

LIETUVOS ŽEMĖS ŪKIO UNIVERSITETAS

VANDENS ŪKIO IR ŽEMĖTVARKOS FAKULTETAS

Melioracijos katedra



Monika Remeikytė

**DRŪKŠIŲ EŽERO VANDENS KOKYBĘ LEMIANČIŲ VEIKSNIŲ
ANALIZĖ**

Magistrantūros studijų baigiamasis darbas

Studijų kryptis: Technologijos mokslai

Studijų kryptis: Aplinkos inžinerija

Studijų programa: Hidrotechnikos inžinerija

Akademija

2011

Magistrantūros studijų baigiamojo darbo valstybinė kvalifikacinė komisija:
(Patvirtinta Rektoriaus įsakymu 2011 m. balandžio 18 d. Nr. 101 - KS)

Pirmininkas: Lietuvos melioracijos įmonių asociacijos pirmininkas doc. dr. Kazys SIVICKIS

Nariai:

1. VŪŽF prodekanas doc. dr. Antanas DUMBRAUSKAS, LŽŪU
2. Melioracijos katedros vadėjas doc. dr. Liudas KINČIUS, LŽŪU
3. Statybinių konstrukcijų katedros vedėjas doc. dr. Feliksas MIKUCKIS, LŽŪU
4. Hidrotechnikos katedros vadėjas doc. dr. Algirdas RADZEVIČIUS, LŽŪU

Mokslinis vadovas lekt. dr. Skirmantas POCIUS, LŽŪU

Recenzentė doc. dr. Laima TAPARAUSKIENĖ, LŽŪU

Katedros vedėjas doc. dr. Liudas KINČIUS, LŽŪU

Oponentė dr. Jūratė KRIAUČIŪNIENĖ, LŽŪU

SANTRAUKA

Drūkšių ežeras – Ignalinos atominės elektrinės (IAE) buvęs aušintuvas. Ežero baseinas laikui bėgant patyrė didelį antropogeninį poveikį, kurį sukėlė urbanizacijos, pramonės ir žemės ūkio plėtra. Paviršinis vanduo, krituliai, turbinų aušinimo sistema – pagrindiniai veiksniai padarę įtaką vandens kokybei. Suvartotas vanduo buityje ir ūkyje patenka į nuotekų sistemą ir tampa biogeninių medžiagų pernašos į ežerą grandimi. Ežero trofinę būklę nulemia biogeninių elementų kiekiai ir antropogeninė veikla. Dėl suintensyvėjusios eutrofikacijos yra pakitusios mitybinės bazės bei šilumos įtakojamo vandenyje ištirpusio deguonies kiekio sumažėjimo. IAE ir Visagino miesto nuotekų sistemos eksploatacijos metu, ežero trofinė būklė pasikeitė nuo oligomezotrofinės iki beveik eutrofinės. Žuvų bendrijos sudėtis patvirtina, kad ežero būklė krypsta į neigiamą pusę. Padidėjus ežero vandens temperatūrai, atitinkamai keitėsi žuvų įvairovė bei jų bendrijų struktūra.

Pagrindiniai žodžiai: Drūkšių ežeras, vandens kokybė, eutrofinė būklė, koncentracija.

SUMMARY

ANALYSIS FACTORS IMPACTING WATER QUALITY OF DRŪKŠIAI LAKE

Drūkšiai Lake has been used to cool Ignalina Nuclear Power Plant (INPP). In the course of time the lake basin has incurred significant anthropogenic effect which was caused by urbanization, industrial development and agricultural activities. The water quality was mainly affected by the surface water, precipitation and turbine cooling system. Water used in the households and economy objects is transferred to the sewage system and thus contributes to the process of carrying biogenic substances to the lake. The trophic status of the lake is determined by amounts of biogenic elements and anthropogenic activities. Active eutrophication processes caused modifications in the nutrition basis, and the amount of oxygen dissolved in water has decreased due to heated water. Consequently, during the time of operation of INPP and Visaginas sewage system, the trophic status of the lake has changed from oligomezotrophic to almost eutrophic. Furthermore, composition of fish community shows that the general status of the lake is worsening. With increasing temperature of water, variety of fish and the structure of habitats thereof have been changing respectively.

Keywords: Drūkšiai Lake, water quality, eutrophic status, concentration.

TURINYS

TRUMPINIAI.....	6
ĮVADAS.....	7
1. LITERATŪROS APŽVALGA	8
1.1. Paviršiniai vandenys	8
1.2. Nuotekų valymas ir išleidimas	8
1.3. Pagrindinės nuotekų užterštumo charakteristikos	11
1.4. Dumblo šalinimas.....	13
1.5. Drūkšių ežeras – aušintuvas	15
1.6. Radionuklidai	18
2. TYRIMO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI	23
3. TYRIMO METODIKA	24
4. TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ IR APTARIMAS	27
4.1. Visagino miesto nuotekų valykla	27
4.2. Nuotekų valymo būdai	28
4.3. Atnaujinta Visagino miesto nuotekų valykla	30
4.3.1. Pirminis valymas	31
4.3.2. Antrinis valymas.....	32
4.4. SymBio® technologija	33
4.5. Teršalų koncentracijos po nuotekų valyklos atnaujinimo	34
4.6. Dumblo panaudojimas.....	42
4.6. Drūkšių ežero terminio režimo analizė.....	43
4.7. Drūkšių ežero radioekologinė būklė.....	44
4.8. Ignalinos atominės elektrinės uždarymo poveikis aplinkai.....	47
4.9. Naujos AE Lietuvoje poveikio aplinkai vertinimas	47
IŠVADOS.....	50
LITERATŪRA.....	51

TRUMPINIAI

BNV – buitiniai nutekamieji vandenys;

ES – Europos Sąjunga;

IAE – Ignalinos atominė elektrinė;

NAE – Naujoji atominė elektrinė;

PAV – poveikio aplinkai vertinimas;

UBR – upės baseino rajonas.

IVADAS

Vanduo žemėje yra vienas svarbiausių veiksnių, lemiančių gyvybės buvimą mūsų planetoje praeityje, dabar ir ateityje. Šiuolaikinis mokslas teigia, kad be vandens negali funkcionuoti ekosistemos, jis yra svarbus kaip veiksnys į visumą siejantis vandens ir sausumos ekosistemas. Kiekvienais metais, didėjant žmogaus veiklos įtakai aplinkai, pažeidžiant natūralų ekosistemų hidrologinį ir cheminį balansą bei griežtėjant tarptautiniams aplinkos apsaugos reikalavimams, vis opesne problema Lietuvoje tampa paviršinio vandens kokybė. Tai įtakoja į paviršinius vandenis patenkantys nemaži organinių ir mineralinių junginių kiekiai kritulių pavidalu, žemės ūkio ir kitoms reikmėms naudojami trąšų šaltiniai bei nemaži žmogaus gamybinėms reikmėms panaudoti vandenys gražinami užteršti pramoniniais bei buitiniais teršalais.

Vandenu taršos šaltiniai labai įvairūs. Pirmiausia, tai didžiųjų miestų ir miestelių bei pramonės įmonių tarša, įvardijama kaip koncentruotoji (sutelktoji) tarša. Prie koncentruotosios taršos šaltinių galima priskirti ir gyvulininkystės fermų, žemės ūkio produkcijos perdirbimo cechų taršą. Tuo tarpu žemdirbystės laukai, juose vykdoma intensyvi žemės ūkio produkcijos gamyba priskiriama prie pasklidusios taršos šaltinių (Šaulys, 2007). Dėl pastovios Ignalinos AE aušinimo baseino (Drūkšių ežero) cheminės, taip pat ir terminės taršos per du dešimtmečius įvyko radikalūs ežero ekosistemos pokyčiai, padarę įtaką ir karbonatinės sistemos būsenai šiame vandens telkinyje. 1992 metais, buvo užfiksuoti ryškūs jos destabilizacijos atvejai, kurių metu kietas CaCO_3 galėjo iškristi į nuosėdas iš skystos fazės net tada, kai nėra kristalizacijos centrų (Esminių..., 2001).

Drūkšių ežeras labiausiai teršiamas Visagino miesto nuotekomis, tačiau 2010 metų vasarą pradėję veikti nauji nuotekų valymo įrenginiai sustabdė pavojingiausių medžiagų (azoto ir fosforo) skverbimąsi į vandens telkinį.

Temos aktualumas. Augant ekonomikai, didėjant poreikiams yra saunaudojama vis daugiau vandens, tuo pat metu didėja ir nuotekų kiekiai, kurioms išvalyti reikia didelių investicijų. Nevalytos nuotekos teršia aplinką, vandens telkinius. Nevaldoma padėtis priverstų prie ilgalaikių padarinių, kuriuos sutvarkyti būtų dar sunkiau. Nuotekos – vandeniui organizuotai šalinamos atliekos, kurios susidaro dėl žmogaus medžiagų apykaitos ir buitinės veiklos arba gamybos proceso metu.

Darbo tikslas: išnagrinėti pagrindinius veiksnius, lemiančius Drūkšių ežero vandens kokybę.

1. LITERATŪROS APŽVALGA

1.1. Paviršiniai vandenys

Paviršinis vandens telkinys – identifikuota reikšminga vandens aplinkos dalis, esanti žemės paviršiuje, tai yra: upė ar jos dalis, kanalas, ežeras, tvenkinys, kūdra, rekultivuotas į vandens telkinį karjeras. Prie paviršinių vandens telkinių taip pat priskiriami tarpinių ir priekrantės vandenų plotai (Lietuvos..., 1997).

Ignalinos atominė elektrinė – pats didžiausias paviršinio vandens naudotojas. Uždarius ir antrąjį bloką, vandens poreikiai sumažėjo.

Nemažai vandens sunaudoja ir šiluminės elektrinės. Apie 95 % šiluminių elektrinių nuotekų sudaro aušinimui skirtas vanduo, kuris nedaug užterštas. Elektrinių įtaka hidrologiniam ir biologiniam vandens telkinių režimui gana įvairi. Pirmiausia tai susiję su gyvų organizmų traumavimu patekus jiems į įrenginius. Vandeni teršia papildoma šiluma, su vandeniu patenkanti į telkinį ir pakelianti telkinio vandens temperatūrą bei tarša su išleidžiamu vandeniu (naftos produktai, sunkiųjų metalų druskos, rūgštys ir šarmai), o per atmosferos taršą – ir pelenais, sieros, azoto junginiais ir kt.

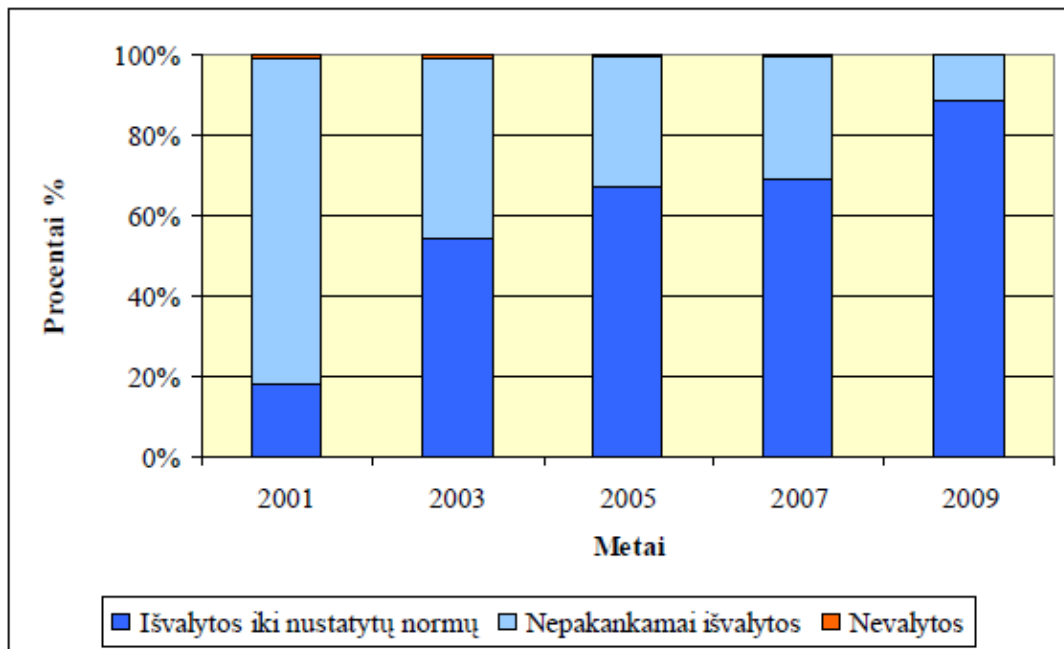
Hidroelektrinių ir hidroakumuliacinių elektrinių įtaka aplinkai pasireiškia vandens lygių svyravimais tvenkiniuose, kas didina krantų eroziją, veikia žuvų neršto ir mitybos sąlygas, tvenkinio augaliją. Svarbiausia tai, kad pastačius užtvanką nutrūksta natūralūs žuvų migracijos keliai, kurių nekompensuoja ir žuvitakių įrengimas (Šaulys, 2007).

Vandenų taršos šaltiniai labai įvairūs. Pirmiausia tai didžiųjų miestų ir miestelių bei pramonės įmonių tarša, įvardijama kaip koncentruotoji (sutelktoji) tarša. Prie koncentruotosios taršos šaltinių galima priskirti ir gyvulininkystės fermų, žemės ūkio produkcijos perdirbimo cechų taršą. Tuo tarpu žemdirbystės laukai, juose vykdoma intensyvi žemės ūkio produkcijos gamyba priskiriami prie pasklidosios taršos šaltinių. Kadangi pagrindinė pasklidosios taršos šaltinių taršos priežastis yra nitratai iš žemės ūkio šaltinių, pradedamas riboti įterpiamo azoto kiekis hektarui (Nitratų direktyva, (91/676/EEB) (Šaulys, 2007).

1.2. Nuotekų valymas ir išleidimas

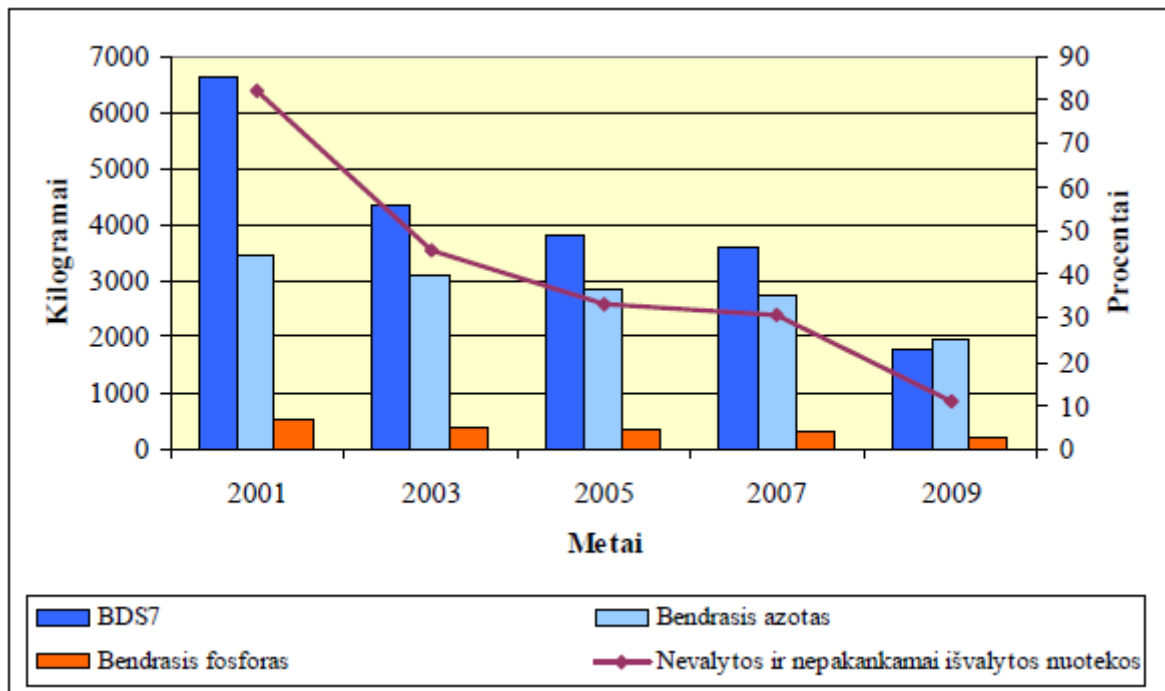
Į paviršinius vandens telkinius 2009 m. buvo išleista 169,6 mln. m³ valytinų buitinių ir gamybinių nuotekų. Iš 95 aglomeracijas aptarnaujančių nuotekų valymo įrenginių išleidžiama beveik 90 proc. šio nuotekų kiekio. Taigi, bendra nuotekų išvalymo kokybė Lietuvoje daugiausia priklauso nuo nuotekų tvarkymo šiose aglomeracijose. Likusi valytinų buitinių ir gamybinių nuotekų dalis išleidžiama iš pramonės įmonių, mažų gyvenviečių ir kitų objektų.

Visą dešimtmetį dėl statomų naujų ar rekonstruotų senų nuotekų valymo įrenginių nuotekų išvalymo kokybė sparčiai augo. 2009 m. išvalytų iki nustatytų normų nuotekų kiekis pasiekė aukštą – 88,9 proc. ribą, kai tuo tarpu, 2001 m. siekė tik 17,8 proc. Nepakankamai išvalytų nuotekų kiekis atitinkamai sumažėjo – 2009 m. sudarė tik 11,1 proc., o 2001 m. – 81,2 proc. viso reikalaujančių valymo nuotekų kiekio. Beveik nebeliko išleidžiamų be valymo buitinių ir gamybinių nuotekų (2009 m – 0,05 proc.). Didžiausi šuoliai nuotekų išvalymo kokybės pagerėjime pastebimi 2003 ir 2009 m. Tam lemiamą įtaką turėjo didžiausias Lietuvos aglomeracijas aptarnaujančių Vilniaus miesto nuotekų valymo įrenginių modernizavimas 2002 m. ir naujų Kauno miesto nuotekų valymo įrenginių paleidimas 2008 m. antroje pusėje. Išleidžiamų nuotekų kokybė kasmet gerėjo, 2001 metais buvo vos 20%, o kasmet didėjanti kokybė pakilo iki 90% (1.1 pav.) (Aplinkos..., 2010).



1.1 pav. 2001 - 2009 m. į paviršinius vandenius išleistų buitinių ir gamybinių nuotekų kitimo dinamika (Aplinkos..., 2010)

Į paviršinius vandenius išleidžiamų buitinių ir gamybinių nuotekų atitikimą normoms lemia pagrindinių teršalų: biocheminio deguonies suvartojimo (BDS_7), bendrojo azoto ($N_{bendras}$) ir bendrojo fosforo ($P_{bendras}$) išvalymo ir išleidimo parametrai. 2009 m., lyginant su 2001 metais, šių teršalų išleidimas į paviršinius vandenius atitinkamai sumažėjo 26,9 proc., 57,4 proc. ir 36,4 proc. Išleidžiamų pagrindinių teršalų kiekis mažėjo, proporcingai nevalytų ir nepakankamai išvalytų nuotekų daliai 2001 – 2009 m. (1.2 pav.) (Aplinkos..., 2010).

