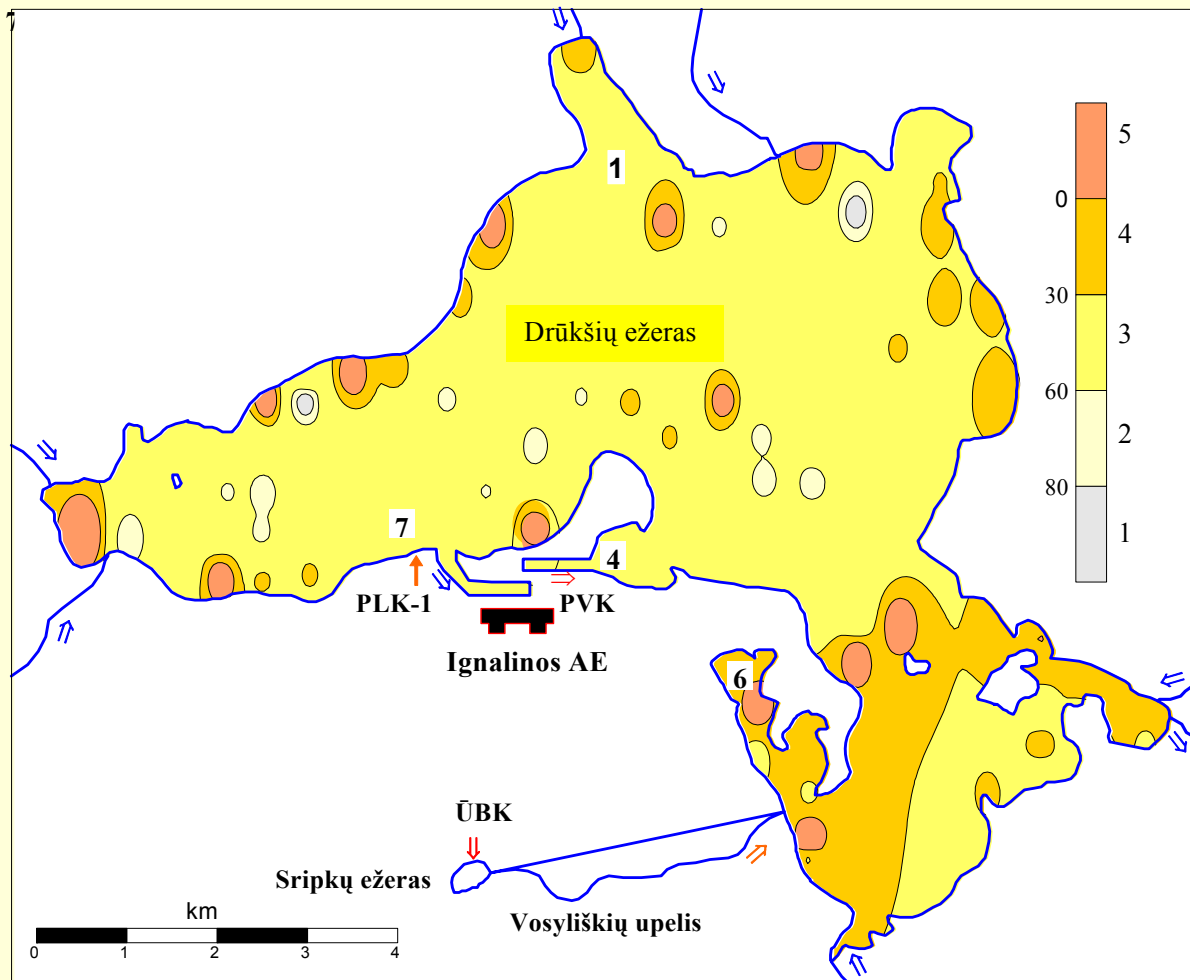


Tradeskantė



■ PLK-1
 ■ PVK
 ■ ŪBK
 ◆ Skripkų ež.
 ◆ 1-oji Drūkšių ež. stotis

4 pav. Ignalinos AE PLK-1 ir PV kanalų, Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų kanalo bei Drūkšių ir Skripkų ežerų dugno nuosėdų poveikis pipirnei ir tradeskantei 1988–2000 metais



Toksiškumo skalė:

- 1 – netoksiška arba silpnai toksiška;
- 2 – vidutiniškai toksiška;
- 3 – stipriai toksiška;
- 4 – labai stipriai toksiška;
- 5 – ypatingai stipriai toksiška.

