

# PROJEKTAS "MOKYMOŠI VISĄ GYVENIMĄ GEBĖJIMŲ UGDYMAS APLINKOS INŽINERIOJE IR KRAŠTOTVARKOJE"

## TRUMPAS PROJEKTO ESMĖS APIBŪDINIMAS

Sudaryti sąlygas kiekvienam jaunam žmogui įsigyti jo sugebėjimus ir poreikius atitinkančias studijų paslaugas bei plėtoti mokslo ir studijų žmoniškąjį kapitalą. Aplinkos inžinerijos ir kraštotvarkos studijų krypties studijų programos apima įvairius hidrotechnikos inžinerijos, vandens apsaugos inžinerijos ir valdymo, kraštotvarkos ir žemės kadastro klausimus.

Pagrindiniai laukiami rezultatai įgyvendinus projektą bus:

- o atnaujintos trys bakalauro studijų programos
- o atnaujinti 49 studijų dalykų aprašai
- o pritaikytos 267 metodinės priemonės atnaujintiems studijų dalykams
- o apie 50 dėstytojų pakels kvalifikaciją
- o 75 bakalaurai atliks profesinės veiklos praktiką
- o įsigyta ar sukurta 14 kompiuterinių programų
- o 49 studijų dalykų metodinė medžiaga pritaikyta nuotoliniam mokymui;

Sutar ties registravimo numeris  
BPD2004-ESF-2.4.0-03-05/0032

BPD priemonė  
2.4 priemonė „Mokymosi visą gyvenimą sąlygų plėtojimas“

Vykdytojas  
Lietuvos žemės ūkio universitetas

Skirta paramos suma  
1 234 978 Lt

Projekto pradžia  
2006 m. birželis

Projekto pabaiga  
2008 m. balandis

Detali informacija:  
<http://www.lzuu.lt/projektai>



MIDONA DAPKIENĖ  
RENĖ KUSTIENĖ

VANDENS IŠTEKLIŲ  
NAUDOJIMAS

MOKOMOJI KNYGA

LIETUVOS ŽEMĖS ŪKIO UNIVERSITETAS  
Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakultetas  
Hidrotechnikos katedra

Midona Dapkienė  
Renė Kustienė

# VANDENS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS

MOKOMOJI KNYGA

KAUNAS, ARDIVA,  
2008

UDK 556.18(075.8)

Da279

Midona Dapkienė, Renė Kustienė

VANDENS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS

Mokomoji knyga

**Recenzavo:**

Doc.dr. Algirdas Radzevičius (LŽŪU Hidrotechnikos katedra)

Prof. Petras Punys (LŽŪU Vandentvarkos katedra)

**Aprobuota:**

Hidrotechnikos katedros posėdyje 2007 09 04, protokolo Nr. 322

Vandens ūkio ir žemėtvarkos fakulteto tarybos studijų komisijos posėdyje  
2007 09 04, protokolo Nr. 16

Kalbą redagavo

Laima Jonikienė

Maketavo

Laurynas Arminas

Viršelio dailininkas

Dainius Radeckas

ISBN 978-9955-896-33-3

© Midona Dapkienė, Renė Kustienė, 2008

© Lietuvos žemės ūkio universitetas, 2008

# TURINYS

PRATARMĖ .....	5
1. ĮVADAS .....	6
1.1. Bendros žinios apie vandenį .....	6
1.2. Vandens apytaka gamtoje. Vandens balansas .....	7
1.3. Lietuvos vandens balansas ir jį formuojantys veiksniai.....	11
1.4. Vandens reikšmė gamtai ir žmogui .....	12
2. VANDENS IŠTEKLIAI .....	14
2.1. Vandens išteklių apibrėžimas ir klasifikacija .....	14
2.2. Pasaulio vandens ištekliai ir jų pasiskirstymas Žemės rutulyje .....	16
2.3. Atsinaujinantys vandens ištekliai .....	19
2.4. Klimato kaitos poveikis vandens ištekliams .....	22
2.5. Pastangos mažinti gėlo vandens trūkumą pasaulyje .....	24
2.6. Baltijos jūros baseino vandens ištekliai .....	26
2.6.1. Baltijos jūros baseino paviršinio vandens ištekliai.....	26
2.6.2. Baltijos jūros baseino požeminis vanduo .....	27
2.7. Lietuvos vandens ištekliai .....	29
2.7.1. Lietuvos paviršinio vandens ištekliai .....	29
2.7.2. Lietuvos požeminio vandens ištekliai .....	32
3. VANDENS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS .....	36
3.1. Vandens poreikis .....	36
3.2. Vandens naudojimo samprata .....	37
3.3. Vandens išteklių naudojimo klasifikacija. Pagrindiniai vandens naudotojai... 38	
3.4. Vandens išteklių naudojimas pasaulyje .....	40
3.4.1. Pasaulio vandens gavybos ir naudojimo dinamika ir jos prognozės. 40	
3.4.2. Vandens naudojimas Baltijos jūros baseine.....	42
3.4.3. Vandens naudojimas ir jo dinamika Lietuvoje .....	43
3.5. Vandens išteklių naudojimas ūkinėje veikloje .....	44
3.5.1. Vandens naudojimas energetikoje .....	44
3.5.2. Hidroenergetikos perspektyvos .....	45
3.5.3. Vandens naudojimas pramonėje .....	46
3.5.4. Vanduo ūkio-buities reikmėms .....	48
3.5.5. Vandens naudojimas žemės ūkyje .....	49
3.5.6. Vanduo kitoms reikmėms .....	51
3.6. Vandens taupymas .....	52
4. VANDENS IŠTEKLIŲ VALDYMAS .....	54
4.1. Vandens išteklių valdymo problemos.....	54
4.2. Kompleksinio vandens išteklių valdymo samprata ir principai .....	55
4.3. Kompleksinio vandens išteklių valdymo įgyvendinimas.....	58
4.4. Bendroji vandens politikos direktyva (BVPD) .....	59

4.5. Baseininis vandens išteklių valdymas. Upių baseinų rajonai.....	59
4.6. Baseininio vandens išteklių valdymo įgyvendinimas Lietuvoje.....	61
5. VANDENS TELKINIŲ BŪKLĖS ĮVERTINIMAS .....	63
5.1. Paviršinio ir požeminio vandens kokybė Lietuvoje.....	63
5.1.1. Paviršinio vandens kokybė.....	63
5.1.2. Požeminio vandens kokybė.....	68
5.2. Paviršinio ir požeminio vandens monitoringas (stebėseną) .....	69
5.2.1. Upių ir ežerų monitoringas.....	69
5.2.2. Požeminio vandens monitoringas.....	71
5.3. Paviršinio vandens telkinių tipologija.....	72
5.4. Paviršinio vandens telkinių klasifikacija.....	74
5.5. Labai pakeisti ir dirbtiniai vandens telkiniai .....	75
5.6. Vandens telkinių etaloninės sąlygos.....	76
5.7. Požeminio vandens baseinų – telkinių identifikavimas ir išskyrimas.....	77
5.8. Rizikos grupei priskiriami vandens telkiniai.....	78
6. VANDENS IŠTEKLIŲ APLINKOSAUGOS PRIEMONĖS .....	79
6.1. Pasklidoji ir sutelktoji tarša, jų mažinimo galimybės .....	79
6.1.2. Nuotekų valymas.....	80
6.1.3. Paviršinio vandens telkinių apsaugos juostos ir zonos.....	82
6.2. Hidrologinio režimo reguliavimas. Potvynių kontrolė.....	84
6.3. Maudyklų apsauga .....	87
6.4. Požeminio vandens apsauga.....	88
LITERATŪRA.....	90

## PRATARMĖ

Aš nežinau, kaip aš atrodau pasauliui, bet sau aš atrodau kaip vaikas, žaidžiantis jūros pakrantėje ir besidžiaugiantis surastu gražesniu akmenėliu ar kriaukle, kuomet didžiulis dar neatskleistas tiesos okeanas plyti prieš mane.

Izaakas Niutonas

Dvidešimtajame amžiuje pasaulyje susiformavo tam tikras visuomenės vystymosi ir ekonomikos plėtros modelis. Ne išimtis ir vandens išteklių naudojimas. Mūsų moderni visuomenė naudoja vandenį ne tik gėrimui, buityje, bet ir įvairiose ūkio šakose: pramonėje, energetikoje, žemės ūkyje ir kt. Tačiau dvidešimt pirmajame amžiuje iškylo vis daugiau problemų, kurios, be abejo, turės įtakos ir pasaulio vandens ištekliams – tai spartus žmonių skaičiaus didėjimas besivystančiose šalyse; neapibrėžti globalinio klimato pokyčiai; galimi konfliktai dėl gėlo vandens atsargų; ozono sluoksnio plonėjimas; atogrąžų miškų naikinimas ir kt.

Su įvairia žmogaus veikla glaudžiai susijusi vandens tarša. Vanduo yra ne tik pagrindinis gyvybės palaikymo bei pramonės plėtojimo šaltinis, jis taip pat absorbuoja ir perneša visą buitinių, žemės ūkio ir pramoninių atliekų taršą. Dėl taršos blogėjanti vandens kokybė riboja vandens panaudojimą, kelia grėsmę mūsų sveikatai ir vandens ekosistemų funkcionavimui, taip pat sumažina naudojimui tinkamų vandens išteklių kiekį.

Siekiant išspręsti daugybę su vandens ištekliais ir jų naudojimu susijusių problemų, į pagalbą pasitelkiami biologijos, fizikos, socialiniai ir inžineriniai mokslai.

Vandens išteklių naudojimo mokomoji knyga skirta būsimiems vandens ūkio specialistams, tačiau manome, kad ji bus naudinga įvairių aplinkos inžinerijos specialybių studentams.

Ši knyga supažindins studentus su pasaulio, Baltijos jūros baseino ir Lietuvos vandens ištekliais, jų dinamika, svarbiausiais vandens išteklių naudotojais. Knygoje analizuojamas vandens išteklių poreikis, aptariami kompleksinio vandens išteklių valdymo principai, sprendžiamos vandens telkinių būklės ir vandens išteklių apsaugos problemos.

Įgytos vandens išteklių naudojimo žinios padės būsimiems specialistams suvokti, kad būtina palaikyti pusiausvyrą tarp vandens išteklių, kaip augančio žmonių skaičiaus egzistavimo pagrindo, ir išteklių, kaip gamtinio kūno su natūraliomis funkcijomis ir ypatybėmis, o norint gauti maksimalią naudą iš turimų vandens išteklių, būtina pakeisti supratimą apie vandenį, įvertinant turimų išteklių naudojimo ir apsaugos galimybes.

# 1. ĮVADAS

## 1.1. Bendros žinios apie vandenį

„Vanduo! Tu neturi nei skonio, nei spalvos, nei kvapo, tavęs neįmanoma aprašyti, tavimi mėgaujasi, nežinodami, kas tu toks. Negalima sakyti, kad tu būtinas gyvenimui: tu pats esi gyvenimas. Tu pripildai mus džiaugsmo, kurio negalima paaiškinti mūsų jausmais. Su tavimi mes atgauname jėgas, kurias buvome praradę. Dėl tavęs vėl atgyja mūsų širdies šaltiniai. Tu pats didžiausias turtas pasaulyje.“ Tai Antuano de Sent-Egziuperi žodžiai, skirti nuostabiam skysčiui, be kurio iš tikrųjų neišsivaizduojama mūsų egzistencija. Taigi – kas yra vanduo ir kaip jis atsirado?

Atmosferą su saulės spinduliuotės veikiama apytaka turi trys planetos – Venera, Žemė ir Marsas. Žemės atmosfera sudaryta daugiausia iš azoto ir deguonies, išsiskiriančio dėl planetoje vykstančių biologinių procesų. Veneros ir Marso atmosferą sudaro anglies dioksidas dėl šiose planetose vykstančių abiotinių procesų. Kiekvienos iš trijų planetų debesų sudedamosios dalys skirtingos: Veneroje – sieros rūgštis, Marse – dulės, o Žemėje, aišku, vanduo.

Vandens kilmei Žemėje paaiškinti egzistuoja dvi teorijos – evoliucinė ir genetinė. Genetinė teorija teigia, kad dujų ir dulkių cheminė pusiausvyra saulės ūke leido formuotis Veneros, Marso ir Žemės planetose kietiems dariniams, kuriuose buvo gausu vandeningų mineralų. Formuojantis planetų atmosferoms vanduo buvo atpalaiduojamas iš šių mineralų.

Vandens šaltinis Žemėje taip pat buvo garai, kurie skyrėsi įvairių geologinių procesų metu. Išsiskyrę iš žemės gelmių garai kondensavosi, nes temperatūra ir slėgis planetos paviršiuje idealiai tiko vandeniui egzistuoti skystos būsenos.

Veneroje ir Marse nutiko visiškai kitaip. Temperatūros padidėjimas ir tektoninė veikla Veneroje inspiravo garų išsiskyrimą, tačiau toliau vyko negrįžtamas vandens skilimas į vandenilį ir deguonį, jis reagavo su paviršiaus elementais. Anglies dioksidas sukėlė nevaldomą šiltnamio efektą, kurio pasekmė – visiškai sausas planetos paviršius ir 464°C temperatūra. Garų išsiskyrimą Marse ribojo žema temperatūra ir tai, kad nevyko geologiniai procesai. Vis dėlto šioje planetoje yra aptikta tekančio skysčio (galbūt vandens) sukeltos paviršiaus erozijos pėdsakų, tačiau šio skysčio kilmė nežinoma. Marso atmosfera plona ir šalta (-53°C), tai sudaro galimybę po viršutiniu planetos sluoksniu kauptis sušalusiam vandeniui.

Evoliucinė vandens kilmės teorija teigia, kad visose trijose planetose iš pradžių buvo panašus šio skysčio garų kiekis, tačiau vėlesni įvykiai suformavo skirtingą struktūrą. Kaip pavyzdys šiuo atveju galėtų būti meteoritų poveikis.

Žemė taip pat galėjo turėti iš anglies dioksido sudarytą atmosferą, tačiau ją pakeitė unikali biologiniai procesai. Pats unikaliausias dalykas, kalbant apie žemės – atmosferos sistemą, yra tai, kad kartu egzistuoja visos trys vandens fazės – skystis, ledas ir garai (Mays, 1996).

Kaip žinome, vanduo – labiausiai paplitęs Žemėje junginys. Žemę gaubiantis vandens sluoksnis – hidrosfera – sudaro 71% planetos paviršiaus. Matomoji hidrosferos dalis – tai jūros ir vandenynai, upės ir ežerai. Dalis mūsų planetos vandens yra susikaupusi Žemės pluta sudarančių uolienų porose ir plyšiuose.

Hidrosfera yra vienintelis išorinis Žemės apvalkalas, kuriame gyvi organizmai gyvena nuo jo paviršiaus iki maksimalių gylių. Beveik visos fizinės-cheminės vandens savybės labai palankios gyvybei egzistuoti.

Kokios yra pagrindinės šio skysčio fizinės ir cheminės savybės? Vanduo yra bespalvis ir bekvapis. Vanduo (vandenilio oksidas –  $H_2O$ ) turi 88,6% deguonies ir 11,4% vandenilio (pagal masę). Iš visų skysčių jo šiluminė talpa didžiausia. Švaraus vandens tankis esant  $4^{\circ}C$  temperatūrai lygus  $1\text{ g/cm}^3$ . Temperatūrai kylant ar žemėjant, tankis mažėja. Ištirpusių vandenyje įvairių druskų kiekis didina jo tankį. Gamtinių vandenių tankis dėl ištirpusių juose druskų gali siekti  $1,347\text{ g/cm}^3$ . Esant  $4^{\circ}C$  temperatūrai, einant gilyn kas 10,3 m gélame vandenyje ir kas 9,98 m jūriniame vandenyje, vandens slėgis padidėja beveik šimtu kilopaskalių ir vandenynų gelmėse jis gali siekti daugiau kaip šimtą tūkstančių kPa. Vanduo, lyginant su kitais skysčiais, yra mažo klampio. Temperatūrai kylant vandens klampis mažėja, tačiau pereinant iš gėlo (mineralizacija – iki  $1\text{ g/l}$ ) vandens į druskingą, klampis didėja.

Nepaprastas vandens savybes galima paaiškinti jo molekulinės struktūros ypatumais. Vandens molekulė nėra linijinė – kampas tarp jungčių  $H - O - H$  lygus  $104^{\circ}45'$ . Nors  $O - H$  jungtys yra kovalentinės, vandens molekulė yra polinė: vandenilio atomas turi tam tikrą teigiamą krūvį, o deguonies – neigiamą. Dėl to vienos  $H_2O$  molekulinės deguonies atomas gali pritraukti kitos molekulinės vandenilio atomą: taip atsiranda vandenilinė jungtis ir padidėja bendra jungties energija. Ledo kristaluose vandenilinės jungtys dar tvirtesnės. Dėl didelio vandens molekulių poliškumo vanduo yra labai geras kitų polinių junginių tirpiklis.

Vandens cheminės savybės taip pat priklauso nuo jo sudėties ir struktūros. Šio junginio molekulė suyra tik paveikta didelio energijos kiekio. Vanduo skyla (terminė disociacija) tik aukštesnėje kaip  $2000^{\circ}C$  temperatūroje arba apšvitintas ultravioletiniais spinduliais (fotocheminė disociacija). Radioaktyvus spinduliavimas taip pat skaido vandenį į vandenilį, deguonį ir vandenilio peroksidą –  $H_2O_2$ . Šarminiai žemės metalai skaido vandenį kambario temperatūroje, o magnis ir cinkas – virimo temperatūroje. Vanduo yra viena pagrindinių metalų korozijos priežasčių. Taurieji metalai su vandeniu nereaguoja, tačiau jis reaguoja su daugeliu nemetalų.

## 1.2. Vandens apytaka gamtoje. Vandens balansas

Gamtoje vyksta vandens apytaka – nuolatinis dalies vandens judėjimo iš vienos sferos į kitą procesas. Vandens apytaką lemia šie veiksniai (Heinrich ir Hergt, 2000):

- Žemės paviršiaus atspindimas skirtingas Saulės energijos kiekis;
- palyginti su sausuma maža šiluminė vandens spinduliavimo geba;
- Žemės sukimasis apie savo ašį.

Gamtoje vyksta trys vandens apytakos ciklai:

- ✓ vandenynas – atmosfera – vandenynas (mažasis arba okeaninis apytakos ciklas);
- ✓ vandenynas – atmosfera – sausuma – vandenynas (didysis apytakos ciklas);
- ✓ sausuma – atmosfera – sausuma (kontinentinis apytakos ciklas).

Vandens apytakos (hidrologini) ciklą sudaro šie procesai: garavimas, kondensacija, krituliai, nuotėkis, infiltracija ir transpiracija.



Žinoma, kad garuojant vanduo iš skystos fizinės būsenos virsta garais. Kuo aukštesnė temperatūra, tuo didesnis garavimas. Nuo sausumos ir vandens paviršiaus į atmosferą išgaravęs vanduo žemesnėje temperatūroje kondensuojasi. Kondensacija yra procesas, kai vandens garai virsta smulkiais lašeliais, susitelkusiais debesyse ar rūke. Smulkūs lašeliai suformuoja stambesnius lašus – kritulius. Kritulių pasiskirstymui didelę įtaką daro reljefas.

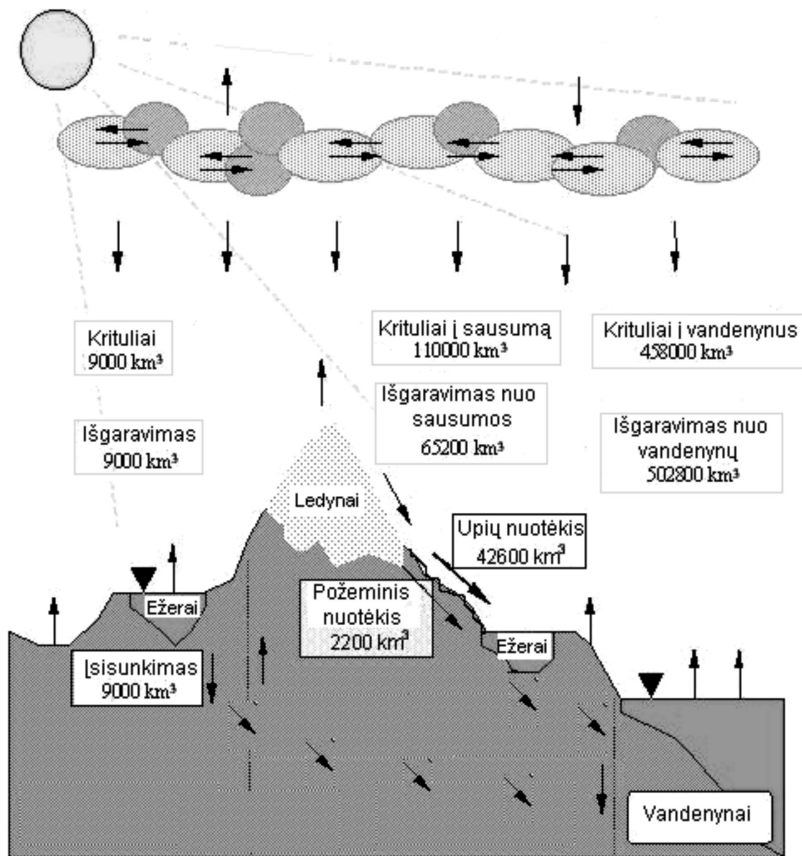
Dalis į sausumą su krituliais iškritusio vandens teka žemės paviršiumi nuolydžio kryptimi ir patenka į upelius, upes, o jais vanduo pasiekia jūras ir vandenynus. Nuotėkis yra labai svarbi vandens apytakos ciklo dalis, nes nemaža dalis vandens grįžta į vandenyną ir vėl dalyvauja garavimo procese. Kita kritulių dalis išgaruoja į atmosferą nuo augalų ir dirvos paviršiaus.

Infiltracija – tai procesas, kai kritulių vanduo skverbiasi gilyn, t. y. susigeria į gilesnius grunto sluoksnius. Maža šio vandens dalis grįžta į žemės paviršių šaltiniais, kita dalis filtruojasi gilyn, sudarydama požeminius vandenis.

Transpiracija – vandens šalinimas nuo augalų paviršiaus, kai augalo paviršius ir jį supanti erdvė nevienodai prisisotinusi vandens. Bendras vandens išgarinimas iš tam tikro augalija apaugusio planetos paviršiaus ploto vadinamas evapotranspiracija (Stravinskienė, 2003).

Vandens balansas – kiekybinė vandens apytaka gamtoje. Daugiamečių stebėjimų būdu nustatyta, kad jūrų ir vandenynų vandens lygis ir upių nuotėkio dydis iš esmės nesikeičia. Tad kuo daugiau išgaravusio vandens pernešama ir iškrinta žemynų paviršiuje, tuo daugiau jo upėmis nuteka į jūras ir vandenynus.

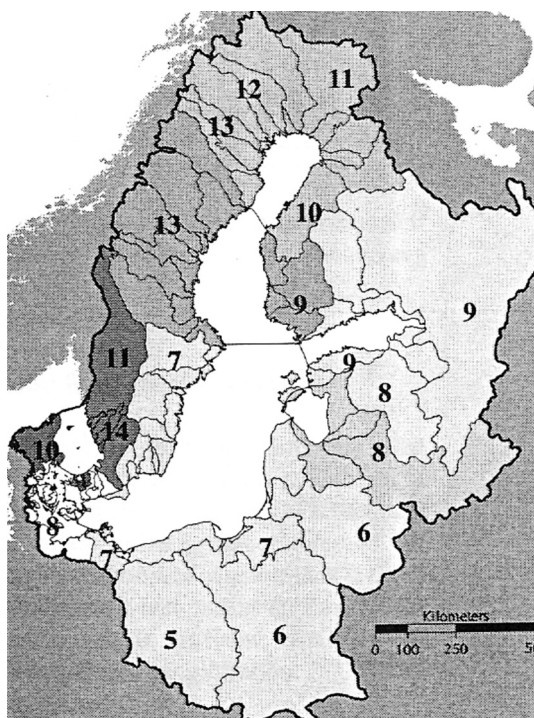
Kiekvienais metais vandens apytaka Žemėje sudaro 577 tūkst. km<sup>3</sup>. Vandens išgaravimas nuo vandenynų paviršiaus sudaro 502 800 km<sup>3</sup>, nuo žemės paviršiaus – 74 200 km<sup>3</sup> (65 200 km<sup>3</sup> nuo sausumos + 9 000 km<sup>3</sup> nuo kontinentinių vandens telkinių). Tas pats vandens kiekis mūsų planetoje kritulių pavidalu iškrenta, atitinkamai, į vandenynus – 45 800 km<sup>3</sup> ir į sausumą – 119 000 km<sup>3</sup> (110 000 km<sup>3</sup> į sausumą + 9 000 km<sup>3</sup> į kontinentinius vandens telkinius). Skirtumas tarp kritulių ir išgaravimo nuo sausumos paviršiaus (119 000 – 74 200 = 44 800 km<sup>3</sup> per metus) sudaro bendrą upių nuotėkį (42 600 km<sup>3</sup> per metus) ir tiesioginį požeminio vandens nuotėkį (2 200 km<sup>3</sup> per metus) į Pasaulinį vandenyną (Summary..., 1995). Pasaulio vandens balansas pavaizduotas 1.1 pav.



1.1 pav. Pasaulio vandens balansas (Summary..., 1995)

Baltijos jūros baseine kasmetinis gėlo vandens nuotėkis yra apie 450 km<sup>3</sup>. Dėl palyginti didelio kritulių kiekio ir mažos evapotranspiracijos vidutinis metinis nuotėkio modulis yra daug didesnis regiono šiaurinėje ir vakarinėje dalyse, negu pietinėje dalyje (1.2 pav.).

Vykstant hidrologiniam ciklui vanduo gamtoje nuolat atsinaujina, tik jo atsinaujinimo laikotarpis labai skirtingas. Pvz., vanduo Pasauliniame vandenyne pasikeičia per 2500 metų, požeminis vanduo atsinaujina per 1400 metų, upėse vanduo pasikeičia per 16 parų, o gyvuose organizmuose per kelias valandas (1.1 lentelė).



1.2 pav. Baltijos jūros baseino vidutinis metinis nuotėkio modulis (l/s km<sup>2</sup>) (Sustainable..., 2000)

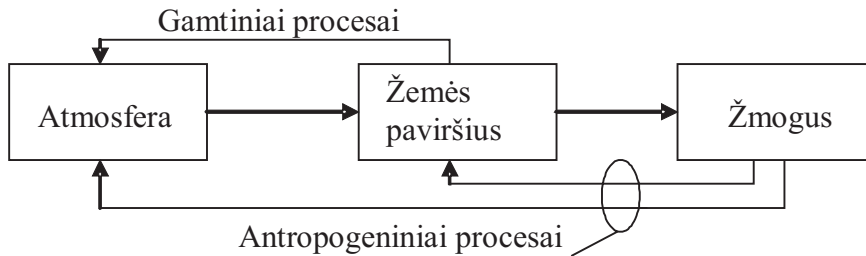
**1.1 lentelė.** Hidrosferos vandens atsinaujinimo Žemėje laikotarpiai (Summary..., 1995)

Hidrosferos dalys	Atsinaujinimo laikotarpis
Pasaulinis vandenynas	2500 metų
Požeminis vanduo	1400 metų
Poliariniai ledynai	9700 metų
Kalnų ledynai	1600 metų
Ledynai amžino išalo zonoje	10000 metų
Ežerai	17 metų
Pelkės	5 metai
Dirvožemio drėgmė	1 metai
Upės	16 parų
Atmosferos drėgmė	8 paros
Gyvų organizmų vanduo	kelios valandos

Kalbant apie fenomenalų gamtoje vykstantį procesą – vandens apytakos ciklą – būtina atkreipti dėmesį į tai, kad vis daugiau jį veikia žmogus. Jo veikla neišvengiamai įneša tam tikrus pokyčius ir į hidrologinį ciklą. 1.3 paveikslas iliustruoja klasikinį ir modernų požiūrį į žmogaus vaidmenį vandens apytakos cikle. Būtina pažymėti, kad šiame cikle dalyvaujančio vandens kokybė kelia daug didesnę susirūpinimą negu kiekybė.



a



b

1.3 pav. Žmogaus vaidmuo hidrologiniame cikle  
a – klasikinis požiūris, b – modernusis požiūris (Mays, 1996)

### 1.3. Lietuvos vandens balansas ir jį formuojantys veiksniai

Per metus Lietuvoje vidutiniškai iškrenta 748 mm kritulių, išgaruoja 512 mm (68%), nuteka 236 mm (32%). Tačiau minėtas kritulių kiekis yra daugiamečių vidurkis, jis nėra tikslus dėl dviejų esminių priežasčių: pirma, realiai žemės paviršių pasiekia daugiau kritulių, nei jų išmatuojama 2 m aukštyje ir, antra, Lietuvoje krituliai pasiskirstę nevienodai skirtinguose regionuose, todėl šis skaičius tikriausiai pakistų sutankinus matavimo tinklą. Daugiausia kritulių iškrenta Vakarų Žemaitijoje (daugiau nei 1000 mm), mažiausiai – už Žemaičių aukštumų (mažiau nei 600 mm).

Svarbiausias veiksnys, darantis poveikį kritulių pasiskirstymui Lietuvoje, yra vyraujanti jūrinės drėgmės pernaša iš vakarų. Teritoriniam kritulių pasiskirstymui taip pat turi įtakos didesni miškų masyvai, ten gali iškristi 2–10% kritulių daugiau nei aplinkinėse teritorijose.

Vidutiniškai 64–72% metinio kritulių kiekio mūsų šalyje iškrenta šiltuoju laikotarpiu – balandžio–spalio mėnesiais. Kritulių kiekis atskirais metais labai svyruoja. Pavyzdžiui, Vilniuje 1911 m. iškrito tik 394 mm, o 1945 m. net 918 mm kritulių.

Lietuvoje suminis garavimas kinta nuo 420 iki 625 mm (55–80% iškritusių kritulių). Didžiausias išgaravimas yra Baltijos pajūryje ir Šešupės baseine dėl ilgesnės vegetacijos ir šiltesnių žiemų. Mažiausias išgaravimas yra Pietryčių lygumoje, nes ten vyrauja lengvos mechaninės sudėties gruntai, daug spygliuočių miškų.

Nuotėkį lemia žemės paviršiaus nuolydis, gruntų filtracinės savybės ir garavimo sąlygos. Didžiausias nuotėkis yra Žemaitijos ir kitose aukštumose. Tačiau daug vandens nuteka ir Pietryčių lygumoje dėl požeminės prietakos. Dėl mažo nuolydžio, vandeniui nelaidžių gruntų, didesnio išgaravimo priemolingose lygumose nuteka tik trečdalis ar ketvirtadalis iškritusių kritulių.

Lietuvos teritorijos vandens balansas yra pateiktas 1.2 lentelėje. Jis rodo, kad Lietuvos ir ypač jos vakarinės dalies teritorija yra drėgmės pertekliaus zonoje, todėl turi pakankamai vandens išteklių.

**1.2 lentelė.** Lietuvos teritorijos vandens balansas (Poška ir Punys, 1996)

Lietuvos dalis	Krituliai		Garavimas		Nuotėkis		Nuotėkio koeficientas $\alpha$	Nuotėkio modulis l/s km <sup>2</sup>
	mm	km <sup>3</sup>	mm	km <sup>3</sup>	mm	km <sup>3</sup>		
Rytinė dalis	730	17,6	480*	11,6	250	6,0	0,30	7,9
Vidurinė dalis	680	16,9	516*	12,8	164	4,1	0,24	5,2
Vakarinė dalis	880	14,3	535*	9,0	345	5,3	0,39	10,9
Vidutiniškai visos Lietuvos	748	48,8	512*	33,4	236	15,4	0,32	7,5

\* Atsižvelgta, kad 100 mm išgaruoja nuo augalų, žemės ir vandens paviršiaus

#### 1.4. Vandens reikšmė gamtai ir žmogui

Gyvybė atsirado vandenyje ir iki šiol didžioji Žemės gyvų organizmų dalis gyvena vandenyje.

Vanduo tirpina daugelį mineralinių ir organinių medžiagų, todėl gali vykti medžiagų apykaita tarp gyvų organizmų ir jų gyvenamosios aplinkos. Vandenyje daro didelį poveikį Žemės terminiam režimui, nes vanduo šildamas sukaupia daug šilumos ir ją lėtai gražina.

Jei vanduo neturėtų savybės šąlant plėstis, ledas būtų sunkesnis už vandenį ir skęstų. Po tam tikro laiko visas vanduo taptų ledu ir mūsų planetos atmosferoje neliktų vandens garų. Atmosferos vandens garai praleidžia trumpuosius Saulės spindulius ir sulaukia ilguosius spindulius, atspindinčius nuo žemės paviršiaus, taip apsaugodami mūsų planetą nuo staigių temperatūros svyravimų. Vandens garavimo temperatūra labai didelė, todėl karšto klimato sąlygomis prakaituodami gyvi organizmai savo kūno temperatūrą išsaugo žemesnę nei aplinkos temperatūra. Didžiosios dalies baltymų, riebalų ir angliavandenių molekulių sandara yra tokia pat kaip ir ledo struktūra, todėl vandeniui užšąlant, jų struktūra nepažeidžiama.