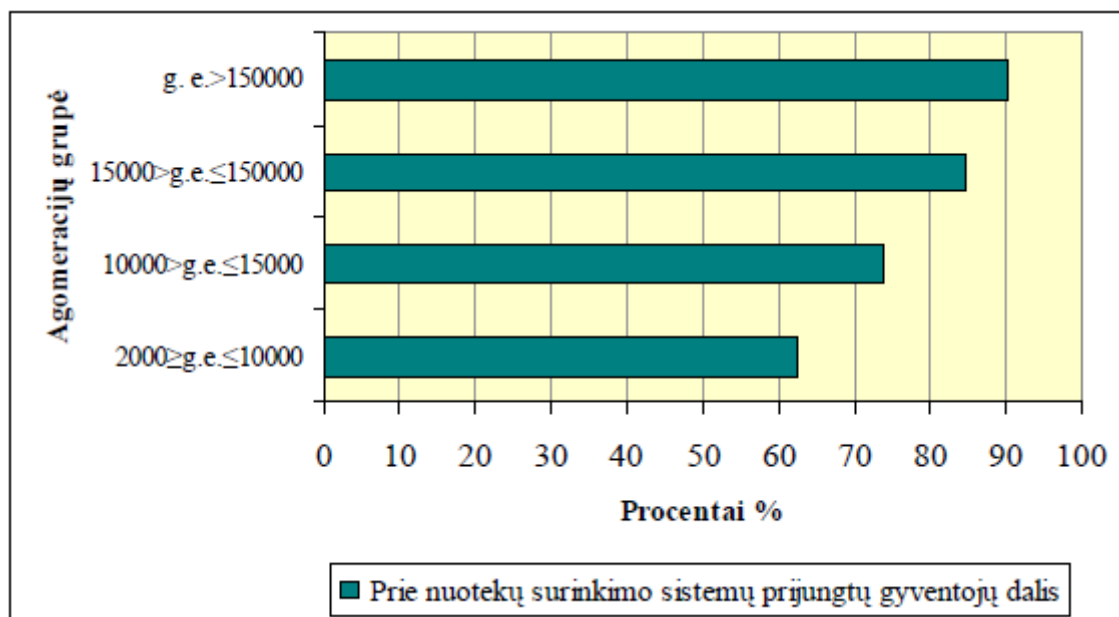


1.2 pav. 2001-2009 m. į paviršinius vandens telkinius išleistų pagrindinių teršalų kitimo dinamika (Aplinkos..., 2010)

Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos duomenimis bendras nuotekų surinkimo sistemų (nuotakynų) ilgis 2008 m. siekė 7089 km (2006 m. – 6824 km), 2009 m. – apie 7579 km. Beveik visose aglomeracijose paviršinių nuotekų nuotakynas yra atskiras nuo buitinių bei gamybinių nuotekų nuotakyno, tik kai kurių miestų senamiesčio dalies paviršinės nuotekos nukreipiamos į bendrą nuotakyną. Pagrindiniai kriterijai, pagal kuriuos nustatoma ar nuotekų surinkimo sistema atitinka Miesto nuotekų valymo direktyvos reikalavimus, yra šie:

- nuotekų surinkimo sistema pastatyta atsižvelgiant į miesto nuotekų tūrį ir pobūdį;
- apsaugota nuo nuotekų prasisunkimo į gruntą;
- apsaugota nuo išsiliejimo (persipildymo) liūčių metu.

Svarbus parametras, parodantis nuotakyno apkrovimą, yra besinaudojančių bendra nuotekų surinkimo sistema gyventojų skaičius (1.3 pav.) (Aplinkos..., 2010).



1.3 pav. Gyventojų, prijungtų prie nuotekų surinkimo sistemų, dalis aglomeracijose 2009 m. (Aplinkos..., 2010)

Daugiausiai gyventojų prie nuotakynų prijungta Visagino, Nidos, Pravieniškių, Naujosios Akmenės aglomeracijose, mažiausiai – Žagarės, Pagėgių, Skaudvilės, Eišiškių, Baisogalos, Linkuvos aglomeracijose. Dėl ekonominių sunkumų gyventojai mažiau jungiasi prie centralizuotų sistemų. Tai ypač būdinga mažesnėse gyvenvietėse.

Apie nuotekų surinkimo sistemų techninę būklę galima spręsti pagal lietaus ir infiltracinio vandens dalį bendrame nuotekų kiekyje, kuris patenka į nuotakyną. Valstybinės kainų ir energetikos kontrolės komisijos duomenimis 2008 metais Lietuvoje infiltracija sudarė beveik 40 procentų viso nuotekų kiekio, kas liudija, kad dar nemaža dalis nuotakynų tinklų gana susidėvėję ir nesandarūs, todėl reikalingas jų atnaujinimas.

Pagal patvirtintas ES Sanglaudos fondų ir ES 2007 – 2013 m. struktūrinės paramos strategijas, reikalavimų neatitinkančios ar susidėvėjusios nuotekų surinkimo sistemos rekonstruojamos ar plečiamos (Aplinkos..., 2010).

1.3. Pagrindinės nuotekų užterštumo charakteristikos

Buitinių nuotekų užterštumo lygį apibūdina, pirmiausiai, tokie pagrindiniai rodikliai kaip biocheminis deguonies sunaudojimas (BDS_7) ir skendinčiosios medžiagos (SM).

Biocheminis deguonies sunaudojimas (BDS_7) yra nuotekų užterštumo organinėmis medžiagomis rodiklis. Jis rodo deguonies kiekį, būtiną biocheminiam lengvai skylančių organinių teršalų oksidavimui per 7 paras atlikti. Deguonies poreikis išreiškiamas dimensija mg/l. Naudojama ir BDS_7 išraiška g/žm.d. Ji rodo iš vieno gyventojų per parą į nuotekas patenkančių organinių teršalų kiekį gramais.

Skendinčiosios medžiagos – visos mineralinės ir organinės medžiagos pakibusios dalelės, esančios nuotekose arba vandenyje (upių, ežerų). Jų koncentracija išreiškiama mg/l.

Dalis skendinčių medžiagų, sumažėjus nuotekų tėkmės greičiui, nusėda. Tai – nuosėdos (dumblas).

Be šių rodiklių, aktualūs yra ir kiti rodikliai – cheminis deguonies suvartojimas (ChDS), bendras azotas (N_b), bendras fosforas (P_b) ir kiti.

Cheminis deguonies suvartojimas (ChDS) – deguonies kiekis, suvartojamas nuotekose arba vandenyje esančių organinių medžiagų oksidavimui, taikant bichromatinį metodą. Jis išreiškiamas mg/l.

ChDS rodo ne tik lengvai oksiduojamų organinių medžiagų kiekį (jį rodo BDS_7), bet ir biocheminiu būdu sunkiai oksiduojamų arba visai neoksiduojamų organinių medžiagų kiekį. Todėl to paties nuotekų (arba vandens) mėginio ChDS (mg/l) skaitinė reikšmė visada yra didesnė už BDS_7 (mg/l).

Buitinėse nuotekose ChDS ir BDS_7 santykis yra apie 1,5. Jei šis santykis yra ženkliai didesnis, tai gali rodyti pramoninės kilmės, sunkiau skylančių organinių medžiagų buvimą nuotekose. Biologiškai nuotekos valomos, jei ChDS ir BDS_7 santykis neviršija 2,5.

Buitinėse nuotekose esantys azoto junginiai yra, pagrindiniai, baltymų ir šlapimo irimo produktas. Organinės kilmės azotas biologinių reakcijų išdavoje paverčiamas į laisvą amoniaką (NH_3) arba amonio azotą (NH_4).

Amonio azotas, biologinių, oksidacinių reakcijų išdavoje, jungiasi su deguonimi, vyksta nitrifikacija ir jis virsta nitritais (NO_2^-), o toliau, jį oksiduojant, nitratais (NO_3^-).

Nitratai ir nitritai valytose nuotekose rodo aukštą azoto junginių skaidos (oksidacijos) laipsnį. Didesnės nitrato koncentracijos yra gero nuotekų išvalymo požymis, tačiau vandens telkiniuose nitratai sukelia intensyvių augalijos augimą ir, dėl to, vandenų teršimą. Todėl valytose nuotekose jie yra nepageidaujami.

Vykstant denitrifikacijai, nitratai yra redukuojami. Nesant aplinkoje ištirpusio deguonies ir veikiant fakultatyvinėms bakterijoms, suardomi nitratai, vyksta denitrifikacija.

Visų formų azoto junginių, esančių nuotekose arba vandenyje, suma išreiškiama bendruoju azotu (N_b , mg/l).

Didesni kaip 10 – 15 mg/l bendrojo azoto kiekiai valytose nuotekose yra žalingi vandens telkiniams.

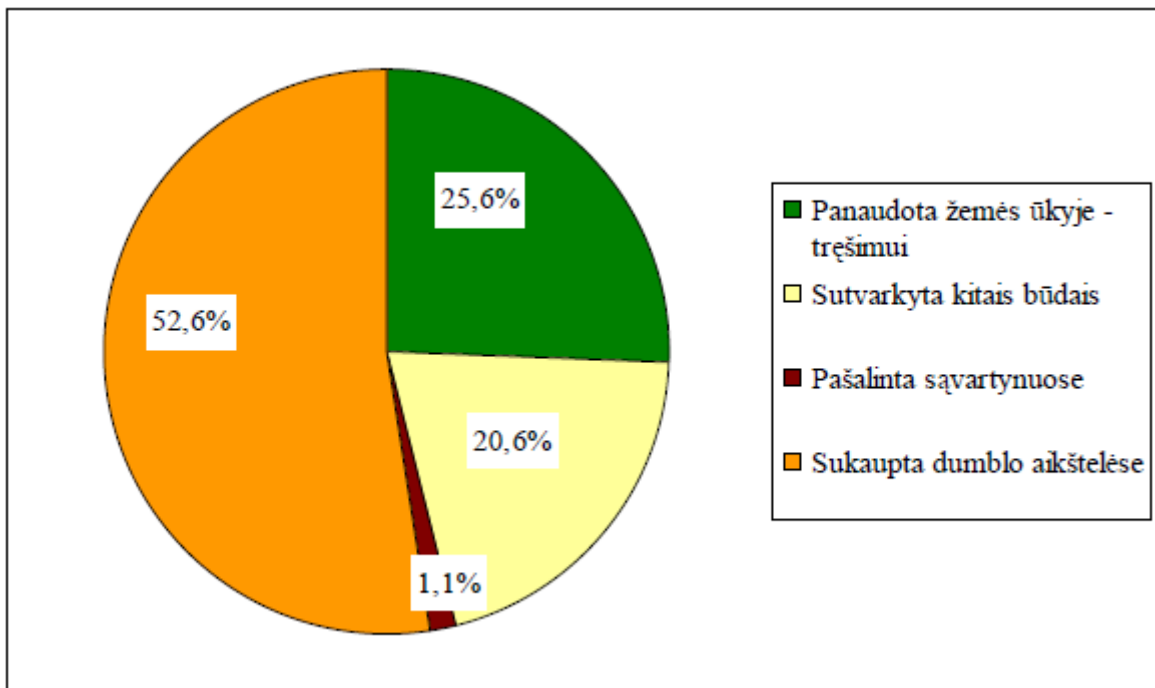
Visų nuotekose arba vandenyje esančių įvairių formų fosforo junginių suma, išreikšta fosforo kiekiu, vadinama bendruoju fosforu (P_b , mg/l).

Didesni bendrojo fosforo kiekiai (per 1 – 2 mg/l) valytose nuotekose yra nepageidaujami, nes jie, kaip ir azoto junginiai, sukelia vandens telkinių eutrofikaciją, t.y. jų prisotinimą biogeninėmis (vandens augalijos vystymąsi skatinančiomis) medžiagomis.

Nuotekų valymo praktikoje taip pat naudojami ir kiti organinio užterštumo rodikliai (fosfatai ir t.t.), o taip pat nuotekų bakterinis užterštumas (Mažų..., 2003).

1.4. Dumblo šalinimas

Valant nuotekas kaip šalutinis produktas (atlieka) susidaro nuotekų dumblas. Lietuvoje 2009 m. susidarė beveik 51 000 t nuotekų dumblo, o vienam Lietuvos gyventojui teko apie 15 kg nuotekų dumblo (paskaičiuota sausomis medžiagomis). 95 aglomeracijose buvo sutvarkyta 49261 t nuotekų dumblo. 2009 metais dumblas daugiausiai buvo kaupiamas dumblo aikštelėse, taip pat panaudota žemės ūkyje ir sutvarkytas kitais būdais. Mažiausiai dumblas buvo šalinamas sąvartynuose (1.4 pav.).



1.4 pav. 2009 m. sutvarkyto dumblo kiekio pasiskirstymas pagal tvarkymo būdus (Aplinkos..., 2010)

Nuotekų dumblo tvarkymas ir utilizavimas šiuo metu yra globali problema. Griežtėjantys aplinkosauginiai reikalavimai Lietuvoje skatina diegti modernias ir efektyvias nuotekų valymo technologijas. Plečiant nuotekų surinkimo ir valymo infrastruktūrą, proporcingai didėja ir nuotekų valymo metu susidaranti dumblo kiekis. Dumblo aikštelėse sukaupti dideli dumblo kiekiai, kurių tvarkymas iki šiol naudojamais būdais pradeda kelti grėsmę aplinkai, nebeatitinka ilgalaikių visuomenės interesų, prieštarauja darnios plėtros principams. Todėl ieškoma efektyviausių būdų nuotekų dumbliui apdoroti, kyla poreikis neatidėliotinai diegti modernesnes, našesnes ir aplinkai palankesnes dumblo tvarkymo technologijas bei sukurti nuotekų dumblo tvarkymo infrastruktūrą, leidžiančią panaudoti esamas dumblo sancaupas ir naujai susidarantį dumblą energetinėms reikmėms.

Pasaulinėje praktikoje nėra kokių nors vyraujančių nuotekų dumblo utilizavimo būdų: vienur jis deginamas, kitur sandėliuojamas sąvartynuose, kompostuojamas, taip pat naudojamas žemės ūkyje, energetinių kultūrų (greitai augančių želdinių, kurių paskirtis – tiesioginis panaudojimas biokuro gamybai) auginimui bei pažeistų teritorijų (karjerų, išekspluotų durpynų, uždaromų sąvartynų, kelių sankasų ir kt.) rekultivavimui. Todėl, pasirenkant dumblo tvarkymo būdus, atsižvelgiama į šalies ekologinę – ekonominę padėtį.

Lietuvoje šiuo metu kuriama dumblo tvarkymo infrastruktūra. Valstybiniame strateginiame atliekų tvarkymo plane, patvirtintame Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2007 m. spalio 31 d. nutarimu Nr. 1224 (Žin., 2007, Nr. 40-1499; Žin., 2007, Nr. 122-5003), akcentuota, kad, siekiant sukurti ekonomiškai efektyvią komunalinių nuotekų valymo metu susidarančio dumblo tvarkymo sistemą, vienas iš strateginių atliekų tvarkymo tikslų – iki 2013 metų Lietuvoje sukurti reikiamus komunalinių nuotekų dumblo tvarkymo pajėgumus. Tam numatyta didžiuosiuose miestuose pastatyti reikalavimus atitinkančius dumblo apdorojimo įrenginius, kurių našumo pakaktų apskrityje susidarančiam dumblui tvarkyti. Pasirenkant nuotekų valymo metu susidarančio dumblo tvarkymo būdus, turi būti siekiama, kad sutvarkytas dumblas būtų tinkamas kuo įvairiau ir saugiau naudoti, užtikrinant galimybes pilnai išnaudoti nuotekų dumblo energetinį potencialą ir maistinę vertę. Komunalinių nuotekų valymo metu susidarančio dumblo šalinimas sąvartynuose, dumblo aikštelėse ar kitokiose talpyklose turi būti nutrauktas ne vėliau kaip iki 2013 metų.

Įgyvendinant Valstybinio strateginio atliekų tvarkymo plano tikslus, Lietuvoje 2007-2013 m. laikotarpiu numatyta įkurti 10 regioninių dumblo tvarkymo centrų, kuriuose dumblas turi būti tvarkomas pūdymo, džiovinimo ir kompostavimo įrenginiuose. Šiuo metu Kaune, Utenoje ir Panevėžyje veikiančiuose nuotekų dumblo anaerobinio stabilizavimo įrenginiuose numatyta įdiegti džiovinimo grandį. Šiauliuose, Klaipėdoje, Alytuje, Šilutėje, Telšiuose, Tauragėje ir Mažeikiuose įgyvendinami arba numatytas finansavimas projektams, kurių tikslas įdiegti arba modernizuoti dumblo apdorojimo įrenginius, papildant juos trūkstantomis grandimis: sausinimu, pūdymu ir džiovinimu. Tokių dumblo apdorojimo įrenginių statybos darbai pradėti arba jiems skirtas finansavimas Vilniuje, Marijampolėje, Kėdainiuose, Visagine, o nuotekų dumblo kompostavimo aikšteles bus pastatytos Druskininkuose, Kaišiadoryse, Raseiniuose, Naujojoje Akmenėje, Kelmėje, Švenčionėliuose, Ukmergėje, Jonavoje ir Biržuose. Didžioji dalis lėšų šiems projektams įgyvendinti bus skiriama iš Sanglaudos fondo. Šių projektų įgyvendinimas prisidės prie 2007 - 2013 m. Sanglaudos skatinimo veiksmų programos įgyvendinimo, kurioje numatoma, kad įgyvendinus programą apie 80% Lietuvoje susidarančio dumblo bus tvarkoma taikant modernias technologijas (Aplinkos..., 2010).

1.5. Drūkšių ežeras – aušintuvas

Ignalinos AE aušinimo baseino (Drūkšių ežero) ekosistemoje dėl pastovios cheminės ir šiluminės taršos (Visagino miesto ir pačios AE buitinais nutekamaisiais vandenimis) per du paskutinius dešimtmečius įvyko radikalūs pokyčiai, kurie neišvengiamai paveikė ir ežero karbonatinės sistemos būseną.

Drūkšių ežeras – paviršinių vandens telkinių atstovas, kurio natūralus vystymasis pavertus jį Ignalinos AE aušinimo baseinu ir nukreipus į jį Visagino miesto buitinius nutekamuosius vandenį, iš kurių nepašalinami azoto ir fosforo junginiai, radikaliai pažeistas. Šie faktoriai tiesiogiai veikia ežero vandens cheminę sudėtį ir jos dinamiką. Vienas iš labai svarbių ir informatyvių ežero hidrochemijos situaciją atspindinčių rodiklių yra jo karbonatinės sistemos (karbonatinės-kalcinės pusiausvyros) būseną. Šios būsenos įvertinimas aktualus ne tik todėl, kad su karbonatine sistema tiesiogiai ir netiesiogiai susiję beveik visi vandenyje ištirpę komponentai bei jų cheminės formos, bet ir todėl, kad tos būsenos pokyčiai keičia ir ežero vandens, dalyvaujančio AE aušinimo sistemos funkcionavime, techninę kokybę (Esminių..., 2001).

Radikalius pokyčius ežero ekosistemoje per tokį trumpą laiką lėmė tai, kad laiku nebuvo atlikta išsami ir kompetentinga Ignalinos AE statybos ekologinė ekspertizė, kuri, be viso kito, turėjo numatyti ir besąlygiškai būtiną vandensaugos priemonių kompleksą. Faktiškai todėl dar iki AE darbo pradžios (taigi ir iki ežero šiluminės taršos atsiradimo) prasidėjo jo pastovi cheminė tarša Visagino miesto (apie 30 000 gyventojų) ir pačios AE buitinais nutekamaisiais vandenimis (BNV). Šie vandenys patenka į ežero pietinėje dalyje esančią didelę ir seklią įlanką iš BNV valymo įrenginių, iš kurių nepašalinami nuotekose esantys azoto ir fosforo junginiai. Buitiniai nutekamieji vandenys tapo pagrindiniu labai svarbiu taškiniu Drūkšių ežero teršėju biogenais (Esminių..., 2001).