Iš 132 tyrimo taškų:

1,5% – santykinai neužteršti;

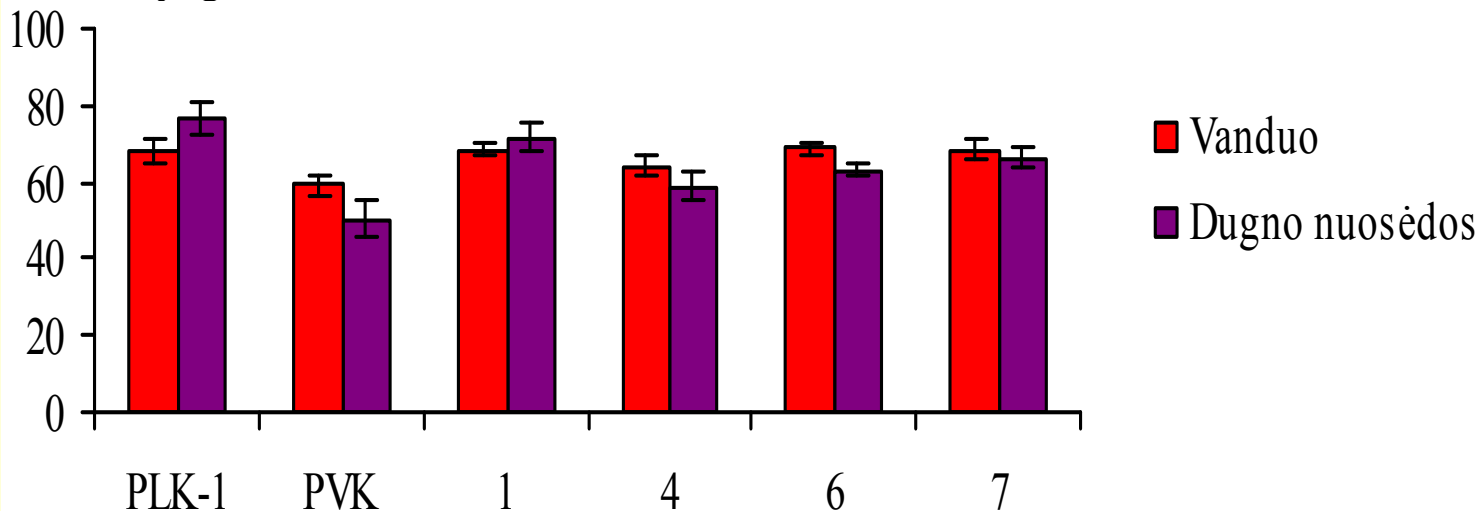
10,6% – silpnai užteršti;

58,3% – vidutiniškai ;

29,2% – stipriai arba ypatingai stipriai.

5 pav. Drūkšių ežero dugno nuosėdų toksinis poveikis pipirnei 1995 m.

Šaknelių ilgis, %



Ignalinos AE kanalai:

PLK-1 – pramoninės-lietaus kanalizacijos kanalas;

PVK – pašildyto vandens išmetimo kanalas.

Drūkšių ež. monitoringo stotys:

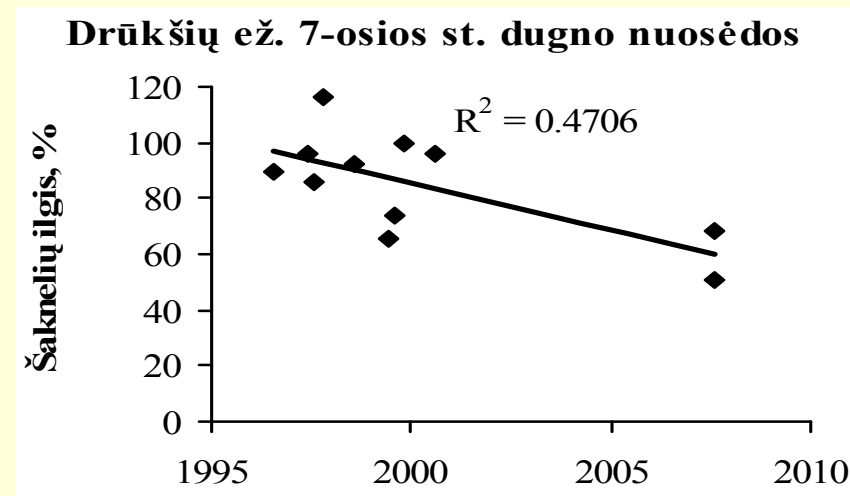
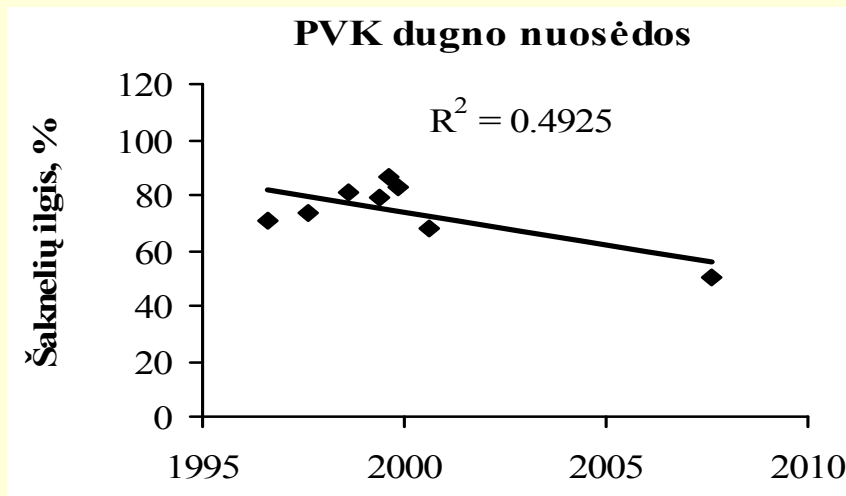
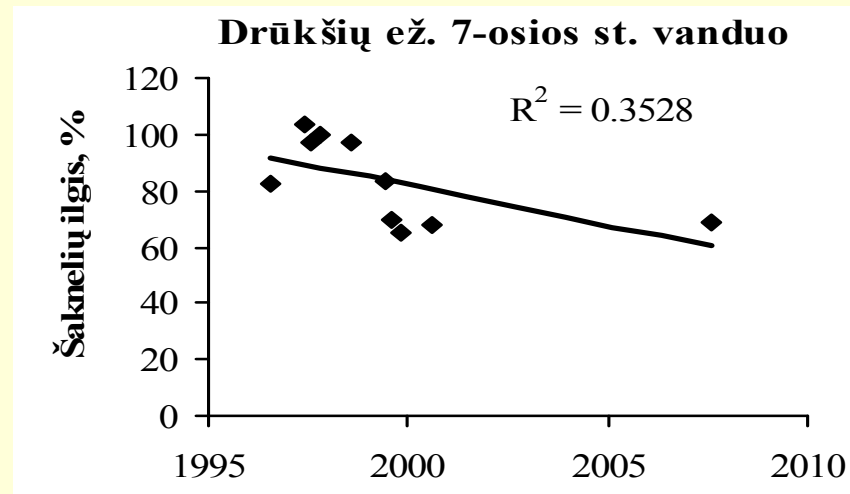
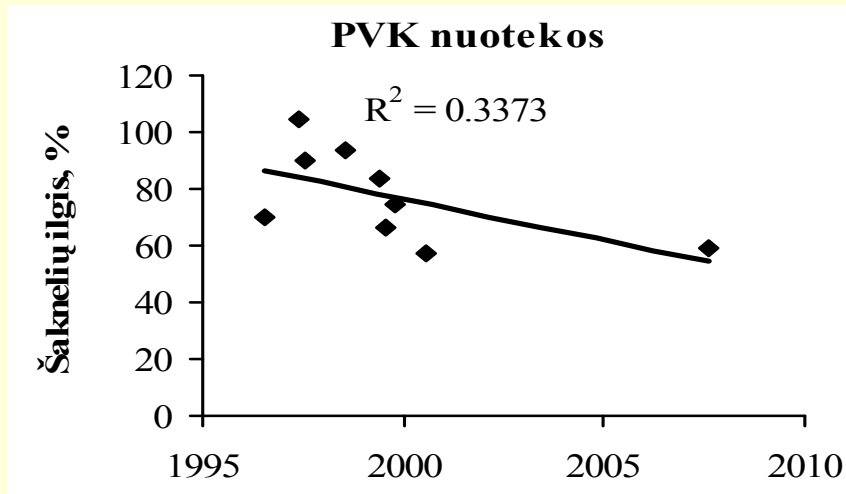
1 – stotis, labiausiai nutolusi nuo IAE objektų;

4 – stotis, į kurią patenka PVK kanalo nuotekos.