Vanduo yra svarbiausias gyvybės komponentas, sudarantis apie 50–90% gyvūnų kūno ir 70% žmogaus kūno masės. Netekę apie 15–20% vandens dauguma gyvų organizmų apsinuodija medžiagų apykaitos produktais, nes jie iš organizmo pašalinami su skysčiais (Stravinskienė, 2003).

Vanduo, kaip energijos šaltinis, didesnio derliaus ar prieaugio garantas, yra reikšmingas ekonomikos plėtros veiksnys. Augalams reikia vandens, kad galėtų augti. Šį vandenį jie natūraliai gauna iš požeminių vandenų arba paviršinio vandens telkinių. Drėkinant sunaudojama apie 500 litrų vandens, norint gauti 1 kilogramą duonos. Norint gauti 1 kg galvijų mėsos, reikia sunaudoti 50 litrų vandens, neįskaitant pašarų. 1 t naftos išgauti reikia 10 m<sup>3</sup>, 1 t popieriaus pagaminti – iki 390 m<sup>3</sup>, 1 m<sup>2</sup> vilnonio audinio pagaminti – 600 m<sup>3</sup>, o kaprono – net 5600 m<sup>3</sup> vandens (Sustainable..., 2000). 1 mln. kW galios šiluminės elektrinės naudojimui reikalingas 1,2–1,6 km<sup>3</sup> talpos vandens telkinys; miestui, kuriame gyvena 1 mln. gyventojų, per parą reikia vidutiniškai apie 0,5 mln. km<sup>3</sup> vandens (Poška ir Punys, 1996).

Daugelyje šalių vanduo yra svarbi transporto rūšis ir, be abejo, mūsų rekreacijos šaltinis.

Tobulėjant technikai ir naujoms technologijoms žmonės sugebėjo pakeisti daugelio medžiagų savybes, labiau pritaikyti jas įvairiems poreikiams, tačiau vandens pakeisti jie nesugebėjo. Tačiau ar reikia tą daryti? Svarbiausia dabartiniame žmonijos egzistavimo etape – ne keisti šios reikalingiausios žmogaus gyvenime medžiagos savybes, bet stengtis išsaugoti tinkamą vandens kokybę ateinančioms kartoms.

## 2. VANDENS IŠTEKLIAI

### 2.1. Vandens išteklių apibrėžimas ir klasifikacija

*Vandens ištekliais* vadinamas tam tikroje teritorijoje (Žemės rutulyje, valstybėje, upės baseine ir t. t.) esantis paviršinio ir požeminio vandens kiekis.

Vandens ištekliai yra svarbus gamtos turtas, nes jie nulemia šalies ūkio plėtros galimybes ir sąlygas, todėl turi būti racionaliai naudojami ir saugomi. Jie yra vienas pagrindinių veiksnių sudarant bet kurios valstybės gamybos jėgų vystymosi ir išdėstymo perspektyvinę schemą. Vandens ištekliai skiriasi nuo kitų gamtos išteklių tuo, kad jie nuolat atsinaujina.

Vandens išteklius galima skirstyti pagal įvairius rodiklius: slūgsojimo sąlygas, vandens pasikeitimo aktyvumą, bendrąjį mineralizacijos laipsnį, naudojimą ir kt.

Pagal slūgsojimo sąlygas vandens ištekliai skirstomi į *paviršinius* ir *požeminius*.

Paviršiniai vandens ištekliai yra:

- upių;
- ežerų;
- ledynų;
- pelkių;
- jūrų ir vandenynų.

*Upės baseino paviršinio vandens ištekliais* vadinamas nuotėkio tūris, pratekantis upės žiotyse per metus.

Upių vandens išteklius apibūdina kiekybiniai rodikliai, nusakantys jų vandeningumą (baseino plotas, debitas, nuotėkis), bei kokybiniai rodikliai, pvz., hidrogalia, vandens užterštumas ir kt. (Ozolinčius, 2005).

*Ežerų, ledynų, pelkių, jūrų ir vandenynų vandens ištekliais* vadinamas juose sukauptas vandens tūris.

*Požeminio vandens išteklius* sudaro Žemės sluoksniuose slūgsantis arba tekantis vanduo.

Požeminio vandens ištekliai – tai gamtos turtas, kuris gali dalinai arba visiškai atsinaujinti, o kartais jį naudojant net gausėti. Požeminis vanduo labai susijęs su paviršiniu vandeniu ir krituliais.

Požeminiai vandens ištekliai skirstomi į:

- gruntinius;
- tarp sluoksnius.

Arčiausiai žemės paviršiaus, t. y. virš pirmos vandensparos, slūgsančio požeminio vandens ištekliai yra vadinami gruntiniais. Požeminio vandens, slūgsančio tarp dviejų vandensparų, ištekliai, vadinami tarp sluoksniuais.

Požeminio vandens išteklius sudaro gravitaciniai (statiniai) ir gamtiniai (dinaminiai) vandens ištekliai.

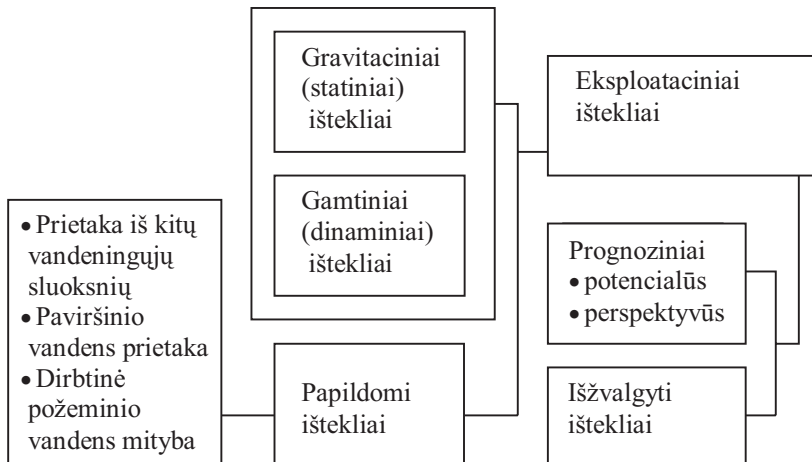
Gravitaciniai požeminio vandens ištekliai – tai vandens, pripildančio vandeningojo sluoksnio poras ir plyšius, tūris.

Gamtiniai požeminio vandens ištekliai – tai pratekančio vandeninguoju sluoksniu vandens debitas.

Požeminis vanduo naudojamas ūkinėje veikloje, todėl yra išskiriami eksploataciniai požeminio vandens ištekliai – toks požeminio vandens kiekis, kuris gali būti paimamas iš Žemės gelmių be žalos aplinkai.

Požeminis vanduo nuolat atsinaujina, nes paviršinis vanduo infiltruojasi į eksploatuojamą vandeningąjį sluoksnį, taip pat atiteka požeminis vanduo iš kaimyninių vandeningųjų sluoksnių (papildomi požeminio vandens ištekliai).

Eksploatacinius požeminio vandens išteklius galima suskirstyti į prognozinius ir išžvalgytus. Išžvalgyti ištekliai nustatomi atlikus žvalgymo darbus, todėl yra patikimesni už prognozes, kurie įvertinami tik pagal turimą geologinę-hidrologinę informaciją (Ozolinčius, 2005). Požeminio vandens išteklių klasifikacijos schema pavaizduota 2.1 pav.



2.1 pav. Požeminio vandens išteklių klasifikacija (Ozolinčius, 2005)

Požeminio vandens ištekliai kaupiasi įvairių rūšių vandeningose uolienose, todėl juos sudarantis vanduo pasižymi skirtingomis fizikinėmis ir cheminėmis savybėmis ir gali būti naudojamas skirtingoms reikmėms. Pagal praktinį panaudojimą jis gali būti skirstomas:

- buityje (gėrimui, maisto ruošimui) ir žemės ūkyje (drėkinimui) naudojamas gėlas ir mažai mineralizuotas vanduo;
- gydomasis mineralinis vanduo, naudojamas gėrimui ir gydymui;
- pramoninis mineralinis vanduo, naudojamas kai kurių mikroelementų (bromo, jodo, ličio) gavybai;
- termoenergetinis (karštas) vanduo, naudojamas įvairių objektų šildymui, elektros energijos gamybai.

Vandens ištekliai nėra statiški, jie nuolat juda. Kaip jau minėta, dėl apytakos vandens ištekliai nuolat atsinaujina. Pagal vandens atsinaujinimo aktyvumą vandens išteklius galime suskirstyti taip:

- stacionarūs (*amžini*);
- dinaminiai (*atsinaujinantys*).

Stacionarius vandens išteklius sudaro ledynų, jūrų, vandenynų, ežerų, pelkių ir gilūs požeminiai vandenys, o dinaminis – upių ir eksploataciniai požeminiai vandenys.



Atsinaujinantys vandens išteklių, ypač upių nuotėkis, turi didžiausią reikšmę ir ekologiniams, ir ekonominiams įvairių žemynų, regionų plėtros rodikliams. Taigi būtent nuo upių nuotėkio priklauso vandens trūkumas ar pakankamumas vienoje ar kitoje pasaulio vietoje.

Pagal bendrąją mineralizacijos laipsnį vandens išteklių gali būti:

- *gėli*, kurių bendroji mineralizacija (t. y. ištirpęs vandenyje druskų kiekis) yra iki 1 g/l;
- *sūroki*, kurių bendroji mineralizacija yra 1–25 g/l;
- *sūrūs* arba jūros vandenys, kurių bendroji mineralizacija yra 25–50 g/l;
- *sūrymai* arba tirpalai, kurių bendroji mineralizacija yra >50 g/l.

Vandenynų vandens druskingumas yra vidutiniškai 35‰, t. y. 1 l vandens yra 35 g druskų. Baltijos jūros druskingumas yra nedidelis. Nuo Kategato sąsiaurio iki centrinės Baltijos dalies vandens druskingumas sumažėja nuo 30–32‰ iki 7–8‰. Suomijos ir Bontijos įlankų vandens druskingumas siekia tik 4–2,5‰. Yra sąsiaurių, kuriuose vanduo visiškai gėlas. Baltijos jūros druskingumas ties Palanga yra apie 5‰.

Pagal ištirpusių druskų anijonus vandens išteklių gali būti:

- hidrokarbonatiniai;
- sulfatiniai;
- chloridiniai.

Pagal ištirpusių druskų katijonus vandens išteklių yra:

- kalciniai;
- magniniai;
- natriniai.

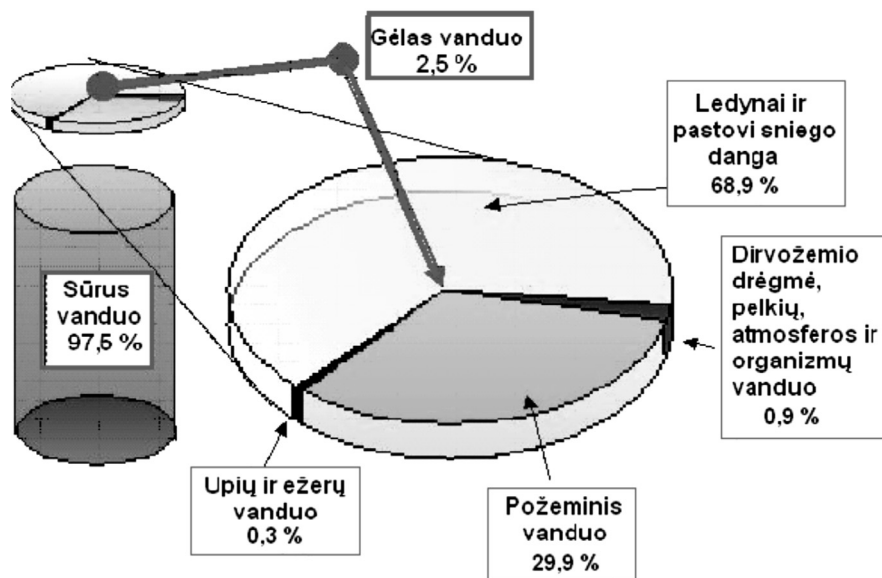
Bendrai pagal naudojimą įvairiose ūkio srityse vanduo gali būti skirstomas taip:

- geriamasis;
- ūkinis;
- techninis;
- vėsinimo;
- gydomasis;
- kitoms reikmėms.

## 2.2. Pasaulio vandens išteklių ir jų pasiskirstymas Žemės rutulyje

Kaip žinoma, Žemėje vanduo aptinkamas trijų fizinių būsenų: skystosios, dujinės ir kietosios. Iš viso mūsų planetos paviršiuje yra apie 1,4 mlrd. km<sup>3</sup> vandens išteklių visų trijų fizinių būsenų kartu. Deja, net 97,5% šių išteklių sudaro sūrus vanduo, kuris kol kas naudojamas labai ribotai. Plačiausiai naudojamas ir vertingiausias yra gėlas vanduo, kurio mūsų planetoje yra tik 2,5% ir didžiausias jo kiekis sukauptas ledynuose. Mes galime naudoti likusį jo kiekį, sukauptą po žeme, upėse, ežeruose.

Įvairių autorių pateikiami duomenys apie vandens išteklių pasiskirstymą Žemės rutulyje šiek tiek skiriasi (2.2 pav. ir 2.1 lentelė).



2.2 pav. Pasaulio vandens išteklių (Summary..., 1995)

Žemės mantijoje sukaupta apie 21 mlrd. km<sup>3</sup> vandens. Didžiausios planetos skysto vandens atsargos yra sukauptos vandenynuose ir jūrose – apie 1400 mln. km<sup>3</sup>, gėlo vandens atsargos sudaro 35 mln. km<sup>3</sup>. Tik apie 10 mln. km<sup>3</sup> gėlo vandens dalyvauja apytakoje, nes likusioji dalis – apie 70% yra sukaupta kaip ledas ir sniegas. Apytakoje nedalyvaujanti vandens išteklių dalis sudaro gėlo vandens rezervinį fondą.

1.1 lentelė. Pasaulio vandens išteklių ir jų pasiskirstymas Žemės rutulyje (Shiklomanov, 1993)

Hidrosferos dalys	Pasiskirstymo plotas tūkst. km <sup>2</sup>	Sluoksnis m	Kiekis tūkst. km <sup>3</sup>	Kiekis %	
				Iš viso vandens	Gėlo vandens
1	2	3	4	5	6
Pasaulinis vandenynas	361 300	3 700	1 338 000	96,5	-
Požeminiai vandenys:	134 800	174	23 400	1,7	-
gėlieji požeminiai vandenys		78	10 530	0,76	30,1
dirvožemio drėgmė		0,2	16,5	0,001	0,05
Ledynai, sniegynai:	16 227	1 463	24 064	1,74	68,75
antarktiniai	13 980	1 546	21 600	1,56	61,7
Grenlandijos	1 802	1 298	2 340	0,17	6,68
arktinių	226	369	83,5	0,006	0,24
kalnų regionų	224	181	40,6	0,003	0,12
Amžinasis įšalas	21 000	14	300	0,022	0,86
Ežerai:	2 058,7	85,7	176,4	0,013	-
gėlieji	1 236,4	73,6	91	0,007	0,26
sūrieji	822,3	103,8	85,4	0,006	-

1	2	3	4	5	6
Pelkės	2 682,6	4,28	11,47	0,0008	0,03
Upės	148 800	0,014	2,12	0,0002	0,006
Biologinis vanduo	510 000	0,002	2,12	0,0001	0,0003
Atmosfera	510 000	0,025	12,9	0,001	0,04
Visi vandens ištekliai	510 000	2 718	1 385 984	100	-
Visi gėlo vandens ištekliai	148 800	235	35 029	2,53	100

Praėjusio amžiaus viduryje didžiojoje pasaulio dalyje buvo vidutiniai ar didesni negu vidutiniai vandens ištekliai (5,1–10 tūkst. m<sup>3</sup> gyventojui per metus ir daugiau) ir tik Šiaurės Afrikoje vandens ištekliai buvo labai maži (1,1–2,0 tūkst. m<sup>3</sup> gyventojui per metus). Katastrofiškai mažų (mažiau nei 1 tūkst. m<sup>3</sup> gyventojui per metus) vandens išteklių nebuvo pastebėta nei viename pasaulio regione.

1995 m. situacija drastiškai pasikeitė. Daugelyje pasaulio regionų vandens ištekliai sumažėjo ir tapo katastrofiškai maži Šiaurės Afrikoje, Arabų pusiasalyje, Šiaurės Kinyoje ir Pietų bei Vakarų Azijoje. Dar septyniuose regionuose užfiksuoti maži (2,1–5,0 tūkst. m<sup>3</sup> gyventojui per metus) vandens ištekliai.

Prognozuojama, kad situacija dar pablogės iki 2025 m. Tada didelė Žemės gyventojų dalis (apie 30–35%) gyvens mažo ar katastrofiškai mažo aprūpinimo vandeniu sąlygomis. Vis dar dideli (10,1–20 tūkst. m<sup>3</sup> gyventojui per metus ir daugiau) vandens ištekliai išliks Šiaurės Europoje, Kanadoje ir Aliaskoje, beveik visoje Pietų Amerikoje, Centrinėje Afrikoje, Sibire, Tolimuosiuose Rytuose ir Okeanijoje. Vandens išteklių mažėjimo greitis priklauso nuo dviejų pagrindinių veiksnių: nuo regiono klimatinė sąlygų ir regiono šalių socialinės-ekonominės plėtros (Summary..., 1995).

Vandens išteklių dinamika įvairiuose pasaulio regionuose ir atskirose šalyse pateikta 2.2 lentelėje.

**2.2 lentelė.** Vandens išteklių dinamika įvairiuose pasaulio regionuose (Shiklomanov, 1993)

Žemynas arba regionas	Plotas 10 <sup>6</sup> km <sup>2</sup>	Faktiniai vandens ištekliai 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /žm./metai				
		1950	1960	1970	1980	2000
1	2	3	4	5	6	7
Europa	10,28	5,9	5,4	4,9	4,6	4,1
Šiaurės	1,32	39,2	36,5	33,9	32,7	30,9
Centrinė	1,86	3,0	2,8	2,6	2,4	2,3
Pietų	1,76	3,8	3,5	3,1	2,8	2,5
Europinė SSSR dalis (Šiaurė)	1,82	33,8	29,2	26,3	24,1	20,9
Europinė SSSR dalis (Pietūs)	3,52	4,4	4	3,6	3,2	2,4
Šiaurės Amerika	24,16	37,2	30,2	25,2	21,3	17,5
Kanada ir Aliaska	13,67	384	294	246	219	189
JAV	7,83	10,6	8,8	7,6	6,8	5,6
Centrinė Amerika	2,67	22,7	17,2	12,5	9,4	7,1
Afrika	30,10	20,6	16,5	12,7	9,4	5,1
Šiaurinė	8,78	2,3	1,6	1,1	0,69	0,21
Pietinė	5,11	12,2	10,3	7,6	5,7	3,0
Rytinė	5,17	15,0	12	9,2	6,9	3,7

1	2	3	4	5	6	7
Vakarinė	6,96	20,5	16,2	12,4	9,2	4,9
Centrinė	4,08	92,7	79,5	59,1	46,0	25,4
Azija	44,56	9,6	7,9	6,1	5,1	3,3
Šiaurės Kinija ir Mongolija	9,14	3,8	3,0	2,3	1,9	1,2
Pietinė	4,49	4,1	3,4	2,5	2,1	1,1
Vakarinė	6,82	6,3	4,2	3,3	2,3	1,3
Pietryčių	7,17	13,2	11,1	8,6	7,1	4,9
Centrinė Azija ir Kazachstanas	2,43	7,5	5,5	3,3	2,0	0,7
Sibiras ir Tolimieji Rytai	14,32	124	112	102	96,2	95,3
Užkaukazė	0,19	8,8	6,9	5,4	4,5	3,0
Pietų Amerika	17,85	105	80,2	61,7	48,8	28,3
Šiaurinė	2,55	179	128	94,8	72,9	37,4
Brazilija	8,51	115	86	64,5	50,3	32,2
Vakarų	2,33	97,9	77,1	58,6	45,8	25,7
Centrinė	4,46	34	27	23,9	20,5	10,4
Australija ir Okeanija	8,59	112	91,3	74,6	64,0	50,0
Australija	7,62	35,7	28,4	23	19,8	15,0
Okeanija	1,34	161	132	108	92,4	73,5

### 2.3. Atsinaujinantys vandens ištekliai

Ekologiniam ir ekonominiam įvairių šalių vystymuisi svarbiausi atsinaujinantys vandens ištekliai. Vidutinė pasaulio atsinaujinančių vandens išteklių reikšmė siekia 42 750 km<sup>3</sup> per metus ir labai skiriasi, priklausomai nuo vietos ir laiko.

Pasaulio upių nuotėkis yra labai netolygiai pasiskirstęs beveik visose pasaulio vietose. Apie 60–70% šio nuotėkio iš esmės susidaro potvynių metu, todėl atsinaujinančių vandens išteklių vertės žemynuose per metus pastebimai skiriasi.

Didžioji dalis upių nuotėkio Europoje susidaro balandžio-birželio mėnesiais (46%), Azijoje – birželio-spalio mėnesiais (72%), Afrikoje – gegužės-rugpjūčio mėnesiais (52%), Pietų Amerikoje – balandžio-birželio mėnesiais (44%), Australijoje ir Okeanijoje – sausio-balandžio mėnesiais (47%).

Upių nuotėkis per metus taip netolygiai pasiskirstęs, kad žmogus turi jį reguliuoti, įrengti įvairių tipų tvenkinius. Svarbiausias vandens ištekliais yra taip vadinamasis pagrindinis nuotėkis, jis yra gana stabilus, mažai skiriasi daugiamečiame laikotarpyje. Jį panaudoti galima be dirbtinio reguliavimo. Šio nuotėkio dydis sudaro apytikriai 37% bendro Žemės upių nuotėkio, arba 16 000 km<sup>3</sup> per metus.

Kasmetiniai vandens išteklių pokyčiai gamtiniuose-ekonominiuose regionuose gali būti labai svarbi informacija, reikšmingai papildanti vidutinius žemyno vandens išteklių įvertinimus. Tai ypač pasakytina apie sausus ir pusiau sausus regionus, kur vandens išteklių yra mažai. Tokiose vietose tam tikrų metų nuotėkio vertės gali būti nuo 1,5 iki 2 kartų mažesnės nei daugiamečių vidurkis, o drėgniems regionams tokie skirtumai gali svyruoti nuo 15 iki 20%.

Galimybes vandenį panaudoti ekonominėms reikmėms tenkinti nustato ne tik metiniai, bet ir sezoniniai ar net mėnesio skirtumai. Daugeliui regionų charakteringas labai netolygus metinio upių nuotėkio pasiskirstymas, kai 3–4 mėnesius trunkančiu potvynių periodu nuteka 60–80% vandens. Pavyzdžiui, 64% viso upių vandens nuteka per tris potvynio mėnesius pietinėje ir šiaurinėje buvusios Sovietų Sąjungos europinėje dalyje. Taip pat nustatyta, kad taip nuteka 57% vandens centrinėje Šiaurės Amerikos ir Pietų Azijos dalyje, 59% Sibire ir Tolimuosiuose Rytuose, 68% Australijoje ir 80% Vakarų Afrikoje.

Kita vertus, tris-keturis mėnesius per metus kai kuriuose regionuose vandens nuotėkis sudaro tik nuo 2 iki 10% viso metinio nuotėkio. Pavyzdžiui, europinės buvusios Sovietų Sąjungos dalies šiaurėje, Kanadoje, Aliaskoje, Šiaurės Kinijoje ir Mongolijoje per tris atoslūgio mėnesius nuteka 8–9% bendro metinio nuotėkio. Centrinėje Amerikoje – 6,7%, 4–5% – Sibire ir Tolimuosiuose Rytuose bei Pietų Azijoje ir tik 0,8% Vakarų Afrikoje.

Atsinaujinantys vandens ištekliai yra įvertinti gamtiniuose-ekonominiuose regionuose ir 60 atskirų valstybių visuose Pasaulio žemynuose. Pasirinktos šalys yra ir išsivysčiusios, ir besivystančios įvairių kontinentų valstybės. Tarp šių valstybių yra ir pereinamosios ekonomikos šalių, pagal dydį ir gyventojų skaičių mažiausių ir didžiausių valstybių, taip pat valstybių, turinčių vandens išteklių deficitą ir perteklių. Šiose valstybėse susiformuoja apie 71% vandens išteklių ir gyvena apie 70% Žemės gyventojų. Didžiausi atsinaujinantys vandens ištekliai yra sutelkti šešiose pasaulio valstybėse: Brazilijoje, Rusijoje, Kanadoje, JAV, Kinijoje ir Indijoje. Jų teritorijose susiformuoja daugiau nei 40% viso metinio upių nuotėkio (Summary..., 1995). Kaip matyti iš 2.3 lentelėje pateiktų duomenų, vienam žmogui per metus tenkantis atsinaujinančių vandens išteklių kiekis įvairiose šalyse labai skiriasi.

### 2.3 lentelė. Atsinaujinantys vandens ištekliai ir jų gavyba įvairiose šalyse (Sustainable..., 2000)

Šalies kategorija	Atsinaujinantys vandens ištekliai 1 žm./ m <sup>3</sup> /metai (1990)	Metinė vandens gavyba 1 žm./ m <sup>3</sup> /metai
1	2	3
<i>Labai žema:</i>	1000 arba mažiau	
Egiptas	30	1202 (1985)
Jordanija	160	173 (1975)
Izraelis	370	447 (1986)
Nyderlandai	680	1203 (1985)
Belgija	850	917 (1980)
<i>Žema:</i>	1000–5000	
Vokietija	1300	668 (1983)
Lenkija	1290	472 (1980)
Pietų Afrika	1420	404 (1970)
Didžioji Britanija	2110	507 (1980)
Danija	2150	289 (1985)
Indija	2170	612 (1975)
Kinija	2470	462 (1980)
Japonija	4430	923 (1980)
<i>Vidutinė:</i>	5000–10000	
Šveicarija	6520	502 (1985)
JAV	9940	2162 (1985)

1	2	3
<i>Aukšta:</i>	10000 ir daugiau	
Švedija	21110	479 (1980)
Suomija	22110	774 (1980)
Norvegija	96150	489 (1980)
Kanada	109370	1752 (1986)
Islandija	671940	349 (1987)

Valstybių, regionų ir žemynų atsinaujinantys vandens ištekliai įvertinami skaičiuojant upių nuotėkį pagal hidrologinio tinklo stebėjimo duomenis.

Penkios didžiosios upių sistemos: Amazonė, Gargas su Bramaputra, Kongas, Jangdžė ir Orinokas sudaro 27% Pasaulio vandens išteklių.

Upių nuotėkis susidaro iš vandens, tiesiogiai patenkančio į hidrografinį tinklą lietaus metu arba tirpstant snigui, taip pat iš požeminių vandenų, susikaupusių viršutiniuose vandeninguose sluoksniuose, papildančių upių nuotėkį daugiau ar mažiau tolygiai per visus metus. Tam tikra požeminių vandenų dalis, priskiriama atsinaujinantiems vandens ištekliams, nepatenka į upes, o įteka tiesiai į jūras. Tokiu atveju, skaičiuojant atsinaujinančių vandens išteklių apimtį tik pagal upių nuotėkio duomenis, rezultatas nėra tikslus.

Informacija apie atsinaujinančio požeminio vandens, nepatenkančio į upių vandenį, dydį turi didelę praktinę reikšmę. Naudinga žinoti, kokiuose regionuose tokia informacija yra svarbiausia. Akivaizdu, kad tai regionai, kuriuose hidrografinis tinklas menkai išvystytas, klimatas sausas arba pusiau sausas, vyrauja lygumos. Tokiose vietose upių nuotėkis mažas, o hidrologinių kompleksų požeminiai vandenys yra labai svarbūs bendrai atsinaujinančių vandens išteklių apimčiai.

Patikimai įvertinti šių požeminių vandenų kieki visose pasaulio vietose yra gana sudėtinga ir neturint reikalingų duomenų tai tiesiog neatliekama. Tačiau tam tikriems regionams ir šalims šie skaičiavimai buvo atlikti. Iš duomenų galima daryti tam tikras išvadas apie fizinę-geografinę sąlygą visoje planetoje. Gana tikslūs apskaičiavimai atlikti visoms Afrikos šalims, kuriose sausi arba pusiau sausi regionai užima daugiau nei pusę šalies teritorijos. Nustatyta, kad atsinaujinančių požeminių vandens išteklių, nepriklausančių upių nuotėkiui, tūris yra 188 km<sup>3</sup> visam kontinentui, arba 5% bendro upių nuotėkio apimtį. Šie dydžiai yra labai svarbūs bendram atsinaujinančių vandens išteklių kiekiui tokiose šalyse kaip Egiptas, Libija, Tunisas ir Marokas.

Remiantis rezultatais, gautais Afrikos žemyne, galima spėti, kad ir kitose Žemės vietose situacija panaši. Taigi pasauliniu mastu, t. y. kalbant apie žemynus, didelius gamtinius-ekonominius regionus, valstybes ar baseinus, galima nekreipti dėmesio į atsinaujinančius požeminio vandens išteklius, nesusijusius su upių nuotėkiu. Išimtys turi būti daromos tik mažoms valstybėms, kurių klimatas sausas, o hidrografinis tinklas menkai išvystytas. Daugiausia tokių valstybių yra Šiaurės Afrikoje ir Arabų pusiasalyje. Šioms šalims požeminiai atsinaujinantys vandens ištekliai yra svarbi bendrų atsinaujinančių vandens išteklių dalis. Kai kuriais atvejais jų kiekis gali viršyti bendrą upių nuotėkį (Summary..., 1995).

## 2.4. Klimato kaitos poveikis vandens ištekliams

Per visą hidrometeorologijos istoriją vandens išteklių, vandens naudojimo, jo pasiskirstymo erdvėje ir laike apskaičiavimo metodai buvo pagrįsti klimato stabilumu. Buvo manoma, kad klimato sąlygos ir su tuo susijęs vandens išteklių kitimas ateityje bus analogiški stebėtiesiems praeityje.

Klimato pastovumo sąlyga remiasi visos vandens išteklių kiekio ir vandens naudojimo prognozės.

Daugiametė patirtis projektuojant, naudojant ir valdant vandens išteklius parodė, kad klimato stabilumo sąlyga yra (ar bent jau iki šiol buvo) teisinga ir patikima. Įvairiose šalyse ir įvairiu metu buvo sudarytos regioninės ir globalinės vandens naudojimo prognozės net ir tolimai ateičiai. Jos visada rėmėsi stabilių klimatinių sąlygų koncepcija.

Dar visai neseniai mokslininkams, besidomintiems vandens problemomis, šios koncepcijos teisingumas nekėlė abejonių, tačiau pastaraisiais metais situacija pasikeitė kardinaliai, kai buvo imta svarstyti, kad dėl antropogeninės veiklos, tokios kaip iškastinio kuro deginimas, pramonės plėtojimas ir miškų kirtimas, atmosferoje padaugėja anglies dioksido, todėl klimatas keičiasi.

Net ir maži anglies dvideginio (ir kai kurių kitų dujų) kiekiai atmosferoje gali reikšmingai susilpninti ilgųjų bangų spinduliavimą, sukurdami taip vadinamąjį „šiltnamio efektą“. Šis efektas savo ruožtu skatina oro temperatūros kilimą. Tam tikrais labai autoritetingu klimatologų apskaičiavimais, ateinančiais dešimtmečiais šis efektas gali sukelti drastišką dar niekada žmonijos istorijoje nefiksuotą visuotinio klimato pokyčių. Tokiu atveju kyla klausimas: kiek galima pasikliauti klimato stabilumo sąlyga, ypač kai galimų paimti vandens išteklių kiekis prognozuojamas tolimai ateičiai? Kuriuose regionuose ir kokias klaidas galima padaryti, jei bus ignoruojamas visuotinio atšilimo faktas?

CO<sub>2</sub> kiekiai atmosferoje pradėti skaičiuoti dar aštuonioliktame amžiuje, tačiau šie skaičiavimai buvo labai netikslūs. Sistemingai moderniais būdais šis dydis imtas matuoti 1958 metais. Naudojant įvairius metodus, buvo gana patikimai apskaičiuota, kad nuo 1880 m. iki 1990 m. anglies dioksido koncentracija atmosferoje padidėjo 22,8%. Šis CO<sub>2</sub> didėjimas pakėlė oro temperatūrą 0,5°C. Kaip rodo empiriniai duomenys, ypač didelis oro temperatūros kilimas įvyko 1980-aisiais. O per pastaruosius 10–15 metų kai kuriose Žemės vietose oro temperatūra pakilo 1–2°C, ir tai turėjo pastebimos įtakos atsinaujinantiems vandens ištekliams, ypač jų pasiskirstymui per metus. Šie klimato sąlygų ir upių nuotėkio režimo pasikeitimai siejami su visuotiniu klimato atšilimu dėl žmonių veiklos.

Ateityje anglies dioksido koncentracija atmosferoje ir toliau didės, o didėjimo intensyvumui pramonės plėtojimas ir energijos gamyba. Žinoma, kai kurios valstybės stengsis sumažinti CO<sub>2</sub> ir kitų dujų išmetimą į aplinką. Nepaisant to, kaip spėjama, per ateinančius keliasdešimt metų šių dujų augimo mastai bus gana dideli. Manoma, kad 21-ame amžiuje anglies dioksido koncentracija atmosferoje padvigubės, tačiau nesutariama, kada tiksliai tai turėtų atsitikti. 1984–1988 m. prognozės teigė, kad CO<sub>2</sub> koncentracijos padvigubėjimas oro temperatūrą pakels 2,5–3,5°C (palyginus su 1980-ųjų temperatūra), o 1994–1999 m. sudarytos prognozės numatė tik 1,6–2,2°C atšilimo. Atliekant šiuolaikinius skaičiavimus daugiau dėmesio kreipiami į atmosferinius aerozolius, kurie apsunkina saulės energijos įėgą ir šaldo orą, taip pat kitus veiksnius.