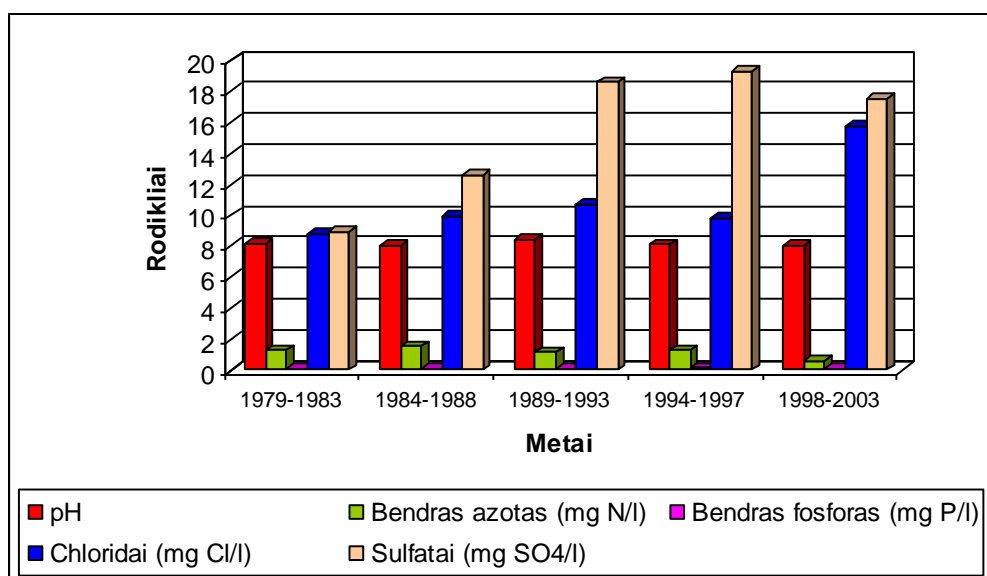
Išsamūs biogeninių medžiagų tyrimai, atlikti 1979–1997 m. (monitoringas 1998–2002 m.) laikotarpiu, jų išvadų svarba kitiems tyrimams (papildomo garavimo nuo vandens paviršiaus pasekmių prognozavimui, organinės medžiagos pirminės produkcijos ir destrukcijos procesų, zooplanktono struktūros kitimo tendencijų, ežero dugno nuosėdų medžiaginės sudėties ypatumų, ichtiologiniams, bakterioplanktono) ir reikšmė patikimesniam hidrocheminių stebėjimų rezultatų interpretavimui. Dėl nepalaužiamai plūstančių į Drūkšių ežerą Visagino miesto buitinių nuotekų sparčiai keičiasi ežero trofinė būseną (toliau vyksta jo eutrofikacija). Jo vanduo nuolat teršiamas biogeninėmis, organinėmis medžiagomis. Iki Visagino miesto ir AE atsiradimo buvęs švarus vandens telkinys tapo užterštu vidutiniškai, o pietinėje dalyje – ir labai užterštu. Ežero tarša blogina ne tik techninę, bet ir sanitarinę

vandens kokybę. Todėl turėtų būti kuo skubiausiai įdiegtos tobulesnės BNV valymo sistemos, neleidžiančioms azoto ir fosforo junginiams patekti į Drūkšių ežerą.

Pagal hidrocheminius parametrus bei chlorofilą Dauguvos UBR 2005–2006 metų laikotarpiu buvo tirtas Drūkšių ežeras (2006 metais). Drūkšiai priklauso veiklos monitoringo tyrimo vietų tinklui, kadangi jis yra veikiamas Ignalinos AE šildomosios įtakos bei Visagino nuotekų valymo įrenginių išmetimų. Nepaisant to, tyrimų rezultatai parodė, kad šis ežeras buvo labai geros būklės pagal chlorofilą a ir geros būklės pagal bendrąjį azotą bei bendrąjį fosforą.

Tyrimo metu daug dėmesio buvo atkreipta į azoto ir fosforo medžiagas (Salickaitė – Bunikienė ir kt., 2003). 1998 – 2002 metais surinkti azoto junginių koncentracijos rezultatai, kurie leidžia suprasti apie ežero vandens būklę. Azotas (N) – yra cheminis elementas. Azotas yra svarbi organinių junginių dalis. Standartinėje temperatūroje azotas yra bespalvės, bekvapės, beskonės dujos.

Hidrocheminė stebėseną Drūkšių ežere prasidėjo 1979 metais. Vandens monitoringas Drūkšių ežere, Lietuvos teritorijoje, atliekamas nuo 1999 metų iki dabar. Po atominės elektrinės pastatymo ežero vandenyje įvairių koncentracijų kiekiai kasmet didėdavo, daugiausiai sulfatinių ir chloridinių junginių (1.5 pav.).



1.5 pav. Vidutinė daugiametė įvairių koncentracijų reikšmė Drūkšių ežere (Salickaitė-Bunikienė ir kt., 2003)

Teršalai į ežerą Gulbinėlės upe patenka iš Skryto (Skripkų) ež., į kurį atsiveria Visagino nuotekų valyklos (toliau-NV) išleistuvai. Ežero ekologinės būklės prastėjimą labai paspartino ir nenatūraliai aukšta vandens temperatūra (ežero vanduo buvo naudojamas Ignalinos atominės elektrinės aušinimui). Šiuo metu Visagino NV yra modernizuoti, taip pat Visagino savivaldybė yra numačiusi ir Skripkų ežero (sąlygojančio antrinę Drūkšių ežero taršą) valymą, tad tikėtina, kad taršos apkrova netolimoje ateityje bus ženkliai sumažinta.

Prie Drūkšių ežero planuojama pastatyti ir pradėti eksploatuoti naują atominę elektrinę. Prieš pradėdant elektrinės eksploataciją, ežere turėtų būti detaliau iširtos bazinės kokybės elementų vertės (nustatyta bazinė ežero būklė), t.y. vykdomas tiriamasis monitoringas. Jeigu elektrinė būtų pastatyta bei jos eksploatacija būtų pradėta šio monitoringo ciklo pabaigoje ar sekančio pradžioje, vienus metus prieš eksploatacijos pradžią turėtų būti atlikti intensyvesni bendrųjų fizikinių-cheminių elementų rodiklių bei fitoplanktono rodiklių tyrimai, juos atliekant ne 4, o 9 kartus per metus.

Ežero ekologinės būklės prastėjimą (eutrofikacijos procesą) labai paspartino nenatūraliai aukšta vandens temperatūra - ežero vanduo buvo naudojamas šiuo metu jau nebeveikiančios Ignalinos AE aušinimui. Tikėtina, kad nutraukus Ignalinos AE veiklą ir sumažinus taršą, ežere yra galimi tam tikro masto grįžtamieji procesai (jų stebėjimui pasiūlytas tiriamasis monitoringas). Tačiau prie Drūkšių ežero planuojama statyti naują atominę elektrinę, kuri yra itin svarbi socialiniam-ekonominiam šalies gerbūviui. Tokiu atveju ežero vanduo neišvengiamai vėl bus šildomas (naudojamas reaktorių aušinimui), dėl ko grįžtamieji procesai gali labai sulėtėti ar apskritai nevykti. Sprendžiant pagal žuvų bendrijų struktūrą, šiuo metru ežeras iš mezotrofinio yra virtęs eutrofiniu. Kai kurios stenoterminės žuvų rūšys (kurių gyvensenai yra būtinas pakankamo dydžio šalto, deguonimi prisotinto vandens tūris) jau yra išnykusios (ežerinės stintelės), kitų gausumas yra labai sumažėjęs (seliavos), gana dideli pokyčiai ir kitų, vandens temperatūrai mažiau jautrių žuvų rūšių populiacijose. Jeigu vanduo bus vėl „pašildomas“ (kad ir laikantis galiojusių leistinos terminės taršos normatyvų), buvusi žuvų bendrija nebeatsikurs. Tikėtina, kad išliks pokyčiai ir makrofitų bei fitoplanktono bendrijose. Tokiu atveju, gera ežero ekologinė būklė pagal žuvų ir kitų biologinių elementų rodiklius kažin ar galės būti pasiekta. Todėl, jeigu nauja atominė elektrinė bus pastatyta, dėl techninių sąlygų turės būti užsibrėžtas ne toks aukštas tikslas, t.y. užtikrinti ne „gerą“, o bent „vidutinę“ Drūkšių ež. ekologinę būklę.

Drūkšių ežerui dėl į jį patenkančios antrinės taršos iš Skripkų ežero, gerą ekologinę būklę pasiekti nėra galimybių, tačiau Visagino savivaldybė yra numačiusi Skripkų ežero išvalymą, tad tikėtina, kad Drūkšių ežero taršos apkrova netolimoje ateityje bus ženkliai sumažinta. Tačiau stovinčio vandens bei mažo pratakumo vandens telkinių savaiminio apsivalymo procesai yra kur kas lėtesni, nei tekančio vandens ekosistemose. Ypač lėtai atsikuria inertiškesnių biologinių elementų – makrofitų ir žuvų bendrijos (Dauguvos..., 2010).

1.6. Radionuklidai

Radioaktyviųjų medžiagų šaltiniai yra dvejopo pobūdžio - gamtiniai ir antropogeniniai. Gamtiniai radioaktyvūs nuklidai patenka į atmosferą iš viršutinių žemės sluoksnių, taip pat susidaro sąveikaujant kosminiams spinduliams su ore esančių medžiagų atomų branduoliais. Šių radionuklidų koncentracija kinta priklausomai nuo meteorologinių sąlygų, saulės aktyvumo ir kitų faktorių. Gamta ir žmogus yra prisitaikę prie natūralios kilmės radioaktyviųjų medžiagų poveikio, jei nėra radionuklidų sankaupų tam tikrose vietose.

Didžiausią pavojų kelia dirbtiniai radionuklidai. Uždraudus branduolinius bandymus ore ir vandenyje, pagrindinis dirbtinių radionuklidų šaltinis yra branduolinio kuro ciklas: urano rūdos kasimas ir perdirbimas, atominės elektrinės bei branduolinio kuro perdirbimo įmonės. Vienam elektros energijos galios gigavatui, pagamintam atominėse elektrinėse, kasmet tenka apie 360000 Ci radionuklidų aktyvumas, patenkantis į aplinką. Ypač didelis pavojus kyla įvykus branduolinių įrenginių avarijoms.

Lietuvoje taršos radioaktyviomis medžiagomis požiūriu šiuo metu yra dvi svarbiausios problemos: Ignalinos atominės elektrinės poveikis ir Černobylio AE avarijos pasekmės.

Ekspluatuojant bei remontuojant atominę elektrinę susidaro dideli kiekiai radioaktyviųjų atliekų, kurios kaupiamos elektrinės saugyklose. Elektrinei normaliai dirbant, į aplinką patenka nuo radioaktyviųjų medžiagų apvalytas vanduo ir oras. Tarša sustiprėja remontuojant ar įvykus avarijai.

Atominės elektrinės tarnybos nuolat matuoja radioaktyviųjų medžiagų emisiją į orą ir vandenį. Kadangi matavimams naudojama nepakankamai tobula įranga, tai gaunami ne visiškai patikimi rezultatai.

Radioekologijos tyrimuose ypatingas dėmesys skiriamas radionuklidų akumuliacijai augaluose, nes jie yra pagrindinis sausumos ir vandens ekosistemų sandas. Augalų biomasė ekosistemoje yra didžiausia, jie koncentruoja įvairias chemines medžiagas, yra pirminė mitybos grandinių grandis ir barjeras, sulaikantis radionuklidus, patenkančius iš atmosferos su aerozolinėmis iškritomis.

Radioekologiniuose tyrimuose didžiausias dėmesys sutelkiamas ties labiausiai biologiniu požiūriu pavojingais technogeniniais radionuklidais, kurie yra gana jautresi įvairiose ekosistemose. Jie aktyviai dalyvauja metaboliniuose procesuose, pasižymi didele pusėjimo trukme, intensyviai akumuliuojasi vandens ir sausumos ekosistemų sanduose, ypač biosferoje, į aplinką gali patekti palyginti dideliais kiekiais. Prie tokių technogeninių radionuklidų priskiriami ^{90}Sr , ^{137}Cs , ^{144}Ce , ^{106}Ru , ^{239}Pu , ^{131}I , ^{60}Co , ^{54}Mn , ^{65}Zn , ^3H , ^{14}C .

Atliekant radionuklidų bei jų mišinio su įvairiais teršalais toksinio poveikio tyrimus, be chemijos ir fizikos metodų ypač populiarus jautrių toksikantų poveikiui testorganizmų,

mikroorganizmų, dumblių, augalų, vėžiagyvių, žuvų biotestavimas. Nustatant toksinių medžiagų poveikį augalams, dažniausiai vertinami augimas, dauginimosi greitis, gyvybingumas, morfologiniai pokyčiai, chlorofilo kiekis, kvėpavimo intensyvumas, genetiniai pokyčiai ir kt.

Drūkšių ežero Ignalinos AE baseino-aušintuvo radioekologinė stebėseną atliekama nuo 1981 m., pradėjus veikti atominėi elektrinei.

Drūkšių ežere buvo 6 stacionarūs stebėjimo punktai, kuriuose radionuklidų matavimams buvo imami vandens, dugno nuosėdų, vandens augalų mėginiai, o viso ežero akvatorijoje žuvų, moliuskų ir kitų gyvūnų mėginiai. Mėginius radionuklidams matuoti rinko Lietuvos mokslininkai. Surinkti mėginiai buvo gabenami į Maskvą, ten atliekama radionuklidų analizė. Galutiniai tyrimų rezultatai buvo skelbiami tik kelerių metų duomenis apibendrinančioje ataskaitoje, skirtoje tarnybiniam naudojimui, ne visiems. 1992 m. šių tyrimų kai kurie duomenys skelbti serijos „Šiluminė energetika ir aplinka“ leidinyje (Ignalinos atominės elektrinės šaldomojo tvenkinio ekosistemos būklė pradinio jos eksploatacijos periodu). Šiame leidinyje taip pat pateikti Botanikos instituto Radioekologijos sektoriaus mokslininkų duomenys apie Drūkšių ežero radioekologinę būklę.

Drūkšių ežero ekotoksikologinės būklės įvertinimui 1988 m. Radioekologijos laboratorijoje pradėti Ignalinos AE nutekamųjų vandenų biologinio poveikio tyrimai, dalyvaujant Ekologijos instituto mokslininkei N. Kazlauskienei. Šiuose tyrimuose taikyti biotestavimo metodai, naudojant labiausiai jautrius įvairių toksikantų poveikiui testorganismus: makrodumblis, aukštesnius augalus bei žuvų ikrus ir lervas. Gauti duomenys rodė, kad IAE pramoninės-lietaus kanalizacijos dugno nuosėdos sukėlė augalų ląstelių gigantizmą. Paaiškėjo, kad veikiant šioms dugno nuosėdoms, augaluose įvairūs pakitimai gali atsirasti jau ankstyvoje jų vystymosi stadijoje. Nustatyta, kad pramoninės lietaus kanalizacijos nutekamuosiuose vandenyse vaivorykštinio upėtakio ikrų žuvo 79 proc., o lervų 78 proc. Likusios gyvos lervos buvo labai silpnos, mažai pigmentuotos, nejudrios, gerokai mažesnės.

Atlikti ekotoksiškumo tyrimai su jautriais taršos poveikiui testorganizmais parodė, kad Ignalinos AE nuotekos priskirtinos prie vidutiniškai toksiškų, ir tik šilto vandens išpylimo kanale susidariusios putos gali būti laikomos stipriai toksiškomis. Drūkšių ežero vanduo buvo silpnai toksiškas arba netoksiškas. Ežero dugno nuosėdų toksiškumas buvo padidėjęs (svyravo nuo silpno iki stipraus) dėl jose besikaupiančios Ignalinos AE nuotekose esančios cheminės taršos, ypač Ignalinos AE ūkinės-buitinės kanalizacijos nuotekų ir šilto vandens poveikio zonose bei ežero litoralėje ir priekrantėje. Ignalinos AE nuotekų kanalų ir Drūkšių

ežero vandens bei dugno nuosėdų genotoksiškumą daugiau lėmė ne radioaktyviųjų, bet cheminių medžiagų arba bendras įvairių toksinių medžiagų poveikis.

Nuo 1990 iki 2000 m. Radioekologijos laboratorijoje vyko Ignalinos AE nutekamųjų vandens, Drūkšių ežero vandens, bei sunkiųjų metalų ir jų mišinių sukeltų biologinių efektų tyrimai, naudojant augalus testorganizmus. Šie tyrimai parodė, kad visi iš Ignalinos AE į Drūkšių ežerą patenkantys nutekamieji vandenys yra labai ar mažiau kenksmingi gyviems organizmams. Ryškus šių vandens genotoksinis poveikis bei aukštas dugno nuosėdų toksiškumas rodo, kad Ignalinos AE nutekamieji vandenys neigiamai veikė Drūkšių ežero ekotoksikologinę būklę. Tačiau Ignalinos AE nutekamųjų vandens kanalų bei Drūkšių ežero vandens ir dugno nuosėdų toksinį poveikį daugiau lėmė ne radioaktyviosios, bet cheminės medžiagos. Teršiant baseiną net palyginti mažo toksiškumo nuotekomis, šio baseino vandens ir ypač dugno nuosėdų toksiškumas gali palaipsniui didėti. Ignalinos AE šilto vandens išpylimo kanalo vandens ir putų toksinį poveikį galėjo lemti sunkiųjų metalų ir kitų juose esančių toksikantų, o taip pat ir įvairių organinių medžiagų kiekiai.

1997-2002 m. vykdyta sutartis su Valstybiniu žuvivaisos ir žuvininkystės centru. Drūkšių ežero žuvų užterštumo radionuklidais lygių įvertinimas. Buvo nustatyta ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{60}Co ir ^{54}Mn aktyvumo koncentracija Drūkšių ežero žuvyse: lydekoje, ešeryje, karšyje ir kuojoje, bei jų organuose ir audiniuose, priklausomai nuo sezono ir žuvų amžiaus. Nustatyta ryški tirtų radionuklidų aktyvumo koncentracijų žuvyse mažėjimo tendencija (Bernotas, 2001).

Cheminės ar toksinės medžiagos į Drūkšių ežerą patekdavo per pramonines lietaus ir ūkio-buities kanalizacijas. Tačiau daugumos sunkiųjų metalų koncentracijos dugno nuosėdose buvo nedidelės ir neviršijo foninių lygių. Tarša naftą sudarančiais angliavandeniliais lokalizuota tik 3,9 proc. ežero dugno plote. Vertinant pagal bioindikacijos ir biotestavimo tyrimų rezultatus, Drūkšių ežero bendro toksiškumo lygis buvo mažesnis už vidutinį šalies vandens telkiniuose, būdingas silpnai teršiamiems vandenims. Visgi buvo prieita išvados, jog cheminė tarša bei sinerginiai taršos poveikio efektai Drūkšių ežero gyvūnų ir augalų bendrijoms buvo reikšmingesni, nei radioaktyvioji tarša.

Apskritai paėmus, svarbiausi antropogeniniai veiksniai, lėmę Drūkšių ežero ir dalies jo baseino vandens ekosistemų, bendrijų regresyvas sukcesijas, populiacijų struktūros ir produkcinių parametrų kaitą, vardijant eilės tvarka pagal svarbą, buvo šie:

- Hidrologinio režimo pakeitimas, ežero vandens paviršiaus temperatūros padidėjimas, temperatūrų skirtumo paviršiuje atsiradimas, vertikalios natūralios temperatūros pasiskirstymo sutrikdymas ir priedugnio vandens masių temperatūros pasikeitimas,

temperatūros fluktuacijos (svyravimai) dėl energetinių blokų darbo kintančiu režimu (galingumo didinimo ar mažinimo), visa tai suaktyvina hidrodinaminius procesus.

- Ežero trofinio režimo pasikeitimas dėl mineralinių maistingųjų (azotas, fosforas) ir organinių medžiagų prietakos iš ežero vandens surinkimo baseino ir ūkio-buities kanalizacijos tinklų, prasidėjus AE statybai.
- Ežero tarša cheminėmis medžiagomis dėl jų prietakos iš ežero vandens surinkimo baseine lokalizuotų ir išsklaidytų taršos šaltinių, o taip pat ir suintensyvėjus laivybai motorinėmis valtimis ežere.
- Ežero tarša radionuklidais dėl prietakos iš ežero vandens surinkimo baseino, AE teritorijos, tiesioginių lietaus ir kietųjų dalelių iškritų ant ežero paviršiaus.