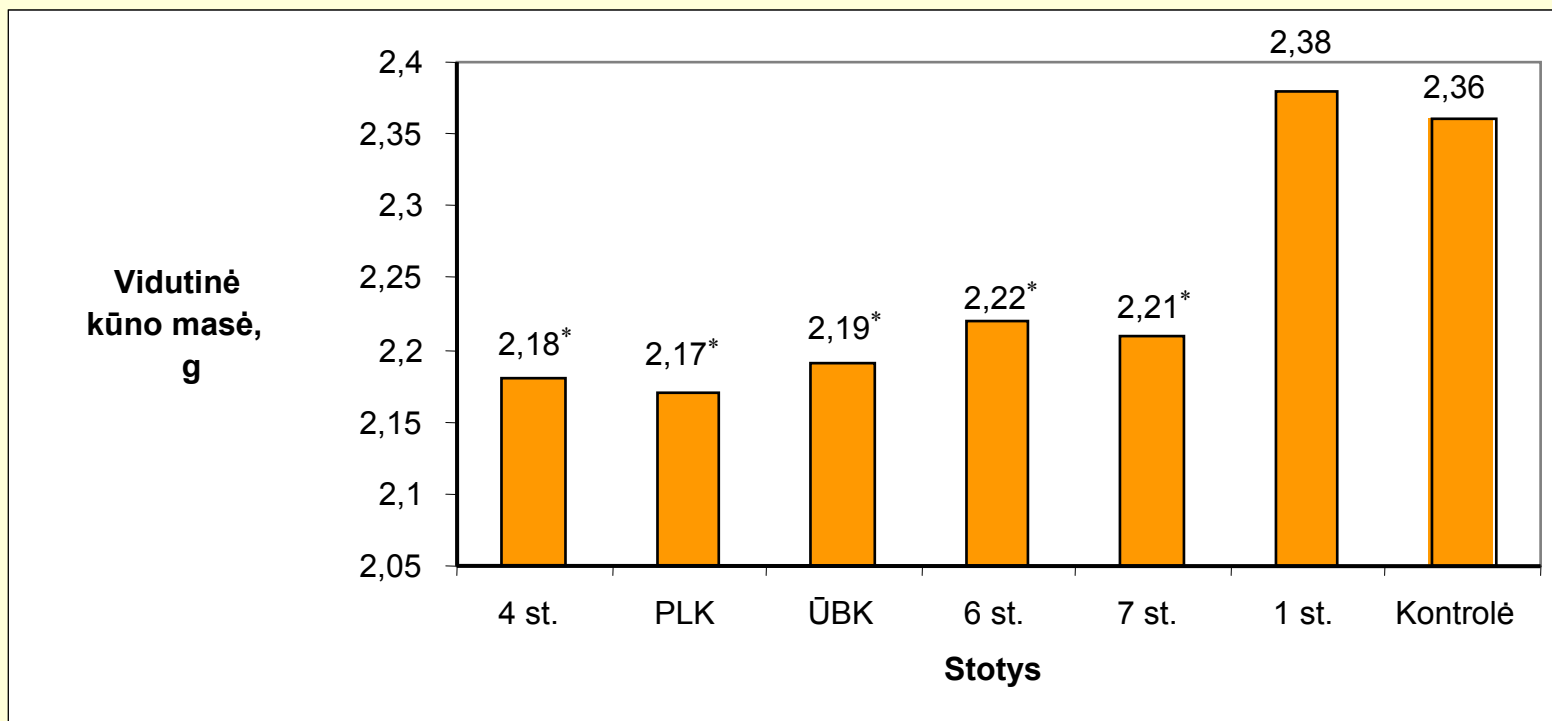
6 – stotis, į kurią patenka ŪBK kanalo nuotekos;

7 – stotis, į kurią patenka PLK-1 kanalo nuotekos.