Klimatinių pasikeitimų prognozės gali būti ir labai patikimos, tačiau jų nepakanka net ir labiausiai apytikriams būsimų vandens išteklių skaičiavimams. Tokius skaičiavimus būtų galima atlikti tik disponuojant duomenimis apie galimus klimato pasikeitimus konkrečiuose regionuose (pirmiausia kritulių kiekį, sezoninę ir mėnesinę oro temperatūrą). Deja, tokie skaičiavimai net ir dideliems regionams bei upių baseinams yra nepatikimi. Regioninio klimato pakitimų dėl globalinio atšilimo prognozėms dažniausiai naudojami atmosferos bendrosios cirkuliacijos modeliai. Įvairiose pasaulio šalyse yra sukurta daugybė įvairių atmosferos bendrosios cirkuliacijos modelių tipų. Jie visai šalies teritorijai pateikia prognozes apie tam tikrų mėnesių temperatūrą ir kritulių kiekį, kai anglies dioksido koncentracija padvigubės. Kai kurie modeliai teikia informaciją apie pokyčius taip pat ir esant mažesnėms CO<sub>2</sub> koncentracijoms. Būtina pažymėti, kad jei visuotinis atšilimas pasiektų 2–3°C, kai kuriose pasaulio vietose, ypač vėsaus klimato zonoje, temperatūra gali pakilti 5–6°C, o mažiausiai (0–1°C) temperatūra pakistų subekvatoriniuose regionuose. Tokie visuotinio atšilimo duomenys gaunami naudojant visus bendrosios cirkuliacijos modelių tipus ir paleoklimatinius analogus.

Sunkiausia skaičiuojant regioninį klimato pasikeitimą bendrosios cirkuliacijos modeliais yra išspręsti nesutarimus dėl klimato pasikeitimo prognozių tam pačiam regionui. Skaičiuojant oro temperatūros pakitimus, skirtingi modeliai kokybiškai pateikia panašią informaciją, tačiau bandant prognozuoti kritulių kiekį, gaunami rezultatai gali ne tik labai skirtis, bet net visiškai vienas kitam prieštarauti. Todėl neįmanoma planuoti jokių tikrų įvykių, numatyti vandens tiekimo problemų ateityje. Įvairiose šalyse pateikiama daugybė versijų apie numatomus upių nuotėkius, vandens išteklius ir vandens poreikius. Tokius apskaičiavimus galima greičiau laikyti pasvarstymais apie upių baseino jautrumą ir vandens valdymo galimybes, o ne realiomis prognozėmis. Žinoma, ši analizė yra moksliskai įdomi ir gali būti labai naudinga kuriant būdus vandens valdymo sistemų efektyvumui gerinti didelių klimato pasikeitimų atvejais.

Įvairių šalių mokslininkų atlikti tyrimai įtikinamai parodė, kad besikeičiančios regioninio klimato charakteristikos gali turėti rimtų pasekmių vandens ištekliams, ypač sausuose regionuose. Pavyzdžiui, metinei temperatūrai pakilus 1–2°C ir 10% sumažėjus krituliams, galima tikėtis 40–70% metinio upių nuotėkio sumažėjimo regionuose, kur drėgmės nepakanka, o vandens ištekliai gali sumažėti nuo 1,5 iki 2 kartų, jei šalis yra sauso klimato zonoje.

Tiriant įvairius pasaulio regionus, buvo nustatytas didelis vandens išteklių jautrumas net nežymiems klimato pokyčiams. Nustatyta, kad vandens ištekliai jautriau reaguoja į kritulių, o ne temperatūros kitimą. Apibendrinant gautus rezultatus galima padaryti tokią išvadą: jeigu atsitiks taip, kad klimato atšilimui bus charakteringas ir kritulių kiekio mažėjimas, vandens ištekliai sausuose pasaulio regionuose labai sumažės. Šie regionai užima 30% Europos teritorijos, 60% Azijos, didžiąją Afrikos dalį, pietvakarinius Šiaurės Amerikos rajonus, 30% Pietų Amerikos teritorijos ir didžiąją Australijos dalį. Dėl dabartinių klimato pasikeitimų šiose vietose vis labiau trūksta gėlo vandens. Tiriant šalto ir vidutinio klimato regionus nustatyta, kad pasaulinio klimato kitimas gali paveikti ir šių regionų upių nuotėkį. Ypač dideli upių nuotėkio pasiskirstymo pokyčiai numatomi tose vietose, kur pagrindiniai vandens ištekliai susidaro pavasario potvynio periodais: didžiojoje buvusios Sovietų Sąjungos dalyje, Europoje, Šiaurės Amerikoje.

Buvo nustatyta Rusijos europinės dalies ir Ukrainos upių: Volgos, Dniepro ir Dono nuotėkio kaita. Apskaičiavimai parodė, kad pasauliniam klimatui atšilus 2–2,5°C, upių nuotėkio metinis vidurkis pakistų 12–20%. Žiemą upių nuotėkis padidėtų 2–3 kartus, o pavasarį sumažėtų 25–40%. Analogiškos išvados buvo gautos tiriant Skandinavijos šalis (Suomija,



Norvegiją, Švediją), kai kuriuos upių baseinus Lenkijoje ir Belgijoje, kalnuotas JAV vietas. Šis galimas didžiulis sezoninis upių nuotėkio pakitimas (padidėjimas žiemą ir sumažėjimas pavasari), palyginus su metiniu, gali būti paaiškintas labai paprastai: žiemą, padidėjus temperatūrai, intensyviau tirpsta sniegas. Atlikti tyrimai leido padaryti labai svarbias mokslines ir praktines išvadas. Vietovėse, kur dėl visuotinio atšilimo upių nuotėkis formuojasi pavasario potvynio metu, upių nuotėkio pasiskirstymas daugiau priklauso nuo temperatūros, o ne kritulių kiekio pokyčio. Tropiniuose regionuose vandens išteklių kiekis ir režimas iš esmės visiškai priklauso nuo kritulių ir jų pasiskirstymo per metus.

Vandens valdymo problemų aktualumas skirtingose pasaulio vietose priklauso nuo santykio tarp turimų vandens išteklių ir vandens poreikio. Prognozuojamas visuotinis atšilimas, savaime suprantama, pakeis ne tik vandens išteklių kiekį, jis turės įtakos ir vandens poreikiui bei vandens naudojimui. Prognozuojamas klimatinių sąlygų kitimas, viena vertus, privers peržiūrėti labiausiai drėkinamų vietų, ypač daug vandens naudojančių ūkio šakų planus. Kita vertus, gali kilti problemų tiekiant vandenį jau esamiems vandens vartotojams. Kai taip atsitiks, visi pokyčiai pirmiausia palies karštų ir sausų regionų gyventojus. Tokiose vietose jau ir šiuo metu yra vandens tiekimo sunkumų, kyla konfliktų tarp įvairių vandens vartotojų. Tuo pat metu reikia paminėti, kad vandens vartojimas yra gana inertiškas ir laike mažai skiriasi. Taigi visuotinio atšilimo sąlygomis galimybė gauti vandens tam tikrame regione pirmiausia priklausys nuo pasikeitusio vandens režimo toje teritorijoje. Dar mažiau galima pasakyti apie tai, kaip visuotinio atšilimo sąlygomis keisis galimybė gauti vandens ir jo vartojimas.

Vandens valdymo visuotinio klimato atšilimo sąlygomis tyrimai leidžia daryti tam tikras svarbias išvadas. Visuotinio atšilimo sąlygomis nelabai įmanoma nustatyti, kaip klimatas keisis tam tikruose regionuose, todėl būtina ypač lanksčiai ir kompleksiskai spręsti upių baseinų vandens valdymo problemas, efektyviai kontroliuoti vandens išteklių ir klimato sąlygų kaitą. Taigi šalys, kuriose upių nuotėkis reguliuojamas geriau (daugelis JAV regionų, Kanada, Europos upių baseinai), vandens tiekimo ir potvynių kontrolės atžvilgiu bus daug pranašesnės už šalis, kuriose upių sistemų nuotėkio režimas natūralus (pavyzdžiui, pietų ir pietvakarių Azija, Pietų Amerika) (Summary..., 1995).

## **2.5. Pastangos mažinti gėlo vandens trūkumą pasaulyje**

Esant skirtingam natūralių vandens išteklių pasiskirstymui laike ir erdvėje, taip pat dėl intensyvios žmonių veiklos ir greito žmonių skaičiaus augimo daugybėje pasaulio valstybių ir regionų jau dabar jaučiamas ženklus gėlo vandens deficitas, ypač sausais metais. Apskaičiavimai rodo, kad per kelis ateinančius dešimtmečius daugybė Žemės gyventojų ir dešimtys valstybių atsiras kritinėje vandens tiekimo situacijoje. Vandens išteklių trūkumas taps svarbiausiu veiksniu, mažinančiu pragyvenimo lygį, stabdančiu ekonominį ir socialinį vystymąsi labiausiai išsivysčiusiose pasaulio šalyse. Jau dabar aišku, kad 21-ame amžiuje vandens problema yra viena svarbiausių šalia tokių žmonijos problemų kaip maistas ir energijos gamyba.

Netolimoje ateityje žmonėms teks sukurti ir įgyvendinti priemones gėlo vandens deficitui šalinti, tam reikės didžiulių materialinių ir finansinių išlaidų. Be abejo, pačios realiau-

sios ir efektyviausios priemonės būtų visuotinis vandens išteklių taupymas ir saugojimas. Gerų rezultatų duotų drastiškas vandens vartojimo, ypač drėkinamojoje žemdirbystėje ir pramonėje, mažinimas, nevalytų nuotekų patekimo į hidrografinius tinklus apribojimas arba visiškas nutraukimas, pilnesnis vietinio vandens naudojimas, reguliuojant sezoninį ir daugiametį upių nuotėkį, didesnis sūraus vandens ir mangrovių naudojimas, efektyvus vandens talpyklų naudojimas, teritorinis vandens išteklių perskirstymas.

Visoms šioms priemonėms įgyvendinti reikia gana didelių materialinių ir finansinių išlaidų, kiekviena turi dar ir savų trūkumų. Beveik visos jos aplinkai turėtų nemažų padarinių. Tai reiškia, kad, kalbant apie ekologines pasekmes, priemonės nėra nekenksmingos. Šios pasekmės gali būti labai reikšmingos, tačiau jas numatyti iš anksto labai sunku. Išimtis sudarytų tik nevalytų nuotekų patekimo į hidrografinius tinklus apribojimas ir vandens naudojimo specifiniams tikslams mažinimas – šios priemonės visada labai priimtinos ir reikalingos saugant vandens išteklius ir gamtą apskritai.

Visi metodai, kuriais gaunami papildomi vandens ištekliai, laikui bėgant vis daugiau naudojami ir vandens tiekimo problema sprendžiama. Pirmiausia tai pasakytina apie tas šalis, kuriose dėl fizinių-geografinių sąlygų ir vandens naudojimo ypatumų jie atrodo labiausiai tinkami, ekologiškai pateisinami ir ekonomiškai naudingi.

Labai perspektyvios priemonės, mažinančios ilgalaikį gėlo vandens deficitą, yra žmogaus reguliuojamas upių nuotėkis ir vandens išteklių teritorinis perskirstymas.

Priemonės, leidžiančios dalį upių nuotėkio nukreipti į kitus regionus, remiasi šiuolaikinėmis vandens išteklių formavimo metodikomis, jų paskirstymo teritorijoje ir naudojimo ypatumais. Pirma, Žemėje esančių vandens išteklių yra pakankamai, kad dar ilgas dešimtmečius žmonijos poreikiai būtų visiškai patenkinti. Antra, gėlo vandens ištekliai Žemėje yra labai netolygiai pasiskirstę: kiekviename žemyne yra vietų, kur vandens ištekliai viršija poreikį, tačiau taip pat yra vietų, kur gėlo vandens labai trūksta. Trečia, žmogaus veikla dar daugiau skatina vandens išteklių natūralaus pasiskirstymo teritorijoje netolygumą. Tai reiškia, kad ten, kur vandens išteklių yra per daug, jų naudojama palyginti mažai, o upių nuotėkis beveik nemažėja. Vietose, kenčiančiose nuo vandens išteklių deficito, dėl antropogeninės veiklos situacija kasmet darosi vis kritiškesnė. Taigi galima suprasti žmonių siekį sukurti ir įgyvendinti priemones, leisiančias iš regionų su per dideliais vandens iškiais nukreipti juos į vietas, kur vandens išteklių trūksta. Ateityje augant vandens poreikiui bei technologinėms ir ekonominėms galimybėms, nuotėkio perskirstymo mastai turėtų didėti. Tačiau didelio masto nuotėkio perskirstymo planus stabdo finansinės ir technologinės kliūtys, būtinybė smulkiai išsiaiškinti, kaip tokios priemonės paveiks gamtą, patikimai nustatyti ir ekologines pasekmes, ir surasti bei įgyvendinti būdus toms pasekmėms įveikti.

Tolimoje ateityje visuotinis klimato kitimas dėl antropogeninės veiklos ir karščio bei drėgmės zonų persiskirstymas Žemės teritorijoje kai kurių mokslininkų nuomone privers grįžti prie didžiųjų teritorinių upių nuotėkio perskirstymo planų. Tokių projektų buvo daug sukurta 1960–1970 metais. Antra vertus, nepalankūs klimato pokyčiai gali užklupti didžiuoles teritorijas, taip pat ir tuos upių baseinus, iš kurių tikimasi paimti dalį nuotėkio. Be to, mums dar nežinoma, kaip gali keistis klimatas konkrečiame regione, todėl realiai planuoti didelio masto priemonės tolimai ateičiai yra neįmanoma (Summary..., 1995).

## 2.6. Baltijos jūros baseino vandens ištekliai

### 2.6.1. Baltijos jūros baseino paviršinio vandens ištekliai

Baltijos jūros regione sukaupti dideli vandens ištekliai, palyginus su daugeliu pasaulio regionų. Mažesnis jų kiekis yra pietinėje regiono dalyje, didesnis – šiaurinėje. Regione retai būna potvyniai ir sausros, geram derliui gauti užtenka natūralių kritulių, lietaus intensyvumas nesukelia didelių dirvožemio erozijų, nėra uždruskėjimo problemos. Baltijos jūros regione didžiausia vandens problema yra jo kokybė. Atskirų Baltijos jūros dalių morfometriniai duomenys pateikti 2.4 lentelėje.

**2.4 lentelė.** Kai kurių Baltijos jūros dalių morfometriniai duomenys (Sustainable..., 2000)

Baltijos jūros dalis	Baseino plotas km <sup>2</sup>	Vandens plotas km <sup>2</sup>	Tūris km <sup>3</sup>	Maksimalus gylis m	Vidutinis gylis m
Bosnijos įlanka	269 950	36 260	1 481	156	40,8
Bosnijos jūra	229 700	79 257	4 448	294	61,7
Suomijos įlanka	419 200	29 498	1 098	123	37,2
Rygos įlanka	127 400	17 913	406	51	22,7
Baltijos jūra	568 973	209 930	13 045	459	62,1
Danijos sąsiauriai	27 360	20 121	287	38	14,3
Kategatas	78 650	22 287	515	109	23,1
<b>Iš viso:</b>	<b>1 721 233</b>	<b>415 266</b>	<b>21280</b>	<b>1230</b>	<b>261,9</b>

Baltijos jūros baseinas užima beveik 1,7 mln. km<sup>2</sup> ir apima teritoriją, kurioje gyvena 14 tautų, turinčių daugiau kaip 80 mln. gyventojų. Čia įsikūrę dideli miestai: Sankt Peterburgas, Helsinkis, Talinas, Ryga, Vilnius, Varšuva, Kopenhaga, Stokholmas ir kt.

Baltijos jūra yra pusiau uždaras vandens telkinys, todėl jo ekosistemą labai neigiamai veikia tarša. Vandens telkiniui daro poveikį įtekančių upių gėlas vanduo ir maisto medžiagos, pramoninė ir buitinė tarša bei laivininkystė. Kitas kritinis veiksnys, veikiantis Baltijos jūros ekosistemą, yra sūraus vandens su didele deguonies koncentracija patekimas per Danijos įlanką.

90% Baltijos jūros baseino vidaus vandenų sutelkta trijose šalyse – Suomijoje, Švedijoje ir Šiaurės Vakarų Rusijoje. Suomijoje yra 24%, Rusijoje – 36%, o Švedijoje – 28% vandens telkinių. Baltijos baseino šiaurėje vyrauja miškai, čia labai daug ežerų, kai kurie jų – Ladoga, Onega, Vänern yra didžiausi Europoje. Ežerų pasiskirstymas Baltijos jūros baseine yra gana netolygus. Ežerai užima 9% Suomijos ir Švedijos teritorijos. Pavyzdžiui, Švedijoje yra 95 745 ežerai, didesni kaip 1 ha, vien Suomijos plynaukštėje – daugiau kaip 35 tūkst. ežerų, o trijose Baltijos šalyse ir Lenkijoje ežerų nėra daug. Didžiausi Baltijos jūros baseino ežerai surašyti 2.5 lentelėje.

**2.5 lentelė.** Didžiausi Baltijos jūros baseino ežerai (Sustainable..., 2000)

Ežeras	Šalis	Plotas ha
1	2	3
Ladoga	Rusija	17 800
Onega	Rusija	9 900
Vänern	Švedija	5 650
Peipsi	Estija	3 100
Vättern	Švedija	1 900
Saimaa	Suomija	1 500

1	2	3
Mälaren	Švedija	1 120
Päijänne	Suomija	1 100
Oulojärvi	Suomija	890
Pielisjärvi	Suomija	870
Ilmen	Rusija	550

Didžiausios Baltijos jūros baseino upės yra Neva, Vysla, Dauguva ir kt. Šių upių morfometriniai duomenys pateikti 2.6 lentelėje.

Kasmetinis upių nuotėkis į Baltijos jūrą labai skiriasi. Pavyzdžiui, šlapiais 1924 metais vidutinis nuotėkis buvo 19 500 m<sup>3</sup>/s, sausais 1976 metais – tik 11 100 m<sup>3</sup>/s.

Metinė 450 km<sup>3</sup> upių prietaka yra didžiulis vandens kiekis, kuris teoriškai prieinamas baseine gyvenantiems žmonėms. Šis vandens kiekis tolygiai paskirsčius ant Baltijos jūros paviršiaus, jį pagilėtų 1,2 m. Deja, geografinis vandens išteklių pasiskirstymas yra atvirkščiai proporcingas gyventojų tankumui baseine. Dėl didelio kritulių kiekio ir mažos evapotranspiracijos šiaurinėje baseino dalyje, vandens ištekliai yra daug didesni negu pietinėje ir šiaurės vakarų dalyse. Gyventojų tankumas, atvirkščiai, didelis pietinėje ir labai mažas šiaurinėje Baltijos jūros baseino dalyje.

**2.6 lentelė.** Į Baltijos jūrą įtekančių didžiausių upių baseinų plotas (A), vidutinis vandens debitas (Q) ir hidromodulis (q) (Sustainable..., 2000)

Upė	A km <sup>2</sup>	Q m <sup>3</sup> /s	q l/s km <sup>2</sup>
Neva	281 100	2 600	9,25
Vysla	193 910	954	4,92
Dauguva	87 900	688	7,83
Nemunus	98 200	674	6,86
Kemijoki	51 400	581	11,30
Luleålv	25 250	477	18,90

Baltijos jūros baseino šalių vandens ištekliai nurodyti 2.7 lentelėje.

**2.7 lentelė.** Baltijos šalių vandens ištekliai (Sustainable..., 2000)

Šalis	Gyventojų skaičius mln. (1993 m.)	Metiniai atsinaujinantys vandens ištekliai km <sup>3</sup>
Estija	1,5	10,9
Danija	5,2	11
Latvija	2,6	15,2
Suomija	5,1	110
Lenkija	38,5	49
Lietuva	3,8	12,8*
Švedija	8,6	176

\* Kituose šaltiniuose nurodoma, kad Lietuvos atsinaujinantys vandens ištekliai sudaro 15,4 km<sup>3</sup>.

### 2.6.2. Baltijos jūros baseino požeminis vanduo

Geologiniu požiūriu Baltijos Skydas – Švedijos, Suomijos ir Šiaurės Vakarų Rusijos teritorija – padengtas kristaline pamatine uoliena, virš kurios yra ledyninė

morena. Likusioje Baltijos regiono dalyje vyrauja nuosėdinės pamatinės uolienos su ženkliai potencialiu vandeningu sluoksniu.

*Vandeningi sluoksniai susikaupę ledyninėse nuogulose.* Ledyninė morena yra sąlyginai plona, vidutiniškai 3–5 m storio. Vyrauja smėlinė bei dulkinė morena. Efektyvusis porėtumas (arba savitoji vandengraža) gali siekti 5% smėlinėje morenoje, dulkinėje ir molinėje morenoje jis yra daug mažesnis. Morenos vandens našumas labai kinta, bet yra mažesnis nei 1 l/s. Tą patį galima pasakyti ir apie versmes.

Baltijos regiono kaimo vietovėse gausu kastinių šulinių. Morenoje iškastų šulinių vandens kokybė labai kinta. Jei gruntinis vanduo laikinai siekia žemės paviršių, jis dažnai būna užterštas organinėmis medžiagomis ir bakterijomis. Šulinių vandens kokybei turi įtakos paviršinis vanduo ir jų sanitarinė aplinka. Dirbamose žemėse gruntinį vandenį teršia nitratai, atsiradę dėl per didelio trąšų kiekio. Kai gruntinio vandens lygis yra arti žemės paviršiaus, jame randama divalentės geležies.

Baltijos jūros baseino ledyniniai sąnašynai ir glaciofluvialinės upių lygumos yra našios, jų našumas 10–100 l/s. Jų vandeniui galima aprūpinti miestelius ir nedidelius miestus. Ledyninių sąnašynų vandens kokybė paprastai yra gera. Jų našumas gali padidėti imant daugiau vandens arba jei didėja vandens infiltracija iš upės krantų. Tai, aišku, gali turėti įtakos geležies kaupimuisi šiuose sąnašynuose, tačiau geležis lengvai pašalinama, todėl nesukelia ypatingų problemų. Daug blogiau, kai atiteka nitratais užterštas vanduo iš fermų ir komunalinio nuotakyno. Pavyzdžiui, centrinio Stokholmo ledyniniame sąnašyne sukauptame gruntiniame vandenyje buvo nustatyta didelė nitratų koncentracija. Anksčiau šis sąnašynas buvo laikomas miesto atsarginiais vandens ištekliais. Dabar jis naudojamas kaip aušiklis oro kondicionavimo sistemai miesto centre. Vanduo iš šio sąnašyno patenka į Strommen upę, iš Malaren ežero tekančią į Baltijos jūrą.

Suomijoje yra intensyvi galinių morenų sistema, susidedanti iš daugiau ar mažiau lygiagrečių 10–30 m aukščio ir iki 100 km ilgio gūbrių. Morena susideda iš glaciofluvialinio smėlio ir žvyro su dulkių, ledyninės morenos ir molio tarp sluoksniais. Gana daug ledyninių sąnašynų slūgso statmenai gūbriams, todėl jie yra labai našūs. Pagrindinis vandeningasis sluoksnis apima 55 km<sup>2</sup> plotą, jo našumas – 450 l/s.

*Vandeningi sluoksniai pamatinėse uolienose.* Gręžtiniai šuliniai kristalinėje uolienoje yra įprasti Baltijos Skydo regione. Jie dažnai naudojami fermose, gyvenvietėse ir rekreacijos zonose. Nors gręžtiniai šuliniai yra brangūs, bet daug mažiau jautrūs nusekimui sausais metais, negu kastiniai šuliniai.

Suomijoje gruntinio vandens našumas kristalinėse uolienose svyruoja nuo 0,03 iki 0,3 l/s. Aukštesnė vertė gaunama labai suskaldėjusiame granite, Rapakivi. Didžiausias našumas, gautas šiame granite, yra 13,8 l/s. Vidutinis suomių šulinių gylis kristalinėse srityse yra 65 m. Duomenys nerodo ženklesnio našumo padidėjimo didėjant šulinio gyliui.

Vandens kokybė kristalinėse uolienose yra panaši ir Suomijoje, ir Švedijoje. Įvairių mineralų koncentracijos gręžtiniuose šuliniuose yra didesnės negu kastiniuose šuliniuose ledyninėje morenoje. Šiam padidėjimui turi įtakos kristalinėse uolienose likęs jūros vanduo.

Kitose Baltijos regiono vietose, pavyzdžiui, Estijoje, Latvijoje, Lietuvoje, Lenkijoje, Vokietijoje ir Danijoje, kristalinės uolienos yra padengtos įvairaus amžiaus nuosėdinėmis uolienomis (Sustainable..., 2000).

## 2.7. Lietuvos vandens ištekliai

Vandens ištekliai ir jų išsidėstymas šalies teritorijoje nulemia visų teritorinių vienetų ūkio plėtros galimybes bei sąlygas. Geras sąlygas toliau plėtotis turi miestai, esantys prie didžiųjų Lietuvos upių: Druskininkai, Alytus, Kaunas, Jurbarkas, Vilnius, Jonava, Anykščiai, Tauragė ir kt. Miestai, esantys didesnių upių takoskyrose: Šiauliai, Klaipėda, Rokiškis, Biržai, Utena, Telšiai, Plungė ateityje susidurs su sunkumais, sprendžiant vandens išteklių klausimus.

Mūsų šalies teritorija yra drėgmės pertekliaus zonoje, todėl čia gausu vandens išteklių. Lietuvoje yra nemažai upių, ežerų, tvenkinių, vandeningų požeminio vandens sluoksnių. Lietuvos vandens ištekliai pateikti 2.8 lentelėje.

**2.8 lentelė.** Lietuvos teritorijos vandens ištekliai (Parengti..., 1999)

Nuotėkio rūšis	Vandens ištekliai km <sup>3</sup>	
	Vidutinio vandeningumo (50% tikimybės) metais	Sausais (95% tikimybės) metais
1. Visas paviršinis nuotėkis	26,21	18,04
<b>Iš jo:</b> besiformuojantis Lietuvos teritorijoje	15,41	10,30
pritekantis iš kaimyninių valstybių	10,80	7,74
2. Požeminis vanduo	1,57*	1,57
3. Ežerai ir tvenkiniai	6,00	6,00
Visi Lietuvos vandens ištekliai	33,78	25,61

\* Kiti šaltiniai nurodo 1,2 km<sup>3</sup>

Bendras Lietuvos upių nuotėkis (įskaitant ir tranzitinį srautą) sudaro 26,2 km<sup>3</sup>. Vietiniai atsinaujinantys vandens ištekliai sudaro 15,4 km<sup>3</sup>, 10,8 km<sup>3</sup> vandens atiteka iš Baltarusijos, Lenkijos. Dalis Lietuvoje susidarancio nuotėkio patenka į Rusiją ir Latviją. Nuotėkis į Rusijos Federacijos teritoriją sudaro 0,85 km<sup>3</sup> per metus, į Latvijos teritoriją – 4 km<sup>3</sup> per metus.

Į tarptautinio reguliavimo sferą patenka ir kai kurie didieji Lietuvos ežerai, telkšantys pasienio ruožuose (Drūkšių ir Vištyčio ežerai), bei Kuršių marių ir Baltijos jūros teritoriniai vandenys (Parengti..., 1999).

### 2.7.1. Lietuvos paviršinio vandens ištekliai

**Upės.** Lietuvos teritorija tekančios upės priklauso Baltijos jūros baseinui. Visas mūsų šalies upes galima suskirstyti į penkis pagrindinius baseinus (2.9 lent.). Pats didžiausias yra Nemuno baseinas. Kiti keturi baseinai yra daug mažesni ir užima šalies teritorijos pakraščius. Be to, maža teritorijos dalis (apie 55 km<sup>2</sup>) priklauso Priegliaus baseinui.

**2.9 lentelė.** Lietuvos teritorijos pagrindinių upių baseinų hidrografinio tinklo pasiskirstymas (Parengti..., 1999)

Baseino pavadinimas	Baseino plotas km <sup>2</sup>	Vandentakų skaičius	Vagų tinklo tankumas km/km <sup>2</sup>
1	2	3	4
1. Nemuno*	49 084	20 410	0,90
2. Mūšos-Nemunėlio	7 967	5 643	1,38
3. Ventos-Varduvos	5 859	2 380	1,08

1	2	3	4
4. Baltijos pajūrio	1 447	610	0,63
5. Dauguvos*	944	859	0,91
<b>Iš viso:</b>	<b>65 301</b>	<b>29 902</b>	<b>0,98</b>

\* Pateiktos tik tos Nemuno ir kitų upių baseinų plotų dalys, kurios yra Lietuvos teritorijoje

Lietuvoje yra apie 29,9 tūkst. upių ir upelių, ilgesnių kaip 0,25 km, jų bendras ilgis yra apie 64 tūkst. km. 758 upių ilgis viršija 10 km, 18 upių ilgesnės negu 100 km ir 9 upės ilgesnės negu 200 km. Didžiausių Lietuvos upių pagrindiniai rodikliai pateikti 2.10 lentelėje.

**2.10 lentelė.** Didžiausių Lietuvos upių morfometriniai duomenys (Gailiūšis ir kt., 2001)

Pavadinimas	Ilgis km		Baseino plotas km <sup>2</sup>	
	visos upės	Lietuvoje	visos upės	Lietuvoje
Nemunas	937,4	475,0	97 863,5	46 695,4
Neris	509,5	234,5	24 942,3	13 849,6
Venta	343,3	160,8	11 800,0	5 140,4
Šešupė	297,6	208,7	6 104,8	4 899,0
Šventoji	246,0	246,0	6 888,8	6 800,7
Nevėžis	208,6	208,6	6 140,5	6 140,5
Merkys	203,0	190,2	4 415,7	3 780,7
Minija	201,8	201,8	2 942,1	2 942,1
Nemunėlis	199,3	160,1	44 047,0	1 892,0
Jūra	171,8	171,8	3 994,4	3 994,4
Mūša (Lielupė)	157,3	139,7	5 462,6	5 296,7
Lėvuos	140,1	140,1	1 628,8	1 628,8
Šušvė	134,6	134,6	1 165,4	1 165,4
Dubysa	130,9	130,9	1 972,6	1 972,6
Širvinta	128,6	128,6	918,1	918,1
Šešuvis	114,9	114,9	1 915,7	1 915,7
Mituva	101,7	101,7	773,4	773,4

Didžiausia upė – Nemunas (ilgis apie 1000 km) prasideda Baltarusijoje, o vakaruose įteka į Baltijos jūrą. Nemuno upės baseinas užima beveik 74% visos šalies teritorijos. Paviršinio nuotėkio srautas Lietuvoje yra padalintas į dvi dalis. Šiaurinės dalies upės neša savo vandenį link Latvijos (Lielupės, Ventos, Bartuvos upių baseinai), o pietinės upės teka į Nemuną.

Pagrindiniai Nemuno intakai yra Neris, Nevėžis, Jūra, Dubysa, Minija, Merkys ir Šešupė. Šiaurinėje Lietuvos dalyje yra trijų upių – Lielupės, Ventos ir Bartuvos baseinai. Upių tinklas šioje šalies dalyje yra labai tankus.

Upės nuotėkio pasiskirstymas laiko atžvilgiu turi didelę praktinę reikšmę. Jis nulemia pagrindinius projektuojamų vandens ūkio objektų rodiklius. Išskiriamos kalendorinė ir parametrinė nuotėkio charakteristikos. Kalendorinį nuotėkio pasiskirstymą galima apibūdinti daugeliu rodiklių, pvz., vidutiniais mėnesio debitais. 25 Lietuvos upių vidutiniai metiniai debitai yra didesni nei 6 m<sup>3</sup>/s. 155 upių vidutiniai metiniai debitai didesni nei 1 m<sup>3</sup>/s. Nuotėkio pasiskirstymo bei vandens išteklių naudojimo efektyvumui tirti naudojamosi parametriniu nuotėkio pasiskirstymo aprašymu. Dažniausiai taikomas nuotėkio natūralaus reguliavimo koeficientas arba nuotėkio netolygumo rodiklis (Burneikis ir Gailiūšis, 1970).

**Ežerai.** Mūsų respublikoje yra 2850 ežerų, didesnių kaip 0,5 ha, jų bendras plotas siekia 908 km<sup>2</sup>. Iš viso Lietuvoje yra apie 6 tūkst. ežerų, jie užima 1,5% šalies ploto. Didesnių nei 1000 ha yra 13 ežerų, daugiau kaip 100 ha – 156 ežerai, daugiau kaip 20 ha – 616 ežerų. Didžiausi ežerai: Drūkšių, Dysnų, Dusios (2.11 lentelė).

Giliausias yra Tauragno ežeras, didžiausias jo gylis 60,5 m. Dauguma ežerų yra ledyninės kilmės ir tik nedaug – upinės ir karstinės kilmės.

Ežerai Lietuvos teritorijoje pasiskirstę labai netolygiai. Daugiausia jų Aukštaičių aukštumoje. Ežeringiausias yra Žeimenos baseinas, jame priskaičiuojama apie 530 ežerų.