Reikšmingi Drūkšių ežero hidrologinio, hidrocheminio ir trofinio režimų pokyčiai įvyko visų pirma dėl to, jog pagal tuo metu SSRS galiojusius šiluminės taršos normatyvus, projektuojant Ignalinos AE, ežeras buvo neleistinai priskirtas šiltavandenių telkinių kategorijai. Tokiuose telkiniuose negyvena lašišinės žuvys, o šiame vandens telkinyje lašišinės žuvys sudarė apie 50 proc. žuvų biomasės ir per 50 proc. produkcijos. Be to projekte numatytas šiluminis teršimas jau ir taip viršijo normatyviai leistiną net ir šiltavandeniams telkiniams. Ypač reikšminga tai, jog pakeitus Ignalinos AE ir Visagino miesto ūkio-buities kanalizacijos trasų pirminį projektą (nuotekas planuota nukreipti į Dauguvos baseiną), nuotekos buvo nukreiptos į AE aušinimo sistemos šildomą Drūkšių ežerą. O dėl didelio fosforo junginių su buitine nutekamaisiais vandenimis srauto iš Visagino miesto ir Ignalinos AE į Drūkšių ežerą didėjo įvairių fosforo cheminių formų kiekis ežero vandenyje. Akivaizdžią trofinės būklės kaitos tendenciją (eutrofikaciją) parodė bendrojo azoto ir fosforo santykio ežero vandenyje ir vidutinių metinių koncentracijų reikšmių pokyčiai. Prieš IAE eksploatacijos pradžią šis santykis viršijo 20, kai tuo tarpu 1996-1997 metais bendrojo azoto kiekis visame AE aušinimo baseino paviršiniame vandens horizonte jau tik mažiau nei 10 kartų viršijo bendrojo fosforo kiekį. Tuo pat metu Drūkšių ežero vandenyje ir dugno nuosėdose intensyviai gausėjo organinės medžiagos kiekiai. Kita vertus, dėl terminės taršos sumažėjus dujų tirpumui, pavasarį ir rudenį sumažėjo vidutinis deguonies kiekis vandenyje. Žiemos ir vasaros laikotarpiais giluminėse ežero dalyse priedugnyje ėmė stigti deguonies, o atskirais laikotarpiais susidarydavo ir bedeguoninės sąlygos. Taigi, šiuo požiūriu iš švaraus vandens telkinio jis virto vidutiniškai, o pietinėje dalyje, netgi labai, užterštu. Dėl to labai blogėjo tiek sanitarinė, tiek ir techninė vandens kokybė (Ignalinos..., 2007).

Remiantis Geografijos bei Botanikos institutų darbuotojų parengta informacinė mokslinė medžiaga, galima pasakyti, kad daugiamečiai tyrimai, vykdyti 1980 – 1997 m.

laikotarpiu, parodė, kad Ignalinos AE regiono vandens ir sausumos ekosistemų radioekologinę situaciją didžiausiu mastu formuoja globalūs technogeniniai ir gamtiniai radionuklidai, o ne AE paskelidžiami. Radioekologiniai pokyčiai Drūkšių ežere yra labiau juntamesni, nei AE regiono sausumos ekosistemose ir tai daugiausia susiję su korozinių radionuklidų prietaka į ežerą. Ir vertinant radiaciniu – higieniniu požiūriu AE poveikis aplinkai yra minimalus (Baubinas ir kt., 1998).

Tačiau pažymėtina, kad Drūkšių ežeras didžiausius esminius pokyčius patyrė būtent AE funkcionavimo metu. Dėl AE poveikio aplinkai kinta Drūkšių ežero ir jo baseino vandens balansas, ežero vandens bei šiluminis režimas, priekrantės mikroklimatas. Sąveikaujant šiluminei ir cheminei taršai, kinta ežero bendrijų struktūra, spartėja ežero eutrofikacija. Dėl potencialaus radiacinio poveikio aplinkai visuomet išlieka organizmų genotoksinių pažeidimų tikimybė. Lyginant IAE su kitais panašaus pobūdžio pramonės objektais, jos specifika pasireiškia būtent tuo, jog aušinimui naudojamas sąlyginai nedidelio ir mažai pratakais ežero vanduo. Tiesioginį cheminį Ignalinos AE poveikį Drūkšių ežeras ir aplinkinio regiono ekosistemos patiria dėl padidėjusio biogeninių ir toksinių organinių bei mineralinių medžiagų srauto iš gamybinių, taip pat miesto teritorijų (Baubinas ir kt., 1998).

2. TYRIMO TIKSLAS IR UŽDAVINIAI

Tyrimo tikslas – išnagrinėti pagrindinius veiksnius, lemiančius Drūkšių ežero vandens kokybę.

Tyrimo uždaviniai:

1. Surinkti duomenis apie tiriamą objektą.
2. Atlikti literatūros apžvalgą tiriamuoju klausimu.
3. Įvertinti biogeninių medžiagų kiekį vandenyje.
4. Išanalizuoti vandens kokybę prieš ir po nuotekų valyklos atnaujinimo.
5. Įvertinti Drūkšių ežero radioekologinę būklę.

3. TYRIMO METODIKA

Tyrimo objektas – Drūkšių ežeras, esantis Zarasų rajono savivaldybės ir Baltarusijos Vitebsko srities pasienyje, 2 km į pietus nuo Latvijos sienos (3.1 pav). Ežeras priskirtas rizikos grupei dėl reikšmingo vandens paėmimo. Lietuvoje Drūkšių ežeras yra vienintelis, kurio vanduo taip intensyviai naudojamas ūkinei veiklai, taip pat šio ežero vanduo buvo naudojamas Ignalinos atominės elektrinės reaktoriui aušinti.



3.1 pav. Drūkšių ežeras

Iš Drūkšių ežero per metus vidutiniškai išgaruoja 600 mm vandens. Požeminis nuotėkis sudaro apie 26 % vidutinio daugiamečio Drūkšių ežero nuotėkio. Ežeras požeminį vandenį maitina tikrai Visagino vandenvietei dirbant 20 tūkst. m³/p debitu. Drūkšių vandens apykaitos intensyvumas – 3-4 metai. Po Ignalinos AE paleidimo pastebimas 2-6 °C bendros vandens temperatūros padidėjimas. Dėl Ignalinos AE šiluminės taršos Drūkšių ežere net ir per šalčiausią žiemą apie 10 % akvatorijos nepasidengia ledu.

Ežeras iki IAE eksploatacijos pradžios pagal gamybinį tipą užėmė tarpinę padėtį tarp seliavinių ir karšinių ežerų. Drūkšiuose gyveno 26 rūšys įvairių žuvų, priklausančios 11 šeimų (Astrauskas ir kt., 1996).

Dėl išliejamų pašildytų vandenių poveikio bei intensyvios antropogeninės eutrofizacijos Drūkšių ežero žuvų bendrijoje įvyko dideli ir labai spartūs sukcesiniai pokyčiai. Dėl vasaros terminės stagnacijos metu sumažėjo šaltų vandens masių tūrio, sumažėjo šaltamėgių stenoterminių žuvų rūšių – seliavų bei stintelių biomasė – šios žuvys patyrė stiprų depresinį poveikį, o kitos (pvz., kuoja, ešerys, aukšlė ir kt.) šiuo metu sudaro ežero ichtiocenozių branduolį. Ežeras pagal gamybinį tipą užima tarpinę padėtį tarp seliavinių ir karšinių ežerų. Drūkšiuose gyvena 23 rūšys įvairių žuvų, kurių bendra biomasė siekia apie 356 tonas (Astrauskas ir kt., 1996).

Iki 1975 metų pagal hidrocheminius parametrus Drūkšių ežeras buvo mezotrofinis vandens telkinys su kai kuriais oligotrofijos požymiais. Dabar jis priskirtas mezotrofinio-eutrofinio tipo ežerams.

Kasmet į Drūkšių ežerą įvairių junginių pavidalu patenka iki 1000 t organinių medžiagų, apie 7000 t azoto ir apie 50 t fosforo. Reikšmingiausias šių medžiagų šaltinis yra Visagino miesto ir Ignalinos AE ūkinės-buitinės nuotekos. Iki 40 proc. azoto ir daugiau nei 50 proc. fosforo junginių bendros apkrovos į Drūkšių ežerą patenka kaip tik iš čia.

Šiluminė ežero tarša ir fosforo junginiai, veikdami sinergetiškai, sukėlė ežero trofinės būklės pasikeitimą, todėl ežere pagausėjo organinių medžiagų, sutriko kalcinės – karbonatinės sistemos būseną, pablogėjo sanitarinė ir techninė vandens kokybė, sumažėjo deguonies, padidėjo anglies dvideginio koncentracijos. Žiemos ir vasaros stagnacijos sąlygomis priedugnyje formuojasi anaerobinės arba joms artimos sąlygos. Pakito ekosistemos producentų ir konsumentų kiekybė ir kokybės proporcijos (Baubinas ir kt., 1998).

Tyrimo objektas yra Drūkšių vanduo. Atliekant tyrimus, išanalizavus kitų autorių atlikti darbai, Lietuvos Respublikos įstatymai, Vyriausybės nutarimai, Aplinkos ministro įsakymai bei kiti norminiai aktai, reglamentuojantys paviršinių vandenių kokybę. Naudotas teorinės analizės ir apibendrinimo metodas. Pirmiausia buvo surinkta galima informacija apie tyrimų objektą ir su juo susijusias problemas. Tai pasiekta skaitant publikacijas mokslo leidiniuose, internetiniuose tinklalapiuose. Pagal surinktus literatūrinius duomenis buvo suformuluotas tyrimo tikslas ir uždaviniai. Uždavinių sprendimui ir tikslo siekimui buvo panaudotas natūralus eksperimentinis tyrimo metodas, neišskiriant tyrimo objekto iš natūralios aplinkos. Tyrimams buvo naudojami natūriniai tyrimų duomenys, paimti iš VĮ „Visagino energija“ ataskaitų bei literatūros šaltinių. Duomenys apdoroti standartinėmis kompiuterinėmis programomis. Naudojant gautus duomenis buvo analizuojama skendinčių medžiagų, organinių teršalų, bendrojo azoto ir bendrojo fosforo kaita nuotekose prieš ir po valyklos rekonstrukcijos. Gautų rezultatų analizė, leido aiškiai įvertinti teršalų kiekius, likusius po valymo, o tuo pačiu ir valyklos darbo efektyvumą. Duomenų analizei panaudoti matematinės statistikos metodai – duomenų sisteminimas, tyrimo duomenų grafinės išraiškos metodai bei grupavimas. Surinkti duomenys buvo analizuojami, aprašomi, interpretuojami, buvo ieškoma priežastinių ryšių.

Šiuo metu vandens kokybė vertinama pagal jos atitikimą didžiausioms leistinoms koncentracijoms (DLK), nustatytoms šiuose teisiniuose dokumentuose:

1. Aplinkos ministro 2005 m. gruodžio 21 d. įsakymu Nr. D1 – 633 „Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvys, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“ (Žin., 2006, Nr. 5-159).

2. Aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakyme Nr. D1 – 236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“ (Žin., 2006, Nr. 59 – 2103);
3. Paviršinių nuotekų tvarkymo reglamentas (Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2007 m. balandžio 2 d. įsakymu Nr. D1 – 193).

4. TYRIMO REZULTATŲ ANALIZĖ IR APTARIMAS

4.1. Visagino miesto nuotekų valykla

Visaginas – miestas Utenos apskrityje, 40 km į šiaurės rytus nuo Ignalinos. Visagino savivaldybės centras. Labiausiai žinomas dėl netoli Visagino esančios Ignalinos AE (6 km nuo miesto; atidaryta 1983 m. pabaigoje, uždaryta 2009 m. pabaigoje). Planuojama šalia buvusios atominės elektrinės pastatyti naująją Visagino atominę elektrinę.

Nuotekų valykla pastatyta 1979 metais. Pradinis valyklos našumas 21000 m³/d.

Planuojant Ignalinos AE trečiojo reaktoriaus statybą ir pradėjus statyti antrą nuotekų valyklos eilę, 1990 metais buvo rekonstruota valyklos mechaninio valymo dalis. Šiuo metu tai yra biologinio valymo įrenginiai, susidedantys iš mechaninio valymo, biologinio ir papildomo valymo smėliniuose filtruose (4.1 pav.).



4.1 pav. Papildomo valymo smėliniai filtrai

Pradėta statyti antroji eilė tapo nebereikalinga ir ji jau yra nugriauta (išskyrus užkastą gruntą aerotanko dugno plokštę).

Valymo metu susidaręs perteklinis dumblas yra stabilizuojamas (žalias dumblas), tirštinamas ir sausinamas. Dumblas sausinamas centrifuga. Nusausintas dumblas sandėliuojamas dumblo aikštelėse (4.2 pav.). Nėra nutarta, kaip toliau tvarkyti dumblą. Dumblo tolimesnis tvarkymas bus įgyvendinamas pagal sprendimus, numatytus Dumblo tvarkymo Lietuvoje Galimybių studijoje, kurią UAB „SWECO BKG“ parengė 2006 metais.



4.2 pav. Sandėliuojamo dumblo aikštelė

Į valyklą nuotekos patenka iš Visagino miesto ir Ignalinos AE. Valyklą nuotekas išvalo iki nustatytų reikalavimų, tačiau nešalina azoto ir fosforo.

Valytos nuotekos išleidžiamos į Drūkšių ežerą per krantinį išleistuvą pietiniame ežero krante.

4.2. Nuotekų valymo būdai

Nuotekų valymui naudojami tokie būdai:

- Mechaninis valymas;
- Biologinis valymas;
- Cheminis valymas.

Daugeliu atvejų visos nuotekos prieš tiekiant jas į pagrindinius valymo įrenginius yra valomos mechaninio valymo įrenginiuose. Šiuose įrenginiuose iš nuotekų pašalinamos stambios mineralinės (smėlis, šlakas ir kt.) priemaišos, išplaukiančios (riebalai, nafta ir kt.), skendinčios ir kitos įvairios medžiagos, kurios nepageidaujamos kituose nuotekų valymo įrenginiuose.

Nuo reikiamų pašalinti priemaišų pobūdžio, nuotekų kiekio, jo pritekėjimo netolygumų, išvalymo laipsnio, pilnos valymo technologinės schemos, vietinių sąlygų, ekonominių rodiklių ir kt. priklauso mechaninio valymo įrenginių sudėtis ir tipai.

Mechaninis valymas – tai parengtinis (pirminis) nuotekų valymas prieš biologinį valymą (Gyvenviečių..., 2010).

Mechaninio valymo įrenginiai – grotos, smėliagaudės, sėsdintuvai. Grotose sulaukiamos stambiausios priemaišos (lapai, popieriaus gabalai ir pan.). Smėliagaudėse, sumažėjus juose nuotekų tėkmės greičiams, nusėda smėlis, žvyras, dalis sunkesnių organinės

kilmės priemaišų. Sėsdintuvuose nusėda smulkesnės grunto dalelės, sunkesnės organinių ir mineralinių priemaišų dalelės (Mažų..., 2003).

Visuose šiuose minėtuose įrenginiuose vyksta pirminis nuotekų valymas. Jo metu, naudojant mechanines priemones ir gravitacijos principą, iš nuotekų išskiriamos didesnių matmenų priemaišos ir kitos priemaišos, kurios, pratekant valymo įrenginiuose nuotekoms nedideliu greičiu, 1,5 – 2 h bėgyje gali nusėsti ant įrenginių rezervuarų dugno. Likusias smulkesnes, lengvesnes priemaišas išskirti sėdinimo principu būtų sunku. Tam reiktų ilgo nuotekų pratekėjimo įrenginiuose laiko, pernelyg didelių sėdinimo rezervuarų. Nuotekų mechaninio valymo metu išskiriama apie 20 – 50 %, nuotekų teršalų. Likusių smulkesnių ir lengvesnių teršalų išskyrimui panaudojami mikroorganizmai. Jie naudoja mitybai likusius organinius teršalus. Vyksta nuotekų biologinis valymas.

Biologiniam nuotekų valymui panaudojami mikroorganizmai, kurių yra ir gamtinėje aplinkoje. Tai aerobiniai (gyvenantys aplinkoje, kurioje yra deguonies) ir anaerobiniai (gyvenantys aplinkoje, kurioje nėra deguonies) mikroorganizmai. Nuotekų biologinio valymo įrenginiuose jiems sudaromos palankios mitybos ir dauginimosi sąlygos.

Naudojami intensyvaus ir ekstensyvaus valymo įrenginiai.

Intensyvaus nuotekų valymo aeraciniuose įrenginiuose, tiekiant kompresoriais mikroorganizmų gyvavimui reikalingą deguonį ir intensyviai maišant nuotekas, susidaro labai palankios sąlygos vystytis aerobiniams mikroorganizmams, jiems daugintis ir kauptis. Aeraciniai įrenginiai - aerotankai, aerokanalai, aerooksidatoriai ir kt. Juose susidaro aktyvusis dumblas, - aerobinių mikroorganizmų ir nuotekų teršalų dalelių kuokštės, naudojančios savo mitybai, gyvybinei veiklai organinius teršalus ir juos skaidančios. Jų pagalba vyksta nuotekų organinių teršalų skaidymas į vandenį, anglies dvideginį, nitratus ir kt.

Aktyviojo dumblo kuokštės biologinio valymo procese yra pakibusioje būklėje, maišomos su nuotekomis, todėl toks valymo būdas yra vadinamas biologiniu valymu nefiksuotais (neprisitvirtinisiais) mikroorganizmais.

Kita intensyvaus biologinių valymo įrenginių grupė – biofiltrai (biologiniai filtrai). Jų rezervuaruose yra stambiagrūdė filtruojanti įkrova (akmens skalda, šlakas, plastmasiniai elementai ir kt.). Pratekant per įkrovą nuotekoms, ant jos gabalų formuojasi aerobiniai mikroorganizmai – biologinė plėvelė, atliekanti nuotekų biologinį valymą. Čia biologinis valymas vyksta prisitvirtinisiais (fiksuotais) mikroorganizmais, todėl toks valymo būdas vadinamas valymu fiksuotais mikroorganizmais.

Intensyvaus biologinio valymo užima nedaug vietos, yra kompaktiški.

Ekstensyvaus valymo įrenginiuose nėra sąlygų mažame tūryje susikaupti didelėms aerobinių mikroorganizmų masėms, todėl jie užima ženkliai didesnę teritoriją.

Ekstensyvių biologinių valymo įrenginių grupei priklauso filtracijos laukai, filtracijos šuliniai, augaliniai (nendrių ir švendrų) filtrai, smėlio ir žvyro filtrai, biologiniai (neaeruojami) tvenkiniai.

Filtravimo įrenginiuose vyksta ekstensyvus biologinis valymas fiksuotais aerobiniais ir anaerobiniais mikroorganizmais, prisitvirtinusiems prie grunto (smėlio, žvyro) dalelių, o biotvenkiniuose – pakibusioje būklėje esančiais nefiksuotais mikroorganizmais.

Biologinis valymas minėtuose įrenginiuose vadinamas antriniu valymu.

Biologinio valymo įrenginiuose pasiekiamas nuotekų išvalymas iki 90 – 98 %.

Kai kada, norint pasiekti aukštesnį nuotekų išvalymo lygį, naudojamas ir tretinis (papildomas) valymas. Dažniausiai, jis vyksta valant nuotekas papildomose valymo grandyse (įvairių tipų filtruose, biotvenkiniuose, aerotvenkiniuose).

Nuotekų mechaninio ir biologinio valymo metu iš nuotekų išskiriamas dumblas. Jį prieš naudojant (tręšimui, teritorijų rekultivavimui ir kt.), būtina apdoroti (pūdyti, sausinti, nukenksminti).

Biologinio valymo metu žūsta daug nuotekose esančių patogeninių (ligas sukeliančių) mikroorganizmų, tačiau labai daug jų išlieka. Todėl kai kada valytos nuotekos dezinfekuojamos (nukenksminamos) – chloru, ultravioletiniu švitinimu ir kt.

Kai kada naudojamas cheminis nuotekų valymas. Jis atliekamas po mechaninio nuotekų valymo. Cheminio valymo metu į nuotekas dedami skiediniai su juose ištirpintais chemikalais. Tais atvejais turime mechaninį-cheminį valymą.

Cheminio valymo metu cheminės medžiagos reaguoja su nuotekų teršalais. Dėl to jie sukimba kuokštėmis, nusėda ant rezervuaro dugno ir pašalinami (Mažų..., 2003).

4.3. Atnaujinta Visagino miesto nuotekų valykla

Drūkšių ežero kompleksinė (cheminė ir terminė) eutrofikacija prasidėjo nuo 1984 metų. Pagrindinis ežero teršėjas biogenais yra Vosyliškių upeliu nuolatos plūstantys Visagino miesto BNV (buitiniai nutekamieji vandenys). Kasmet su jais į ežerą patenka azotas.

Daugumoje gėlųjų vandens telkinių eutrofikacijos intensyvumą limituojantis biogeninis elementas yra fosforas. Vanduo teršiamas organinėmis medžiagomis, dėl to blogėja ne tik techninė, bet ir sanitarinė vandens kokybė. Ir viso to pagrindinė priežastis yra Drūkšių ežero cheminė tarša Visagino miesto buitinais nutekamaisiais vandenimis. Todėl buvo privalu kuo skubiau tobulinti BVN valymo sistemą.