6 pav. Ignalinos AE PLK-1 ir PV nuotekų kanalų bei Drūkšių ežero vandens ir dugno nuosėdų poveikis pipirnei 2007 metais



7 pav. Ignalinos AE pašildyto vandens išmetimo kanalo (PVK) ir Drūkšių ežero vandens ir dugno nuosėdų toksinio poveikio pipirinės šaknelių augimui kitimas 1996–2007 m. laikotarpiu



*rodiklių vertės statistiškai patikimai skiriasi nuo kontrolės ($p \leq 0,05$)

8 pav. Ignalinos AE nuotekų ir Drūkšių ežero vandens poveikis vaivorykštinio upėtakio jaunikių vidutinei kūno masei

Išvados

- 1988–2000 m. iš tiesiogiai į Drūkšių ežerą patenkančių IAE nuotekų labiausiai toksiškos augalams test-organizmams buvo PLK-1 kanalo nuotekos ir jame susidariusios dugno nuosėdos. Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekos (po valymo) ir jų trasoje į Drūkšių ežerą esančių Skripkų ežero ir Vosyliškių upelio vandenys ir dugno nuosėdos tirtiems augalams buvo toksiškesni negu IAE nuotekos.
- IAE nuotekos 1988–2000 m. turėtų būti priskirtos prie žemo toksiškumo nuotekų, nes daugeliu atvejų jos daugiašaknei maurei ir pipirnei sukėlė silpną toksinį poveikį arba buvo netoksiškos, tradeskantei buvo vidutiniškai arba stipriai genotoksiškos.
- 1988–2000 m. žemiausiu toksiškumu augalams test-organizmams pasižymėjo 1-osios Drūkšių ežero stoties vanduo ir dugno nuosėdos. Monitoringo stočių, esančių IAE nuotekų poveikio zonoje, vandens ir dugno nuosėdų toksiškumas augalams daugeliu atvejų buvo panašus į IAE nuotekų toksiškumą arba mažesnis. Ežero vanduo daugeliu atvejų daugiašaknei maurei buvo netoksiškas, pipirnei – silpnai toksiškas arba netoksiškas, o tradeskantei – 6-osios ir 7-osios stočių vanduo buvo vidutiniškai, o 1-osios stoties – silpnai arba vidutiniškai genotoksiškas.
- Drūkšių ežero dugno nuosėdų stipriausio toksiškumo pipirnei zonos daugeliu atveju sutapo su dugno nuosėdų arealo, patiriančio maksimalią geocheminę-užterštuminę apkrovą, ribomis. Tai rodo, kad IAE nuotekose esančios toksinės medžiagos, besikaupdamos ežero dugno nuosėdose, suformuoja dugno nuosėdų zonas, kurių toksiškumo augalams laipsnis yra padidėjęs. Antriniu Drūkšių ežero taršos šaltiniu gali tapti ir Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos kanalo, Skripkų ežero ir Vosyliškių upelio dugno nuosėdos.

Išvados

- 1986-1996 m. vaivorykštiniam upėtakiui labiausiai toksiškos buvo PLK-1 kanalo nuotekos (atitinkamai žuvo 79% ikrų ir 76% lervų), šiek tiek mažiau toksiškos – Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekos (po valymo) (atitinkamai žuvo 32% ikrų ir 55,9% lervų) ir PV kanalo nuotekos (atitinkamai žuvo 32,4% ikrų ir 40,2% lervų). 1-osios Drūkšių ežero monitoringo stoties vanduo upėtakio ikrams ir lervoms buvo netoksiškas (atitinkamai žuvo 9,3% ikrų ir 11,8 % lervų). Kontrolėje (atitinkamai žuvo 7,6% ikrų ir 9,4% lervų).
- 1989–1996 m. Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekose (po valymo), PVK ir PLK-1 kanalų nuotekose buvo stebimas upėtakio embrionų ir išsiritusių lervų fiziologinės būklės pablogėjimas: pakitę širdies susitraukimų bei kvėpavimo dažniai, sumažėjusi vidutinė kūno masė. 1996 m. PLK-1 nuotekose sulėtėjo embrionų širdies susitraukimų dažnis (87,4 krt./min., kontrolėje $96,2 \pm 1,8$ krt./min.), o lervų širdies ir kvėpavimo dažniai padidėjo (130,2 \pm 2,4; 136,2 \pm 1,8 krt./min., kontrolėje – 110,4 \pm 2,4; 106,4 \pm 2,4 krt./min.), nustatyta mažesnė lervų vidutinė kūno masė (56,8 \pm 2,4 mg, kontrolėje 70,8 \pm 2,2 mg).
- Didžiausią toksinį poveikį tiek upėtakio ikrams, tiek lervoms sukėlė 1996 m. gegužės ir liepos mėn. paimtos Visagino miesto ir IAE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekos, kuriose atitinkamai žuvo 32,0% ir 34,6% ikrų bei 55,9% ir 42,0% lervų. Spalio mėn. toksinis poveikis sumažėjo beveik 2 kartus.

Ačiū už dėmesį