**2.11 lentelė.** Didžiausių Lietuvos ežerų pagrindiniai morfometriniai duomenys (Gailiūsis ir kt., 2001)

Eil. Nr.	Ežeras	Ežero plotas A ha			Didžiausias gylis h <sub>max</sub> m	Vandens tūris V mln. m <sup>3</sup>	Ežero baseino plotas A km <sup>2</sup>
		Pagal batimetrinį planą	Pagal RVŪ-PI sąrašą	Pagal GŽPI 1998 m. katalogą			
1.	Drūkšiai	4 480,2	4 226,0	-	33,3	367,6	620,9
2.	Dysnai	2 439,4	2 403,0	2 406,0	6,0	74,9	231,0
3.	Dusia	2 334,2	2 377,0	2 334,0	31,7	343,9	107,8
4.	Sartai	1 331,6	1 117,0	1 350,1	20,9	76,2	1362,6
5.	Avilys	1 258,0	1 258,0	1 258,0	13,5	36,3	73,7
6.	Metelys	1 286,0	1 293,0	1 289,5	15,0	87,2	55,6
7.	Luodis	1 302,2	1 320,0	1 306,5	18,4	87,4	113,8
8.	Platelių ežeras	1 204,0	1 205,0	1 199,6	46,0	125,8	52,0
9.	Rėkyvos ežeras	1 184,9	1 184,9	1 179,2	4,5	24,0	19,4
10.	Alaušas	1 054,0	1 073,0	1 073,4	42,0	125,5	51,7
11.	Žuvintas	1027,1	1 039,0	981,8	3,4	12,3	344,9
12.	Lūkstas	1 018,0	1 016,0	1 000,9	7,0	36,1	76,3
13.	Asveja	1 015,1	1 013,0	983,5	50,2	148,8	230,1

**Tvenkiniai.** Lietuvoje yra pastatyta daugiau kaip 1110 didesnių ar mažesnių tvenkinių. Didžiausias iš jų yra Kauno HE tvenkinys (Kauno marios), jo plotas – 63,5 km<sup>2</sup>, tūris – 0,45 km<sup>3</sup> (naudingas tūris – 0,22 km<sup>3</sup>). Šalies teritorijoje įrengta 350 mažesnių nei 0,5 ha tvenkinių (Parengti..., 1999). Lietuvos tvenkinių morfometriniai duomenys pateikti 2.12 lentelėje, didžiausi Lietuvos tvenkiniai, įrengti užtvenkus upę ar užtvenkus iš ežero ištekantią upę, nurodyti 2.13 lentelėje.

**2.12 lentelė.** Tvenkinių morfometriniai duomenys (Gailiūsis ir kt., 2001)

Eil. Nr.	Upės baseinas	Tūris V tūkst. m <sup>3</sup>			Naudingasis tūris V <sub>n</sub> tūkst. m <sup>3</sup>		
		Upinių tv.	Ežerinių tv.	Bendras	Upinių tv.	Ežerinių tv.	Bendras
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	Nemuno	690 246	18 213	708 459	24 4755	2702	247 457
2.	Merkio	10 421	144 945	155 366	4 758	4852	9 610
3.	Neries	9 583	11 678	21 261	3 988	2467	6 455
4.	Žeimenos	1 286	55 585	56 871	690	12564	13 254
5.	Šventosios	105 595	200 565	306 160	34 874	13617	48 491
6.	Nevėžio	64 753	2 157	66 910	37 515	508	38 023
7.	Dubysos	30 773	1 540	32 313	10 788	200	10 988
8.	Mituvos	10 772	-	10 772	3 631	-	3 631



1	2	3	4	5	6	7	8
9.	Šešupės	17 411	388 357	405 768	6 975	19801	26 776
10.	Jūros	23 318	840	24 158	9 265	650	9 915
11.	Minijos	7 815	136 900	144 715	1 986	10400	12 386
12.	Lietuvos pajūrio upių	16 483	-	16 483	6 598	-	6 598
13.	Ventos	33 987	16 060	50 047	14 825	2579	17 404
14.	Lielupės	5 446	-	5 446	1 772	-	1 772
15.	Mūšos	45 506	20 033	65 539	19 171	2464	21 635
16.	Nemunėlio	2 435	8 660	11 095	1 160	936	2 096
17.	Dauguvos intakų	-	406 863	-	46 510	46510	46 510
	<b>Iš viso:</b>	<b>1 075 830</b>	<b>1 472 396</b>	<b>2 548 226</b>	<b>402 751</b>	<b>120 250</b>	<b>523 001</b>

**2.13 lentelė.** Didžiausi Lietuvos tvenkiniai, įrengti užtvenkus upę arba ežerą (Gailiūšis ir kt., 2001)

Eil. Nr.	Tvenkinio pavadinimas	Užtvenkta upė	Plotas ha	Ežero-tvenkinio pavadinimas	Ištekanti upė	Plotas ha
1.	Kauno HE	Nemunas	6 350,0	Drūkšių ež. aušintuvas	Prorva	4 480,2
2.	Antalieptės HE	Šventoji	1 572,3	Dysnų ir Dysnykščio	Dysna	3 075,0
3.	Elektrėnų	Strėva	1 389,0	Dusios	Spernia	2 334,0
4.	Kupiškio	Lėvuo	828,0	Metelio	Metelytė	1 293,0
5.	Bubių	Dubysa	421,8	Platelių ež.	Babrungas	1 216,3
6.	Aukštadvario HE	Verknė	293,4	Rėkyvos ež.	Kulpė	1 179,2
7.	Balskų	Jūra	279,1	Didžiulio ir Savisto	Abista	1 015,0
8.	Baltosios Ančios HE	B.Ančia	249,5	Rubikių ež.	Anykšta	962,0
9.	Angirių HE	Šušvė	248,3	Žuvinto	Dovinė	934,3
10.	Juodeikių HE	Varduva	239,6	Kapčiamiesčio HE	Nieda	788,0
11.	Kruonio HAE		303,0	Obelijos	Peršėkė	573,4

Lietuvoje apie 78% visų šlapių žemių nusausta drenazu. Sausinant žemes tik apie 30% upių ir upelių (17 000 km) liko natūralios. Į šį skaičių patenka ir 9 didžiausios šalies upės. Mūsų šalies teritorijoje sureguliuotų upių ilgis siekia 50 tūkst. km.

### **2.7.2. Lietuvos požeminio vandens išteklių**

Lietuvoje požeminio vandens kaupimuisi yra labai palankios geologinės sąlygos: nuosėdinės dangos storis kinta nuo kelių šimtų metrų iki 2300 m. Respublikos požeminiams vandenims būdinga tai, kad juos papildo krituliai, o po žeme vanduo teka iš vieno vandeningo sluoksnio į kitą. Vidutinis metinis požeminio vandens papildymo intensyvumas (infiltracinio papildymo modulis) kinta nuo 0,2 iki 9,9 ir daugiau l/s km<sup>2</sup>.

Šalies teritorija hidrogeologiniu požiūriu priklauso Baltijos arteziniam baseinui, kuriam būdingas vertikalus hidrocheminis zoniškumas. Šiame baseine dažnai pastebimas atskirų vandeningų sluoksnių tarpusavio ryšys, t. y. hidraulinis ryšys (persiliejimas iš vieno sluoksnio į kitą).

Visas nuosėdinis Baltijos artezinio baseino sluoksnis pagal geologinę struktūrą ir vandensparas skirstomas į keturis hidrogeologinius aukštus, jie savo ruožtu skirstomi į vandeningus kompleksus ir vandeningus sluoksnius. Vandeningu kompleksu laikomas daugiau ar mažiau vienodas pagal savo vandeningumą, amžių ir genezę padermių sluoksnis, kurio

pagal ištyrimo laipsnį arba hidrogeologinius ypatumus (pvz., nesant aiškių vandensparų) negalima išskirti į atskirus vandeningus sluoksnius. Vandeningi sluoksniai išskiriami pagal hidrogeologinius ypatumus, kurie pirmiausia sąlygojami vandenį talpinančių padermių litologinės sudėties. Vandeningi sluoksniai, besiskiriantys pagal vandenį akumuliuojančios padermės litologinę sudėtį, gali būti ir neatskirti vandensparomis.

Lietuvos teritorija padengta kvarterinėmis ir prieškvarterinėmis nuogulomis. Kvarterinėse nuogulose slūgso tarpmoreniniai vandeningi sluoksniai: viurmo-riso, riso-mindelio ir kt.

Prieškvarterinėse nuogulose (viršutinio ir vidurinio devono) slūgso Šventosios-tartu vandeningas kompleksas. Kai kuriuos plačiau paplitusius vandeningus sluoksnius tikslinga aptarti plačiau.

**Viurmo-riso vandeningas sluoksnis.** Šio vandeningo sluoksnio storis siekia nuo 2 iki 80 m, tačiau dažniausia – nuo 10 iki 20 m. Daugeliu atvejų vandenį akumuliuoja įvairiagrūdžiai smėliai. Vietomis randami žvyro sluoksniai. Vandeningo sluoksnio viršus yra labai nevienodame gylyje – nuo 7 iki 100 m. Šio sluoksnio vanduo turi hidraulinių ryšių su upių vandeniu. Viršutinį vandeniu nelaidų sluoksnį sudaro moreniniai priemoliai ir viurmo apledėjimo priesmėliai, kurių sluoksnių storis gana įvairus, dažniausia siekia 40–60 m. Žemutinė vandenspara sudaryta iš riso amžiaus moreninių priemolių ir siekia 10–40 m storį. Vandeningo sluoksnio nuogulų filtracijos koeficientas siekia nuo kelių iki 175 m/parą. Statinis vandens lygis virš vandeningo sluoksnio siekia 10–40 m. Viurmo-riso vandeningo sluoksnio vanduo išeina į žemės paviršių daugelio upių slėniuose, sudarydamas daugybę šaltinių. Gręžtinių šulinių lyginamieji debitai paprastai siekia 0,5–1,0 l/s.

Viurmo-riso tarpmoreninio vandeningo sluoksnio vanduo hidrokarbonatinis. Bendra vandeningo sluoksnio mineralizacija kinta nuo 300 iki 700 mg/l.

**Riso-mindelio vandeningas sluoksnis.** Šio sluoksnio vandenį akumuliuojančios padermės sudarytos iš įvairiagrūdžių smėlių. Viršutinį nelaidų sluoksnį sudaro riso amžiaus 20–30 m storio morena. Apatinis nelaidus sluoksnis – mindelio amžiaus morena, taip pat prieškvarterinės molingos padermės.

Riso-mindelio vandeningo sluoksnio storis kinta nuo 5 iki 55 m, vidutiniškai yra 10–20 m. Sluoksnio viršus yra 45–165 m gylyje. Slėgio aukštis virš vandeningo sluoksnio siekia vidutiniškai 50–60 m. Lyginamieji gręžinių debitai siekia 0,04–0,2 l/s.

Riso-mindelio sluoksnio vanduo pagal cheminę sudėtį yra kalcio hidrokarbonatinis. Bendra mineralizacija paprastai kinta nuo 300 iki 700 mg/l.

**Viršutinio permio vandeningas sluoksnis.** Permio vandeningo sluoksnio vandenį akumuliuojančias padermes sudaro karbonatinės nuogulos. Vandeningo sluoksnio storis gana įvairus. Pietvakarių Lietuvoje jis siekia 5–12 m, o šiaurės vakaruose – 36–47 m.

Permio vandeningo sluoksnio viršus slūgso taip pat labai įvairiame gylyje. Šiaurės vakarų Lietuvoje (N. Akmenė) jis yra labai arti žemės paviršiaus – 2,5 m gylyje, o ties Kalvarija – net 597 m gylyje.

Vandeningo sluoksnio maitinimas iš esmės vyksta dėl infiltracijos iš virš jo slūgsančių kvartero nuogulų. Didžiausi pjezometrinių slėgio aukščiai yra Pietryčių Lietuvoje – 140 m, o mažiausi Baltijos pajūryje – 10–20 m. Lyginamieji gręžinių debitai kinta nuo 0,02 iki 15 l/s.

Permio vandeningo sluoksnio mineralizacijos laipsnis labai priklauso nuo vandeningų padermių slūgsojimo gylio ir kinta nuo 0,3 iki 85 g/l. Maitinimo srityje plačiai paplitęs gė-

las hidrokarbonatinis vanduo, o vandeningo sluoksnio slūgsojimo gyliui didėjant pereina į hidrokarbonatinį-sulfatinį. Permo vandeningo sluoksnio gėlas vanduo plačiai naudojamas vandentiekiui Lietuvos šiaurės vakaruose, taip pat Klaipėdoje ir Šiauliuose. Permo sluoksnio mineralinis vanduo kol kas nenaudojamas.

**Stipinų vandeningas sluoksnis.** Stipinų vandeningas sluoksnis paplitęs Šiaurės vakarų Lietuvoje. Vandeningo sluoksnio storis kinta nuo 7 m šiaurėje iki 15 m vakaruose.

Šio sluoksnio vandensparą sudaro 35–90 m storio mergeliai ir moliai, o vandenį akumuliuojančias padermes – plyšėti ir su kavernomis dolomitai. Vakariniuose Lietuvos rajonuose šios kavernos ir plyšiai užpildyti gipsu. Stipinų sluoksnio vanduo slėginis, išskyrus šiaurinę Lietuvos dalį, kur vandeningas sluoksnis padengtas plonu kvarterinių nuogulų sluoksniu ir slūgso 0,5–10 m gylyje.

Stipinų vandeningą sluoksnį drenuoja Baltijos jūra. Šio sluoksnio vandeningumas palyginti didelis. Lyginamieji gręžinių debitai kinta nuo 0,3 iki 10 l/s.

Vandens mineralizacija didėja didėjant vandeningo sluoksnio gyliui nuo 0,2 g/l Šiaurės rytuose iki 6,6 g/l pietvakariuose. Vandens cheminė sudėtis kinta nuo hidrokarbonatinio iki chloridinio-sulfatinio.

Stipinų vandeningo sluoksnio gėlas vanduo plačiai naudojamas vandentiekiui Pakruojo, Šiaulių, Joniškio rajonuose. Vakariniuose Lietuvos rajonuose šio sluoksnio vanduo mineralizuotas ir praktiniams tikslams nenaudojamas.

**Šventosios-tartu vandeningas kompleksas.** Šio vandeningo komplekso vandenį akumuliuojančias padermes sudaro smulkiagrūdžiai kvarciniai smėliai. Viršutinė vandenspara yra viršutinio devono mergeliai ir moliai, o apatinė – vidurinio devono mergeliai ir moliai. Apatinės vandensparos sluoksnio storis siekia iki 140 m.

Vandeningo komplekso sluoksnio storis yra nuo kelių iki 220 m. Vanduo slėginis, gręžiniai dažnai trykšta fontanais iki 25–130 m virš vandeningo sluoksnio viršaus. Lyginamieji gręžinių debitai kinta nuo 0,1 iki 3,0 l/s.

Vandens cheminė sudėtis ir mineralizacijos laipsnis glaudžiai susieti su maitinimu ir litologine vandenį akumuliuojančių padermių sudėtimi. Didžiąją dalį sudaro gėlas vanduo, tačiau giliau sutinkama ir mineralinio, kurio mineralizacija siekia iki 27 g/l (Гидрогеология..., 1969).

Žmonių gyvenime ir jų ūkinėje veikloje svarbiausias yra gėlas vanduo, kurio mineralizacija neviršija 1 g/l.

Požeminio vandens kaupimuisi yra palankios ir klimatinės, ir geologinės Lietuvos sąlygos: nuosėdinės dangos storis kinta nuo kelių šimtų metrų iki daugiau kaip dviejų tūkstančių m. Gėlas požeminis vanduo Lietuvos teritorijoje slūgso nuo 90–100 m iki 300–400 m gylyje (Gailiūšis ir kt., 2001).

Hidrogeologiniai skaičiavimai rodo, kad, nepažeidžiant hidrosferos pusiausvyros, Lietuvoje per parą galima sunaudoti iki 3,2 milijonų m<sup>3</sup>, arba 1,2 km<sup>3</sup> per metus, gėlo požeminio vandens. Apie 2 milijonus m<sup>3</sup>/p šių išteklių yra detalai ištirta ir paruošta naudojimui. Šiuo metu (2005 m.) naudojama tik apie 0,5–0,6 milijono m<sup>3</sup>/p. Tai tarpstuoksninis požeminis vanduo, kuriam imti išgręžta apie 11 tūkst. gręžtinių šulinių į apytikriai 20 vandeningų sluoksnių.

Pagrindiniai vandeningi sluoksniai, naudojami centralizuotam vandens tiekimui miestuose ir regionų centruose, pateikti 2.14 lentelėje (Lietuvos..., 1999). Kiti vandeningi

sluoksniai, esantys daugiausia viršutinėje kvarteto nuogulų dalyje, yra naudojami pavieniais gręžtiniais šuliniais.

**2.14 lentelė.** Požeminio vandens šaltiniai ir pagrindiniai vandeningi sluoksniai (Lietuvos...,1999)

Vandeningo sluoksnio tipas	Požeminio vandens ištekliai tūkst. m <sup>3</sup> per parą		Vandenviečių skaičius
	Perspektyvūs	Išžvalgyti ir patvirtinti	
Kvartero ir tarpmoreninis	1192,7	1200,2	90
Paleogeno	-	-	1
Viršutinės kreidos (mergelis)	169,0	73,9	12
Viršutinės-apatinės kreidos (smėlis)	21,0	46,8	8
Juros	5,0	13,0	3
Permo ir viršutinio devono	237,0	351,48	32
Devono	577,0	368,52	50
<b>Iš viso:</b>	<b>2201,7</b>	<b>2053</b>	<b>196</b>

Lentelėje pateikti duomenys rodo, kad perspektyviausi vandens tiekimui yra kvartero, tarpmoreniniai, viršutinės kreidos, permo ir devono vandeningi sluoksniai.

### 3. VANDENS IŠTEKLIŲ NAUDOJIMAS

#### 3.1. Vandens poreikis

Vandens poreikis bet kurioje pasaulio vietoje priklauso nuo gyventojų skaičiaus. Per paskutiniuosius šio amžiaus dešimtmečius gyventojų skaičius išaugo, ypač Afrikoje ir Vidurio Rytuose. 1990 m. mūsų planetoje gyveno 5300 mln. žmonių, 2001 m. – 6157 mln., tikimasi, kad 2025 m. jų bus apie 8500 mln. (3.1 lentelė).

**3.1 lentelė.** Gyventojų skaičius ir jo augimo greitis pasaulyje 1985–2025 m. (Tumas, 2003)

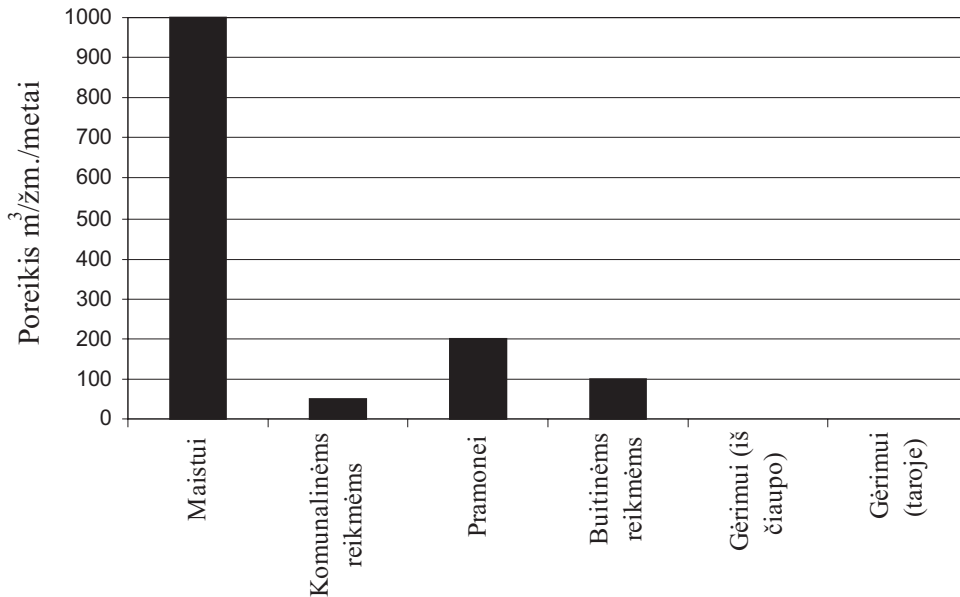
	Gyventojų skaičius (mln.)				Augimo greitis (% per metus)		
	1985	1990	2000	2025	1985-1990	1990-2000	2000-2025
Pasaulis	4851	5292	6260	8504	1,87	1,86	1,54
Besivystančios šalys	3677	4086	4996	7150	2,26	2,21	1,76
Afrika	553	642	866	1597	3,05	3,13	2,87
Lotynų Amerika ir Karibai	404	448	538	757	2,14	2,01	1,65
Azija	2605	2981	3420	4569	2,05	2,04	1,42
Viduriniai Rytai	115	132	172	288	2,91	2,86	2,46
Išsivysčiusios šalys	1174	1206	1264	1354	0,60	0,60	0,53

XX amžiaus pabaigoje vandens poreikis padidėjo 9 kartus, palyginus su šio amžiaus pradžia. Pasaulio gyventojų poreikiams tenkinti 2000 metais reikėjo 5200 km<sup>3</sup> vandens, t. y. apie 12% visų buitinėms reikmėms tinkančių vandens išteklių.

Normalaus drėgnumo regionuose per metus gėrimui, maistui, pramonės reikmėms vienam asmeniui reikia iki 1300 m<sup>3</sup> vandens. Daugelyje šalių šiems poreikiams tenkinti vandens išteklių užtenka, tačiau ateityje, didėjant gyventojų skaičiui, situacija blogės.

Labai didelė problema – augantys miestai: apie 4/5 prieaugio yra urbanizuotose teritorijose, ypač besivystančiose šalyse. Apie 2/3 vandens pasaulyje yra sunaudojama laukų drėkinimui. Taupiau naudojant drėkinimui skirtą vandenį, jo daugiau būtų galima tiekti miestams (Tumas, 2003).

Vidutinės drėgmės sąlygomis gyvenantis žmogus per metus gėrimui suvartoja tik vieną m<sup>3</sup> vandens, apie 100 m<sup>3</sup> – buitinėms reikmėms ir net iki 1000 m<sup>3</sup> vandens maistui pagaminti (3.1 pav.).



3.1 pav. Vandens poreikis m<sup>3</sup> vienam žmogui per metus (Sustainable..., 2000)

### 3.2. Vandens naudojimo samprata

Vandens išteklius nagrinėjančioje literatūroje galima rasti labai įvairių vandens naudojimo apibrėžimo interpretacijų ir jo klasifikavimo variantų. Šioje mokomojoje knygoje pateikiama keletas jų.

Pagal daugelio knygų, analizuojančių vandens išteklius ir jų naudojimą, autorių Gleick, sąvoka *vandens naudojimas* apima tokius terminus: *vandens ėmimas (gavyba)*, *pakartotinis vandens naudojimas* ir *vandens vartojimas* (Gleick, 1998).

*Vandens ėmimas (gavyba)* – tai vandens ėmimas saugojimui ir tiesioginiam naudojimui.

*Pakartotinas vandens panaudojimas* – šis terminas skiriasi nuo vandens paėmimo termino tuo, kad paimtas vanduo naudojamas ne vieną, o kelis kartus.

*Vandens vartojimas* – šis terminas apibūdina vandens naudojimą, po kurio vanduo negali būti vėl panaudotas, pvz., vanduo sunaudojamas galutiniam produktui pagaminti (Gleick, 1998).

3.2 lentelėje pateikiami JAV Geologijos tarnybos (USGS) suformuluoti vandens naudojimo apibrėžimai (Mays, 2001). Kaip matyti iš šioje lentelėje pateiktų terminų ir jų apibrėžimų, vandens naudojimas buičiai, žemės ūkiui, pramonei ir kalnakasybai yra vandens *vartojimas*. Hidroelektrinės, transportas ir rekreacija yra pagrindiniai vandens *naudojimo* pavyzdžiai, jie dar vadinami *naudojimu telkinyje*. Šiuo atveju naudojamas vandens telkinys nepaimant iš jo vandens.

### 3.2 lentelė. Vandens naudojimo terminų apibrėžimai (Mays, 2001)

Terminas	Apibrėžimas
Vartojimas	Ta paimto vandens dalis, kuri išgaruoja, prasisunkia, įeina į produkto ar žemės ūkio kultūrų sudėtį, sunaudojama žmonių ar gyvulių, ar kitais būdais pašalinama iš artimiausio vandens telkinio.
Transportavimo nuostoliai	Vandens kiekis, prarastas transportuojant vamzdžiais, kanalais ar vamzdynais dėl nutekėjimo ar išgaravimo.
Pateikimas ir išleidimas	Vandens kiekis pateiktas į naudojimo vietą ir kiekis išleistas po panaudojimo.
Naudojimas telkinyje	Vanduo, kuris naudojamas, bet nepaimamas iš gruntinio ar paviršinio vandens šaltinio ir naudojamas tokiems tikslams kaip hidroenergetika, navigacija, vandens kokybės gerinimas, žuvų veisimas ir rekreacija.
Naudojimas ne telkinyje	Vanduo, paimtas ar pateiktas iš gruntinio ar paviršinio vandens šaltinio komunaliniam vandentiekiiui, gyvuliams, termoelektrinėms ir kt.
Komunalinis tiekimas	Vanduo, paimtas komunalinių ar privačių vandens tiekėjų ir tiekiamas naudotojams.
Grįžtamoji tėkmė	Vanduo, kuris išleidžiamas iš naudojimo vietos ir pasiekia gruntinio ar paviršinio vandens šaltinį, ir tokiu būdu jį galima vėl panaudoti.
Panaudotos nuotekos	Tai kas išteka iš nuotekų valyklų ir nukreipta naudingam panaudojimui prieš pasiekiant natūralų vandentakį ar vandeningą sluoksnį.
Nepriklausomas aprūpinimas vandeniu	Vanduo, kurį iš paviršinio ar gruntinio vandens šaltinio paima naudotojas, o ne gaunamas centralizuotai.
Ėmimas (gavyba)	Vanduo, paimtas iš paviršinio vandens šaltinio naudojimui ne telkinyje.

Vandens naudojimą ne telkinyje dar galima klasifikuoti taip (Karamouz et al., 2003):

- Buitinis ar municipalinis vandens naudojimas apima gyventojų (butai ir namai), komercinį (parduotuvės ir verslas), institucinį (ligoninės ir mokyklos), pramoninį bei kitus vandens naudojimus (gaisrų gesinimas, baseinai, parkų laistymas).
- Pramoninis vandens naudojimas apima vandenį, reikalingą pramoniniams procesams, tokiems kaip generatorių aušinimas vandeniu, rafinavimo fabrikai, chemikalų, spirito, medienos ir popieriaus gamyba, tekstilė, maisto perdirbimas bei kalnakasyba.
- Vandens naudojimas žemės ūkyje apima laukų drėkinimą ir gyvulių priežiūrą.

Norint naudoti vandenį, jį reikia paimti iš paviršinio ar gruntinio vandens šaltinių. Dalis paimto vandens gali grįžti į šaltinius, galbūt kitoje vietoje, kitu metu ir kitos kokybės. Grįžtančio vandens procentas yra svarbus veiksnys vertinant vandens naudojimo efektyvumą. Į tai reikėtų atsižvelgti vandens išteklių valdymo schemose.

### 3.3. Vandens išteklių naudojimo klasifikacija. Pagrindiniai vandens naudotojai

*Vandens naudotojai* – juridiniai ir fiziniai asmenys, imantys iš vandens telkinio vandenį arba išleidžiantys į gamtinę aplinką nuotekas, taip pat naudojantys vandens telkinį įvairioms reikmėms (hidroenergetikai, laivybai, žuvininkystei ir kt.).

Pagrindinės vandens išteklių naudojimo kryptys yra:

- energetika;
- pramonė;
- žemės ūkis;

- ūkio-buities reikmės;
- vandens transportas;
- žuvininkystė;
- sausinimas ir drėkinimas;
- rekreacija;
- apsauga nuo potvynių ir dirvų erozijos;
- priešgaisrinės ir kitos reikmės.

Pasaulinėje ūkinėje veikloje yra išskiriami įvairūs vandens naudotojai, jie sunaudoja skirtingą vandens kiekį. Pagrindiniai vandens naudotojai pasaulyje apibūdinti 3.3 lentelėje.

**3.3 lentelė.** Pagrindiniai vandens naudotojai (Mays, 2001)

Vandens naudotojas	Apibūdinimas
Buitinės reikmės	Vanduo gėrimui, maisto ruošimui, maudymuisi, drabužių skalbimui, indų plovimui, tualetams, daržų ir vejų laistymui.
Visuomeninės paskirties objektai	Vanduo viešbučiams, moteliams, restoranams, biurų pastatams, mokykloms, ligoninėms ir kitiems komerciniams objektams bei įstaigoms.
Drėkinimas	Vanduo pasėlių laukams, ganykloms, taip pat rekreacinės paskirties vietoms – parkams, golfo laukams ir kt.
Pramonė	Vanduo gamybai, plovimui, aušinimui.
Žemės ūkis	Vanduo galvijų ir jūrų gardų plovimui, melžimo reikmėms, žuvininkystei ir kt.
Kalnakasyba	Vanduo gręžiniams, mineralų gavybai, smulkinimui, sodrinimui ir kt.
Komunalinis ūkis	Vanduo tiekiamas iš komunalinio vandentiekio gatvių plovimui, gaisrų gesinimui, visuomeninių parkų laistymui ir kt.
Kaimo vietovės	Vanduo kaimų ir sodybų gyventojų buitinėms ir ūkinėms reikmėms, kuriuo jie apsirūpina patys.
Energetika	Vanduo energijai gauti ir kt.

3.4 lentelėje pateikta dar viena – smulkesnė vandens naudojimo klasifikacija. Kaip matyti, vanduo skirstomas į municipalinį, žemės ūkio, pramonės, aplinkosaugos ar infrastruktūros (viešieji darbai).

**3.4 lentelė.** Detalus vandens naudojimo klasifikavimas (Karamouz et al., 2003)

Vandens naudojimas	Tikslo klasifikavimas	Naudojimo tipo klasifikavimas	Sunaudojimas
1	2	3	4
Gėrimas	Municipalinis	Ėmimas	Mažas
Buitinis (virimas, skalbimas, ...)	Municipalinis	Ėmimas	Mažas
Žuvis ir laukinė gamta	Žemės ūkio, aplinkosauginis	Ėmimas, naudojimas vandens telkinyje, sklype	Vidutinis
Gyvininkystė	Municipalinis, žemės ūkio	Ėmimas	Vidutinis
Sausinimas	Žemės ūkio	Ėmimas, naudojimas sklype	Didelis
Drėkinimas	Municipalinis, žemės ūkio	Ėmimas	Didelis
Augimvietės šlapžemėse	Žemės ūkio, aplinkosauginis	Naudojimas sklype	Vidutinis
Dirvožemio drėgmės išsaugojimas	Žemės ūkio	Naudojimas sklype	Didelis



1	2	3	4
Upės žiočių panaudojimas	Žemės ūkio	Naudojimas sklype, vandens telkinyje	-
Rekreacija ir vandens sportas	Municipaliniis, infrastruktūra	Naudojimas vandens telkinyje	-
Estetinis mėgavimasis	Municipaliniis, infrastruktūra	Naudojimas vandens telkinyje	-
Navigacija	Infrastruktūra	Naudojimas vandens telkinyje	-
Hidroenergija	Infrastruktūra	Naudojimas vandens telkinyje	-
Kalnakasyba	Pramonės	Ėmimas	Vidutinis
Vėsinimas	Municipaliniis, pramonės	Ėmimas	Didelis
Virinimas	Municipaliniis, pramonės	Ėmimas	Didelis
Perdirbimas	Municipaliniis, pramonės	Ėmimas	Vidutinis
Garų jėga	Municipaliniis, pramonės	Ėmimas	Didelis
Atliekų šalinimas	Municipaliniis, žemės ūkio, pramonės	Naudojimas vandens telkinyje	-

### 3.4. Vandens išteklių naudojimas pasaulyje

#### 3.4.1. Pasaulio vandens gavybos ir naudojimo dinamika ir jos prognozės

Vandens naudojimas pasaulyje kinta kasmet ir kas mėnesį. Šie pokyčiai priklauso nuo daugelio fizinių, ekonominių, socialinių ir politinių veiksnių. Pastaraisiais metais daugelyje pasaulio vietų stebimi žymūs klimato pokyčiai, todėl kyla didesni potvyniai, vienuose regionuose iškrepta daugiau kritulių, kituose regionuose tęsiasi neįprastos sausros. Įvairių vandens ėmimo ir naudojimo variacijų nuspėjimas ateičiai yra pagrindinis vandens naudojimo prognozavimo tikslas.

Prognozuojama, kad artimiausioje ateityje bendras vandens paėmimas padidės apie 10–12% kas 10 metų ir iki 2025-ųjų padidės apie 1,4 karto.

Šiuo metu apie 57% bendro vandens kiekio tenka Azijai, kurioje yra daugiausia drėkinamų žemių pasaulyje.

Kitais dešimtmečiais daugiau vandens bus paimama Afrikoje ir Pietų Amerikoje (1,5–1,6 karto), o Europoje ir Šiaurės Amerikoje truputį mažiau – 1,2 karto.