2008 metais buvo pradėtas rengti „Visagino nuotekų valyklos rekonstrukcijos techninis projektas“. Buvo išplėsti nuotekų valyklos aeraciniai įrenginiai, suteikiantys galimybę panaudoti klasikinę recirkuliacijos procesą ir SymBio® - technologiją azoto

šalinimui, kuri sėkmingai yra pritaikyta Danijos, Vokietijos, Lenkijos ir Lietuvos nuotekų valymo įmonėse. Valykla nuotekas išvalydavo iki nustatytų reikalavimų, tačiau nešalindavo azoto ir fosforo.

Nuotekų valykla yra suprojektuota minimaliai/maksimaliai nuotekų temperatūrai – 8/20 °C.

Hidraulinė aprova:

- Projektinis vidutinis paros debitas – 6325 m³/d;
- Didžiausias valandos debitas, sausu oru – 300 m³/d.

Reikalavimai išleidžiamoms nuotekoms

Valymo įrenginiai yra suprojektuoti taip, kad išpildytų pateiktus reikalavimus valytoms nuotekoms:

- BDS₇ – 17 mg O₂/l;
- ChDS – 125 mg O₂/l;
- N_{bendras} – 15 mg N/l;
- P_{bendras} – 2 mg/l.

4.3.1. Pirminis valymas

Nuotekos į valyklą atiteka dvejomis slėginėmis linijomis, ant kurių sumontuoti debito matuokliai. Nuotekos suteka į priėmimo kamerą. Viena iš linijų nuotekos atiteka iš Ignalinos atominės elektrinės. Pastarąją liniją atitekėjusios nuotekos gali būti nukreipiamos į valyklos apvedimo liniją. Likusią liniją nuotekos teka iš Visagino miesto. Abi linijos susijungia įtekėjimo kameroje.

Iš debito matavimo ir įtekėjimo kameros nuotekos savitaka nuteka į integruotų grotų ir smėliagaudės mazgą, kur pirmiausia patenka į smulkiąsias grotas. Sulaikyti nešmenys yra automatiškai nuplaunami ir, kombinuoto nešmenų preso ir konvejerio pagalba, yra išmetami į avarines grotas, prieš joms įtekant į paskirstymo kamerą.

Nukoštos nuotekos savitaka patenka į smėliagaudės dalį, kur iš nuotekų atskiriamos sunkios, neorganinės medžiagos tokios, kaip nusėdantis smėlis ir žvyras. Mažesnio tankio organinės dalelės oro iš difuzorių pagalba yra palaikomas suspenduotoje formoje. Horizontalus sraigtas paduoda smėlį į antrąjį, kampu sumontuotą sraigtinį konvejerį, kuris tiekia smėlį į plovimo zoną. Toliau smėlis sraigtu išmetamas į konteinerius.

Iš riebalų zonos sulaikyti riebalai yra išsiurbiami į nešmenų konteinerį.

Iš smėliagaudės nuotekos išteka į sujungimo kamerą. Šioje kameroje yra pastatytas automatinis nuotekų mėginių semtuvas bei temperatūros ir pH matuokliai.

4.3.2. Antrinis valymas

Abi antrinio valymo technologinės linijos yra suprojektuotos maksimaliam hidrauliniam debitui.

Iš integruotos pirminio valymo mazgo (grotų ir smėliagaudės) nuotekos įteka į paskirstymo kamerą. Persiliejiimo uždoriai padalina nuotekų srautą į dvi dalis, kurios nukreipiamos atitinkamai į atskiras biologinio valymo talpas. Apvedimo linija A leidžia apeiti vieną arba abi antrinio valymo linija.

Nuotekos iš pasiskirstymo kameros įteka į bio-P talpas, kur vamzdžio paskirstymo sistemoje nuotekų debitas padalinamas į dvi dalis. Pagrindinė nuotekų dalis yra nukreipiama į DN-talpą, kur nuotekos yra sumaišomos iš antrinių sėdintuvų gražintu recirkuliaciniu dumbliu. Čia galimi nitratai yra pašalinami denitrifikacijos proceso metu. toks dumblas įteka į selektorių/bio-P talpą, kuri priima ir likusią nevalytų nuotekų dalį. Čia susidaro sąlygos papildomam organinių medžiagų suskaidymui bei fosforo iš dumblo išsiskyrimo į vandenį. Iš šių talpų dumblo ir nuotekų mišinys toliau nuteka į aerotankus.

Aktyvaus dumblo rezervuaras yra žiedo formos ir juosia nusodinimo talpą. Žiedinės formos talpa yra suskirstyta į aeruojamą ir neaeruojamą, anoksinę zonas.

Aeracinėje zonoje ora yra tiekiamas per dugne sumontuotus oro difuzorius. Deguonies matuokliai valdo automatinės sklendes bei pačias orapūtes. Maišyklės užtikrina reikalingą maišymą talpoje. Anoksinėje zonoje esantis dumblas maišyklių yra palaikomas suspenduotoje formoje.

Pre-P DN talpos ir bio-P talpos skiria aerobinės zonos pradžią bei jos pabaigą, prie išleidimo taško. Reikalingą dumblo recirkuliaciją tarp dviejų sekcijų užtikrina sumontuoti siurbiai ir atitinkamai vamzdiniai.

Aeracinė zona gali veikti pagal kelis modelius: arba įprastu būdu, kai palaikoma aukšta deguonies koncentracija (1-2 mg O₂/l), arba esant mažesnėms deguonies koncentracijoms (< 1 mg/l), t.y. energijos taupymo režime. Pastaruoju atveju yra taikoma SymBio® technologija. Sumontuotos maišyklės palaiko dumblą suspenduotoje formoje, netgi esant mažam aeracijos intensyvumui.

Atsukant ar užsukant oro pardavimo į aeracinės zonos difuzorius sklendes, atitinkamai kinta ir anaerobinės zonos dydis. Tuo pat metu atitinkamai yra reguliuojamas ir orapučių našumas. Po šio rezervuaro dumblo ir nuotekų mišinys įteka į nusodinimo rezervuarą.

Esant dideliems debitams lietaus metu, dumblas yra apsaugomas nuo išnešimo iš aerotanko sumažinus maišymo intensyvumą. Tokiu pat būdu, esant dideliems debitams, nuo perkrovos yra apsaugomi ir antriniai nusodinimo rezervuarai. Paskutinė aerotanko dalis

tarnauja kaip užbaigiamojo valymo pakopa, kuri reikalinga reikiamo išvalyto vandens kokybei užtikrinti.

Dumblo ir nuotekų mišinys iš aerotankų nuvedamas į nusodinimo rezervuarus. Nuskaidrėjęs vanduo per persiliejoimo uždorius išsilieja į plovimo vandens siurblinę. Rezervuaro dugne (prieduobėje) nusėdęs dumblas gražinamas į pre-bio-P denitrifikacines talpas per dumblo siurblinę perpumpuojamas į pre-bio-P denitrifikacines talpas. Putos ir paviršinis dumblas nugraibomi specialų paviršinio dumblo surinkimo piltuvą, iš kurio nuteka į paviršinio dumblo surinkimo šulinį. Išplūdus šalinamos automatiškai atsidarius paviršinio dumblo sklendei, kuri reguliuojama gramdyklės tiltelio padėties davikliu.

Nuotekos iš antrinių sėsdintuvų pastoviam kokybės sekimui yra nukreipiamos į pirminio valymo pastatę esančią matavimų stotį. Čia atskirai kiekvienai linijai yra nustatoma amonio, nitratų ir fosfatų koncentracijos.

Nuskaidrėjusios nuotekos iš antrinių nusodinimo rezervuarų pateka plovimo vandens siurblinę. Iš čia siurbliais plovimo vanduo yra tiekiamas į grotų ir dumblo pirminio sausinimo grandis. Išleidžiamų nuotekų bandiniai taip pat yra surenkami šiame šulinyje. Toliau vanduo nuteka į išleidžiamų nuotekų debito matavimo šulinį.

Debito matuoklis išleidžiamų nuotekų debito matavimo šulinyje išmatuoja nuotekų debitą, prieš joms patenkant į sujungimo šulinį.

4.4. SymBio® technologija

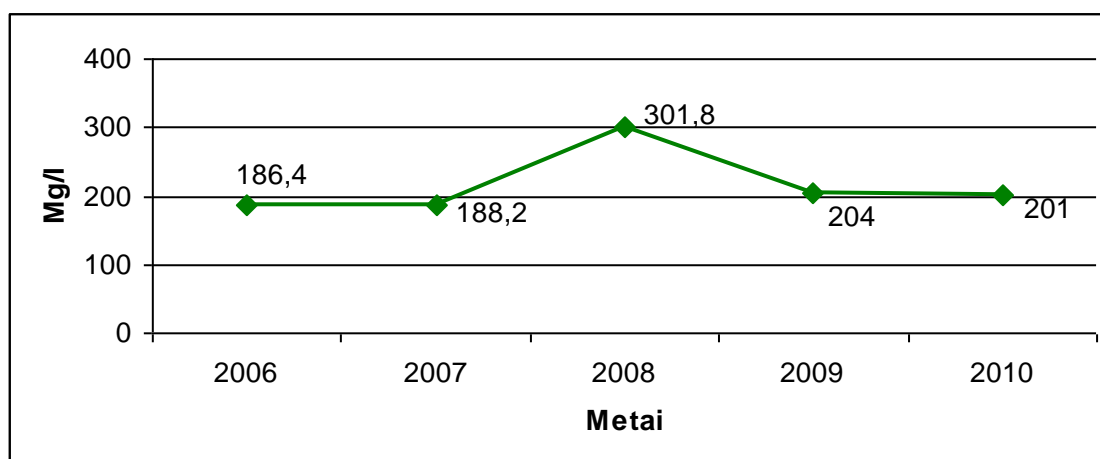
NVĮ suprojektuota pagal patentuotą SymBio™ technologiją pilnam nitrifikavimui. Tai aktyvaus dumblo technologija, kai vienu metu tame pačiame įrenginyje vyksta nitrifikacijos ir denitrifikacijos procesai be specialaus atskyrimo. Pirminį nuotekų valymą atlieka automatinės grotos, kurios sulaiko ir pašalina didelius nešmenis, ir smėlio bei riebalų sulaikymo kamera, kuri nusėdina smėlį ir išplukdo riebalus. Biologinis valymas vyksta dviejose vienodo tūrio bei tarpusavyje sujungtose oksidacinėse talpose su dugnine aeracija. Jos veikia pakaitomis kaip aeracinės talpos ir kaip sėsdintuvai. Kol aeruojama viena talpa, dumblo sėsdinimas ir švarus vanduo išleidžiamas iš kitos. SymBio™ technologija skiriasi nuo kitų azoto šalinimo technologijų tuo, kad palaikoma pakankamai žema ištirpusio deguonies koncentracija (0,2-0,6 mg/l) visame talpos tūryje. Nitrifikacija, denitrifikacija ir organinių medžiagų šalinimas vyksta vienu metu. Kadangi šis procesas vyksta prie žemos deguonies koncentracijos, taip yra taupoma elektros energija ir mažinami įrenginių eksploatavimo kaštai (Investigation..., 2005).

4.5. Teršalų koncentracijos po nuotekų valyklos atnaujinimo

Vandenys, panaudoti buityje, energetikoje, pramonėje, technologiniuose procesuose ir turintys taršos priemaišų, vadinami nutekamaisiais vandenimis. Nutekamieji vandenys pagal kilmę gali būti: buitiniai, pramoniniai, žemės ūkio ir kt. (Arundel..., 2000).

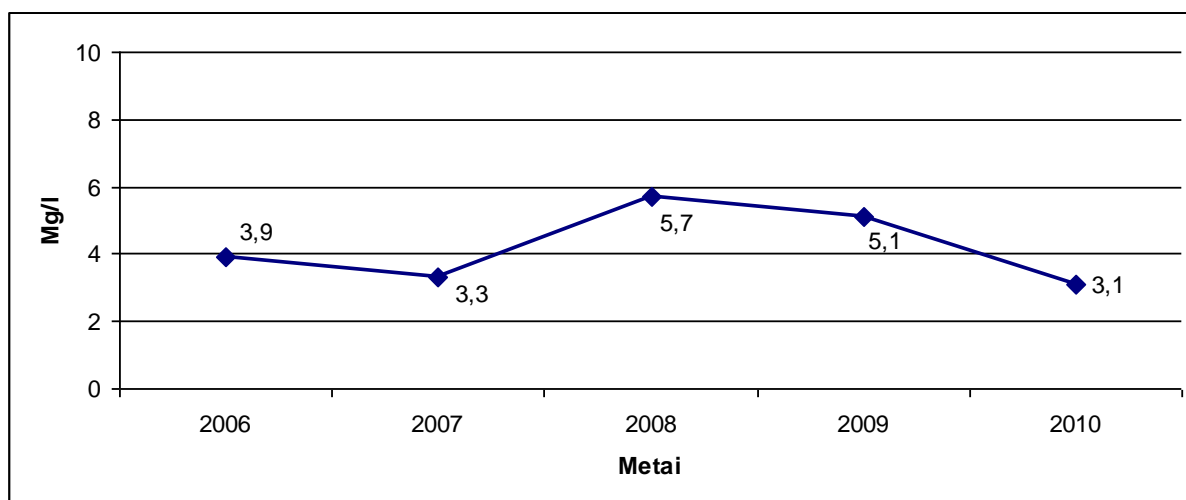
Biologiniai vandens valymo metodai pagrįsti mikroorganizmų gebėjimu skaidyti skendinčias, koloidines, ištirpusias organines medžiagas. Nuotekose esančios organinės medžiagos perdirbamos į suspensijas ir koloidus, kurie oksiduojami iki mineralinių medžiagų, CO₂ ir vandens.

Skendinčios medžiagos – visos mineralinės ir organinės medžiagos pakibusios dalelės, esančios nuotekose arba vandenyje (upių, ežerų ir pan.). Jų koncentracija išreiškiama mg/l. Dalis skendinčių medžiagų, sumažėjus nuotekų tėkmės greičiui, nusėda. Nusėdusios nuosėdos yra dumblas. Skendinčių medžiagų Visagino miesto nuotekose analizė parodė, kad prieš valymą didžiausias skendinčių medžiagų kiekis nustatytas 2008 metais – 301,8 mg/l, o mažiausias kiekis 2006 metais – 186,4 mg/l (4.3 pav.).



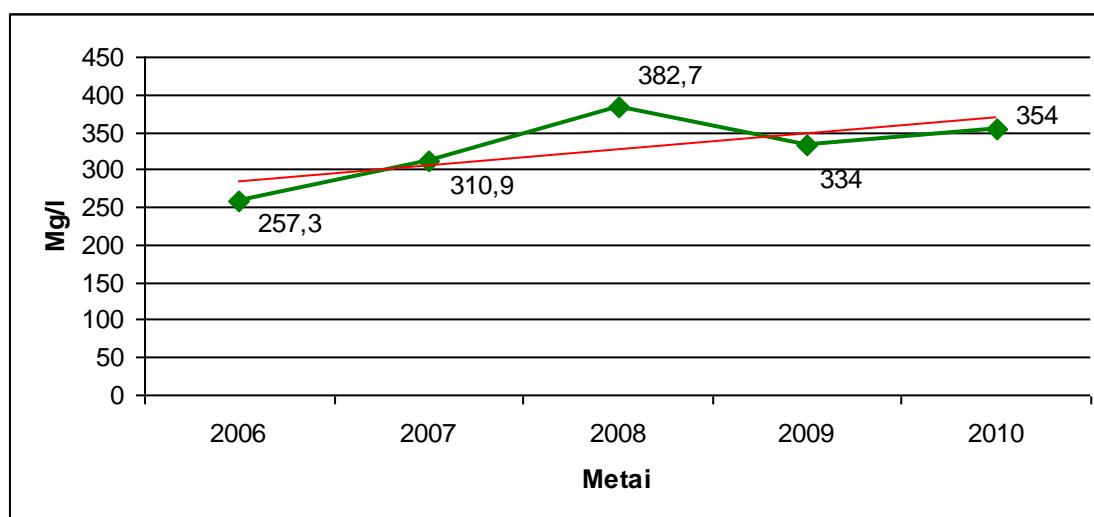
4.3 pav. Skendinčių medžiagų koncentracijos prieš nuotekų valymą 2006 – 2010 m.

Išleidžiamose iš valyklos nuotekose nustatyti žymiai mažesni skendinčių medžiagų kiekiai. Yra nustatyta, kad teršalų vidutinė koncentracija neviršija didžiausios leistinos koncentracijos. Skendinčių medžiagų didžiausia leistina koncentracija yra 35 mg/l. Po nuotekų valyklos atnaujinimo skendinčių medžiagų išvalymas dar pagerėjo. 2010 metais po valymo buvo išleista 3,1 mg/l (4.4 pav.).



4.4 pav. Skendinčių medžiagų koncentracijos po nuotekų valymo 2006 – 2010 m.

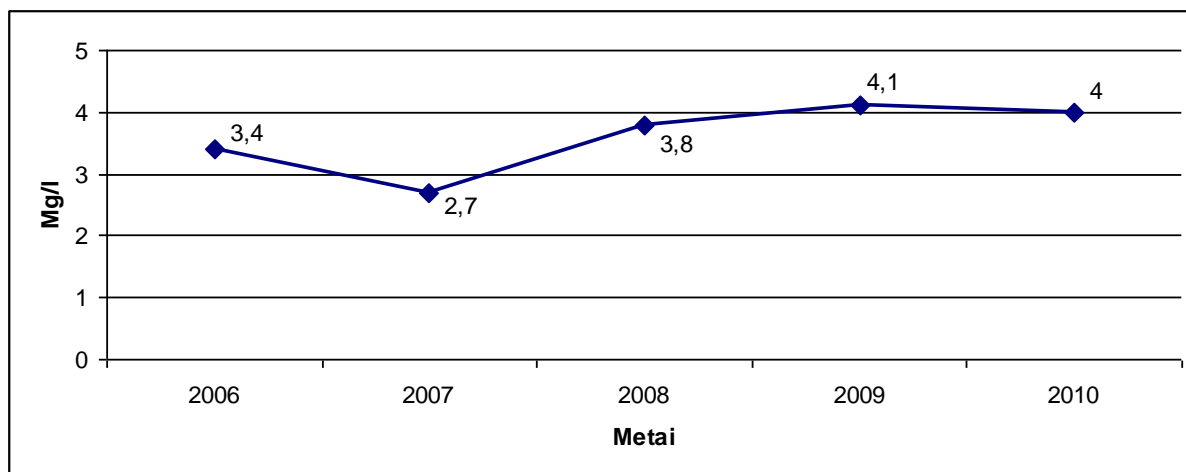
Organinių teršalų šaltinis nuotekose – įvairiuose procesuose naudojamos žaliavos ir chemikalai, buitinės atliekos, žmonių ir gyvūlių fiziologinės išskyros. Dėl tokios organinių medžiagų įvairovės sunku nustatyti konkrečias medžiagas. Todėl dažniausiai naudojamosi netiesioginiai rodikliai, pagal kuriuos galima įvertinti vandenyje esančių organinių medžiagų sumą. Vienas tokių rodiklių yra BDS – biocheminis deguonies suvartojimas – tai deguonies kiekis, reikalingas organinių teršalų oksidavimui, dalyvaujant mikroorganizmams.



4.5 pav. Biocheminio deguonies sunaudojimas (BDS₇) prieš nuotekų valymą 2006 – 2010 m.

Didžiausia BDS₇ koncentracija prieš valymą (382,7 mgO₂/l) nustatyta 2008 metais (4.5 pav.). Dažniausiai BDS₇ didžiausias koncentracijas pasiekia žiemos laiku. Mažiausia koncentracija – 257,3 mgO₂/l 2006 metais. Vidutinis biocheminis deguonies sunaudojimas - 320 mgO₂/l. Pagal kaitos tendenciją matosi, kad biocheminis deguonies sunaudojimas palaipsniui didėja (4.5 pav.).

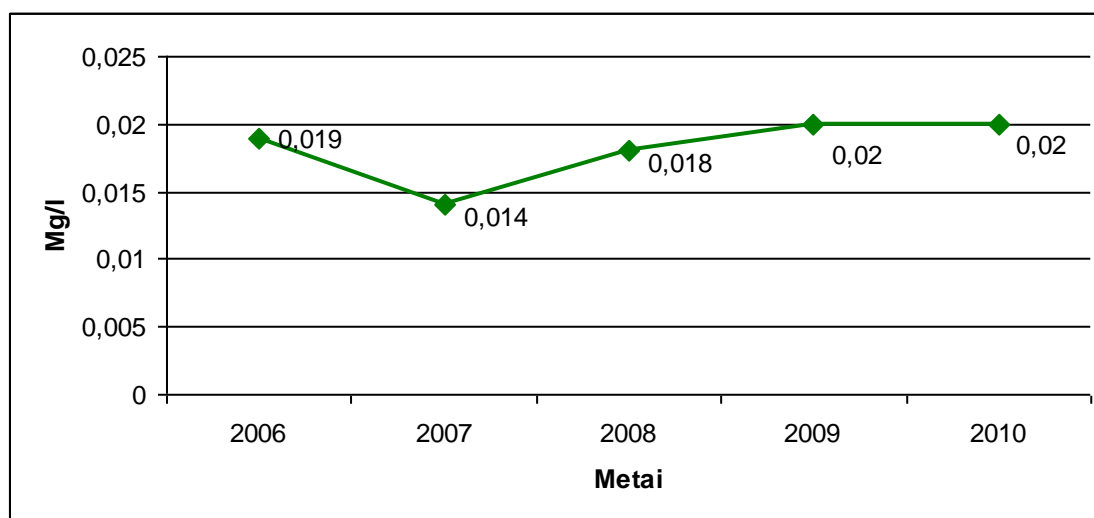
Po nuotekų išvalymo (4.6 pav.) BDS₇ neviršija didžiausios leistinos koncentracijos. Visagino nuotekų valyklos nustatyta leistina koncentracija yra 17 mg/l. Mažiausia koncentracija buvo nustatyta 2007 metais – 2,7 mg/l, o didžiausia 2009 metais – 4,1 mg/l.



4.6 pav. Biocheminio deguonies sunaudojimas (BDS₇) po nuotekų valymo 2006 – 2010 m.

Dėl vykstančių oksidacijos - redukcijos reakcijų (natūraliai yrant baltyminėms medžiagoms), nitritai gali virsti nitratais ir atvirksčiai. Pagrindinė padidinto nitratų kiekio priežastis yra organinės ir mineralinės (azotinės) trąšos, naudojamos žemės ūkyje. Nitritai yra svarbus gamtinio vandens sanitarinės būklės rodiklis.

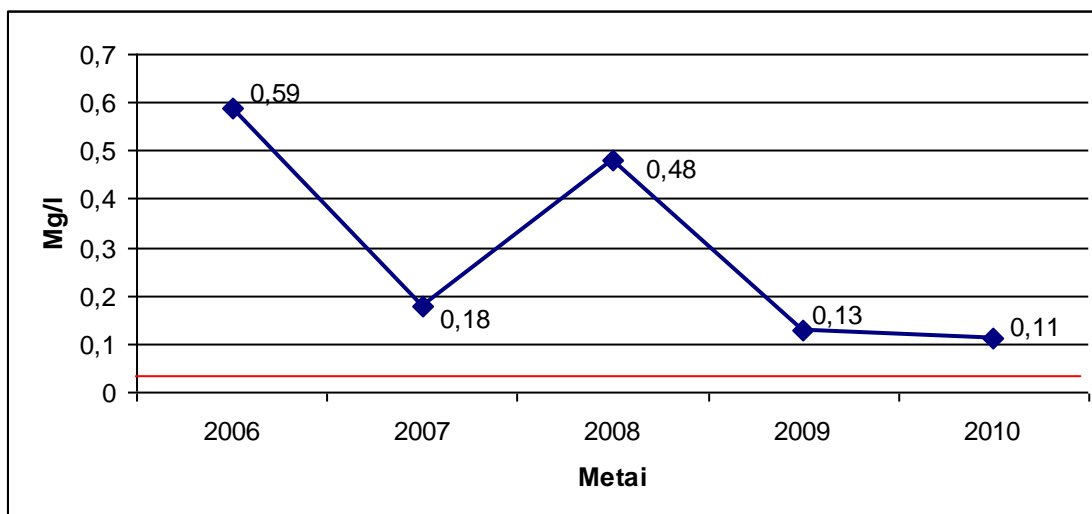
Kaip rodo tyrimų duomenų analizė, prieš valymą nitritų nuotekose yra mažiau nei po valymo, nes nuotekų valymo metu vyksta nitrifikacijos procesas ir nitritai yra pirmasis nitrifikacijos produktas (4.7 pav. ir 4.8 pav.).



4.7 pav. Nitritų (NO₂) koncentracija nuotekose prieš valymą 2006 – 2010 m.

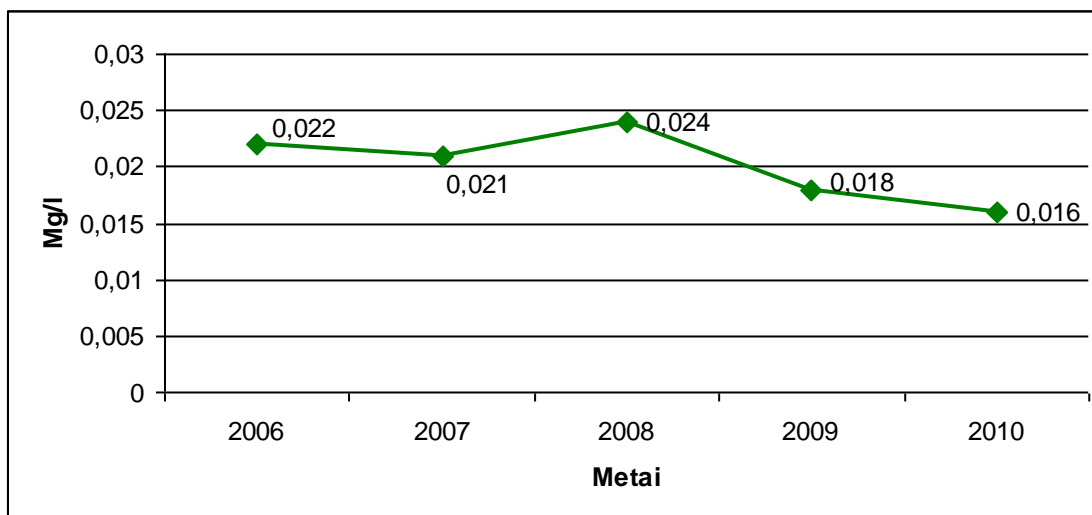
Po nuotekų išvalymo nitritų koncentracija viršija leistinas koncentracijas 4 kartus (4.8 pav.). Didžiausia leistina koncentracija yra 0,02 mg/l. Tyrimo eigoje nepaisant kelių smarkių nitritų kiekių išaugimo yra išlikusi tendencija nitritų kiekio mažėjimo iki 0,025 mg/l, kas vis

tik viršija leistiną normą 4 kartus. Nitrito jonai susiję su mažai oksiduotų organinių junginių gausa.



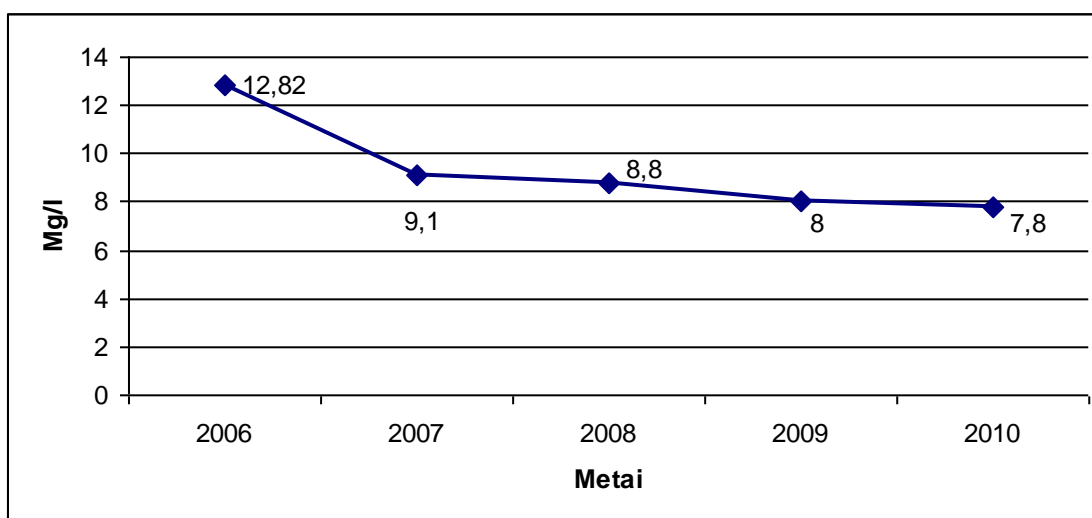
4.8 pav. Nitritų (NO₂) koncentracija nuotekose po valymo 2006 – 2010 m.

Nitratai yra tarpinė nitrifikacijos proceso grandis. Padidėjusi jų koncentracija vandenyje rodo, kad vandens užterštumas yra didelis, savaiminis apsivalymo procesas vyksta ne iki galo. Labai svarbu, kad į paviršinio vandens telkinius išleidžiamose nuotekose būtų kuo mažesnė nitratų koncentracija (4.9 pav.). Tarša nitratais smarkiai įtakoja vandens telkinių eutrofikaciją.



4.9 pav. Nitratų (NO₃) koncentracija nuotekose prieš valymą 2006 – 2010 m.

Po valymo, išanalizavus nitratų koncentraciją, matome, kad nitratų kiekis (NO₃) tiriamuoju laikotarpiu neperžengia 16 mg/l ribos, tačiau 2006 metais koncentracija buvo pakilusi iki 16,87 mg/l, bet metiniams tyrimų rezultatams tai nepadarė įtakos. Atsižvelgiant į kreivės svyravimus nuo 2007 metų iki 2010 metų matoma, kad šios koncentracijos vidurkis neviršija 10 mg/l ribos, kada nitratai jau yra skaitomi kaip teršalai (4.10 pav.).



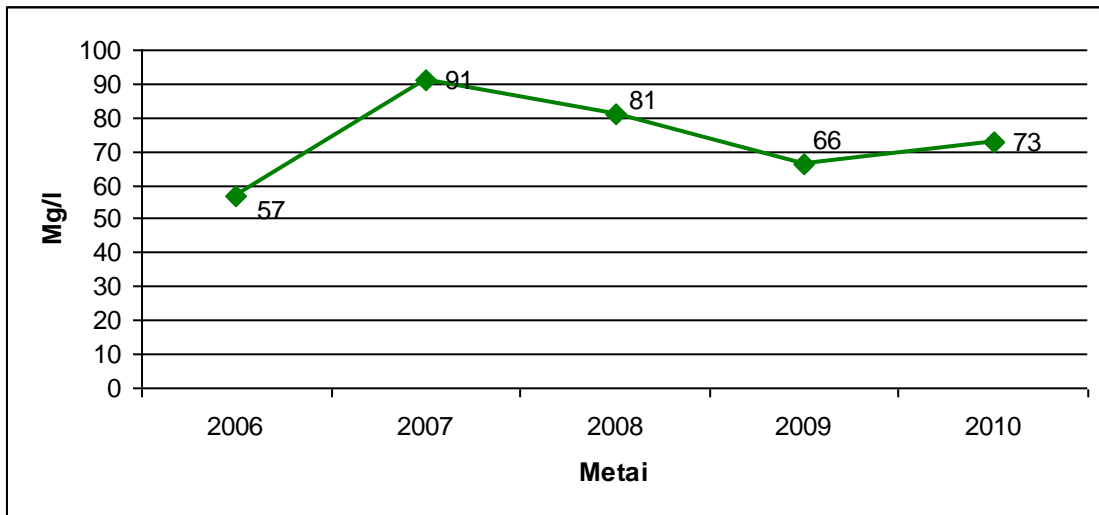
4.10 pav. Nitratų (NO_3) koncentracija nuotekose po valymo 2006 – 2010 m.

Pagrindiniai nitrifikacijos proceso vyksmą sąlygojantys veiksniai yra šie:

1. deguonis (būtinai >2 mg/l);
2. šarminė aplinka, neutralizuojanti susidarancias rūgštis (optimalus pH = 8,3);
3. mikroorganizmai: *Nitrosomonas* ir *Nitrobakter*;
4. pakankamai aukšta temperatūra, t. y. apie 20 °C.

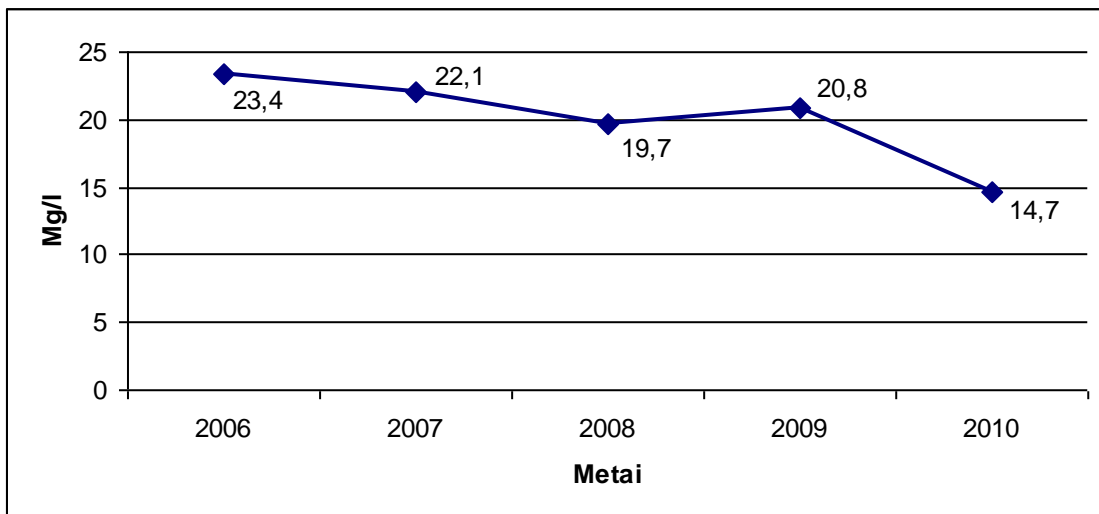
Azoto ir fosforo šalinimas iš nuotekų yra viena iš svarbiausių priemonių sumažinti eutifikaciją (masinį dumblių vystymąsi) vandens telkiniuose. Iki 1996 metų galiojusiuose normatyvuose išleidžiamų biogeninių medžiagų kiekis į atvirosius vandens telkinius nebuvo ribojamas. Todėl Lietuvoje nuotekų valymo įrenginiuose nebuvo šalinamas azotas ir fosforas. 1996 metais buvo patvirtintas normatyvinis dokumentas – Nuotekų užterštumo normos, kuriame buvo nustatyta leistina azoto ir fosforo koncentracijos norma valytose nuotekose. Kadangi daugelio Lietuvos miestų tuometiniai nuotekų valymo įrenginiai nebuvo pritaikyti azoto ir fosforo šalinimui ir viršydavo nustatytą normą, iškilo būtinybė rekonstruoti esamus valymo įrenginius. Per pastaruosius 10 metų buvo rekonstruoti daugelio Lietuvos miestų nuotekų valymo įrenginiai. Juose buvo įdiegtos įvairios ne tik gerai žinomos tradicinės, bet ir naujausios azoto bei fosforo šalinimo technologijos (Azoto..., 2009).

Azotas – tai svarbi biogeninė medžiaga, kuri daro įtaką vandenių eutrofikacijai. Neorganinės azoto formos yra daug mobilesnes nei neorganinio fosforo, jos taip stipriai nesisorbuoja į mažas daleles, todėl iš vandens terpės nepasišalina.



4.11 pav. Bendro azoto (N_{bendras}) koncentracija nuotekose prieš valymą 2006 – 2010 m.

Bendrojo azoto koncentracija turi tendenciją didėti (4.11 pav.). Po valymo, 2006 – 2009 metų laikotarpyje, azoto koncentracijos stipriai viršija DLK, tai rodo, kad valykla azoto nepašalindavo, o 2010 metais, po valyklos atnaujinimo, azotas pašalinamas iki leistinos koncentracijos – 14,7 mg/l (4.12 pav.). Didžiausios bendrojo azoto koncentracijos nustatytos šaltuoju laikotarpiu, taip yra dėl to kad, šaltuoju periodu gyvieji organizmai nesunaudoja azoto.



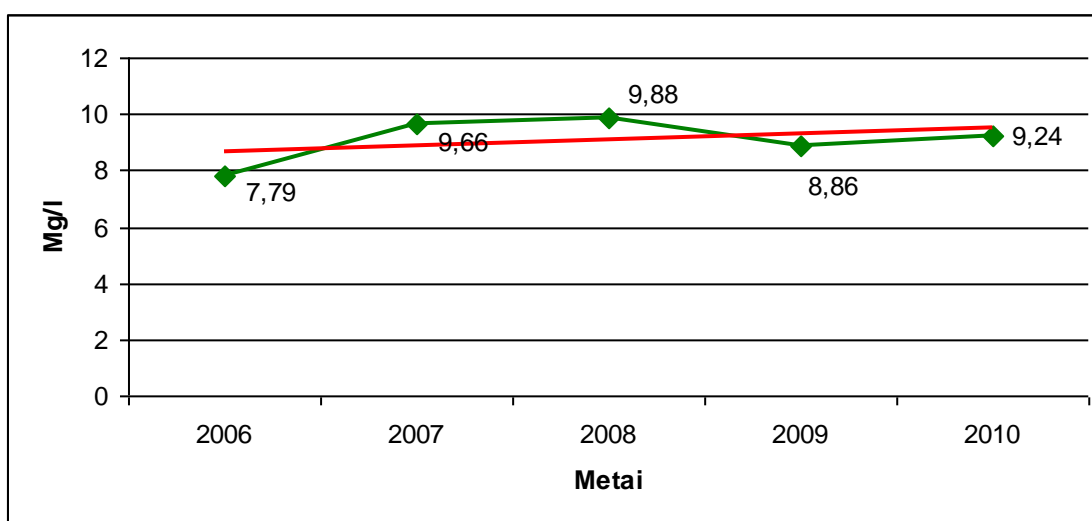
4.12 pav. Bendro azoto (N_{bendras}) koncentracija nuotekose po valymo 2006 – 2010 m.

Visų nuotekose arba vandenyje esančių įvairių formų fosforo junginių suma išreikšta fosforo kiekiu, vadinama bendruoju fosforu (P_b , mg/l). Didesni bendrojo fosforo kiekiai (per 1-2 mg/l) valytose nuotekose yra nepageidaujami, nes jie, kaip ir azoto junginiai, sukelia vandens telkinių eutrofikaciją, t.y. jų prisotinimą biogeninėmis (vandens augalijos vystimasi skatinančiomis) medžiagomis (Baltrėnas ir kt., 2008). Į paviršinius vandenis fosforas suplaunamas iš dirvų, išpustomas iš uolienu, išskiriamas kaip vandens organizmų gyvybinės veiklos bei irimo produktas.

Svarbus fosforo šaltinis – žmogaus ūkinė veikla: dirvų tręšimas fosforo trąšomis, detergentų, kuriuose yra fosfatų (PO_4), naudojimas, vandens minkštinimas. Organiniai ir mineraliniai fosforo junginiai susidaro biologiškai valant buitines ir kai kurias pramonines nuotekas (Vandenu..., 2007).