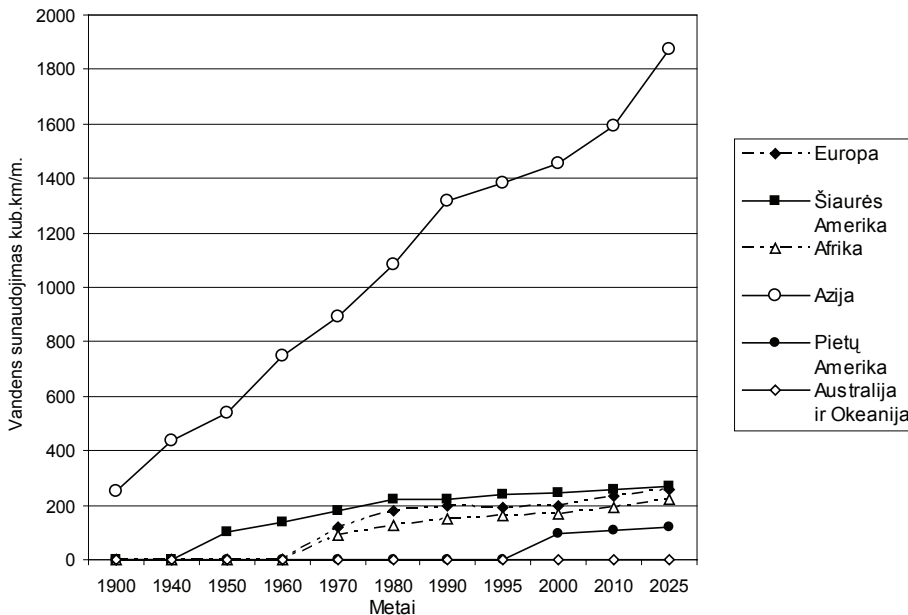
Pasauliniu mastu sunaudojama tik 61% bendro imamo vandens. Likę 39% – tai vandens nuostoliai, kurių didžiąją dalį sudaro garavimo nuostoliai. Prognozuojama, kad ateityje garavimas nuo vandens saugyklų dar padidins vandens nuostolius, kurie jau šiuo metu yra didesni negu vandens kiekis, sunaudojamas pramonei ir ūkio-buities reikmėms kartu.

Pasaulyje apie 66% bendro vandens kiekio imama žemės ūkiui. Tačiau ateityje augs kitų naudotojų – pramonės ir komunalinio ūkio – imamo vandens kiekis. Iki 2025 m. žemės ūkis ims 1,3 karto vandens daugiau, pramonė – 1,5 karto, ūkio ir buitės reikmėms bus paimta 1,8 karto daugiau vandens.

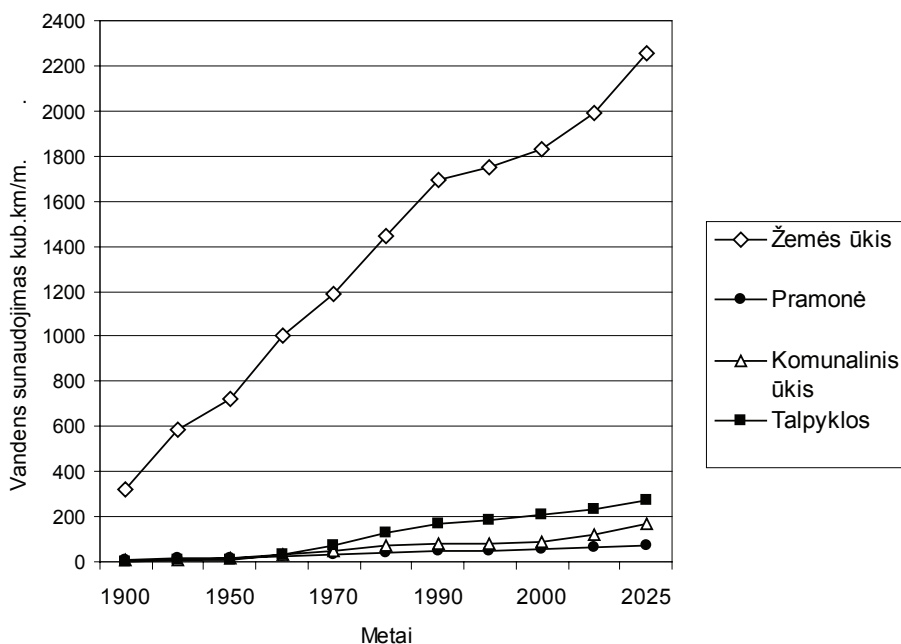
Vandens gavyba nuo turimų pasaulio vandens išteklių šiuo metu sudaro tik 8,4%. Iki 2025 m. tikimasi, kad jis išsaugės iki 12,2%. Tačiau vandens ištekliai pasaulyje yra pasiskirstę labai netolygiai. Kiekvienas regionas ima ne tik vietinius išteklius, bet ir nemažą dalį gėlo vandens, su upių nuotėkiu patenkančio į jį iš kaimyninių regionų. Dabar Europoje ir Azijoje yra paimama 15–17% turimų vandens išteklių, ateityje šis skaičius išsaugės iki 21–23%. Pietų Amerikoje ir Okeanijoje paimama tik 1,2–1,3% turimų išteklių ir ateityje ši reikšmė bus tik apie 1,6–2,3%. Ne tik žemynuose, bet ir jų atskiruose regionuose paimama skirtinga turimų vandens išteklių dalis. Pvz., Pietinėje ir Centrinėje Europos srityse paimamo vandens kiekis sudaro 24–30% turimų išteklių, o šiaurinėje jos dalyje ši reikšmė neviršija 3%. Šiaurinėje Šiaurės Amerikos dalyje vandens paėmimas neviršija 1% turimų vandens išteklių, o JAV – 28%. Dar didesnis kontrastas yra Afrikoje ir Azijoje. Šiaurinėje Afrikos dalyje šiuo metu yra paimami beveik visi atsinaujinantys vandens ištekliai (95%), kituose šio žemyno regionuose, ypač Centrinėje Afrikoje, vandens paėmimas yra palyginti mažas. Pietų, Vakarų, Centrinėje Azijoje vandens gavyba yra labai didelė – 42–84% turimų išteklių, o Sibire ir Tolimuosiuose Rytuose neviršija 1%. Tikėtai Pietų Amerikoje vandens paimama visuose regionuose panašiai – 2–4%. Ateityje iki 2025 m. vandens išteklių gavybos netolygumas išliks. Kai kuriuose pasaulio regionuose (pvz., šiaurinėje Afrikos dalyje) vandens poreikis viršys turimus išteklius.

Vandens naudojimo atskiruose žemynuose bei pagrindinėms ūkio šakoms tendencijos (3.2 ir 3.3 pav.) yra analogiškos vandens paėmimo tendencijoms. Daugiausia visų pasaulinių vandens išteklių sunaudojama Azijoje žemės ūkiui, ir toliau tas kiekis augs. Vandens sunaudojimas iki 2025 m. Afrikoje ir Pietų Amerikoje augs sparčiau, negu Europoje ir Šiaurės Amerikoje. Vis daugiau bus naudojama vandens ūkio ir buities reikmėms. Numatoma, kad vandens naudojimas augs lėčiau negu ėmimas ir iki 2025 m. padidės 1,3 karto (Summary..., 1995).

Vandens išteklių naudojimas pasaulyje įvairioms ūkio šakoms praėjusiame šimtme-tyje ir prognozė 21-ojo amžiaus pradžioje pateikta 3.5 lentelėje.



3.2 pav. Vandens išteklių naudojimo dinamika pasaulyje (Summary..., 1995)



3.3 pav. Vandens išteklių naudojimo ūkinei veiklai dinamika (Summary..., 1995)

3.5 lentelė. Vandens išteklių naudojimas (procentais) pasaulyje įvairioms ūkio šakoms (Summary..., 1995)

Žemynas	Žemės ūkis			Pramonė			Ūkio-buities reikmės			Talpyklos		
	1950	1995	2025	1950	1995	2025	1950	1995	2025	1950	1995	2025
Europa	67,7	71,4	66,8	12,6	5,6	4,3	15,6	15,3	22,3	4,0	7,6	6,7
Šiaurės Amerika	83,5	75,1	72,4	4,7	5,0	6,0	3,6	7,2	7,5	8,0	12,8	14,2
Afrika	97,9	63,8	60,5	1,6	1,5	3,4	0,5	0,8	1,3	0,0	33,8	35,0
Azija	98,0	91,0	88,4	0,7	1,5	1,8	1,1	2,3	4,1	0,0	5,1	5,7
Pietų Amerika	95,0	76,4	67,4	2,5	4,0	4,7	1,9	3,2	8,3	0,6	16,3	20,0
Australija ir Okeanija	81,3	69,1	64,1	2,0	2,2	2,1	9,9	3,1	6,4	6,7	25,7	27,8
<b>Pasaulis</b>	<b>94,0</b>	<b>84,5</b>	<b>81,5</b>	<b>2,2</b>	<b>2,4</b>	<b>2,7</b>	<b>2,5</b>	<b>4,0</b>	<b>6,1</b>	<b>1,4</b>	<b>9,1</b>	<b>9,7</b>

### 3.4.2. Vandens naudojimas Baltijos jūros baseine

Baltijos jūros baseine dirbamų žemių – 175 mln. ha, apie 35 mln. ha (20%) iš jų – ariamos, 10 mln. ha – ganyklos. Baltijos regione drėkinamų ariamų žemių mažai – 3–4%.

Baltijos šalyse buityje suvartojama apie 200 l/žmogui vandens per parą ir dukart daugiau pramonės reikmėms.

Baltijos šalių vandens ištekliai ir jų naudojimas ūkinėje veikloje pateikti 3.6 lentelėje.

**3.6 lentelė.** Baltijos šalių vandens išteklių ir jų naudojimas (Sustainable..., 2000)

Šalis	Atsinaujinantys vandens ištekliai km <sup>3</sup> /metai	Naudojama vandens per metus			
		Iš viso km <sup>3</sup>	Žemės ūkyje %	Buityje %	Pramonėje %
Estija	10,9	3,3	3	5	92
Danija	11	1,2	43	30	27
Latvija	15,2	0,7	14	42	44
Suomija	110	3	3	12	85
Lenkija	49	14,5	11	13	76
Lietuva	12,8*	4,4	3	7	90
Švedija	176	3	9	36	55

\* Kiti šaltiniai nurodo 15,4 km<sup>3</sup>/m.

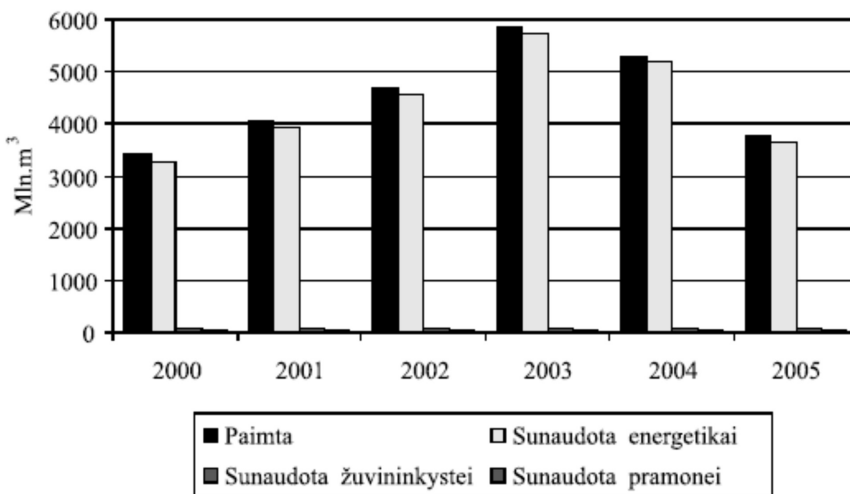
### 3.4.3. Vandens naudojimas ir jo dinamika Lietuvoje

Vandens išteklių, kaip ir kiti gamtos turtais, yra Lietuvos Respublikos nacionalinė vertybė. Jie gali būti naudojami tik juos reglamentuojančiuose įstatymuose ir kituose teisės aktuose nustatyta tvarka.

Valstybinę vandens naudojimo ir apsaugos kontrolę vykdo Aplinkos ministerija. Kitos valstybės ir vietos savivaldos institucijos vandens naudojimo ir apsaugos kontrolę vykdo tiek, kiek tai susiję su joms paskirtų funkcijų įgyvendinimu.

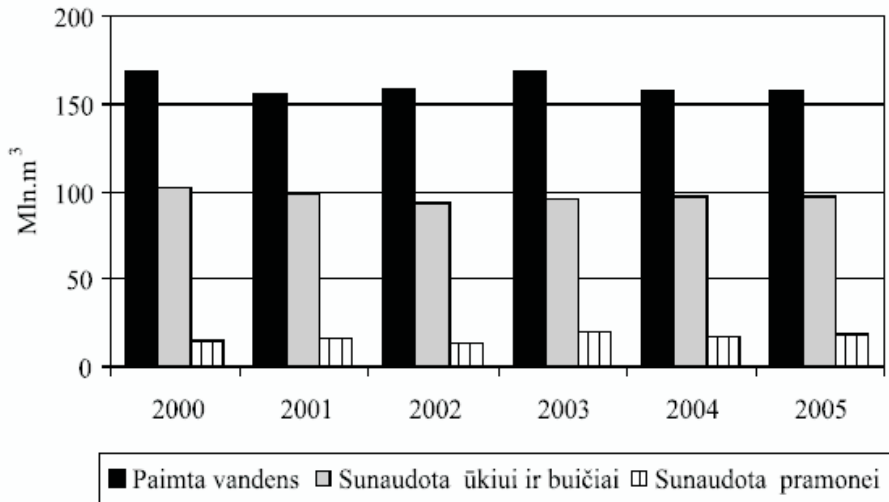
2006 m. Lietuvoje buvo paimta 3,61 km<sup>3</sup> vandens (Aplinkos..., 2007). Mūsų šalyje, skirtingai nei bendrai pasaulyje, didžioji dalis vandens išteklių naudojama energetikai – daugiau negu 90%. Paimamo vandens kiekis kasmet svyruoja daugiausia dėl kintančių energijos gamybos apimčių elektrinėse. Didžiausi vandens naudotojai yra Ignalinos AE, Kruonio HAE ir Lietuvos elektrinė.

Nuo 2000 m. iki 2003 m. paimamo paviršinio vandens kiekis didėjo dėl suintensyvėjusio elektrinių darbo režimo, o nuo 2004 m. pradėjo mažėti ir 2005 m. labai sumažėjo dėl Ignalinos AE pirmojo bloko uždarymo (3.4 pav.).



3.4 pav. Paviršinio vandens ėmimo ir naudojimo dinamika Lietuvoje (Aplinkos..., 2006)

Per pirmuosius šio amžiaus metus Lietuvoje paimamo požeminio vandens kiekis buvo gana stabilus (3.5 pav.). 2006 m. paimta apie 0,165 km<sup>3</sup> vandens (Aplinkos..., 2007). Paimamas požeminio vandens kiekis labiausiai priklauso nuo to, kiek jo reikia ūkio ir buities reikmėms bei pramonei, nes būtent šie sektoriai suvartoja daugiausia požeminio vandens.



3.5 pav. Požeminio vandens ėmimo ir naudojimo dinamika Lietuvoje (Aplinkos..., 2006)

### 3.5. Vandens išteklių naudojimas ūkinėje veikloje

#### 3.5.1. Vandens naudojimas energetikoje

Kaip jau minėta 3.4.3 poskyryje, daugiausia paviršinio vandens Lietuvoje sunaudojama energetikai. Atominėje ir šiluminėse elektrinėse vanduo naudojamas garo gamybai – garo turbinoms sukuti, reaktorių aušinimui, o hidroelektrinėse – hidrauliniams turbinoms sukuti.

Vandens naudojimas energetikoje ypatingas tuo, kad naudojant vandenį iš esmės vandens išteklių nemažėja, jie neužteršiami kenksmingomis medžiagomis, o tik jais pasinaudojama ir vėl grąžinama į vandens telkinį.

Šiuo metu didžiausi energetikos objektai Lietuvoje yra Ignalinos atominė elektrinė (AE), Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė (HAE) ir Lietuvos šiluminė elektrinė (Elektrėnų). 2006 m. jos paėmė 3496,75 mln. m<sup>3</sup> vandens, t. y. 97% bendro paimto kiekio (Aplinkos..., 2007). Nuo 2000 m. iki 2003 m. vandens naudojimas energetikai augo ir 2003 m. pasiekė maksimumą, t. y. 5736,4 mln. m<sup>3</sup> (žr. 3.4 pav.). Net 52% viso energetikos sektoriuje sunaudoto vandens teko Ignalinos AE reaktoriams aušinti (Aplinkos..., 2004). 2004 m. pabaigoje buvo sustabdytas I Ignalinos AE blokas, todėl jau 2005 m. vandens naudojimas energetikos sektoriuje labai sumažėjo.

Lietuvos elektrinė (anksčiau – Lietuvos valstybinė rajoninė elektrinė arba Lietuvos VRE) yra didžiausia Lietuvoje šiluminė elektrinė, pastatyta Elektrėnuose, pradėjusi

veikti 1962 m. pabaigoje. Šalia elektrinės buvo užtvenkta Strėvos upė, dėl to trijų ežerų – Anykščio, Sunkino ir Jagudžio – vandens lygis pakilo 10 m. ir susidarė reikiama vandens saugykla – Elektrėnų marios, jų vanduo naudojamas garo gamybai ir atidirbusio garo aušinimui. Po Ignalinos AE uždarymo Lietuvos elektrinė taps pagrindiniu elektros tiekėju Lietuvai, todėl šiuo metu ji sparčiai rekonstruojama.

Be Lietuvos elektrinės, didžiuosiuose Lietuvos miestuose veikia vietinės šiluminės elektrinės, jos elektros ir šiluminės energijos gamybai taip pat naudoja paviršinio vandens išteklius.

### 3.5.2. Hidroenergetikos perspektyvos

Hidroelektrinė (HE) yra statinių ir įrenginių kompleksas, kuriame vandens energija yra paverčiama elektros energija. Norint, kad šis virsmas galėtų įvykti, būtinas tam tikras debitas ir slėgio aukštis. Teorinė išnaudojamo upės ruožo galia apskaičiuojama pagal formulę:

$$P = 9,81QH, \text{ kW};$$

čia  $Q$  – skaičiuojamasis upės ruožo debitas  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$H$  – skaičiuojamasis slėgio aukštis m, t. y. aukščių skirtumas tarp aukštutinio ir žemutinio bjeftų vandens lygių.

Taigi HE galia priklauso nuo debito ir slėgio aukščio. Lietuvoje sudaryti didelius slėgio aukščius galimybių nėra (lygumų šalis), todėl HE galia iš esmės priklauso nuo upių debito.

Hidroenergijos gamybos pasaulyje apimtyms pateiktos 3.7 lentelėje.

3.7 lentelė. Pasaulio HE galia ir energijos gamyba 1990 m. (Mays, 2001)

Žemynas ar jo dalis	Instaliuota galia, $10^3$ MW	Procentai nuo viso kiekio	Energijos gamyba $10^6$ MWh/metai	Procentai nuo viso kiekio
Šiaurės Amerika	156,8	26	599,6	28
Centrinė ir Pietų Amerika	80,3	13	353,4	17
Vakarų Europa	155,0	25	444,7	21
Rytų Europa	15,1	2	26,3	1
Sovietų Sąjunga	64,4	10	217,3	10
Viduriniai Rytai	3,1	1	12,6	1
Afrika	18,9	3	43,2	2
Tolimieji Rytai ir Okeanija	121,3	20	451,8	20
<b>Iš viso</b>	<b>614,9</b>	<b>100</b>	<b>2112,9</b>	<b>100</b>

Didžiausia hidroelektrinė Lietuvoje yra Kauno HE, pradėjusi veikti 1959 m. lapkričio mėnesį. Joje sumontuoti 4 hidroagregatai, kurių bendra galia yra 100,8 tūkst. kW, arba 100,8 MW. Maksimalus vienos hidroturbinos debitas yra  $190 \text{ m}^3/\text{s}$ , slėgio aukštis, priklausomai nuo vandens lygių bjeftuose, kinta nuo 13 m iki 20,5 m.

Didžiausias hidroenergetinis objektas Lietuvoje yra Kruonio hidroakumuliacinė elektrinė (HAE). Ji nuo hidroelektrinės skiriasi tuo, kad čia naudojama apytakinė vandens tiekimo sistema, t. y. energetinėje sistemoje esant energijos pertekliui siurbliai vandenį iš Kauno marių kelia į aukštutinį baseiną, o esant energijos trūkimui vanduo iš aukštutinio baseino vamzdynais teka žemyn ir suka hidraulines turbinas, kurios savo ruožtu suka hidrogeneratorius, o šie gamina elektros energiją. Praėjęs turbinas vanduo vėl patenka į Kauno marias.

Pagal projektą buvo numatyta Kruonio HAE įrengti 8 hidroagregatus bendros 1600 MW galios (apie 16 kartų didesnė galia negu Kauno HE).

1978 m. pradėta HAE statyba, o 1992 m. paleistas pirmasis agregatas. 1998 m. paleistas ketvirtasis agregatas ir toliau statyba nevykdoma.

Kruonio HAE slėgio aukštis, t. y. aukštesnio ir žemesnio baseinų vandens lygių skirtumas, yra 100 m, o vandens debitas turbinos režime 226 m<sup>3</sup>/s, siurblio – 189 m<sup>3</sup>/s. Taigi viena turbina praleidžia maždaug dvigubai didesnę debitą negu vasarą Nemunas ties Kaunu. Todėl neatsitiktinai Kruonio HAE priskiriama prie trijų didžiausių vandens naudotojų Lietuvoje (Ignalinos AE, Kruonio HAE ir Lietuvos elektrinė).

Be minėtų didžiųjų hidroenergetikos objektų, Lietuvoje veikia mažosios hidroelektrinės (mHE). 1990 m., atkūrus Lietuvoje nepriklausomybę, buvo likę tik 12 veikiančių mHE, o 2007 m. sausio 1 d. jų jau veikė 82. Dabar mHE statyba dažniausiai yra privataus kapitalo objektas. Daugiausia jų statoma prie jau esančių užtvankų, nes naujų užtvankų statybą labai riboja aplinkosaugos reikalavimai.

Didžiausia energetinė vertė Lietuvoje yra Nemuno ir Neries. Abi kartu sudaro 346,2 tūkst. kW, arba 59,2% visų šalies upių potencinės galios. 40 vidutinės energetinės vertės upių potencinė galia yra 164,8 tūkst. kW, arba 28,2%, o mažos energetinės vertės 430 upių – 74,1 tūkst. kW, arba 12,6% bendros galios (Burneikis ir Jablonskis, 1998). Taigi iš viso Lietuvoje galima būtų pastatyti tiek hidroelektrinių, kad jų bendra galia būtų maždaug kaip šešios Kauno HE.

### 3.5.3. Vandens naudojimas pramonėje

Įvairios pramonės šakos sunaudoja skirtingą vandens kiekį (3.8 ir 3.9 lentelės)

**3.8 lentelė.** Tipinės vandens naudojimo reikmės įvairiose pramonės šakose JAV (Mays, 2001)

Pramonės šaka	Vandens kiekis m <sup>3</sup> / t produkto
<i>Konservų fabrikai</i>	
Žalios pupos	45,6–64,6
Persikai ir kriaušės	13,7–32,0
<i>Cheminiai preparatai</i>	
Amoniakas	91,2–273,6
Anglies dioksidas	54,7–82,0
Siera	7,3–9,1
<i>Maistas ir alkoholiniai gėrimai</i>	
Alus	9,1–14,6
Duona	1,8–3,6
Įpakuota mėsa	13,7–18,2
Pieno produktai	9,1–18,2
Viskis	53,2–73,0
<i>Pulpa ir popierius</i>	
Pulpa	228,0–722,0
Popierius	110,2–144,4
<i>Tekstilė</i>	
Balinimas	182,4–273,6
Dažymas	27,4–54,7

**3.9 lentelė.** Vandens naudojimas pramonėje JAV (Gleick, 1993)

Pramonės šaka	Vandens ėmimas 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /metai			Vandens debitas		
	Iš viso	Paimta	Pakartotinai panaudota	Iš viso 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /metai	Nevalytas %	Valytas %
Visa naudingųjų iš- kasenų gavyba	12,600	4,540	8,080	3,930	31,9	68,1
Metallų gavyba	2,780	645	2,140	504	39,7	60,30
Antracitų gavyba	20	8	12	28	12	87
Bituminės anglies ir rausvosios anglies gavyba	449	172	278	440	26,2	73,8
Naftos ir dujų gavyba	5,500	2,280	3,220	1,800	31,0	69,0
Nemetalinės rūdos, išskyrus degalus	3,860	1,430	2,430	1,150	32,6	67,4
Visa apdirbamoji pramonė	128,000	38,500	90,200	33,800	54,9	45,1
Maisto produktai	5,330	2,560	2,880	2,090	64,5	35,5
Tabako gaminiai	128	20	108	15		
Tekstilės gaminiai	1,260	503	759	438	52,9	47,1
Medienos gaminiai	827	326	501	269	63,2	36,8
Baldai	26	13	13	13	88	12
Popierius	28,200	7,200	21,000	6,700	27,1	72,9
Chemijos gaminiai	36,500	12,900	23,600	11,300	67,0	33,0
Benzinas ir anglis	23,400	3,100	20,300	2,650	46,2	53,8
Gumos ir įvairiausio plastiko gaminiai	1,240	288	954	237	63,6	36,4
Odos gaminiai	25	23	2	22		
Akmens, molio ir sti- klo gaminiai	1,280	586	689	503	74,9	25,1
Pagrindinė metallų gamyba	22,300	8,950	13,400	8,000	58,1	41,9
Metalo gaminiai	977	248	730	233	48,4	51,6
Įrenginiai, išskyrus elektros	1,170	455	706	398	67,9	32,2
Elektros ir elektro- niniai įrenginiai	1,270	281	988	266	60,5	39,5
Transporto įrenginiai	3,830	579	3,250	528	67,5	32,5
Prietaisai	424	113	312	105	49,3	50,4

Pramonės įmonių gamybos procesuose (produkcijos gamybai, žaliavos ir gaminių plovimui, įrenginių aušinimui) dažniausiai naudojamas techninės kokybės vanduo, o geriamasis vanduo tiekiamas tik ten, kur reikalingas būtent tokios kokybės vanduo, pvz., dirbančiųjų reikmėms, maisto produktų gamybai ir kt.

Lietuvoje pramonės poreikiams naudoto vandens kiekis 2000–2005 m. mažai keitėsi (žr. 3.4 ir 3.5 pav.). 2006 m. pramonė sunaudavo 30,2 mln. m<sup>3</sup> (2005 m. – 30 mln. m<sup>3</sup>) vandens (Aplinkos..., 2007).



### 3.5.4. Vanduo ūkio-buities reikmėms

Buitinėms reikmėms vartojamo vandens kiekis labai priklauso nuo šalies klimatinio sąlygų, išsivystymo lygio ir nuo žmogaus gyvenimo lygio.

Vandens asmeniniams reikalams vidutiniškai suvartojama apie 40–322 l/p (gėrimui suvartojama 3–5 l/p, skalbimui – 2–10 l/p, namų valymui – 2–5 l/p, maudymuisi – 20–120 l/p, daržų laistymui – 5–30 l/p, tualetui – 15–30 l/p), priklausomai nuo esamų patogumų lygio.

3.10 lentelėje pateiktas vandens vartojimas buitinėms reikmėms gerai ekonomiškai išsivysčiusioje šalyje JAV. Statistinis JAV pilietis per parą suvartoja apie 600 l vandens.

**3.10 lentelė.** Vandens vartojimas buitinėms reikmėms JAV (Gleick, 1993)

Vartotojas	Matavimo vienetas	Vandens kiekis
Skalbimo mašina	l/skalbimui	130–270
Standartinis tualetas	l/nuleidimui	10–30
Mažos talpos tualetas	l/nuleidimui	6
Indaplovė	l/plovimui	50–120
Vandenį taupanti indaplovė	l/plovimui	40–100
Indų plovimas po vandeniu iš čiaupo	l/min	20
Šiukšlių valymas vandeniu	l/min	10–20
Vonios čiaupas	l/min	20
Dušas	l/min	20–30
750 m <sup>2</sup> pievelės laistymas	l/min	7,6–16,0
Automobilio plovimas	l/20-čiai min.	60
Uždengti baseinai	l/para	300–1200

Iš 3.11 lentelėje pateiktų duomenų matyti, kad vartojamo butyje vandens kiekis labai priklauso nuo to, kokiomis sąlygomis gyvena vienos ar kitos šalies piliečiai.

**3.11 lentelė.** Vandens suvartojimas buičiai Pietų Afrikoje 1994 m. (Sustainable..., 2000)

Gyvenimo lygis	Vandens vartojimas l/žm./p								
	Gėrimui/ virimui	Indų plovimui	Namų valymui	Rūbų plovimui	Voniai/ dušui	Daržui	Tualetui	Baseinui	Iš viso
Labai žemas <sup>1</sup>	3	2	2	4	20	5	0	0	36
Žemas <sup>2</sup>	4	5	3	6	35	20	20	0	93
Vidutinis <sup>3</sup>	4	5	4	6	50	15	15	0	119
Aukštas <sup>4</sup>	5	6	4	8	80	20	20	8	211
Labai aukštas <sup>5</sup>	5	10	5	8	120	30	30	15	293

<sup>1</sup> – Lūšnos.

<sup>2</sup> – Labai maži namai.

<sup>3</sup> – Maži namai ar butai, maži darželiai.

<sup>4</sup> – Dideli namai ar butai, vidutinio dydžio sodai.

<sup>5</sup> – Labai dideli namai, dideli sodai.

Miestuose daug vandens vartojama visuomeninės paskirties objektams. Kaip pavyzdys pateikiamas vandens vartojimas municipalinėse įstaigose Jungtinėse Amerikos Valstijose (3.12 lentelė).

**3.12 lentelė.** Vandens vartojimas municipalinėse įstaigose JAV (Gleick, 1993)

Tipas	Matavimo vienetas	Vidutinis vartojimas	Maksimalus vartojimas
Viešbučiai	l/p/m <sup>2</sup>	10,4	17,6
Moteliai	l/p/m <sup>2</sup>	9,1	63,1
Kirpyklos	l/p/ kėdei	207	1,47
Grožio salonai	l/p/vietai	1,02	4,05
Restoranai	l/p/kėdei	91,6	632
Naktiniai klubai	l/p/žm.	5	5
Ligoninės	l/p/lovai	1,31	3,45
Skalbyklos	l/p/m <sup>2</sup>	10,3	63,9
Mažmeninės prekybos vietos	l/p/m <sup>2</sup>	4,3	11
Pradinės mokyklos	l/p/mokiniui	20,4	186
Aukštosios mokyklos	l/p/studentui	25,1	458
Automobilių plovyklos	l/p/m <sup>2</sup>	194,7	1,28
Bažnyčios	l/p/nariui	0,5	17,8
Golfo-plaukimo klubai	l/p/nariui	117	84
Kėglių takai	l/p/takui	503	503
Koledžai	l/p/studentui	401	946
Nauji biurų pastatai	l/p/m <sup>2</sup>	3,8	21,2
Seni biurų pastatai	l/p/m <sup>2</sup>	5,8	14,4
Teatrai	l/p/kėdei	12,6	12,6
Servisai	l/p/m <sup>2</sup>	10,2	1,28
Butai	l/p/vnt.	821	1,64
Greito maisto restoranai	l/p/etatu	6,78	20,3

Lietuvoje ūkio ir buities reikmėms vienas žmogus vidutiniškai suvartoja 75–80 l/p vandens (Ozolinčius, 2005). Lyginant su gerai ekonomiškai išsivysčiusiomis šalimis, tai labai nedidelis vandens kiekis, vartojant mažiau kaip 75 l/p vandens, gali kilti pavojus susirgti infekcinėmis ligomis.

2006 m. mūsų šalyje ūkiui ir buičiai suvartota 2,4 mln. m<sup>3</sup> požeminio vandens (Aplinkos..., 2007).

### 3.5.5. Vandens naudojimas žemės ūkyje

Maistui vartojamo vandens kiekis priklauso nuo mėsos, duonos ir kitų produktų vartojimo. Be to, vandens kiekis žemės ūkio produkcijai pagaminti didėja, jei ji auginama drėkinamose žemėse. Drėkinamose Pietų Afrikos žemėse gyvulių mėsos produkcijai pagaminti vandens reikia apie 3049 l/kg, paukštienai – 1777 l/kg, pienui – 1257 l/kg, duonai – 750 l/kg, cukrui – 1080 l/kg, alui – 109 l/kg (Sustainable..., 2000).

Jau praėjusio amžiaus pabaigoje trečdalis pasaulio žemės ūkio kultūrų derliaus buvo nuimamas drėkinamuose pasėliuose (3.13 lentelė).