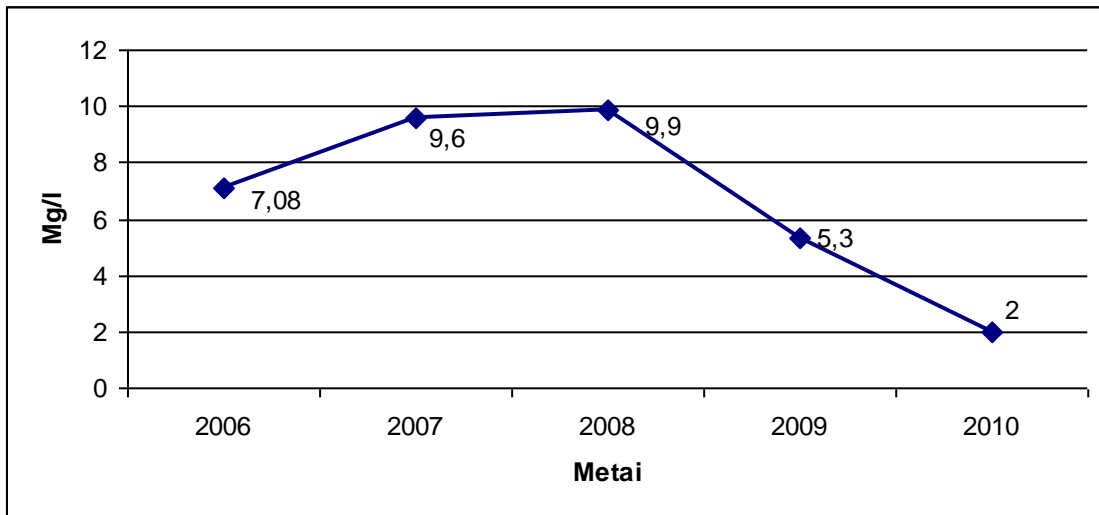
Fosforas yra labai svarbus normaliam augalų vystimuisi elementas, todėl žemdirbiai naudoja didelius fosforinių trąšų kiekius. Fosfatai patekę į ežerus, kūdras, tvenkinius ar upelius sukelia labai energingą vandens augmenijos, ypač dumblių, augimą. Dumbliai sunaudoja ištirpusį vandenyje deguonį, todėl pradeda dusti žuvis.

Fosforo – koncentracijų analizė parodė, kad maksimalios bendrojo fosforo koncentracijos stipriai viršija DLK (DLK-2,0 mg/l). Bendrojo fosforo koncentracijos turi tendenciją didėti (4.13 pav.). Tarša fosforo junginiais sietina su tarša buitinėmis nuotekomis.



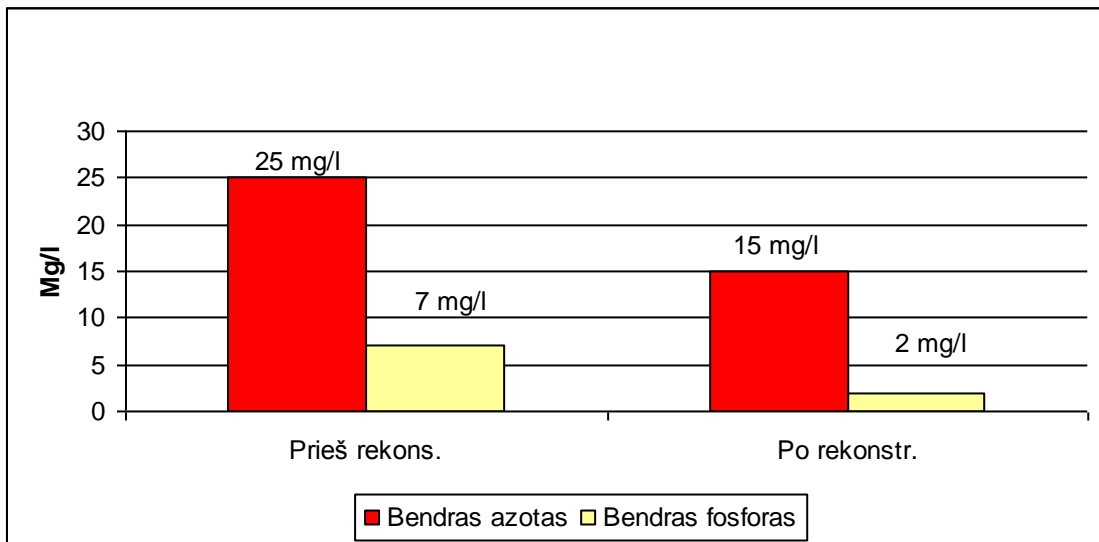
4.13 pav. Bendro fosforo (P_{bendras}) koncentracija nuotekose prieš valymą 2006 – 2010 m.

Nuotekose po valymo bendrojo fosforo koncentracijos lieka pakankamai aukštos ir turi tendenciją didėti (4.14 pav.). Tai rodo, kad 2006 – 2009 metais nuotekų valykla dirbo nepakankamai efektyviai, nes nešalindavo fosforo. 2010 metais, atnaujinus Visagino nuotekų valykla, išleidžiamo fosforo kiekiai atitinka visus reikalavimus. Išleidžiama 2 mg/l.



4.14 pav. Bendro fosforo (P_{bendras}) koncentracija nuotekose po valymo 2006 – 2010 m.

Pradėjus eksploatuoti naujus valymo įrenginius, išleidžiamų nuotekų valymo kokybė pilnai atitinka visus Europos normų reikalavimus.



4.15 pav. Bendro azoto ir bendro fosforo koncentracijos prieš ir po nuotekų valyklos rekonstrukcijos

Valymo įrenginiai buvo suprojektuoti taip, kad bendro azoto kiekiai sumažėjo nuo 25 mg/l iki 15 mg/l, o bendras fosforas nuo 7 mg/l iki 2 mg/l (4.15 pav.).

UAB „Visagino energijos“ įdiegtą sistemą būtina toliau vystyti, kad būtų pasiekti visi normatyviniai reikalavimai.

4.6. Dumblo panaudojimas

Visagino miesto nuotekų valykla dumblą saugo specialiose tam tikslui skirtose aikštelėse (4.16 pav.).



4.16 pav. Dumblo saugojimo aikštelė

Nuotekų dumble yra medžiagų, kurios gali būti iš karto pakartotinai naudojamos (pavyzdžiui fosfatai) arba medžiagų, kurias galima perdirbus panaudoti įvairiuose gamybos procesuose (pavyzdžiui, gaminant elektros energiją). Daug įvairių veiksnių lemia ar dumble esančios žaliavos bus pakartotinai panaudojamos. Tai:

- poreikis „atsikratyti“ dumblo ar sumažinti jo kiekį;
- perdirbimo kainos ir pagaminto produkto rinkos kainos santykis;
- medžiagų poreikio ir galimybės „lengviau“ išgauti šias medžiagas skirtumai.

Idealiu atveju, sprendžiant nuotekų dumblo problemą, vienu metu atsikratoma susidariusio dumblo ir sukuriamas produktas, kurio rinkos kaina tokia pati ar didesnė už sąnaudas. Deja tokia situacija reta, nes ekonominė dumblo komponentų vertė maža, o jų naudojimas žemės ūkyje nepriimtinas. Galima išskirti dvi perdirbimo strategijas:

- Ši strategija reikalauja, kad žalingi komponentai būtų pašalinti iš dumblo;
- Šios strategijos tikslas išgauti naudingus komponentus iš dumblo ir palikti žalingus atliekose, kurios bus šalinamos ir į rinką nepaklius.

Biotrašų gamyba yra pirmosios minėtos strategijos pavyzdys. Europoje trašų gamybos iš organinių medžiagų reikalavimuose teigiama, jog dumblą, skirtą biotrašoms gaminti, valyti reikia taip pat ir dumblą, naudojimą tręšti tiesiogiai. Yra apribota, kokiomis sąlygomis ir kur tokie produktai gali būti naudojami. Neleidžiama šių medžiagų naudoti žemės ūkyje, kur auginamos daržovės, vaisiai ir uogos. Biotrašų produktams yra rinka ir šie produktai savo kaina gali konkuruoti su analogiška produkcija ir tai reiškia, jog ši strategija turi didelį potencialą.

Didžiausia problema - esanti rinka tokiam produktui yra ribota ir priklausoma nuo regionų sąlygų.

2010 metų rudenį pradėtas naujas vandens ūkiui pagerinti projektas „Visagino dumblo apdorojimo įrenginių statyba“, finansuojamas iš Europos Sąjungos lėšų, Lietuvos Respublikos ir VI „Visagino energija“ biudžeto.

4.6. Drūkšių ežero terminio režimo analizė

Atominės elektrinės paprastai statomos arba ant didelių ežerų ar upių krantų, arba vandenynų ir jūrų pakrantėse. Vandens telkiniai reikalingi atvėsinti išleidžiamam iš jėgainės perkaitintam vandeniui. Stambiausio Lietuvos energetikos objekto – Ignalinos atominės elektrinės aušintuvu pasirinktas didžiausias Respublikos ežeras – Drūkšiai.

Ignalinos AE energoblokus aušinant Drūkšių ežero vandeniu, atsiranda ežero hidroterminio, hidrodinaminio ir vandens balanso pokyčių. Jie vertinami nustatant paviršinių ir giluminių vandens sluoksnių temperatūrą bei šiluminio užterštumo zonas įvairiomis hidrometeorologinėmis sąlygomis ir esant skirtingam elektrinės apkrovimui.

Pirmoji atominės elektrinės energobloko turbina pradėjo veikti 1984 m. pavasarį, tą pačių metų pabaigoje buvo paleista antroji, ir AE galia pasiekė 1200 MW. 1987 m. rugpjūtį pradėjo dirbti pirmoji antrojo energobloko turbina. Nuo 1988 m. veikė 2 energoblokai, kurių bendra galia neviršijo 2500 MW. Vieno energobloko aušinimui naudojama apie 80 m³/s vandens. Ežero šiluminė apkrova veikiant vienam energoblokui yra 0,06 kW/m² (per mėnesį į ežerą patenka vidutiniškai 8,7 · 10¹⁵ J šilumos) veikiant dviems – 0,11 kW/m². Elektrinės kondensatoriuose vandens temperatūra pakyla 10–12 °C (lyginant su vandens temperatūra ėmino įrenginiuose), išleidžiamajame kanale vanduo atvėsta 2–3 °C. Į tvenkinį išleidžiamas vanduo yra 8–10 °C aukštesnės temperatūros, negu leidžia norma (5 °C aukščiau vidutinės mėnesinės) ir peršildomas 3–4 °C. Taigi ežero – aušintuvo hidroterminis režimas formuojasi tokio atominės elektrinės šiluminio poveikio sąlygomis.

Drūkšių ežero (prie kranto) vandens temperatūra pradėta matuoti 1945 m. Drisviatų hidrologijos stotyje. Analogiškus matavimus Petriškės hidrologijos stotyje 1972 m. vykdė IAE projektuotojai. Nuo 1980 iki 1998 metų reguliariai Drūkšių ežerą tyrinėjo Lietuvos energetikos instituto Hidrologijos laboratorijos darbuotojai. Tyrinėta ežero terminė būklė ir kasmet buvo sudaromas vandens balansas.

IAE šiluminį poveikį ežerui – aušintuvui tyrė LEI Šiluminių įrenginių tyrimų ir bandymų laboratorija, Ekologijos institutas.

Per 18 tyrimų metų laboratorijoje sukaupta daug Drūkšių monitoringo duomenų, kurių analizė pasenusiais tyrimo metodais buvo neišsami ir, lyginant su šiuolaikiniais

kompiuteriniais metodais, ribota. Išsamesnei analizei atlikti naudojantis kompiuterinių programų teikiamomis galimybėmis bei tiriamų rodiklių vaizdavimui skaitmeniniuose žemėlapiuose reikalinga kompiuterinė duomenų bazė (Drūkšių..., 2000).

Dar nepradėjus eksploatuoti IAE (1981 – 1983) ežero paviršiaus temperatūra pasiskirstydavo priklausomai nuo ežero batimetrijos, intakų prietakos, o svarbiausias, vandens temperatūrą lemiantis veiksnys buvo oro temperatūra, nuo kurios priklausė sezoninė ir metinė ežero paviršinio vandens sluoksnio temperatūros eiga.

Pradėjus veikti IAE (1984 m.), dirbant vienam energoblokui, ežero terminio lauko pabūdį, be oro temperatūros, lėmė ir elektrinės šilto vandens išmetimas bei vandens ėmimo kanalų vieta, išleidžiamo peršildyto vandens temperatūra ir kiekis. Veikiant vienam energoblokui, didžiausia ežero temperatūros reikšmė (27,9 °C) viršijo vidutinę (24,2 °C) 3,7 °C.

Pradėjus veikti abiem energoblokams, vyraujant aukštai oro temperatūrai (25,9 °C), vidutinė ežero – aušintuvo paviršiaus temperatūra pasiekia iki 30,1 °C, o peršildyto vandens išleidimo vietoje – 36,6 °C.

Ežero vandens paviršiaus temperatūros laukas priklauso nuo vėjo krypties ir greičio, o AE poveikis yra lokalinis. Stuktūrizuotos tiriamojo ežero terminių rodiklių medžiagos galima prognozuoti ežero „atsaką“ į įvairių veiksnių poveikį ir išvengti ežero vandens peršildymo reguliuojant AE darbo režimą (Šarauskienė ir kt., 2000).

Temperatūros matavimai atliekami kasdien, kas tris valandas. Matavimai imami įsiurbimo kanale ir šešiuose pagrindiniuose monitoringo taškuose, tarp kurių yra išleidimo kanalas.

4.7. Drūkšių ežero radioekologinė būklė

Radionuklidai patenka į ežerus ir upes dviem pagrindiniais būdais: tiesioginėmis iškritomis ant vandens paviršiaus ir ant žemės paviršiaus nusėdusių radionuklidų nuplovimu tekančiu (pvz., lietaus, tirpstančio sniego) vandeniu.

Į vandens telkinį patekusių radionuklidų elgesys priklauso nuo daugelio aplinkybių: fizikinio-cheminio stovio, vandens pH, druskingumo, hidrologinių, biologinių ir kt. Sąlygų. Pavyzdžiui, jeigu radionuklidai patenka į vandens telkinį sorbuoti ant kietų dalelių, tai jie nusėda ant dugno, o jeigu jonine forma, tai didesnė radionuklido dalis lieka vandens tirpale. Aišku, šiuo atveju dalis adsorbuojasi prie povandeninių objektų, tame tarpe, ir prie vandenyje „kabančių“ dalelių bei augalų.

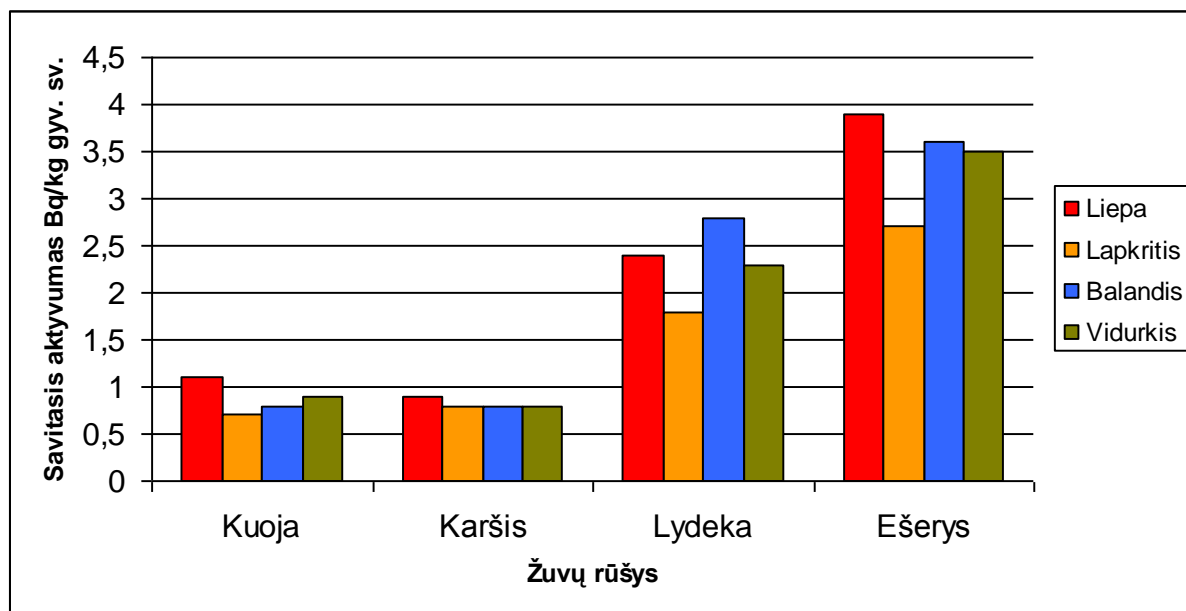
Pagrindiniai į vandens telkinius patekusių radionuklidų virsmai veikiant išoriniams faktoriams yra: praskiedimas, kumuliacija ir nusėdimas. Jeigu radionuklidas patekdamas į

vandens telkinį adsorbuojasi prie kietų dalelių, tai jis greitai nusės į dugną; jei jis liks skystoje fazėje, tai jį vandens srovės arba išsklaidys (ežere), arba iš viso gali išnešti iš telkinio, jei tarša vyksta upėje. Šie pagrindiniai momentai ir apsprendžia upių ar ežerų taršos mastus (Radionuklidų..., 2007).

Drūkšių ežerui dėmesys skiriamas ypatingai, nes radioaktyviosios medžiagos gali patekti iš atmosferos, nuo žemės paviršiaus, per AE nutekamuosius vandens kanalus ir gruntinius vandenis. Pagrindinės radioaktyviosios medžiagos Drūkšių ežere yra cezis (^{137}Cs) ir stroncis (^{90}Sr). Cezis yra pati kenksmingiausia atlieka gamtai ir žmogui, susidaranti gaminant branduolinę energiją, t.y. skylant radioaktyviajam uranui. Stroncis skleidžia energingų elektronų srautus, kurie veikia visa kas gyva, palyginus nedideliais atstumais, bet labai aktyviai. Susidaro atominių bombų sprogo metu kaip branduolinio skilimo produktai (Baubinas ir kt., 1998).

2004 ir 2005 metais buvo atliekami tyrimai, nustatyti technogeninių radionuklidų ^{137}Cs ir ^{90}Sr koncentracijos žuvyse, gyvenančiose Drūkšių ežere. Eksperimentiniai darbai buvo atlikti Ignalinos atominės elektrinės padalinyje, Aplinkos apsaugos laboratorijoje. Tyrimams buvo imta ešerių, lydekų, karšių ir kuojų žuvų raumenys.

Cezio koncentracijų nustatymo žuvyse tyrimai parodė, kad priklausomai nuo jų rūšies bei mitybos specifikos, šio radionuklido vidutinė metinė koncentracija svyravo nuo 0,8 iki 3,5 Bq/kg gyvo svorio (4.17 pav.).

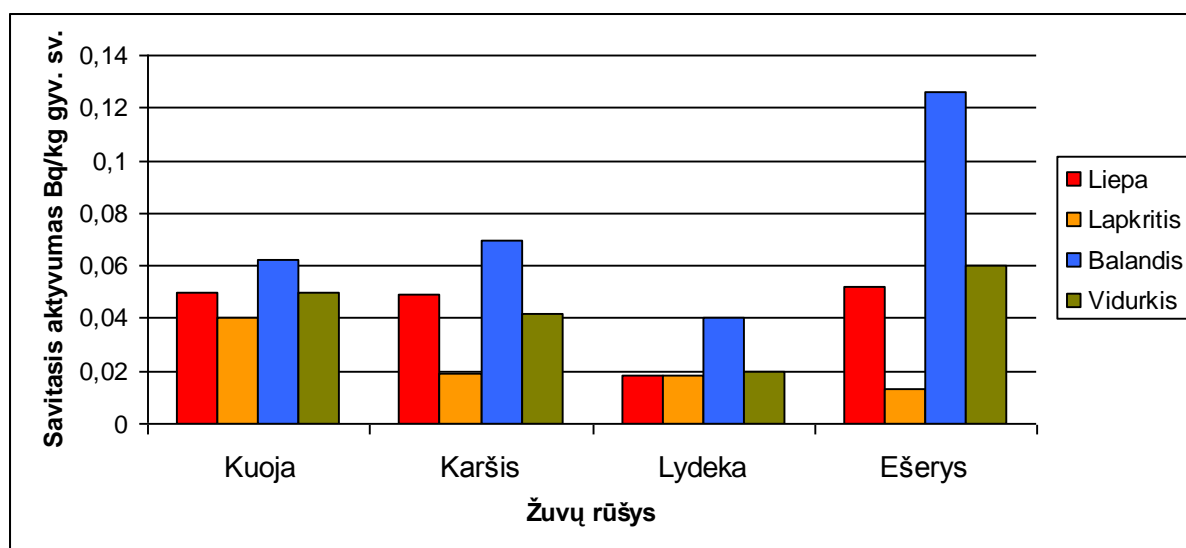


4.17 pav. ^{137}Cs koncentracijų lygmenys Drūkšių ežero žuvyse 2004 m. liepos, lapkričio bei 2005 m. balandžio mėnesiais

Maksimalios šio radionuklido reikšmės nustatytos ešerio raumenyse – liepos mėn. 3,9 Bq/kg gyv.sv. Minimalios šio radionuklido reikšmės nustatytos kuojos raumenyse – lapkričio mėnesį 0,7 Bq/kg gyv.sv.

Tirtų žuvų raumenyse išryškėjo sezoniniai cezio kaupimo skirtumai. Šio radionuklido koncentracijos buvo didesnės liepos mėnesį sugautose žuvyse. Akivaizdu, kad daugiausia cezio akumuliuojasi žuvyse intensyvaus žuvų maitinimosi po neršto periodu. Be to, šiltuoju metų sezonu žuvims būdinga aktyvesnė medžiagų apykaita, skatinanti greitesnį radionuklidų kaupimąsi jose. Šaltuoju metų sezonu sugautų žuvų raumenis, nustatytos mažiausios cezio reikšmės, kas galėtų priklausyti nuo pasyvaus žuvų maitinimosi, mažesnio žuvų aktyvumo, tuo pačiu lėtesnio medžiagų apykaitos proceso.

Stroncio koncentracijų nustatymo žuvyse tyrimai rodo, kad priklausomai nuo jų rūšies bei mitybos specializacijos, šio radionuklido vidutinė metinė koncentracija svyravo nuo 0,022 iki 0,062 Bq/kg gyvo svorio (4.18 pav.). Stroncio koncentracijų vertės svyravo dideliame intervale priklausomai nuo jų rūšies, mitybos būdo ir žuvų sugavimo laiko (metų laiko): maksimalios šio radionuklido reikšmės nustatytos ešerio raumenyse – balandžio mėn. 0,126 Bq/kg gyv.sv., minimalios šio radionuklido reikšmės nustatytos lydekos raumenyse – lapkričio mėnesį 0,013 Bq/kg gyv.sv.



4.18 pav. Stroncio koncentracijų lygmenys Drūkšių ežero žuvyse 2004 m. liepos, lapkričio bei 2005 m. balandžio mėnesiais

Grafike matoma (4.18 pav.), kad aukštesnė metinė vidutinė stroncio koncentracijos reikšmė, karšių ir kuojų tarpe, nustatyta kuojos raumenyse – 0,052 Bq/kg gyv.sv., o plėšriųjų (lydekos ir ešeriai) žuvų tarpe – ešerio raumenyse – 0,062 Bq/kg gyv.sv.

Maksimali ^{90}Sr koncentracijos priklausomybės nuo žuvų mitybos būdo, nenustatyta.

Išnagrinėjus mokslinius straipsnius apie radionuklidus veikiančius vandens telkinius, galima teigti, kad žuvų iš Drūkšių ežero radiologinė tarša radionuklidais nesiskiria nuo kitų Lietuvos atvirųjų vandens telkinių žuvų taršos ir palyginus su leidžiamais lygiais yra labai nedidelė.

4.8. Ignalinos atominės elektrinės uždarymo poveikis aplinkai

Drūkšių ežeras yra natūralus Ignalinos atominės aušintuvas. Į ežerą patenka panaudotas vanduo iš atominės elektrinės ir iš Visagino miesto kanalizacijos. Ignalinos AE atlieka reguliarius Drūkšių ežero ekosistemos stebėjimus. Daugiausia radioaktyviųjų medžiagų susikaupia ežero dugno nuosėdose. Beveik visame ežere dugno nuosėdose aptinkama ne tik globalinių, bet ir elektrinės teršalų (Ignalinos..., 2003). Europos Sąjungai reikalaujant Lietuvos Respublikos vyriausybė sutiko uždaryti iki 2005 metų pirmąjį bloką, o 2010 metais antrąjį bloką. Sustabdžius elektrinės reaktorius, dar keletą metų teks juos aušinti, - radioaktyviojo kuro skilimas blės labai lėtai ir gamins nemažą kiekį šilumos, kuri šildys Drūkšių ežerą. Per Ignalinos AE lietaus kanalizaciją didžioji dalis nevalyto vandens pateks į Drūkšių ežerą. Daug nuoplovų išskirs elektrinės autoūkio pramoninė ir lietaus kanalizacija objekto uždarymo ir išmontavimo metais. Elektrinės uždarymas sunaikins papildomai 800 ha agrarinio bei miesto kraštovaizdžio, įrengiant sąvartynus, saugojimo aikšteles ir talpyklas. Po Ignalinos AE uždarymo bus statomos naujos katilinės, aprūpinančios miestą ir elektrinės patalpas šiluma ir karštu vandeniu. Todėl į miesto aplinką, miškus ir vandenį plūstelės nemaži taršos kiekiai.

Įgyvendinus IAE 2-ojo bloko eksploatavimo nutraukimo projektą, sumažėjo radionuklidų išmetimas į aplinką, technologinės įrangos aušinimui naudojamo Drūkšių ežero vandens paėmimas su nebeeksploatuojamų sistemų priežiūros darbais susijusių nuotekų susidarymas. Sustabdžius reaktoriaus eksploataciją, šilumos išmetimų iš IAE reaktorių blokų nebebus, tai darys teigiamą poveikį Drūkšių ekosistemai, nors nesitikima, kad ežero eutrofinė būseną atsistatys iki prieš IAE eksploatavimą buvusios būsenos (Sprendimas..., 2010).

4.9. Naujos AE Lietuvoje poveikio aplinkai vertinimas

Poveikio aplinkai vertinimas (PAV) – tai konkrečios planuojamos ūkinės veiklos potencialaus poveikio aplinkai numatymo, apibūdinimo ir įvertinimo procesas. Pagrindinis tikslas yra užtikrinti, kad atsakinga institucija, priimanči sprendimą dėl veiklos leistinumą pasirinktoje vietoje, disponuotų informacija apie galimą reikšmingą tos veiklos poveikį aplinkai ir šio poveikio sumažinimo galimybes bei būtų susipažinusi su visuomenės nuomone.

Dabartinis Ignalinos AE 1-asis reaktorius yra sustabdytas, o 2-asis reaktorius buvo sustabdytas 2009 m. pabaigoje. Todėl yra būtini juos pakeičiantys energetiniai pajėgumai. Nauja atominė elektrinė taps pagrindiniu elektros energijos gamybos šaltiniu Lietuvoje.

PAV programai sudaryti buvo pasamdyti Suomijos ir Lietuvos specialistai.

Nauja atominė elektrinė planuojama statyti šalia esančios Ignalinos AE. Siekiant užtikrinti saugią atominės elektrinės eksploataciją, ji bus projektuojama pagal atominės

energetikos teisės aktus ir branduolinės saugos standartus. Atominės elektrinės buvo vystomos ir toliau yra tebevystomos daugeliu krypčių tam, kad būtų pagerinta jų sauga ir eksploatavimo patikimumas. Atominės elektrinės sauga privalo būti užtikrinama nuosekliai įgyvendinant „apsaugos gilyn“ principą, grindžiamą barjerų sistema. Šis principas reiškia, kad tarp radioaktyviųjų medžiagų ir aplinkos egzistuoja seka stiprių ir sandarių fizinių užtvarų, neleidžiančių medžiagoms patekti į aplinką bet kokiomis aplinkybėmis. Bet kurio vieno atskiro barjero sandarumas yra pakankamas užtikrinti, kad jokios radioaktyviosios medžiagos negalės patekti į aplinką.

Naujoji AE šilumai išsklaidyti naudos Drūkšių ežero vandenį. Rengiant PAV ataskaitą buvo atlikti šilto aušinimo vandens poveikio Drūkšių ežerui skaičiavimai, ištirti skirtingų naujosios AE galių ir skirtingų naujosios AE aušinimo vandens įleidimo ir išleidimo vietų poveikiai Drūkšių ežero vandens temperatūrai.

Ekspertai įvertino, kad ekologiškai priimtina šiluminė ežero apkrova būtų maždaug 3200 MW išleista. Toks šiluminis poveikis nedarys žymios įtakos ežero ekosistemai, lyginant ją su dabartine ežero būkle.

Remiantis ežero vandens balanso skaičiavimais, vandens išteklių pakaktų eksploatuoti naująją AE ir tada, kai metai būtų sausi. Net ir tais retais atvejais, kai pasitaikytų trejų iš eilės einančių sausų metų periodai ir ežero lygis galėtų nukristi žemiau normos ir galbūt pasiektų mažiausią leidžiamą lygį, hidrologiniu požiūriu ežeras būtų paveiktas nežymiai, nes vandens tūris ir ežero paviršiaus plotas sumažėtų tik sąlyginai.

PAV ataskaitoje buvo įvertinta, jog pradėjus eksploatuoti naująją AE nebus žalingo poveikio Visagino regiono oro kokybei, nes teršiančių išmetamų žalingų medžiagų kiekis bus ribotas. Taip pat jokio žalingo poveikio nebus žemės gelmėms, gruntiniam vandeniui ir dirvožemiui.

Drūkšių ežeras ir kelios kitos regiono vietovės yra įtrauktos į Europos Sąjungos saugomų teritorijų tinklą „Natura 2000“, todėl šių vietovių natūralios buveinės, flora ir fauna yra saugomos pagal specialias ES Paukščių ir Buveinių direktyvų nuostatas. Vertinant poveikį biologinei įvairovei pagrindinis dėmesys buvo skirtas Drūkšių ežero zonai ir galimiems ežero vandens temperatūros pokyčiams dėl aušinimo vandens išleidimo. Maksimali šiluminė ežero apkrova, kuriai esant nebus daromas žymus poveikis ežero ekosistemai, įskaitant ir Drūkšių ežero „Natura 2000“ zonos skiriamąsias vertingas rūšis, yra apie 3200 MW išleista.

NAE aušinti naudojamas vanduo garuodamas sumažintų Drūkšių ežero vandens tūrį, ir dėl to susilpnėtų vidutinis iš ežero į Prorvos upę ištekančio vandens srautas. Tai paveiktų apytiksliai 50 km Prorvos upės ruožą prieš jos įtekėjimą į Dysną. Minimalus leidžiamas

ištekančio į Prorvą vandens lygis neviršys dabartinio minimalaus lygio visų aušinimo scenarijų atveju.

Triukšmas, intensyvus eismas, vykdomos statybos ir žmonių gausa darys žalingą poveikį saugomai teritorijai ir biologinei įvairovei, tačiau šie veiksniai bus sušvelninti iki priimtino lygio. Teritorijos gamtovaizdis jau yra pakitęs dėl Ignalinos AE statybų ir eksploatacijos, tad naujosios AE projektas nedarys tolesnės žalos gamtovaizdžiui ir nekils pavojos kultūros paveldo vertybėms.

Pagrindinis atominės elektrinės šalutinis produktas yra radioaktyviosios atliekos. NAE susidarys kietosios, skystosios ir dujinės radioaktyviosios atliekos. Šių atliekų poveikis numatomas mažesnis nei nacionalinių ir tarptautinių teisės aktų numatytos didžiausios leidžiamos vertės (Naujos..., 2008).

IŠVADOS

1. Rekonstravus Visagino miesto nuotekų valymo sistemą, sumažėjo, išleidžiamo bendro fosforo kiekis nuo 7 mg/l iki 2 mg/l ir bendro azoto kiekis nuo 25 mg/l iki 15 mg/l.
2. Įvertinus biogenines medžiagas vandenyje, nustatyta, kad skendinčios medžiagos neviršija 35 mg/l (DLK), BDS₇ - 17 mg/l (DLK), nitratai – 16 mg/l, nitritų koncentracija viršijama 4 kartus – 0,59 mg/l (DLK – 0,02 mg/l).
3. Cezio koncentracijų nustatymo žuvyse tyrimai parodė, kad priklausomai nuo jų rūšies bei mitybos specifikos, šio radionuklido vidutinė metinė koncentracija svyravo nuo 0,8 iki 3,5 Bq/kg gyvo svorio.
4. Stroncio koncentracija žuvyse, priklausomai nuo jų rūšies bei mitybos specializacijos, šio radionuklido vidutinė metinė koncentracija svyravo nuo 0,022 iki 0,062 Bq/kg gyvo svorio.
5. Drūkšių ežero trofinė būklė pasikeitė nuo mezotrofinės iki eutrofinės, nes metai iš metų ežeras buvo teršiamas biogeninėmis, cheminėmis, radioaktyviomis medžiagomis, o taip pat paveiktas žmogaus ūkine veikla.

LITERATŪRA

1. APLINKOS APSAUGOS AGENTŪRA: ataskaita už 2009 m. Lietuva, 2010 [žiūrėta 2011 02 17]. Prieiga per internetą: <
http://www.apva.lt/Files/apva/File/ataskaitos/APVA2009_veiklos_ataskaita.pdf>;
2. ARUNDEL, J. Sewage and Industrial Effluent Treatment, GB 2000;
3. Atominė energetika Lietuvoje: branduolinė sauga: ataskaita už 2009 m. VATESI; LR. Vilnius, 2010 [žiūrėta 2011 03 01]. Prieiga per internetą: <
http://www.vatesi.lt/fileadmin/documents/Ataskaitos/Ataskaita_2009.pdf>;
4. ASTRAUSKAS, A., BERNOTAS, E. Ichtiologinė Drūkšių ežero ekspertizės ataskaita. Ežero ichtiologinė būklė (1984-1994). Ekologijos institutas. Vilnius 1996;
5. BALTRĖNAS, P., BUTKUS, D., OŠKINIS, V.; VASAREVIČIUS, S., ZIGMONTIENĖ, A. Aplinkos apsauga. Vilnius: Technika, 2008;
6. BAUBINAS, R., TAMINSKAS, J., BALEVIČIŪTĖ., J. ir kt. Regioninė geografija. Geografiniai ir ekologiniai Ignalinos AE regiono subalansuoto vystymo strategijos aspektai. Geografijos ir Botanikos institutai. Vilnius 1998;
7. BERNOTAS, E. Žuvų produkciniai procesai termogradientinėse sistemose. Daktaro disertacijos santrauka. Ekologijos Institutas. Vilnius 2001;
8. Dauguvos upių baseinų rajono valdymo planas, Lietuvos Respublikos Vyriausybė, Nutarimas Nr. 1616, 2010;
9. Gyvenviečių ir naujai statomų kvartalų HNV tipo buitinių nuotekų biologinių valymo įrenginių papildoma įranga, 2010 [žiūrėta 2011 02 19]. Prieiga per internetą: <
http://www.traidenis.lt/lt/solutions-and-products/hnv%20moduline/HNV_papildoma_irangaLT.pdf >;
10. Ignalinos jėgainės godojimas, Straipsnių rinkinys, „Trys žvaigždutės“ 2007;
11. L. Salickaitė – Bunikienė. Esminių karbonatinės sistemos destabilizacijos atvejų Ignalinos AE aušinimo baseine (Drūkšių ež.) analizė. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2001;
12. L. Salickaitė – Bunikienė, I. Kirkulytė. Ignalinos AE aušinimo baseino (Drūkšių ež.) biogeninių medžiagų tyrimas 1998-2002 m. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba, 2003;
13. Lietuvos vandens išteklių vizija 2025 metams, 1997 [žiūrėta 2010 10 16]. Prieiga per internetą: <
http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:kEabds3TAO8J:www.vandensklubas.lt/docs/manual/lt_vizija.doc+lietuvos+vandens+i%C5%A1tekliai&hl=lt&gl=lt&pid=bl&srcid=

ADGEESg3rOKf_ggDadv86zrE6H64PtXBsyObvFaUrZNMkDrgrnmYzjm8dUzNH4Lu9
mWZPT5RcejAbRYqPIsGcuxEP9JcTwx0McZpRTlPvqruMIikHppgeFMgZmrWsjmcq
9MBgQucmz6&sig=AHIEtbTdjnNpHjZ-DaD2yXwGWeGT2I4HKQ>;

14. Marčiulionienė D., Kiponas D., Hansen D. Technogeninių radionuklidų akumuliacija Ignalinos AE aplinkoje. Prieiga per internetą: < <http://images.katalogas.lt/maleidykla/ekologija/eko-52.pdf> >;
15. MAŽEIKĀ, J., TAMINSKAS, J., PAŠKAUSKAS, R. ir kt. Ecohydrological evolution in the catchment of Lake Drūkšiai, Lithuania, under antropogenic pressure. Iš: Lietuvos mokslo akademijos leidykla, 2006, Nr.4, p. 40-50;
16. Mažų nuotekų kiekių tvarkymas gyvenamosiose vietovėse, Viešoji įstaiga „Grunto valymo technologijos“, Vilnius 2003;
17. Montvydienė D., Marčiulionienė D., Kazlauskienė N. Drūkšių ežero ekotoksikologinė būklė veikiant abiem Ignalinos AE blokams (1998 – 2000) ir nutraukus pirmojo bloko eksploataciją. Prieiga per internetą: < <http://lrsd.rsc.lt/Montvydiene.pdf> >;
18. Naujos atominės elektrinės Lietuvoje poveikio aplinkai vertinimas. [žiūrėta 2010 02 03]. Prieiga per internetą: < www.vae.lt >;
19. Pumpytė A. Paviršinio vandens kokybės monitoringas. Aplinkos apsaugos agentūra. Prieiga per internetą: < www.vandensklubas.lt/seminaras/paviršinis.pdf >;
20. Projekto „Sunkiųjų metalų kaupimasis žuvyse ir dugno nuosėdose rezultatų apžvalga. Aplinkos apsaugos agentūra. Prieiga per internetą: < http://aaa.am.lt/IV/article.php3?article_id=1203 >;
21. Radionuklidų sklaidos aplinkoje tyrimo metodai ir mokslinių pasiekimų apžvalga, 2007 [žiūrėta 2011 02 21]. Prieiga per internetą: < http://aplinkotyra.vdu.lt/uploads/file/moduliai/radioekologija/radioekologija_Paskaitu_mezdiaga/pRadEk%2012%20paskaita.pdf >;
22. Rizikos vandens telkiniai Lietuvoje. Aplinkos apsaugos agentūra. Prieiga per internetą: < http://aaa.am.lt/IV/rubric.php3?rubric_id=1676 >;
23. Sprendimas dėl Ignalinos atominės elektrinės 2-ojo bloko eksploatavimo nutraukimo ir kuro iškrovimo galimybių poveikio aplinkai požiūriu. LR Aplinkos ministerija. 2010;
24. ŠARAUSKIENĖ D., RIMAVIČIŪTĖ E. Drūkšių ežero terminio režimo analizė taikant GIS duomenų bazę. Lietuvos energetikos institutas 2000;

25. ŠAULYS, V. Vandenu apsaugos politika ir teisė. Vilnius: VGTU Leidykla Technika, 2007;
26. Techninis projektas VISAGINO NUOTEKŲ VALYKLOS REKONSTRUKCIJA, 2008;
27. VABOLIENĖ G. Azoto ir fosforo šalinimas iš nuotekų Lietuvoje. Iš: VGTU, Vandentvarkos katedra: mokslo darbai. VGTU, 2009;
28. VABOLIENĖ, G., MATUZEVIČIUS, A.B. Investigation into biological nutrient removal from wastewater. Iš: Journal of environmental engineering and landscape management. VGTU, 2005, Vol XIII, No 4, p. 177-181;
29. Vandens tarša. Hidrosferos tarša. Ekologinės vandens taršos pasekmės. Nuotekų valymas. Okeanosfera. 2007 [žiūrėta 2010 05 27]. Prieiga per internetą: <http://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:kyQVp3STBvsJ:ututi.com/content/get_content/49858+vandens+reiksme+hidrosferos+tarsa&hl=lt&gl=lt&pid=bl&srcid=ADGEESi3fw4cVRam3BOg8PpwSpOw_AWVGQZaYXRBpMRhw7TsFr4d_RqIvWzPaho_PUqzDJcd5G8hRdW4BbA4tnTTST27gH6Hp6FxiLdG7Cd2q6cM42BEV9IXExyA3rvjtwf_rHRKl9aN&sig=AHIEtbT6e4-5kqCPk5xFLVSw_xjPUos4cw>;
30. UAB „Visagino energija“ duomenys;
31. Žmogaus veiklos poveikis. Aplinkos apsaugos agentūra. Prieiga per internetą: <http://aaa.am.lt/VI/rubric.php3?rubric_id=1675>.