**3. 13 lentelė.** Didžiausi drėkinami plotai pasaulyje (Mays, 2001)

Šalis	Irigacinių sistemų plotas, tūkst. ha	Drėkinamų pasėlių dalis, %
1	2	3
Kinija	43,379	47
Indija	45,039	25

1	2	3
Sovietų Sąjunga	21,064	9
JAV	20,162	11
Pakistanas	16,220	78
Indonezija	7,550	36
Iranas	5,750	39
Meksika	5,150	21
Tailandas	4,230	19
Rumunija	3,450	33
Ispanija	3,360	17
Italija	3,100	26
Japonija	2,868	62
Bangladešas	2,738	29
Brazilija	2,700	3
Afganistanas	2,660	33
Egiptas	2,585	100
Irakas	2,550	47
Turkija	2,220	8
Sudanas	1,890	15
Kitos	36,664	7
Pasaulis	235,299	16

Europoje nedrėkinamose žemėse vandens žemės ūkiui reikia mažiau, tačiau drėkinamų žemių plotai pietų Europoje nuo 1990 iki 1996 metų padidėjo 7%. Apie 94% vandens drėkinimui sunaudojama Europos Sąjungos pietinėje dalyje. Vandens kiekis, sunaudojamas drėkinimui Italijoje ir Ispanijoje, yra beveik 10 kartų didesnis, negu ES centrinės dalies šalyse. Prancūzija, Graikija ir Portugalija vandens drėkinimui sunaudoja panašiai kaip ir ES centrinės šalys.

Mūsų šalis yra drėgmės pertekliaus zonoje, todėl čia dažniau susiduriama su per dideliu drėgmės kiekiu nei su mažu. Iš Lietuvoje buvusių 3,37 mln. ha šlapių žemių nusausinta apie 3 mln. ha, iš jų apie 2,6 mln. ha – drenažu (Melioruota..., 2007).

Šiuo metu sausinimo sistemų statoma labai mažai, apie 263 tūkst. ha žemių dėl drenažo gedimų netinkamos naudoti – pelkėja, užauga krūmais.

2000–2006 m. Lietuvoje sausinimo sistemos įrengtos tik 101 ha, jų rekonstrukcija atlikta 10372 ha (Melioruota..., 2007).

Igyvendinant aplinkosaugos ir žemės ūkio restruktūrizavimo tikslus, ateityje nenumatoma naujų sausinimo sistemų masinė statyba, didžiausias dėmesys bus skiriamas esamų sistemų rekonstrukcijai ir eksploatacijai, užkertant kelią pasklidosios žemės ūkio taršos plitimui.

Kaip minėta, Lietuvoje yra drėgmės perteklius, tačiau yra įrengta ir drėkinimo sistemų. 1990 m. drėkinamų žemių plotas siekė 42,7 tūkst. ha. Drėkinimui išimtinai buvo naudotas paviršinis vanduo, sukauptas tvenkiniuose. Pasikeitus ekonominėms sąlygoms, drėkinami plotai labai sumažėjo ir 1995 m jų liko tik 9247 ha. Šiam plotui drėkinti 1995 m. sunaudota 3,3 mln. m<sup>3</sup> vandens, 1996 m. – 2,9 mln. m<sup>3</sup>.

Nors Lietuvoje egzistuoja gera drėkinimo infrastruktūra (pastatyta daugybė tvenkinių), žemių drėkinimas mūsų šalyje dėl specifinių klimatinėjų sąlygų ir dėl to, kad tai gana brangi, sunkiai atsiperkanti priemonė, plačios perspektyvos neturi (Lietuvos..., 2002).

Būtina pažymėti, kad irigacinės sistemos daro didžiulį poveikį paviršinio vandens telkiniams, ypač karšto klimato regionuose. Per praėjusį šimtmetį keliais šimtais kvadratiniais kilometrais sumažėjo Indo upės baseinas. Ši upė džiūsta dėl jos baseine esančių daugybės drėkinimo sistemų. Dėl tos pačios priežasties Geltonosios upės (Kinija) išdžiūvusiuose slėniuose vyksta dykumėjimo procesai. Nukreipus svarbiausių Aralo jūros (ketvirto pagal dydį ežero pasaulyje) intakų Amudarjos ir Syrdarjos vandenį medvilnės laukams drėkinti ežeras pradėjo sekti ir sumažėjo keturis kartus. Prognozuojama, kad 2020 metais Aralo jūra visiškai išseks.

### **3.5.6. Vanduo kitoms reikmėms**

Vandens transportas Lietuvoje turi senas tradicijas. Laivyba upėmis 2–3 kartus pigesnė nei sausumos transportas ir svarbiausia – ekologiška. Tačiau Lietuvoje tik 0,5% krovinių yra pervežama vidaus vandenų transportu.

Pagrindiniai šios transporto rūšies trūkumai yra: mažas greitis, sezoniškumas, papildomi perkrovimai. Lietuvoje taip pat susiduriama su per mažo vandens kelių gylio, nepakankamos infrastruktūros bei žemų tiltų problema.

Bendras Lietuvos vandens kelių ilgis yra 900 km, tačiau krovinių ir keleivių vežimui naudojama tik 425 km, 278 km vidaus vandenų kelių priskiriami tarptautiniams maršrutams. Pagrindinė vandens arterija – Nemunas, o ateityje – Neris.

Įgyvendinant Lietuvoje ilgalaikę (iki 2025 m.) transporto sistemos plėtros strategiją (Lietuvos..., 2005) vandens transporto sektoriuje numatoma iki 2013 metų:

- parengti Klaipėdos jūrų uosto laivybos kanalo ir akvatorijos gilinimo iki didžiausio leistino gylio galimybių studiją;
- susiklosčius palankiai rinkos situacijai, pradėti statyti giliavandenį Klaipėdos jūrų uostą, kurio galutinis planuojamas pajėgumas būtų iki 40 mln. tonų, gylis prie krantinių – iki 17 metrų;
- rekonstruoti Šventosios valstybinį jūrų uostą (plėtojant infrastruktūrą);
- atnaujinti keleivių susisiekimą vidaus vandenų transportu tarp Kauno ir Nidos, rekonstruoti Kauno ir Nidos prieplaukas;
- užtikrinti tarptautinės reikšmės vidaus vandenų kelių (AGN) IV klasės standartus atitinkančio ruožo Nemuno upe iki Kauno veikimą, rekonstruoti esamus vidaus vandenų uostus: padidinti garantinį gylį ruože Jurbarkas–Kaunas, rekonstruoti esamą ir statyti naują krovinių krantinę Kauno mieste;
- atlikti projektavimo darbus, pastatyti ir pradėti naudoti vidaus vandenų laivybos kelią Nerimi nuo Kauno iki Jonavos;
- įsteigti turistinį maršrutą Kaliningradas–Klaipėda–Baltijos jūros pakrantė: sutvarkyti ir paženklinoti vidaus vandenų kelią Kaliningradas–Klaipėda per Kuršių marias;
- sukurti ir pradėti naudoti Lietuvoje upių informacijos paslaugų sistemą, integruoti ją į bendrą Europos RIS (RIS – upių informacijos paslaugos) sistemą.

Iki 2025 m. numatoma:

- pritraukti transkontinentines konteinerių laivų linijas į Klaipėdos jūrų uostą;
- parengti mokslinę studiją, nagrinėjančią techninius ir ekonominius Kauno hidroelektrinės laivybos šliuzo statybos klausimus, prireikus pastatyti Kauno hidroelektrinės laivybos šliuzą;

- plėtoti naujus vidaus vandenų kelių maršrutus.

Vandens išteklių taip pat naudojami žuvininkystėje. Žuvininkystė yra labai svarbi ūkio šaka Lietuvoje. Mūsų šalyje plėtojamos keturios pagrindinės žuvininkystės sektoriaus šakos: jūrų žuvininkystė (žvejyba Atlanto vandenyne, atviroje Baltijos jūroje ir jos priekrantėje), žvejyba vidaus vandenyse, žuvų auginimas akvakultūros tvenkiniuose, perdirbimo pramonė bei žuvininkystės ir akvakultūros produktų rinka.

Lietuvoje pagrindiniai vidaus vandenų plotai, kuriuose žvejojama, yra Kuršių marios, Kauno marios, upės, ežerai (didesni nei 0,5 ha). Mūsų šalyje gerai išplėtotą žuvininkystės infrastruktūrą.

Akvakultūros tvenkinių plotas sudaro apie 10,5 tūkst. ha. Juose per metus galima išauginti 5,5 tūkst. t prekinį žuvų. 2005 m. akvakultūros tvenkiniuose išauginta apie 2204 t prekinės produkcijos, 94% jos sudarė karpiai. Be karpų, tvenkiniuose auginami upėtakai, lydekos, karosai, lynai, šamai ir kitos vertingos žuvis. Šiuo metu yra panaudojama apie 49% tvenkinių pajėgumo (Lietuvos..., 2007).

### 3.6. Vandens taupymas

Pasaulyje įvairiai sprendžiama vandens išteklių trūkumo problema. Pavyzdžiui, siekiant sukelti lietu apšaudomi debesys, surenkamas lietaus vanduo ir naudojamas laukams drėkinti vietoje upių vandens. Šalyse, kur daug vandens reikia laukų drėkinimui, taupiai vartojant vandenį, galima daugiau vandens tiekti miestams. Kai kuriose šalyse (Izraelyje, Maltoje) gėlinamas jūros vanduo, tačiau šis būdas labai brangus ir negali patenkinti visų poreikių.

Ekonomiškai išsivysčiusiose šalyse paprastai stengiamasi sunaudoti kuo mažiau vandens pramonėje, taikant pažangius jo taupymo būdus: pakartotinį vandens naudojimą, vandens reciklą, uždarytą vandens ciklą sukūrimą įmonėse.

Pakartotinis vandens naudojimas – tai viename technologiniame procese panaudoto vandens naudojimas kitame procese.

Pakartotinis vandens naudojimas, reciklas bei uždaryti ciklai plačiai taikomi elektros energijos gamybos, tekstilės, kartono ir popieriaus, stiklo, plieno, maisto, alkoholio, galvanikos ir puslaidininkų pramonės šakose, taip pat skalbyklose, automobilių plovyklose.

Jungtinėse Amerikos Valstijose pramonėje panaudojama apie 790 tūkst. m<sup>3</sup>/p nuotekų, kurių didžioji dalis (68%) yra aušinimui skirtas vanduo. Pietų Afrikos Respublikoje daugiau nei 50 tūkst. m<sup>3</sup>/p apvalytų buitinių nuotekų panaudojama popieriaus pramonėje.

Nustatyta, kad kai kurių Lietuvos pramonės šakų (pieno, popieriaus ir kartono, tekstilės, chemijos) įmonės sunaudoja iki dešimties kartų daugiau vandens nei analogiškos užsienio įmonės.

Vandenį tausojančių priemonių įdiegimas duoda įmonėms didžiulę naudą. Pavyzdžiui, tekstilės įmonė AB „Linų audiniai“ įdiegė apvalyto vandens reciklą šlapio verpimo ceche. Per metus ši įmonė sutaupo 19,5 tūkst. m<sup>3</sup>/p vandens, t. y. 17% viso per metus sunaudojamo vandens (Stasiškienė ir Dvarionienė, 2002).

Taupyti vandens išteklius padeda elementariausias vandens taupymas buityje: maudymasis po dušu, o ne vonioje, indų plovimas ne po tekančiu vandeniu, o indaplovėje ir kt. (3.14 lentelė).

**3.14 lentelė.** Vandens taupymo būdų pavyzdžiai (Sustainable..., 2000)

Būdas	Komentarai
Nefunkcionalaus vandens naudojimo eliminavimas Vandens naudojimo įpročių gerinimas	Nenuleidinėti vandeniu nuorūkų, neleisti vandens skuntis, nenaudoti skalbimo mašinų nepilnu apkrovimu ir kt.
Tobulesnė santechnika ir prietaisų priežiūra Neperdaug didelis tiekiamo vandens spaudimas	Nuolat kapsintys čiaupai ir bėgantis vanduo tualetuose yra vandens švaistymas.
Vandens taupymo prietaisai ir įtaisai Tualetai Vandens nenaudojantys tualetai Vonios prietaisai ir įtaisai  Skalbimo mašinos ir indaplovės ir kt.	Dvigubo nuleidimo tualetai ir mažai vandens nuleidžiantys tualetai.  Kompostuojantys tualetai.  Dušo srovės sauga, maišymo vožtuvai, orą naudojančios silpnos srovės dušo sistemos. Čiaupų intarpai ir ventiliatoriai, maišymo vožtuvai, karšto vandens vamzdžių izoliavimas, spaudimą mažinantys vožtuvai.
Nuotekų perdirbimo/pakartotinio naudojimo sistemos	Vonios/skalbimo vandens pakartotinis panaudojimas tualetuose.

## 4. VANDENS IŠTEKLIŲ VALDYMAS

Valdymas yra politinių, ekonominių ir teisinių struktūrų visuma, kurią visuomenė pasirenka plėtodama savo veiklą.

Vis daugiau šalių, siekiančių suteikti savo gyventojams ekonominę ir socialinę gerovę, susiduria su įvairiomis vandens problemomis, jas spręsti padeda kompleksinis vandens išteklių valdymas.

### 4.1. Vandens išteklių valdymo problemos

Mūsų planetos gyventojų skaičius per praėjusį šimtmetį išaugo beveik tris kartus, o vandens sunaudojimas – apie septynis kartus. Šiuo metu beveik trečdalis žmonių gyvena šalyse, kuriose vidutiniškai ar labai trūksta vandens. Manoma, kad 2025 metais šis skaičius išaugs iki dviejų trečdalių. Didėjant gyventojų skaičiui, sparčiai vystantis ekonomikai, atsiranda konkurencija ir konfliktai dėl gėlo vandens išteklių, kurių kiekis yra ribotas. Dėl ekonominio nuosmukio, socialinės nelygybės, skurdo mažinimo programų stokos žmonės nesaikingai naudoja žemės ir vandens išteklius.

Penktadalis (1,2 mlrd.) pasaulio gyventojų neturi sveiko geriamojo vandens, 2,4 mlrd. arba kas trečias žmogus gyvena antisanitarinėmis sąlygomis. Šių paslaugų labiausiai trūksta skurdžiai gyvenančių besivystančių šalių gyventojams. Besivystančiose šalyse dėl vandens stokos arba jo sukeltų ligų kasdien miršta 5–6 tūkst. žmonių. Vandens tiekimas ir sanitarinės paslaugos išlieka viena opiausių problemų trečiojo pasaulio šalyse. Nors Lietuvoje vandens nestokojama, higienos ir sanitarijos srityje padėtis gana prasta. Apie 320 mokyklų, arba 16 tūkst. vaikų ir mokytojų, dar ir dabar naudojasi lauko tualetais.

Vanduo yra reikalingas maisto gamybai. Įvertinus gyventojų augimo tempus matyti, kad iki 2025 metų maisto reikės apie 2–3 milijardams žmonių. Dėl vandens trūkumo gali labai sumažėti maisto gamybos apimtys.

Šiuo metu drėkinimui yra sunaudojama apie 70% viso paimamo vandens kiekio, per ateinančius 25 metus papildomai dar bus sunaudojama apie 15–20% vandens. Problema taps dar didesnė, jei stokojančios vandens šalys stengsis pačios gaminti maistą, o ne jį importuoti.

Vanduo reikalingas ne tik maisto gamybai, bet ir visai kitai žmonių veiklai. Kai kuriose ūkio šakose reikia labai daug vandens ir susidaro daug atliekų. Į tai būtina atsižvelgti regionuose, kur trūksta vandens išteklių. Dėl taršos blogėjanti vandens kokybė ne tik riboja vandens panaudojimą, turi įtakos žmonių sveikatai, ekonominiam vystymuisi ir ekosistemų funkcionavimui, mažina naudojimui tinkamų vandens išteklių kiekį, bet tuo pačiu didina konkurenciją dėl geros kokybės vandens.

Vandens ištekliai yra labai netolygiai pasiskirstę laiko ir vietos atžvilgiu. Sezoniniai ir metiniai kritulių svyravimai ypač dideli tropiniuose ir subtropiniuose regionuose. Tose vietose būtinas kompleksinis vandens išteklių valdymas, tačiau neturtingose šalyse jam įgyvendinti trūksta finansinių resursų ir žmonių. Paviršinio vandens telkinių ir požeminio vandens mitybos svyravimai, kuriems įtakos turi žmogus ar gamta, gali padidinti sausrų ir potvynių, turinčių katastrofiškus padarinius žmogui, galimybę.

Vanduo yra labai svarbus ir vandens, ir sausumos ekosistemų egzistavimui. Didžiausią poveikį ekosistemoms turi vandens kokybė, taip pat vandens lygio svyravimai, vandens kiekis ir kt. Vandens išteklių valdymas turi užtikrinti ekosistemų egzistavimą.

Pagrindinė vandens išteklių valdymo problema – palaikyti pusiausvyrą tarp vandens išteklių, kaip augančio žmonių skaičiaus pragyvenimo šaltinio ir išteklių, kaip gamtinio kūno su natūraliomis funkcijomis ir ypatybėmis (Kompleksinis..., 1999).

## 4.2. Kompleksinio vandens išteklių valdymo samprata ir principai

*Kompleksinis vandens išteklių valdymas* (KVIV) yra procesas, skatinantis koordinuotą vandens, žemės ir su jais susijusių išteklių plėtrą ir valdymą, leidžiantis teisėtai ir nepažeidžiant balanso tarp gyvybiškai svarbių ekosistemų, pasiekti maksimalią ekonominę ir socialinę gerovę (Kompleksinis..., 1999).

Pagrindiniai teoriniai KVIV principai gali būti taikomi visoms šalims, neatsižvelgiant į ekonominio ir socialinio augimo pobūdį ir lygį. Tačiau vandens problemų kilmė, pobūdis, žmonių ištekliai, įvairių institucijų pajėgumai, ekonominiai, kultūriniai ir nacionaliniai aspektai bei kiti veiksniai atskirose šalyse yra labai nevienodi, todėl praktinis bendrųjų principų įgyvendinimas turi atitikti vietos sąlygas.

Pagrindiniai kompleksinio vandens išteklių valdymo principai buvo suformuluoti 1992 metais Dubline įvykusioje Tarptautinėje vandens ir aplinkos konferencijoje. Šių principų tikslas – skatinti veiksmus, būtinus vandens išteklių valdymui gerinti. Dublino principai nėra statiški, jie nuolat turi būti peržiūrimi, papildomi ir atnaujinami, atsižvelgiant į praktinį patyrimą, įgytą juos įgyvendinant.

Dublino principai buvo patobulinti 1992 metais įvykusioje Jungtinių Tautų aplinkos apsaugos ir plėtros konferencijoje Rio de Žaneire. Nuo tada jie tapo Kompleksinio vandens išteklių valdymo pagrindu.

Dublino principai buvo naujai suformuluoti 1998 metais įvykusiose tarptautinėse vandens konferencijose Harareje ir Paryžiuje bei JT Subalansuotos plėtros komisijos susitikimo metu „Rio + 5“. Šių principų įgyvendinimas toliau buvo svarstomas 2002 metais rugpjūčio mėn. Johanesburge įvykusiame aukščiausio lygio susitikime subalansuotos plėtros klausimais. Jungtinės Tautos, kurioms atstovavo daugiau negu 100 valstybių delegatai, priėmė tūkstantmečio įsipareigojimą: iki 2015 metų perpus sumažinti vandens ir sanitarinių sąlygų stokojančių žmonių skaičių. Globalinėms vandens aprūpinimo ir sanitarinėms problemoms spręsti kasmet skiriama apie 80 mlrd. JAV dolerių. Norint įgyvendinti tūkstantmečio įsipareigojimą, šią sumą reikia padidinti daugiau negu dvigubai – iki 180 mlrd. JAV dolerių.

3-iajame Pasaulio vandens forume, įvykusiame 2003 m. Kiote, buvo aptariami praktinę vertę turintys vandens išteklių valdymo projektai, analizuojami potencialūs finansavimo šaltiniai, reikalingi Johanesburge priimtai Vandens iniciatyvai finansuoti.

Keturi Dublino principai:

1. Gėlo vandens ištekliai, palaikantys gyvybę, evoliuciją ir gamtą, yra išsenkantys ir pažeidžiami.
2. Vandens ūkio sektoriaus plėtroje ir valdyme būtinas visų lygių vandens vartotojų, planuotojų ir politikų dalyvavimas.



3. Moterų vaidmuo yra labai svarbus vandens tiekimo, valdymo ir apsaugos srityse.
4. Vanduo turi ekonominę vertę visose vartojimo srityse, todėl turi būti laikomas ekonomine vertybe (Kompleksinis..., 1999).

Pirmasis principas teigia, kad būtinas bendras, visaapimantis vandens išteklių valdymas, įvertinantis hidrologinio ciklo ypatumus, jų sąveiką su kitais gamtiniais ištekliais ir ekosistemomis. Vandens ištekliai senka todėl, kad hidrologiniame cikle per tam tikrą laiką tarpą susidaro ribotas vandens kiekis. Žmogus negali padidinti vandens kiekio, todėl gėlo vandens išteklius būtina laikyti gamtine vertybe, juos saugoti ir tinkamai naudoti.

Vanduo naudojamas įvairiems poreikiams tenkinti. Žmogus savo veikla neigiamai veikia vandens išteklius. Apytakinių vandens sistemų taikymas padeda vandenį efektyviai naudoti ir padidina teikiamų paslaugų kiekį. Vandens išteklių vertė ir teikiama nauda priklauso nuo to, kaip jie yra naudojami.

Naudojant vandens išteklius būtina suderinti aukščiau ir žemumio vartotojų interesus. Aukščiau vartotojai turi subalansuotai naudoti vandens išteklius ir stengtis jų neteršti, kad žemumyje gyvenantys žmonės neprarastų galimybės naudotis tais pačiais ištekliais.

Labai svarbu sukurti tokį kompleksinio vandens išteklių valdymo mechanizmą, kuriame priimant ekonominius sprendimus būtų atsižvelgiama į vandens sąnaudas ir subalansuotą vandens išteklių naudojimą.

Antras Dublino principas teigia, kad tikras dalyvavimas vandens išteklių valdyme yra tada, kai visos suinteresuotos šalys dalyvauja priimant sprendimus. Dalyvavimo būdas priklauso nuo konkretaus vandens valdymo ar investicinio sprendimo dydžio bei politinės ir ekonominės situacijos. Pavyzdžiui, tiesioginis dalyvavimas yra tada, kai vietinė bendruomenė pati nusprendžia, kokias vandens tiekimo, valdymo ir skirstymo sistemas taikyti. Tačiau tam tikroms interesų grupėms gali atstovauti ir atsakingos institucijos ar atstovai, sprendimai gali būti priimami per rinkos procesus.

Dalyvavimas valdyme – tai atsakomybės prisiėmimas, įvertinant vieno vandens sektoriaus veiksmų įtaką kitiems vandens vartotojams bei vandens ekosistemoms, ir sugebėjimas atlikti pakeitimus, kurie pagerintų efektyvų ir subalansuotą vandens išteklių naudojimą.

Visų lygių institucijos privalo užtikrinti galimybę visoms suinteresuotoms šalims dalyvauti vandens išteklių valdymo procesuose. Tam tikslui turi būti sukurti konsultaciniai mechanizmai įvairiuose teritoriniuose lygmenyse (nacionaliniame, upės baseino, bendrijų ir kt.). Vyriausybės turi padėti įvairioms gyventojų socialinėms grupėms įsitraukti į vandens išteklių valdymo procesą.

Trečiasis Dublino principas aiškina, kad moterys privalo dalyvauti visuose vandens išteklių valdymo lygmenyse. Moterys yra vandens vartotojos, jos vaidina svarbų vaidmenį kaupiant ir saugant vandenį. Tačiau įvairiose šalyse, turinčiose skirtingas socialines ir kultūrinės sąlygas, moterų vaidmuo priimant sprendimus, susijusius su vandens ištekliais, labai nevienodas. Moterų dalyvavimo valdyme problema nėra aktuali Lietuvai ir kitoms demokratinėms šalims, tačiau labai opi musulmoniškuose kraštuose.

Ketvirtasis Dublino principas teigia, kad vanduo turi ekonominę vertę. Vanduo vadinamas ne tik ekonomine, bet ir socialine vertybe, todėl siekiant išvengti painiavos tarp šių sąvokų būtina atskirti vandens *vertę* nuo jo *kainos*.

Pilnoji vandens vertė susideda iš vandens vartojimo vertės (ekonominės vertės) ir jo tikrosios (vidinės) vertės. Ekonominė vertė priklauso nuo vartotojų ir vartojimo būdo, ji

apima vandens vertę vartotojams, bendrąją naudą iš grįžtamųjų srautų, pritaikymą socialiniams tikslams. Į tikrąją vandens vertę įeina tokios vertybės kaip paveldas ir kt.

Į bendrąją aprūpinimo vandeniu kainą įeina visos ekonominės sąnaudos (vandens tiekimo išlaidos, įrangos, priežiūros sąnaudos ir kt.) bei papildomos aplinkosaugos išlaidos, skirtos žmonių sveikatai ir ekosistemų priežiūrai.

Kompleksiniame vandens išteklių valdyme (skirtingai nei tradiciniame vandens išteklių valdyme) vienodai svarbu valdyti ir vandens poreikį, ir vandens tiekimą, todėl čia galima integruoti dvi pagrindines kategorijas: gamtinės sistemos ir žmogaus sistemos. Gamtinėje sistemoje labai svarbūs yra ištekliai ir jų kokybė, o žmogaus sistema lemia išteklių naudojimą ir taršą.

Galima išskirti šias sudėtines gamtinės sistemos integravimo į kompleksinį vandens išteklių valdymą dalis (Kompleksinis..., 1999):

- *Kompleksinis gėlo vandens ir pakrančių zonų valdymas.* Šis valdymas turi atspindėti gėlo ir priekrančio vandens vientisumą. Gėlavandenės ekosistemos labai svarbios formuojant pakrančių zonas, todėl gėlo vandens sričiai atstovaujantys asmenys, valdydami vandens išteklius, privalo atsižvelgti į pakrančių zonų reikalavimus.
- *Kompleksinis žemės ir vandens išteklių valdymas.* Sudarant bendrus vandens išteklių valdymo planus būtina atsižvelgti į žemėnaudą ir augmenijos dangą, kuri turi įtakos fiziniam vandens pasiskirstymui ir jo kokybei. Svarbus kompleksinis žemės ir vandens išteklių valdymas upių baseinų pagrindu, nes jis leidžia valdyti santykius tarp išteklių kiekio ir kokybės bei tarp aukštupio ir žemupio vartotojų interesų.
- *Kompleksinis paviršinio ir požeminio vandens valdymas.* Būtina atsižvelgti į požeminio ir paviršinio vandens sąveiką, nes dėl pasklidusios ir sutelktosios taršos yra teršiami ne tik paviršiniai, bet ir požeminiai vandenys.
- *Kiekybės ir kokybės integravimas vandens išteklių valdyme.* Reikalingas suvartojamo vandens kiekis turi būti atitinkamos kokybės. Vandens kokybės valdymas yra esminė KVIV dalis.
- *Aukštupio ir žemupio vandens vartotojų interesų integravimas.* KVIV turi atspindėti galimi interesų konfliktai tarp aukštupio ir žemupio vandens išteklių naudotojų. Nesaikingas vandens vartojimas, tarša, pakeista žemėnaudą, potvynių kontrolės priemonės ir kita veikla aukštupyje labai veikia žemupio vandens išteklius. Aukštupio-žemupio gyventojų vandens naudotojų problema Lietuvoje nėra aktuali.

Išskiriamos šios žmonių įtraukimo į kompleksinį vandens išteklių valdymą sudėtinės dalys (Kompleksinis..., 1999):

- *Vandens išteklių politikos integravimas į nacionalinę ekonominę politiką.* Būtina atsižvelgti į vandens išteklių problemas visuose su jais susijusiuose ekonominiuose ir socialiniuose sektoriuose. Valdant vandens išteklius būtina sudaryti sąlygas informacijos tarp įvairių sektorių pasikeitimui ir koordinavimui.
- *Kompleksinės politikos įgyvendinimas.* Pateikiami keli principai, kuriais galima vadovautis įgyvendinant kompleksinę politiką:
  - ✓ Prieš pradėdant ruošti investicinę programą vandens sektoriuje, ekonomistai privalo įvertinti infliaciją, mokėjimų balansus, galimą poveikį makroekonomikos augimui.
  - ✓ Žemėnaudos specialistai turi žinoti apie šios veiklos pasekmes vandens kokybei.
  - ✓ Didinant vandens poreikį reikia atsižvelgti į visas padidėjusias sąnaudas.

- ✓ Siekiant efektyviai paskirstyti vandenį tarp naudotojų būtina atsižvelgti į santykinę naudojimo vertę.
- ✓ Politikai turi suprasti trumpalaikės naudos ir ilgalaikių sąnaudų kompromisus ir pagalbos bei subsidijų vandens išteklių valdymo srityje svarbą.
- *Ekonominio sektoriaus dalyvių įtakos didinimas.* Visų ekonominio sektoriaus dalyvių (nuo tarpvalstybinių kompanijų iki ūkininkų) sprendimai daro poveikį vandens suvartojimui, jo išteklių kiekiui ir kokybei visose šalyse. Šie sprendimai neturėtų paveikti vandens sektoriaus, jei yra aiški ir nuosekli informacija apie bendrąsias šių sprendimų įgyvendinimo sąnaudas. Čia svarbų vaidmenį atlieka švietimas, kultūrinių įpročių pakeitimas ir pilnavertė informacija.
- *Suinteresuotųjų pusių integravimas.* Siekiant subalansuoto vandens vartojimo labai svarbu įtraukti visas suinteresuotas šalis į vandens išteklių valdymą ir planavimą. Dažnai šios šalys atstovauja skirtingiems interesams, todėl jų tikslai vandens išteklių valdymo srityje gali skirtis iš esmės. Tokioms situacijoms būtina parengti veiksmingas konfliktų valdymo ir sprendimo priemones.

### 4.3. Kompleksinio vandens išteklių valdymo įgyvendinimas

Įgyvendinant kompleksinį vandens išteklių valdymą, būtina susipažinti su pagrindiniais kompleksinio vandens išteklių valdymo kriterijais, įvertinančiais socialines, ekonomines ir gamtines sąlygas (Kompleksinis..., 1999):

- *Ekonominis vandens naudojimo efektyvumas.* Mažėjant vandens ir finansų ištekliams, blogėja vandens kokybė ir didėja jo paklausa, todėl vanduo turi būti naudojamas efektyviai.
- *Teisingumas.* Visi žmonės turi teisę naudotis reikiamu tinkamos kokybės vandens kiekiu.
- *Subalansuota aplinka ir ekologija.* Vandens išteklius reikia valdyti taip, kad nekenktų ekosistemoms ir užtikrintų galimybę tuos pačius išteklius naudoti būsimoms kartoms.

Pagrindinės efektyvios vandens išteklių valdymo sistemos dalys yra šios:

- *Juridinių ir ekonominių prielaidų kūrimas.* Tai bendra nacionalinės politikos, įstatymų, taisyklių ir informacijos bazė visoms vandens išteklių valdyme dalyvaujančioms šalims.
- *Institucijų vaidmuo ir funkcijos.* Turi būti aiškiai apibrėžtos institucijų funkcijos, jų veiksmai turi būti koordinuojami.
- *Valdymo priemonės.* Jos užtikrina efektyvią kontrolę, monitoringą ir įstatymų įgyvendinimą.

### 4.4. Bendroji vandens politikos direktyva (BVPD)

Baseininio vandens išteklių valdymo principai, nusakantys paviršinio ir požeminio vandens išteklių apsaugą, geros visų vandenų būklės užtikrinimą iki numatytos datos, baseininį

šių išteklių valdymą, kombinuotą kokybės standartų ir leidžiamų taršos apkrovų politiką, kainų sureguliuojimo mechanizmą bei visuomenės įtraukimą į vandens išteklių valdymą, yra apibrėžti ES Bendrojoje vandens politikos direktyvoje (2000/60/EC) (Direktyva..., 2000).

Europos Parlamento ir Tarybos direktyva, nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus – Bendroji vandens politikos direktyva – buvo priimta 2000 m. spalio mėnesio 23 d. Ši direktyva – vienas iš pažangiausių šiuo metu veikiančių aplinkos apsaugos įstatymų pavyzdžių pasaulyje, kuriuo siekiama įveikti vandens išteklių eikvojimo krizę.

Bendrosios vandens politikos direktyvos (BVPD) tikslas – sukurti visų vandenų (paviršinių – upių, ežerų, tarpinių, pakrančių) bei požeminio vandens apsaugos sistemą, kuri siektų:

- apsaugoti vandens išteklius nuo tolesnio blogėjimo, saugoti ir pagerinti vandens išteklių būklę;
- padėti subalansuotai valdyti vandens naudojimą, siekiant ilgalaikės vandens išteklių apsaugos;
- pagerinti ekosistemų apsaugą, ypač mažinant pavojingų medžiagų išleidimą į vandens telkinius;
- užtikrinti progresyvų požeminio vandens taršos mažinimą ir tolesnę jo apsaugą nuo teršimo;
- apsaugoti nuo potvynių ir sausrų padarinių;
- užtikrinti kainos už vandens paslaugas atsiperkamumą.

Bendroji vandens politikos direktyva siekia, kad iki 2015 m. visi ES vandens telkiniai būtų geros būklės.

Bendroji vandens politikos direktyva labai pakeitė Europos Sąjungos vandens politikos kryptį, nes šioje Direktyvoje ne tik įtvirtintas suderintas požiūris į įvairias situacijas, susijusias su Europos jūrų ir kontinentiniais vandenimis, bet ir nustatytas efektyvus metodas šių vandenų kokybei įvertinti. Įdiegta centralizuota organizacinė sistema, sudaranti geresnes sąlygas bendrai spręsti kiekvieno upės baseino klausimus, atsižvelgiant į skirtingą suinteresuotų šalių kompetenciją.

#### **4.5. Baseininis vandens išteklių valdymas. Upių baseinų rajonai**

Bendrojoje vandens politikos direktyvoje yra nustatyti pagrindiniai reikalavimai baseininio valdymo sistemai sukurti. Baseininio valdymo esmę sudaro vandens apsaugos ir valdymo organizavimas ne administraciniais vienetais, o upių baseiniais, jiems sukūrus baseinų valdymo planus. Upių baseinų vandens išteklių valdymui optimizuoti bet kurios šalies teritorijoje jie sujungiami į upių baseinų rajonus. Nustatant vandens telkinių kokybę vertinama konkretaus upės baseino vandens tarša. Upių baseinų valdymo planai rengiami kiekvienam upės baseinui. Šiuose planuose turi būti numatytos priemonių programos, padėsiančios pasiekti gerą vandens telkinių būklę. Šiose programose taršos mažinimo priemonės parenkamos ir vertinamos pagal tai, kokį poveikį jos turės atitinkamo baseino upėms ir kitiems vandens telkiniams. Minėtos priemonės turi būti derinamos tarpusavyje, siekiant pasirinkti kuo efektyvesnį jų derinį (Gudas ir Ščeponavičiūtė, 2006).

Pagal BVPD pateikiamą apibrėžimą, upės baseinas yra sausumos plotas, iš kurio dėl natūralaus reljefo nuolydžio paviršinis vanduo upeliais, upėmis ir ežerais nuteka į jūrą per vienos

upės žiotis, estuariją ar deltą. Paviršinis vanduo yra dinamiškai susijęs su požeminio vandens sluoksniais, todėl požeminiai vandenys taip pat priklauso tam tikram upės baseinui.

Upės baseinas neturi būti dalinamas pagal valstybines, administracines ar kitas dirbtines ribas, upės baseine turi būti nustatyti bendri visoms šalims geros vandens kokybės tikslai bei derinamos veiklos priemonių programos, kadangi žmogaus veiklos padariniai viename taške gali turėti neigiamos įtakos visame upės baseine.

Baseinus sudaro pabaseiniai. Pabaseinis – tai sausumos plotas, iš kurio visi paviršiniai vandenys per upelius, upes ir galbūt ežerus nuteka į vieną tam tikrą vietą savo kelyje (paprastai ežerą ar upių santaką).

Administracinių priemonių koordinavimui šalies teritorijoje išskiriami upių baseinų rajonai (UBR). Upės baseino rajonas – tai sausumos ir jūros plotas, į kurį įeina vienas ar keli gretimi upių baseinai kartu su visais susijusiais požeminiais ir pakrančių vandenimis, kuris įvardijamas kaip pagrindinis upių baseinų valdymo vienetas.

Baseino valdymo veiksmų planas – tai dažnai sudėtingų, tam tikram upės baseinui parinktų priemonių visuma, siekiant įgyvendinti numatytus tikslus ekologiškai būklei pagerinti ir/arba užtikrinti, kad ji neblogėtų bei vystyti tausojantį darnų vandens išteklių naudojimą (Direktyva..., 2000).

Pagrindiniai baseininio vandens išteklių valdymo principai yra šie:

- vandens apsaugos valdymo planai ir veiksmų programos rengiami visam upės baseinui;
- vandens apsaugos valdymo planai, veiksmų ir monitoringo programos koordinuojami tarp atitinkamų šalių;
- vandens kokybės tikslai bei veiksmų programoje numatomos priemonės formuojami tarpusavyje susiejant paviršinio, požeminio, pakrančių (jūros) ir tarpinius vandenis;
- vandens telkiniai suskirstomi į jiems būdingus tipus pagal gamtines savybes ir įvertinamas jiems daromas antropogeninis poveikis, siekiant nustatyti realius aplinkosauginius tikslus;
- vandens kokybės gerinimui taikomos kompleksinės priemonės, integruojant subalansuotą vandens naudojimą ir taršos mažinimą;
- planuojant ir įgyvendinant vandens politiką tarpusavyje bendradarbiauja įvairių sektorių (aplinkos apsauga, sveikatos apsauga, žemės ūkis, pramonė, rekreacija ir kt.) bei visų lygių (valstybės, apskrities, savivaldybės) institucijos bei visuomenė.

Vandens ištekliai turi būti valdomi pagal šią schemą:

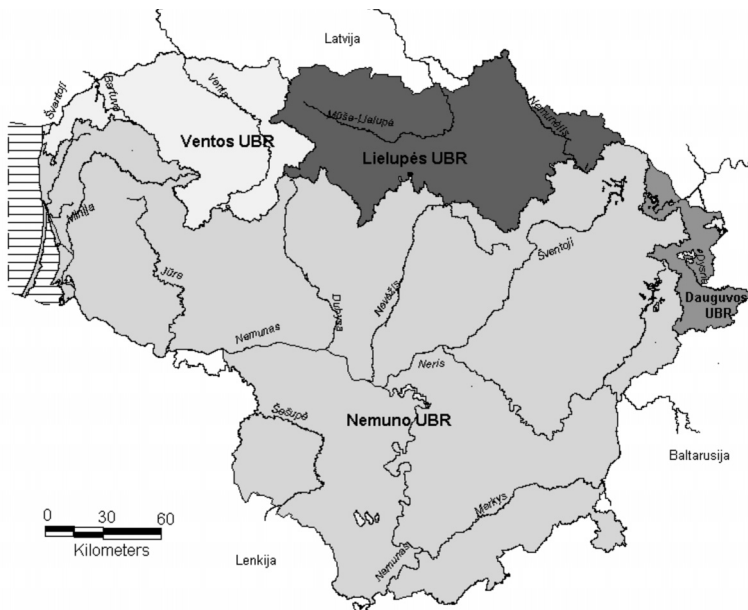
- identifikuojami gamtiniai upių baseinai (nepaisant valstybės sienų) – 2003 m.;
- upių baseinai sujungiami į upių baseinų rajonus – 2003 m.;
- inventorizuojama upių baseinų rajonų būklė – 2004 m.;
- identifikuojamas ūkinės veiklos poveikis UBR – 2004 m.;
- nustatomi vandens apsaugos tikslai – 2004 m.;
- pradedamas atitikimą tikslams vertinantis monitoringas – 2006 m.;
- parengiamos priemonių programos tikslams pasiekti – 2009 m.;
- parengiami valdymo planai programų įgyvendinimui – 2009 m.;
- įdiegiama sąnaudų atsiperkamumą užtikrinanti kainų politika – 2010 m.;
- pradedamos įgyvendinti veiksmų programos – 2012 m.;
- įgyvendinami vandens apsaugos tikslai – 2015 m.

## 4.6. Baseininio vandens išteklių valdymo įgyvendinimas Lietuvoje

Lietuva yra Europos Sąjungos narė, todėl į šalies teisinę sistemą yra perkeltos ES Bendrosios vandens politikos direktyvos nuostatos. Įgyvendinama Vandens išteklių apsaugos sistemos reforma – suformuoti instituciniai vandens ir vandens išteklių valdymo upių baseinų rajonų pagrindu struktūros pagrindai. Sukurta nauja vandens būklės klasifikavimo sistema, monitoringo programa, nustatyti vandensaugos tikslai, rengiamos priemonių programos, upių baseinų valdymo planai ir atliekami kiti darbai baseininio valdymo struktūrai formuoti.

2003 m. kovo 25 d. priimta 1997 m. Vandens įstatymo nauja redakcija. Vandens įstatymas suderintas su BVPD. Įgyvendinant šį įstatymą 2003 m. priimti įstatymo įgyvendinamieji teisės aktai, kuriais pradėta vandens išteklių apsaugos valstybinio reguliavimo reforma. Jos pagrindinis tikslas – iki 2015 m. pasiekti gerą vandens būklę visuose Lietuvos vandens telkiniuose.

Vandens išteklių apsaugos tikslais Lietuva padalyta į upių baseinų rajonus. Pagal BVPD upės baseinu laikoma tik tų upių, kurios įteka į jūrą, vandens surinkimo teritorija. Lietuvoje tokios upės yra Nemunas, Venta, Lielupė, Dauguva, Bartuva, Šventoji, Prieglius bei dar kelios pajūrio upės. Vandens ir jo telkinių valdymo kokybei užtikrinti šie upių baseinai sujungti į keturis upių baseinų rajonus (UBR) – Nemuno, Ventos, Lielupės ir Dauguvos, jiems turi būti rengiami baseinų valdymo planai. Visi keturi UBR yra tarptautiniai. Ventos UBR sudaro ne tik Ventos, bet ir Bartuvos bei Šventosios upių baseinai, o į Nemuno UBR įeina Nemuno ir Priegliaus bei dalis pajūrio intakų baseinų (4.1 pav.).



4.1 pav. Upių baseinų rajonai Lietuvoje

Upių baseinų rajonų vandens telkinių apsaugai administruoti buvo paskirta atsakinga institucija – Aplinkos apsaugos agentūra, patvirtintos upių baseinų būklės ir žmogaus veiklos poveikio vertinimo, vandens telkinių kokybei keliamų tikslų nustatymo, tikslams pasiekti reikalingų priemonių programų rengimo ir programoms įgyvendinti skirtų valdymo

planų rengimo tvarkos, kiti teisės aktai. Diegiant baseininį valdymą, atliktas upių baseinų rajonų gamtinės būklės vertinimas, žmogaus veiklos poveikio vandens telkinių būklei apžvalga ir vandens naudojimo ekonominė analizė, surinkti ir susisteminti duomenys apie upių baseinų rajone esančias saugomas teritorijas.

Visi Lietuvos upių baseinai yra tarpvalstybiniai, todėl Lietuva, norėdama pasiekti gerą vandens telkinių būklę, koordinuoja savo veiksmus su kaimyninėmis valstybėmis, kurių teritorijoje yra dalis tų upės baseinų rajonų: Lenkija, Baltarusija ir Rusijos Federacija.

## 5. VANDENS TELKINIŲ BŪKLĖS ĮVERTINIMAS

„Tikimasi, kad po dviejų trijų dešimtmečių Vidurio ir Rytų Europos regione bus pakankamai geros kokybės, švaraus ir nekenksmingo gamtai bei žmogaus sveikatai vandens, o žmonės gyvens stabilioje visuomenėje“ – tai Antrajame Pasaulio vandens forume, surengtame 2000 m. Hagoje, suformuluota Vidurio ir Rytų Europos vandens vizija.

Lietuva, kaip ir kitos Rytų Europos šalys, turi gausius vandens išteklius, todėl jos padėtis daug geresnė nei daugelio Afrikos ir Azijos valstybių, kurioms švarus vanduo yra labai sunkiai pasiekiamas tikslas.

### 5.1. Paviršinio ir požeminio vandens kokybė Lietuvoje

#### 5.1.1. Paviršinio vandens kokybė

Paviršinio vandens kokybė labiausiai priklauso nuo į vandens telkinius patenkančių teršalų savybių bei jų kiekių.

Pagrindinės paviršinio vandens kokybės problemos kyla dėl Kuršių marių ir kai kurių ežerų eutrofikacijos, upių vagų užaugimo, didelio nuotekų kiekio patekimo į mažus upelius, taršos iš įvairių objektų, neprijungtų prie centralizuotos nuotekų surinkimo sistemos. Paviršinių vandenų kokybei daro poveikį tarša iš kaimyninių šalių, ypač iš Rusijos Federacijos Kaliningrado srities, mažas nuotėkis vidurio Lietuvos upėse vasarą, su uostų veikla ir laivyba susijusi tarša Kuršių mariose ir Baltijos jūroje.

Vandens kokybės problemų kyla ir pro didesnius miestus pratekančiuose mažuose upeliuose. Teršalai menkai praskiedžiami, net ir pastačius nuotekų valyklas pagal visus Europos Sąjungos standartus, jų koncentracijos upės vandenyje viršija didžiausias leidžiamas.

Iš kaimyninių valstybių atnešami teršalai labai prastina mūsų upių kokybę. Situaciją apsunkina tai, kad į Lietuvą teršalai atplaukia iš Rusijos ir Baltarusijos – šalių, kurioms nėra privalomi Europos Sąjungos direktyvų reikalavimai.

Eutrofikacija, vandens telkinių biologinio produktyvumo didėjimas, yra poveikio aplinkos būklei rodiklis. Jis nusako, kaip į pakitusią aplinką reaguoja vandens ekosistemos. Eutrofikaciją sukelia į vandens telkinius patenkantis per didelis arba nesubalansuotas biogeninių medžiagų, ypač fosforo, kiekis. Šios medžiagos skatina dumblių (fitoplanktono) ir aukštesnių vandens augalų augimą. Yrant biomasei, sunaudojama daug deguonies, todėl vandens telkiniuose jo pradeda trūkti.

Pagrindiniai upių cheminiai vandens teršalai yra organinės medžiagos ir azoto bei fosforo junginiai, patenkantys iš pasklidosios ir sutelktosios taršos šaltinių.

Pagal aplinkos ministro 2005 m. gruodžio mėn. 21 d. įsakymu Nr. D1-633 patvirtintą „Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašą“, visi paviršiniai vandens telkiniai Lietuvoje skirstomi į laišinius, karpinius, potencialiai laišinius ir kitus vandens telkinius (Lietuvos..., 2006).

Karpiniai vandens telkiniai – tai paviršinio vandens telkiniai, kuriuose gali gyventi, gyvena ar veisiasi karpinės arba kitų rūšių žuvis, tokios kaip lydekos, ešeriai, europiniai



unguriai, kurie įtraukti į upių ir ežerų, priskiriamų karpiniams vandens telkiniams, sąrašą, patvirtintą aplinkos ministro 2002 m. liepos 10 d. įsakymu Nr. 362 (Lietuvos..., 2002).

Lašišiniai vandens telkiniai – tai paviršinio vandens telkiniai, kuriuose gyvena ar veisiasi Atlanto lašišos, upėtakiai, šlakiai, kiršliai ir sykinės žuvis, kurie įtraukti į upių ir ežerų, priskiriamų lašišiniams vandens telkiniams, sąrašą (Lietuvos..., 2002).

Potencialiai lašišiniai vandens telkiniai – tai paviršinio vandens telkiniai, kuriuose gali gyventi ar veistis, arba gali būti atkurtos tinkamos sąlygos gyventi ir veistis Atlanto lašišoms, upėtakiams, šlakiams, kiršliams ir sykinėms žuvims, kurie įtraukti į upių ir ežerų, priskiriamų potencialiai lašišiniams vandens telkiniams, sąrašą (Lietuvos..., 2002).

Žuvims gyventi potencialiai lašišiniuose vandens telkiniuose būklė vertinama pagal lašišiniams, kituose vandens telkiniuose – pagal karpiniams vandens telkiniams 6.1 lentelėje pateiktas ribines vertes bei pagal apraše (Lietuvos..., 2006) nustatytus tam tikrus reikalavimus.

Lašišinis ar karpinis vandens telkinys laikomas atitinkančiu reikalavimus, jei:

- 95% iš per metus išmatuotų temperatūros, pH, BDS7, nejonizuoto amoniako, amonio jonų, nitritų, bendrojo cinko, ištirpusio vario, chloro likučio ir fosfatų verčių neviršija ribinių verčių. Tais atvejais, kai mėginiai imami rečiau kaip kartą per mėnesį, visos šių rodiklių išmatuotos vertės turi atitikti ribines vertes;
- 50% per metus išmatuotų ištirpusio deguonies verčių atitinka ribinę vertę;
- skendinčiųjų medžiagų vidutinė metinė koncentracija atitinka ribinę vertę;
- lašišinių ar karpinių vandens telkinių paviršiuje kalendorinių metų laikotarpiu nebuvo susiformavusi naftos angliavandenilių plėvelė ir nebuvo jaučiamas naftos angliavandenilių bei fenolių skonis žuvies mėsoje.

Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, pagrindiniai kokybės rodikliai pateikti 5.1 lentelėje.

2006 m. 38% tirtų Lietuvos upių vietų bendrųjų cheminių rodiklių vidutinės vertės neviršijo didžiausių leistinų koncentracijų (DLK). Paskutinįjį dešimtmetį upių vandens tarša truputį mažėja, tačiau išlieka aktuali pasklidusios taršos į upes problema (Aplinkos..., 2007).

**5.1 lentelė.** Paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veistis gėlavandenės žuvis, pagrindiniai kokybės rodikliai ir jų ribinės vertės (Lietuvos..., 2006)

Eil. Nr.	Kokybės rodiklis	Ribinė vertė	
		Lašišiniams vandens telkiniams	Karpiniams vandens telkiniams
1	2	3	4
1.	Temperatūra (°C)	1. Temperatūra pasroviui nuo terminės taršos šaltinio susimaišymo zonos gale (500 m pasroviui nuo šaltinio), lyginant su temperatūra aukščiau terminės taršos šaltinio, neturi padidėti daugiau kaip:	
		1,5 °C	3 °C
		2. Pasroviui nuo terminės taršos šaltinio susimaišymo zonos gale temperatūra neturi viršyti:	
		21,5 °C (O) 10 °C* (O)	28 °C (O) 10 °C* (O)
*10 °C temperatūros apribojimas taikomas tik toms žuvų rūšims, kurioms veistis reikia žemos vandens temperatūros neršto vietose ir neršto laikotarpiu.			
2.	Ištirpęs deguonis (mg O <sub>2</sub> /l)	≥ 9 mg O <sub>2</sub> /l (minimali koncentracija 6 mg O <sub>2</sub> /l)	≥ 7 mg O <sub>2</sub> /l (minimali koncentracija 4 mg O <sub>2</sub> /l)
3.	pH	nuo 6 iki 9 (O)	nuo 6 iki 9 (O)

1	2	3	4
4.	Skendinčiosios medžiagos (mg/l)	≤ 25 (O)	≤ 25 (O)
5.	BDS <sub>7</sub> (mg O <sub>7</sub> /l)	≤ 4	≤ 6
6.	Fosfatai (mg PO <sub>4</sub> /l)	≤ 0,2	≤ 0,4
7.	Nitritai (mg NO <sub>2</sub> /l)	≤ 0,1	≤ 0,15
8.	Fenolio junginiai (mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH /l)	Koncentracijos turi būti tokios, kad nebūtų juntamas fenolio skonis žuvų mėsoje	
9.	Naftos angliavandenių	Nėra matoma naftos angliavandenių plėvelė vandens paviršiuje ir nesijaučia naftos skonio žuvų mėsoje	
10.	Nejonizuotas amoniakas (mg NH <sub>3</sub> /l)	≤ 0,025	≤ 0,025
11.	Amonio jonai (mg NH <sub>4</sub> /l)	≤ 1	≤ 1
12.	Bendras liekamas chloras (mg HOCl /l)	≤ 0,005	≤ 0,005

Pastaba. (O) – kokybės rodiklio verčių nuokrypiai yra galimi dėl nepaprastų oro arba ypatingų geografinių sąlygų.

2005 m. vietos, kuriose upių vandens tarša pagal pavojingas medžiagas (sunkiųjų metalus, chlorintus ir policiklinius organinius junginius) viršijo normas, sudarė tik 7,8% visų pavojingų medžiagų tyrimų vietų (Aplinkos..., 2006).

Pagrindinis biologinis upių būklės rodiklis yra dugno bestuburių bendrijų įvairovė. Upių vandens kokybės vertinimui Lietuvoje naudojamas biotinis indeksas. Šis metodas remiasi tuo, kad didėjant taršai išnyksta oligosaprobinės rūšys, prisitaikiosios gyventi deguonies prisotintame vandenyje, kurias pakeičia kitos rūšys, galinčios gyventi esant didelei taršai ir tenkintis minimaliu deguonies kiekiu. Tokią dugno bestuburių bendrijos kaitą puikiai atspindi biotinis indeksas, kurio vertės svyruoja nuo 1 iki 10 ir atitinka tam tikrą vandens kokybės klasę (5.2 lentelė).

**5.2 lentelė.** Vandens kokybė pagal dugno bestuburius (LAND 57-2003) (Lietuvos..., 2003)

Vandens kokybės klasė	Vanduo	Biotinis indeksas (BI)
I	Labai švarus	10–9
II	Švarus	7–9
III	Vidutiniškai užterštas	5–6
IV	Užterštas	4
V	Smarkiai užterštas	2–3
VI	Labai smarkiai užterštas	0–1

2005 m. 396 upių vietose tirtas makrozoobentosas ir pagal jį įvertinta upių vandens būklė naudojant Trento biotinį indeksą. Pagal šį indeksą 4% tirtų vietų priskirta pirmai klasei, 63% – antrai, 30% – trečiai, 3% – ketvirtai, 1% – penktai ir 0,3% – šeštai vandens kokybės klasei (Aplinkos..., 2006).

Ežerų vandens kokybei nustatyti vertinama ežerų trofinė (mitybos) būklė. Tai labai svarbus jų funkcinio įvertinimo rodiklis. Pagal šią būklę jie skirstomi į oligotrofinius, me-

zotrofinius, eutrofinius ir hipertrofinius. Ežerui senstant, savaime keičiasi ir jo trofinė būklė, didėja produktyvumas, kaupiasi biogeninės medžiagos, vyksta natūralūs eutrofikacijos procesai, kurie gali paspartėti dėl antropogeninio poveikio. Ežero trofinį statusą nulemia biogeninių medžiagų, kurias naudoja dumbliai ir aukštesnieji augalai, kiekis.

Dumblių ir vandens augalų produktyvumas tiesiogiai priklauso nuo to, kiek vandenyje yra fosforo. Dėl žmogaus veiklos padidėjus fosforo kiekiui, padaugėja ir ežero pirminės produkcijos, keičiasi žuvų rūšinė sudėtis – ima vyrėti mažiau reiklios deguonies kiekiui rūšys, spartėja eutrofikacija. Ežerų trofinei būklei ir eutrofikacijai įvertinti naudojami fitoplanktono biomasės, chlorofilo koncentracijos duomenys. Chlorofilas *a* gana tiksliai atspindi ežerų apkrovą biogeninėmis medžiagomis.

Ežerų trofinis statusas pagal chlorofilo *a* koncentracijas pateiktas 5.3 lentelėje.

5.3 lentelė. Vandens telkinio tipas pagal chlorofilo *a* koncentraciją (LAND 53-2003) (Lietuvos..., 2003)

Vandens telkinio tipas	Chlorofilo <i>a</i> koncentracija mg/m <sup>3</sup>
Oligotrofinis	< 1
Mezotrofinis	1–10
Eutrofinis	10–100
Hipertrofinis	> 100

2006 m. tyrimų duomenimis, bendrojo fosforo ir fosfatų vidutinės metinės koncentracijos neviršijo didžiausių leidžiamų koncentracijų (DLK). Tyrimai parodė, kad pagerėjo Lūksto ežero vandens, kuriame 2005 m. bendrojo fosforo vidutinė koncentracija DLK viršijo 2 kartus, kokybė.

Pagal valstybinę aplinkos monitorinio programą 2006 m. buvo tirta 20 ežerų trofiškumas. Pagal ežerų trofinį statusą 70% jų priskiriama mezotrofinių ežerų kategorijai, 25% – eutrofiniams, 5% – hipertrofiniams (Aplinkos..., 2007).

Chlorofilo *a* kiekio dinamika rodo, kad eutrofikacijos procesai Kuršių mariose tęsiasi, bet padėtis stabilizuojasi. Didžiausi chlorofilo *a* kiekiai buvo nustatyti 1999 m. (3,5 karto viršijo hifertrofinį lygį), 2001 m. (viršijo šį lygį 2,5 karto) ir 2002 m. (viršijo hipertrofinį lygį 1,5 karto), o nuo 2003 m. šios reikšmės sumažėjo. Pagal fitoplanktono kiekybinį vystymąsi 2006 m. Kuršių marių ekologinė būklė buvo geresnė už daugiametę.

Paskutiniųjų metų žiemos laikotarpio vidutinė bendrojo fosforo koncentracija Kuršių mariose buvo 0,1 mg/l. Tarša pagal šį rodiklį 1996–2004 m. sumažėjo keturis kartus, 2006 m. žiemą ji buvo 0,076 mg/l.

Pastarųjų metų žiemos laikotarpio vidutinė bendrojo azoto koncentracija Kuršių mariose buvo 1,8 mg/l. Nuo 1999 m. iki 2003 m. ji sumažėjo (nuo 2,3 mg/l iki 1,4 mg/l), 2003–2006 m. ji buvo stabili (Aplinkos..., 2007).

1997–2004 metais didesnio naftos angliavandenilių kiekio pokyčio Kuršių marių dugno nuosėdose nepastebėta. Vidutinė jų koncentracija svyravo apie 10 miligramų kilograme sauso grunto.

Kuršių marių ekologinė būklė turėtų pagerėti 2006–2015 m. įgyvendinus Kuršių marių vandens kokybės gerinimo programą. Šioje programoje numatoma iki 2010 m. sumažinti sutelktąją taršą pagal BDS<sub>7</sub> 1050 t, bendruoju azotu – 810 t, bendruoju fosforu – 85 t, o pasklidąją taršą azotu – 15%, fosforu – 8%, palyginus su 2004 m. Šioje programoje taip pat numatyta iki 2010 m. sumažinti Nemuno baseine susidarančią ir į marias patenkančią

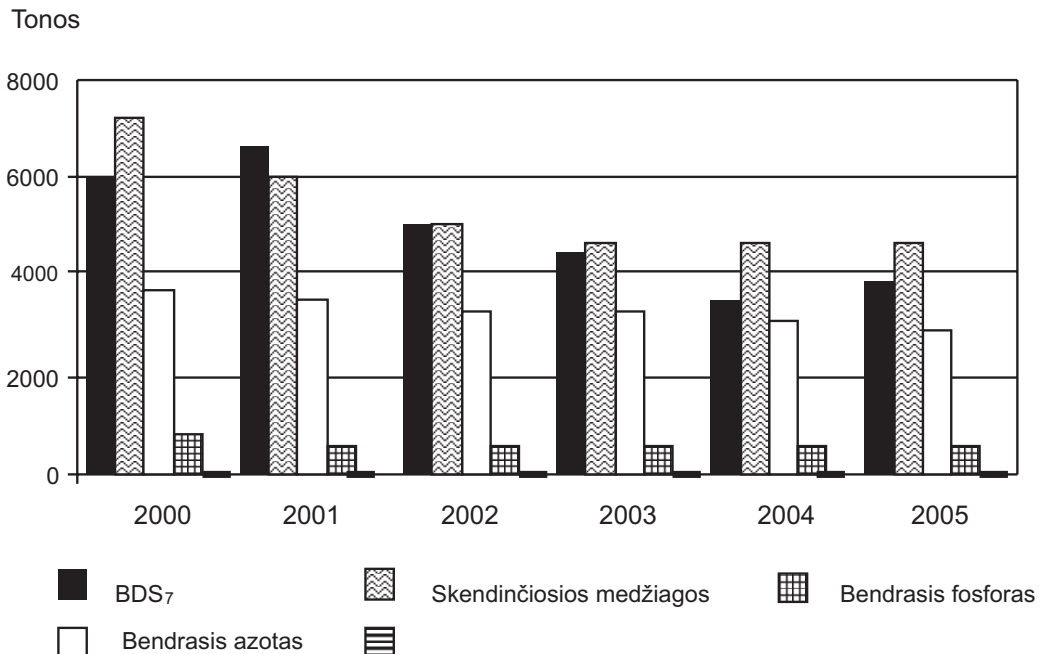
taršą. Nemunu į Kuršių marias atiteka apie 98% viso vandens, todėl jų aplinkos būklei didžiausios įtakos turi šios upės nuotėkis bei vandens kokybė (Lietuvos..., 2006).

Baltijos jūros vandens kokybę pagal bendrąjį azotą gerėja. 1998–2006 m. šio rodiklio vidutinė žiemos laikotarpio koncentracija Baltijos jūros pakrantėje sumažėjo beveik tris kartus (nuo 0,8 mg/l iki 0,29 mg/l). Bendrojo fosforo koncentracija Baltijos jūros vandenyje 2006 m. žiemą buvo 0,05 mg/l.

Per paskutiniuosius dešimt metų naftos produktų koncentracijos Baltijos jūroje nemažėjo, o damingo rajone net padidėjo. Tačiau naftos angliavandenilių kiekis neviršijo 20 mg/kg sauso svorio, o tokios dugno nuosėdos priskiriamos švariausiai pirmai klasei.

Nustatyta, kad Baltijos jūros dugno nuosėdų tarša sunkiaisiais metalais mažėja. Nei vieno metalo koncentracija dugno nuosėdose neviršijo pirmos – švariausios klasės ribinių verčių (Aplinkos..., 2007).

2005 metais padidėjo paviršinio vandens telkinių tarša pagal BDS<sub>7</sub> ir skendinčiąsias medžiagas (5.1 pav.). Sumažėjo bendrojo azoto ir fosforo, o naftos produktų kiekis išliko toks pats. BDS<sub>7</sub> ir skendinčiųjų medžiagų kiekio padidėjimui turėjo įtakos padidėjusi tarša iš miestų, kuriuose nuotekos valomos tik mechaniniu būdu ar išleidžiamos visai nevalytos, taip pat griežtesnė ir išsamesnė teršalų kontrolė. 2006 m. į paviršinius vandens telkinius pateko mažesnis pagrindinių teršalų kiekis nei 2005 m. Rodiklio BDS<sub>7</sub> vertė priartėjo prie 2004 m. ribos, o tarša skendinčiosiomis medžiagomis, bendruoju fosforu ir bendruoju azotu buvo mažiausia per pastaruosius šešerius metus (Aplinkos..., 2007).



5.1 pav. Pagrindinių teršalų kiekių, patekusių į paviršinio vandens telkinius, dinamika (Aplinkos..., 2006)

### 5.1.2. Požeminio vandens kokybė

Požeminio vandens kokybė priklauso nuo gamtinių veiksnių ir antropogeninės veiklos. Požeminiai vandenys, palyginus su paviršiniaus, geriau apsaugoti nuo taršos. Iš vandeningųjų sluoksnių blogiausiai apsaugotas gruntinio vandens sluoksnis, nes jis slūgso virš pirmos vandensparos. Į gruntinį vandenį filtruojasi teršalai nuo žemės paviršiaus. Išskiriami šie pagrindiniai taršos šaltiniai (Kusta ir kt., 2003):

- infiltracija iš dirbamų žemės plotų, kur naudojamos organinės ir mineralinės trąšos;
- infiltracija iš cheminių medžiagų saugyklų;
- nuotėkis ir infiltracija iš atliekų saugyklų, tvenkinių;
- nuotėkis ir infiltracija iš požeminių buitinių nuotekų rezervuarų;
- infiltracija iš teritorijų, užterštų naftos produktais, chemikalais ir kitokiais teršalais.

Lietuvos gyventojai geria palyginti švarų gruntinį vandenį. Apie 60% Lietuvos gruntinio vandens sutelkta didelių upių slėniuose, dalį jų išsigerdami papildoma paviršiniai vandenys.

Nemažai Lietuvos kaimo gyventojų gėrimui naudoja šachtinių šulinių vandenį. Šie šuliniai įrengti teritorijose, kur ilgą laiką buvo plėtojama nekontroliuojama žemės ūkio veikla, todėl neapsaugotas arba silpnai apsaugotas gruntinis požeminis vanduo yra daug kur užterštas. Apie 51% šių šulinių yra užteršti bakteriologiškai, o 48% – azoto junginiais. Švaraus gruntinio vandens poreikis pastaruoju metu padidėjo. Pavyzdžiui, ūkininkams yra per brangu išsirengti gilius gręžinius, todėl dažniausiai jie ima gruntinį vandenį.

Lietuvoje yra 110 įvairaus pajėgumo centralizuotų vandenviečių. Didžioji jų dalis – infiltracinės (iš požeminio vandens telkinio, kurio eksploataciniai ištekliai dirbtinai papildomi), jos yra Nemuno, Dubysos, Šventosios, Neries, Vilnios, Vokės upių slėniuose ir Pamaryje. Infiltracinių vandenviečių eksploatacinius išteklius daugiausia formuoja paviršinis upių vanduo ir gruntinis vandeningasis sluoksnis. Mieste ir už jo ribų (30–40 km ruože) kai kurių Kauno vandenviečių debitą (Neries slėnyje) sudaro 18–70%, o Pamaryje prie Klaipėdos kanalo – iki 96% infiltracinio upių vandens. Daugelyje upių vanduo nėra pakankamai švarus. Šis vanduo, persifiltravęs per gruntą ir atskiestas kitų vandenviečių vandeniu, vartojamas gėrimui.

Silpnai drenuotose molingose lygumose gruntinio vandens mineralizacija ir pagrindinių jonų koncentracijos 2–3 kartus didesnės nei drenuotų smėlingų lygumų vandens.

Amonio koncentracija gruntiniame vandenyje retai viršija 0,2 mg/l, tai rodo, kad gruntinio vandens sluoksnyje vyksta nitrifikacijos procesai. Tačiau šie procesai vyrauja tik viršutinėje sluoksnio dalyje, turinčioje sąlytį su atmosfera, o apatinėje dalyje būna priešingai – dėl deguonies trūkumo čia ne tik kaupiasi amonis ir neoksiduota organinė medžiaga, bet ir didėja geležies, mangano kiekis (Tumas, 2003).

Sunkiųjų metalų kiekis gruntiniame vandenyje nėra didelis, jų koncentracijos būna šiek tiek padidėjusios sutelktosios taršos vietose. Kai kurių sunkiųjų metalų (pvz., kadmio, aliuminio) padidėjusi koncentracija yra susijusi su taip vadinamaisiais rūgščiaisiais lietumis. Šie ir kiti metalai į gruntinį vandenį patenka kaip tirpūs kompleksai su organiniais anijonais (Tumas, 2003).

Pusiau spūdinio vandens cheminė sudėtis kinta dėl gėlo vandens naudojimo. Dėl padidėjusio užteršto gruntinio ir paviršinio vandens pritekėjimo pusiau spūdinio vandens kokybė dažniausiai blogėja.

Spūdinio vandens bendra mineralizacija yra apie 310–700 mg/l, permanganatinė oksidacija – 2–7 mg O<sub>2</sub>/l, sulfatų – 5–45 mg/l, chloridų – 4–20 mg/l, nitratų – 0–10 mg/l, amonio – 0,1–2,5 mg/l, kalcio – 35–95 mg/l, magnio – 15–35 mg/l.

Gruntiniame vandenyje yra daugiau nitratų, o pusiau spūdiniam – amonio. Nustatyta, kad amonio ir organinių medžiagų pusiau spūdiniam vandenyje nuolat daugėja dėl gruntinio vandens taršos, tačiau šis vanduo gali būti švarus, jeigu užteršta tik viršutinė vandens sluoksnio dalis.

Spūdinio vandens cheminė sudėtis skirtinga. Šio vandens joninei sudėčiai darė poveikį įvairūs geologiniai ir hidrogeologiniai veiksniai. Gėlame spūdiniam vandenyje beveik nėra nitratų, tačiau daugiau nei kituose vandeninguose sluoksniuose yra amonio (Tumas, 2003).

Lietuvoje didelė problema yra geležies šalinimas, nemažai geležies šalinimo įrenginių veikia neefektyviai. Apie 87% visų ištirtų požeminio vandens išteklių ir apie 55% vandens, tiekiamo į vandentiekio tinklus, viršija ribinę geležies koncentracijos higienos normą – 0,3 mg/l. Šiuo metu geležis šalinama 64 miestuose, arba 70% viso centralizuotai tiekiamo vandens. Daugelyje vandenviečių geležies koncentracija kinta 0,3–1,0 mg/l, bet vanduo nėra valomas. Apskaičiuota, kad, norint įgyvendinti ES geriamojo vandens direktyvą 98/83/EC, geležies šalinimo įrenginių pajėgumai turėtų siekti 342 tūkst. m<sup>3</sup> /parą.

Apie 74% tiekiamo geriamojo vandens mangano koncentracija yra mažesnė nei 0,1 mg/l, tačiau kai kuriose vandenvietėse mangano koncentracija siekia net 0,4 mg/l. Norint patenkinti ES reikalavimus, reikia pašalinti manganą iš maždaug 43% tiekiamo vandens.

Mūsų šalyje daugiau nei 21% suvartojamo požeminio vandens nustatyta padidinta fluoro koncentracija, tačiau maksimalią leistiną 1,5 mg/l ribą viršija mažiau nei 1% išsiurbiamo vandens. Blogesnė padėtis yra šiaurės vakarų ir vakarų Lietuvos rajonuose, juose net 35% gyventojų vartoja vandenį, kuriame fluoro koncentracija viršija 1,5 mg/l. Didelės fluoro koncentracijos dažniausiai būna pavieniuose eksploataciniuose gręžiniuose, kur nėra galimybės atskiesti išsiurbtą vandenį. Gruntiniuose vandenyse nustatytas fluoro trūkumas. Didelėje dalyje šachtinių šulinių jo koncentracija neviršija 0,2–0,5 mg/l (Lietuvos..., 1999).

Gruntinio vandens kokybė 2005 metais buvo stebėta 86 gręžiniuose. 87% gruntinio vandens mėginių atitiko kokybės reikalavimus, o likusiuose atskirų azoto junginių koncentracijos viršijo DLK. 2006 m. vidutinė nitratų koncentracija gruntiniame vandenyje buvo 10,6 mg/l. Tyrimų duomenys rodo, kad pastaruosius metus gruntinio vandens kokybė gerėja, bet netolygiai (Aplinkos..., 2006; 2007).

## **5.2. Paviršinio ir požeminio vandens monitoringas (stebėseną)**

### **5.2.1. Upių ir ežerų monitoringas**

Aplinkos monitoringas – tai sistemingas aplinkos ir jos komponentų būklės ir kintimo stebėjimas, antropogeninio poveikio vertinimas bei prognozė. Šiuo metu vietoje termino „monitoringas“ vis dažniau vartojamas terminas „stebėseną“, taip įtvirtinant pagrindinę monitoringo funkciją.

Lietuvoje yra senos vandens monitoringo tradicijos. Pirmosios dvi hidrologinių stebėjimų stotys buvo įrengtos 1810 m. prie Nemuno Rusnėje ir 1811 m. ties Sma-

lininkais. 1951 m. Šventojoje ties Ukmerge pradėta stebėti upių vandens kokybė ir monitoringo tinklas Lietuvoje buvo toliau plečiamas. Nuo 1985 m. iki 2005 m. tiriamų vandens telkinių skaičius buvo gana pastovus – tirtos 53 upės (106 vietose), trylika ežerų ir Kauno marios.

Nuo 2005 m. upių ir ežerų monitoringas Lietuvoje vykdomas pagal Valstybinę aplinkos monitoringo programą 2005–2010 m. (Lietuvos..., 2005). Ši vandens telkinių monitoringo programa parengta vadovaujantis Bendrąja vandens politikos direktyva (2000/60/EB) ir kitų direktyvų, tarptautinių konvencijų ir nacionalinių teisės aktų reikalavimais.

Monitoringas yra vienas iš svarbiausių vandens telkinių būklės valdymo įrankių. Remiantis monitoringo duomenimis:

- įvertinama esama vandens telkinių būklė;
- įvertinami ilgalaikiai vandens telkinių būklės pokyčiai;
- įvertinamas antropogeninės veiklos poveikis vandens telkinių būklei;
- nustatomi vandensaugos tikslai vandens telkiniams;
- parenkamos priemonės vandens telkinių būklei gerinti;
- įvertinamas parinktų priemonių efektyvumas;
- informuojama visuomenė apie vandens telkinių būklę.

Pagal gautus vandens monitoringo rezultatus yra rengiama bei peržiūrima vandens telkinių tipologija, nustatomos vandens telkinių tipų etaloninės sąlygos ir kt. Surinkta informacija apie Lietuvos teritorijoje esančių vandens telkinių būklę teikiama Europos aplinkosaugos informacijos centrams ir Europos Komisijai, taip pat vykdomi tarpvalstybiniai išpareigojimai kaimyninėms šalims dėl informacijos teikimo apie tarpvalstybinių vandens telkinių būklę.

Nuo 2005 m. upėse ir ežeruose yra vykdomas 2 tipų monitoringas:

1. Priežiūros monitoringas. Šio monitoringo tikslas – turėti informaciją apie bendrą šalies vandens telkinių būklę ir ilgalaikius pokyčius. Remiantis surinkta informacija formuojamos pagrindinės priemonės, užtikrinančios vandens telkinių apsaugą ateityje, papildomas ir užtikrinamas vandens telkinių suskirstymas pagal tipus, nustatomos vandens telkinio etaloninės sąlygos, kuriamos monitoringo programos ateičiai.
2. Veiklos monitoringas. Šis monitoringas vykdomas siekiant nustatyti paviršinių vandens telkinių, kuriuose nustatyti vandensaugos tikslai gali būti nepasiekti, būklę ir įvertinti jos pokyčius, atsirandančius įgyvendinant priemonių programas vandensaugos tikslams pasiekti. Veiklos monitoringas leidžia įvertinti taršos šaltinių poveikį priimančiam vandens telkiniui.

Taip pat gali būti atliekamas ir Tiriamasis monitoringas, tada, kai yra nenustatytos konkrečios priežastys, kodėl nepasiekiami aplinkosauginiai tikslai, taip pat būtina iširti avarių padarinius. Tiriamojo monitoringo programa ruošiamą specialiai kiekvienam konkrečiam atvejui.

Vykdamą Valstybinę aplinkos monitoringo programą kasmet vandens kokybė bus tiriamą apie 360 upių vietų ir apie 80 ežerų (2005 m. ežerų monitoringas buvo vykdomas 29 ežeruose ir tvenkiniuose).

Nustatant paviršinių vandens telkinių kokybę vertinamą jų ekologinė ir cheminė būklė. Pagal prastesnę iš jų nustatomą bendrą vandens telkinių būklė. Ekologinė būklė

vertinama pagal vandens telkinio biologinius, hidromorfologinius ir fizinius-cheminius kokybės rodiklius. Ši būklė nustatoma pagal blogiausią būklę rodantį kokybės rodiklį.

Tiriami tie parametrai, kurie geriausiai atspindi vandens telkinių būklę. Skirtingų tipų monitoringo vietose atliekami skirtingo tipo cheminių rodiklių matavimai – daugiausia rodiklių tiriama upėse, įtekančiose į Baltijos jūrą, šalies pasienyje, didžiųjų upių žiotyse. Specifinių teršalų tyrimai vykdomi tose vietose, kur yra tikimybė jiems patekti į upės vandenį.

Anksčiau vandens telkinių tyrimai buvo orientuoti į vandens cheminės kokybės tyrimus. Perėjus prie naujojo požiūrio į vandens telkinių būklės įvertinimą bei vandens kokybės valdymą, svarbiausiu rodikliu tapo biologiniai rodikliai, parodantys, ar vandens telkinio būklė tinkama gyventi vandens organizmams.

Neatsiejama monitoringo sistemos dalis yra duomenų ir informacijos kaupimas bei vertinimas. Paviršinio vandens monitoringo duomenys nuo 1991 m. yra kaupiami skaitmeninėse duomenų bazėse. Lietuvos, kaip ir kitų Europos Sąjungos šalių, paviršinio vandens telkinių kokybės duomenys yra kaupiami Europos aplinkos apsaugos agentūros informacinio centro duomenų bazėje.

### **5.2.2. Požeminio vandens monitoringas**

Požeminio vandens monitoringas Lietuvoje vykdomas nuo 1946 metų. Regioninis požeminio vandens monitoringo tinklas suformuotas 1963 metais, modifikuotas 1999 ir 2001 metais. Svarbiausios šio monitoringo gairės ir uždaviniai įtvirtinti Požeminio vandens naudojimo ir apsaugos 2002–2010 metų strategijoje (Lietuvos..., 2002) bei Valstybinio monitoringo nuostatuose (Lietuvos..., 2002).

Monitoringo tinklo programa remiasi Lietuvos teritorijoje išskirtomis balansinėmis hidrodinaminėmis sistemomis, kuriose susikaupę visi gėlo požeminio vandens ištekliai. Stebėjimai apima ir gruntinį, ir visus geriamojo vandens tiekimui naudojamus spūdinis vandeninguosius sluoksnius.

Gruntinio vandens stebėjimams Lietuvos teritorija yra tipizuota atsižvelgiant į gamtines slūgsojimo sąlygas ir antropogeninės apkrovos intensyvumą. Atskirą monitoringo postą paprastai sudaro vienas arba keli (esant įvairiai žemėnaudai) stebimieji gręžiniai.

Spūdiniai gėrimui naudojami vandeningi sluoksniai yra priskirti keturioms pagrindinėms balansinėms hidrodinaminėms sistemoms – BHS. Balansinė hidrodinaminė sistema – tai vandeningų sluoksnių ir/ar kompleksų stovymė, turinti savo mitybos, tranzito bei iškrovos sritis, taip pat savarankišką požeminio vandens išteklių, iš kurių gėlas požeminis vanduo yra naudojamas gėrimui, formavimosi balansą. Monitoringo postų išdėstymas tolygiai apima pagrindines šių sistemų – mitybos, tranzito ir iškrovos – sritis.

Atskirą monitoringo postą paprastai sudaro pavienis stebimasis-ekspluatacinis gręžinys. Monitoringo darbų kompleksą sudaro požeminio vandens lygių matavimas gręžiniuose ir vandens mėginių paėmimas bei jų hidrocheminė analizė.

Pagal požeminio vandens lygio stebėjimų duomenis atliekama sezoninių gruntinio vandens lygio svyravimų – minimalių bei maksimalių lygių prognozė, vertinama ilgalaikė gruntinio vandens lygio kaita, požeminio vandens išteklių balansas (pasipildymas). Pavyzdžiui, 2003 metais lygiai stebėti 40 postų įrengtuose 125 gręžiniuose, tris-penkis kartus



per mėnesį vandens lygis matuotas 90 gręžinių (57 iš jų į gruntinį sluoksnį), likusiuose 35 gręžiniuose į spūdinį sluoksnį – 1 kartą per metus.

Požeminio vandens mėginiai imami iš 121 poste esančių 188 gręžinių viena kartą. Hidrocheminės analizės metu nustatomi bendrieji cheminiai rodikliai (bendrasis kietumas, permanganato ir bichromato skaičius), pagrindiniai anijonai (Cl, SO<sub>4</sub>, HCO<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>), katijonai (Ca, Mg, Na, K), biogeniniai komponentai (NO<sub>2</sub>, NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, PO<sub>4</sub>). Prieš paimant mėginį nustatomi kaitūs laike fiziniai-cheminiai parametrai (pH, Eh, El, laidis, O<sub>2</sub>). Gauti duomenys charakterizuoja gruntinio, kvartero tarpmoderninių bei 11 prekvartero spūdinių vandeningų sluoksnių ir kompleksų požeminio vandens kokybę. Ilgalaikiai stebėjimai leidžia vertinti požeminio vandens cheminės būklės kaitą (Lietuvos..., 2002).

### 5.3. Paviršinio vandens telkinių tipologija

Valdant vandens telkinius baseininiu pagrindu reikia apibūdinti nustatytus upių baseinų rajonus, įvertinti žmogaus veiklos poveikį vandens telkiniams ir atlikti vandens naudojimo ekonominę analizę.

Apibūdinant upių baseinų rajonus nustatomos paviršinio vandens telkinių charakteristikos. Pagal šias charakteristikas jie suskirstomi į tipus, kuriems būdingos skirtingos natūralios floros ir faunos gyvavimo sąlygos – vadinamosios etaloninės sąlygos.

Pagal BVPD Lietuva iki 2015 m. privalo visuose šalies vandens telkiniuose pasiekti gerą būklę. Vandens telkinių būklei vertinti suformuota klasifikavimo sistema, ją sudaro 5 būklės klasės: labai gera, gera, vidutinė, bloga ir labai bloga.

Esama vandens telkinio būklė lyginama su geros būklės reikalavimais ir nustatomi neatitikimai. Šiuos neatitikimus būtina pašalinti, t. y. pasiekti gerą vandens telkinių būklę. Tačiau galimos išimtyms, pvz., užsibrėžtą tikslą galima nukelti vėlesniam laikui (vėliausiai iki 2027 m.), jeigu jo laiku pasiekti neleidžia techninės galimybės, labai didelės sąnaudos ar gamtinės sąlygos.

Jeigu vandensaugos tikslus pasiekti trukdo telkinyje žmogaus padaryti fiziniai-morfologiniai pakitimai, pvz., pastatytas uostas, pagilintas upės dugnas, vandens telkinį galima išskirti kaip „labai pakeistą“ ir jam nustatyti ne tokius griežtus vandens kokybės tikslus.

Lietuvos paviršinio vandens tipologija kiekvienai paviršinio vandens telkinių kategorijai (upė, ežeras, pakrančių ir tarpiniai vandenys, labai pakeisti ir dirbtiniai vandens telkiniai) sudaryta pagal Bendrojoje vandens politikos direktyvoje apibūdinatą tipologijos A sistemą, taikant papildomus pasirenkamuosius B sistemos veiksnius (upių nuolydis, tarpinių vandenų gylis, bangų poveikis, maišymosi charakteristikos ir vidutinė substrato sudėtis bei pakrančių vandenų vidutinė substrato sudėtis) (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.).

Atsižvelgiant į upių tipologijos A sistemą, buvo taikomi šie privalomieji veiksniai: absoliutinis aukštis, visas baseino plotas ir geologija. Papildomas pasirenkamasis B sistemos veiksnys buvo vidutinis vandens nuolydis, kuris, remiantis moksliniais duomenimis, turi įtakos reikšmingiems žuvų bendrijų skirtumams. Nuolydis buvo ištrauktas tik į

tų upių tipologija, kurių baseino plotas yra nuo 100 iki 1000 km<sup>2</sup>, kadangi tik šiose upėse buvo pastebėta žuvų bendrijų skirtumų. Dėl to, kad Lietuvoje hidrografinis tinklas labai tankus, upeliai, kurių baseino plotas yra mažesnis nei 10 km<sup>2</sup>, buvo priskirti upių, kurių baseino plotas mažesnis kaip 100 km<sup>2</sup>, grupei. Laikoma, kad geologinis pagrindas Lietuvoje yra kalkinis. Atsižvelgiant į visas šias sąlygas, nustatyti 5 upių tipai (5.4 lentelė).

**5.4 lentelė.** Lietuvos upių tipologija (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Tipas	Ekoregionas	Absoliutinis aukštis	Upės baseino plotas (km <sup>2</sup> )	Geologija	Nuolydis
1	Baltijos sritis	Žemuma: < 200 m	< 100	kalkinis	
2			100–1000		<0,7 m/km
3			100–1000		> 0,7 m/km
4			1000–10000		
5			> 10000		

Atsižvelgiant į ežerų tipologijos A sistemą, buvo taikomi šie privalomieji veiksniai: absoliutinis aukštis, gylis ir geologija. Vidutinio gylio vertės, numatytos pagal A sistemą, buvo iš dalies pakeistos, atsižvelgiant į Lietuvos sąlygas. Lietuvos mokslininkai nurodo, kad pagrindiniai žuvų bendrijų skirtumai atsiranda esant 9 metrų gyliui, todėl buvo nuspręsta vietoje 15 metrų didžiausio gylio naudoti 9 metrų gylį (5.5 lentelė).

**5.5 lentelė.** Lietuvos ežerų tipologija (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Tipas	Ekoregionas	Absoliutinis aukštis	Vidutinis gylis	Paviršiaus plotas	Geologija
1	Baltijos sritis	Žemuma: < 200 m	< 3 m	> 0,5 km <sup>2</sup>	kalkinis
2			3–9 m		
3			> 9 m		

Lietuvos tarpinių vandenų tipai buvo nustatyti remiantis A sistema ir taikant papildomus pasirenkamuosius B sistemos veiksnius (5.6 lentelė). Tarpinių vandenų druskingumas svyruoja nuo mažiau kaip 0,5% iki 5%, todėl Lietuvos tarpiniai vandenys suskirstyti į du tipus pagal jų druskingumą (< 0,5% ir 0,5–5%). Potvyniai Lietuvoje yra reti ir jų dydis beveik nesiskiria. Jie neturi įtakos tarpinių vandenų biologiniams parametrų, todėl visi Lietuvos tarpiniai vandenys priskiriami vienam tipui (< 2 m) pagal potvynių dydį. Buvo taikomi šie pasirenkamieji B sistemos veiksniai: gylis, bangų poveikis, maišymosi charakteristikos ir vidutinė substrato sudėtis.

Lietuvos pakrančių vandenų tipai buvo nustatyti remiantis A sistema ir taikant papildomus pasirenkamuosius B sistemos veiksnius (5.7 lentelė). Pakrančių vandenų druskingumas svyruoja nuo 5% iki 8%, vidutinis gylis yra nedidesnis kaip 30 metrų. Pagal druskingumą pakrančių vandenys priskiriami vidutinio druskingumo tipui, o pagal gylį – sekliems vandenims (< 30 m). Pakrančių vandenų tipologijoje išskirtos dvi gylio kategorijos, nes jos atspindi gamtinių ekologinių sąlygų specifiką. Taip pat buvo taikomas ir papildomasis B sistemos veiksnys – vidutinė substrato sudėtis.

**5.6 lentelė.** Lietuvos tarpinių vandenų tipologija (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Ekoregionas	Druskingumas %	Vid. potvynių dydis	Gylis m	Bangų poveikis	Maišymosi charakteristikos	Vidutinė substrato sudėtis	Vandens telkinių tarpiniai tipai
Baltijos jūros	0,5–5	< 2 m	< 5	vidutinis	ne visada permaišoma	smėlis, dumblas	šiaurinė Kuršių marių dalis
	< 0,5		< 5	vidutinis	nuolatinis maišymasis	smėlis	centrinė Kuršių marių dalis
	0,5–5		> 5	poveikis yra	ne visada permaišoma	smėlis su akmenų plotu	Kuršių marių vandenų išplitimo Baltijos jūroje zona

**5.7 lentelė.** Lietuvos pakrančių vandenų tipologija (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Ekoregionas	Druskingumas %	Gylis m	Vyraujantis nuosėdų tipas	Vandens telkinių pakrančių ir tarpiniai tipai
Baltijos jūros	5–18	5–30	smėlis	atvira Baltijos jūros smėlėtoji pakrantė (prie Kuršių marių)
	5–18	< 5	rieduliai ir akmenys su smėlio arba žvyro plotais	atvira Baltijos jūros akmenuotoji pakrantė (šiaurinė pakrantė)

#### 5.4. Paviršinio vandens telkinių klasifikacija

Lietuvos paviršinio vandens telkinių klasifikacija buvo parengta remiantis šiais pagrindiniais principais (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.):

- vandens telkinys priskiriamas tik vienai paviršinio vandens telkinių kategorijai (upė, ežeras, pakrančių ir tarpiniai vandenys, labai pakeisti ir dirbtiniai vandens telkiniai) ir negali priklausyti kelioms kategorijoms;
- vandens telkinys priskiriamas tik vienam paviršinio vandens telkinių tipui ir negali priklausyti keliems tipams;
- vandens telkinys gali priklausyti arba nepriklausyti rizikos grupei, tačiau negali pasižymėti abiem savybėmis.

Išskiriant upes ir ežerus kaip vandens telkinius, be minėtų principų, taip pat buvo taikomi ir kiti kriterijai:

- upės, pratekančios per ežerus, kurių paviršiaus plotas didesnis kaip 0,5 km<sup>2</sup>, yra laikomos trimis atskirais vandens telkiniais (upė-ežeras-upė);
- upės, pratekančios per ežerus, kurių paviršiaus plotas mažesnis kaip 0,5 km<sup>2</sup>, yra laikomos ne trimis atskirais vandens telkiniais, t. y. upė-ežeras-upė, o vienu vandens telkiniu;

- mažos upės, kurių baseino plotas yra mažesnis nei 100 km<sup>2</sup> ir kurios yra tame pačiame pabaseinyje, yra laikomos vienu vandens telkiniu, išskyrus tuos atvejus, kai upės yra reikšmingai veikiamos žmonių veiklos;
- ežerai, kurių paviršiaus plotas didesnis kaip 0,5 km<sup>2</sup>, yra laikomi atskirais vandens telkiniais. Ežerai, kurių baseino plotas yra mažesnis kaip 0,5 km<sup>2</sup> ir kurie yra tame pačiame pabaseinyje, yra priskiriami vienam vandens telkiniui.

Pakrančių ir tarpinių vandenu klasifikacija buvo parengta remiantis pagrindiniais principais ir netaikant papildomų kriterijų.

Bendras išskirtų vandens telkinių – upių ir ežerų – skaičius pateiktas 5.8 lentelėje.

**5.8 lentelė.** Bendras upių ir ežerų skaičius atskiruose upių baseinų rajonuose (UBR) (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Upių baseinų rajonas	Upių skaičius	Ežerų skaičius
Nemuno	620	235
Lielupės	136	14
Ventos	104	13
Dauguvos	17	27
<b>Iš viso:</b>	<b>877</b>	<b>289</b>

Trys vandens telkiniai buvo išskirti tarpiniuose vandenyse, o du – pakrančių vandenyse. Jie priskirti Nemuno UBR.

## 5.5. Labai pakeisti ir dirbtiniai vandens telkiniai

Labai pakeistais vandens telkiniais (LPVT) Lietuvoje yra laikomi tvenkiniai, susidare užtvenkus dideles upes, ir Klaipėdos uosto akvatorija.

Jeigu tvenkinio paviršiaus plotas yra daugiau nei 0,5 km<sup>2</sup>, o ilgis didesnis nei 1,5 km, jis preliminariai priskirtas labai pakeistiems vandens telkiniams. Šie kriterijai buvo pasirinkti todėl, kad tokio dydžio tvenkinyje susidaranti sąlygos yra artimesnės nei upių, o ežerų sąlygomis ir, tikėtina, kad vandens telkinio ekosistemoje vyks reikšmingi pasikeitimai. Vienas iš svarbių rodiklių, rodančių žymų tokio pakeitimo poveikį, yra faktas, kad upėse dažniausiai nutrūksta žuvų migracija prieš srovę, net jeigu yra įrengti žuvitakiai.

Klaipėdos uosto akvatorija buvo preliminariai priskirta LPVT todėl, kad uoste vykdoma veikla – kranto linijos pakeitimas, dugno gilinimas, uosto ir navigacijos kanalų naudojimas ir kt. labai fiziškai sutrikdo ekosistemą.

Dirbtiniais vandens telkiniais nuspręsta laikyti nenaudojamus didelius (didesnius nei 0,5 km<sup>2</sup>) karjerus, pripildytus vandeniu.

Preliminariai nustatytų labai pakeistų vandens telkinių (LPVT) skaičius kiekviename upių baseinų rajone pateiktas 5.9 lentelėje.

**5.9 lentelė.** Preliminariai nustatyti labai pakeistų vandens telkinių (LPVT) skaičius (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Upių baseinų rajonas	LPVT skaičius UBR
Nemuno	49
Lielupės	6
Ventos	9
Dauguvos	1
<b>Iš viso:</b>	<b>65</b>

Lietuvoje buvo nustatyti du dirbtiniai vandens telkiniai – abu Nemuno UBR.

## 5.6. Vandens telkinių etaloninės sąlygos

Kiekvieną vandens telkinio tipą atitinkančios etaloninės sąlygos yra natūrali vandens telkinio kokybė, būdinga tokio tipo vandens telkiniams, kai jiems nedaro poveikio antropogeninė veikla. Etaloninės sąlygos apibrėžia labai gerą ekologinę būklę remiantis biologiniais, hidromorfologiniais, fiziniais-cheminiais kokybės kriterijais.

Buvo nustatytos visų Lietuvos vandens telkinių – upių, ežerų, pakrančių ir tarpinių vandenų – etaloninės sąlygos.

Etaloninės sąlygos buvo nustatomos naudojant turimus vandens telkinių monitoringo duomenis, remiantis mokslininkų sukaupta patirtimi bei ekspertų sprendimais.

Pagrindiniai cheminiai ir biologiniai rodikliai, kuriais remiantis nustatytos upių preliminarios etaloninės sąlygos, yra šie:

- biologinis deguonies suvartojimas (BDS<sub>7</sub>);
- amonis;
- nitratai;
- bendras azotas;
- fosfatai;
- bendras fosforas;
- Danijos indeksas upių faunai.

Ežerų etalonines sąlygas nusakantys cheminiai ir biologiniai rodikliai pateikti 5.10 lentelėje.

**5.10 lentelė.** Cheminiai ir biologiniai rodikliai ežerų etaloninėms sąlygoms nustatyti (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Biologiniai ir cheminiai rodikliai	
Kokybės elementas	Rodiklis
Makrofitai (iš dalies ar visiškai parinusi vandens augalija)	Rūšių skaičius
	Makrofitų aptikimo gylio riba m
Fitoplanktonas	Chlorofilas <i>a</i> µg/l
	Bendra biomasė mm <sup>3</sup> /l
	Toksiškų rūšių skaičius
Chemija	Bendras P µg/l
	Secchi gylis m

Pagrindiniai biologiniai ir cheminiai kokybės elementai, pagal kurių vertes nustatytos tarpinių vandenų etaloninės sąlygos, nurodyti 5.11 lentelėje.

**5.11 lentelė.** Rodikliai tarpinių vandenų etaloninėms sąlygoms nustatyti (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Biologiniai ir cheminiai rodikliai	
Kokybės elementas	Rodiklis
Fitoplanktonas	Bendra fitoplanktono biomasė mm <sup>3</sup> /l
	Eutrofikaciją rodančių rūšių biomasė mm <sup>3</sup> /l
	Galimai toksinių rūšių biomasė mm <sup>3</sup> /l
Dugno bestuburė fauna	Bendrijos apibūdinimas
	Rūšių skaičius
Didieji dumbliai ir gaubtasėkliai	Didžiausias panirusių makrofitų gylis
	Furcellaria lumbricalis gylio riba
Žuvų fauna	Gružlio (Gobio gobio) biomasė kg/100 m <sup>3</sup>
Chemija	Bendras N
	Bendras P

Pagrindiniai biologiniai ir cheminiai kokybės elementai, pagal kurių vertes nustatytos pakrančių vandenų etaloninės sąlygos, nurodyti 5.12 lentelėje.

**5.12 lentelė.** Biologiniai ir cheminiai rodikliai pakrantės vandenų etaloninėms sąlygoms nustatyti (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Biologiniai ir cheminiai rodikliai	
Kokybės elementas	Rodiklis
Fitoplanktonas	Bendra fitoplanktono biomasė mm <sup>3</sup> /l
	Eutrofikaciją rodančių rūšių biomasė mm <sup>3</sup> /l
	Galimai toksinių rūšių biomasė mm <sup>3</sup> /l
Dugno bestuburė fauna	Bendrijos apibūdinimas
	Rūšių skaičius
Didieji dumbliai ir gaubtasėkliai	Gylio riba: Furcellaria lumbricalis m
Chemija	Secchi gylis m
	Bendras N žiemą
	Bendras P žiemą

## 5.7. Požeminio vandens baseinų – telkinių identifikavimas ir išskyrimas

Požeminio vandens baseinai (PVB) išskirti laikant, kad:

- juos sudaro glaudžiai susiję vandeningieji sluoksniai – hidrodinaminės sistemos;
- sistemas ar sluoksnius skiria aiškiai identifikuojamos vandensparos;
- baseinų ribos yra vandeningųjų sluoksnių ar vandens kokybės kontūrai;
- baseinus sudaro labiausiai naudojami vandeningieji sluoksniai;
- bet kuris požeminio vandens baseinas gali būti keliuose upių baseinų rajonuose.

Požeminio vandens pabaseiniai išskirti plotuose, kur dėl įvairių priežasčių yra rizika požeminio vandens kokybei ir požeminio vandens gavyba gali daryti poveikį paviršinio vandens telkiniams bei jų ekosistemoms.

Lietuvos teritorijoje buvo išskirti šeši pagrindiniai požeminio vandens baseinai ir šešiolika pabaseinių.

Nemuno upių baseinų rajonui priskirti viršutinės-apatinės kreidos, Pietryčių Lietuvos ir Vakarų žemaičių kvartero bei pietinė viršutinio-vidurinio devono požeminio vandens baseino dalis.

Ventos upių baseinų rajonui priklauso permio-viršutinio devono požeminio vandens baseinas.

Lielupės upių baseinų rajonui priklauso Stipinų požeminio vandens baseinas ir šiaurinė viršutinio-vidurinio devono baseino dalis.

Į Dauguvos upių baseinų rajoną patenka nedidelės Pietryčių Lietuvos kvartero ir viršutinio-vidurinio devono požeminio vandens baseinų dalys (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.).

## 5.8. Rizikos grupei priskiriami vandens telkiniai

Tokie paviršinio vandens telkiniai, kurie dėl neigiamo žmogaus poveikio gali nepasiekti geros būklės iki 2015 metų, vadinami rizikos vandens telkiniais.

Siekiant nustatyti rizikos vandens telkinius ir telkinių nepatenkinamos būklės priežastis, buvo identifiкуotos reikšmingos žmogaus veiklos apkrovos paviršinio vandens telkiniams:

- sutelktoji tarša;
- pasklidoji tarša;
- upių hidrologinio režimo reguliavimas;
- vandens ėmimas.

Rizikos grupei taip pat buvo priskirti tie paviršinio vandens telkiniai, kuriuose buvo rastos didesnės, nei numatyta Pavojingų medžiagų direktyvoje (76/464/EEB) ir Gėlavandenių žuvų direktyvoje (78/659/EEB) kai kurių medžiagų koncentracijos.

Šiuo metu Lietuvoje preliminariai išskirta 790 paviršinio vandens rizikos telkinių. Net 694 iš šių telkinių rizikos grupei priskirti labai apytiksliai, todėl jų sąrašas ateityje bus tikslinamas. Vandens telkinių, priskiriamų rizikos grupei, skaičius atskiruose upių baseinų rajonuose pateiktas 5.13 lentelėje.

**5.13 lentelė.** Rizikos vandens telkinių skaičius atskiruose upių baseinų rajonuose (2000 m. spalio 23 d. Europos..., 2005 m.)

Upių baseinų rajonas	Vandens telkiniai, priskiriami rizikos grupei	Vandens telkiniai, priskiriami potencialiai rizikos grupei
Dauguvos	2	8
Nemuno	63	499
Ventos	5	96
Lielupės	26	91
<b>Iš viso:</b>	<b>96</b>	<b>694</b>

Didžiausią rizikos telkinių skaičių (net 75%) lemia sutelktoji tarša – vandens tarša miestų ir pramonės objektų nuotekomis. Rizikos vandens telkiniai, išskirti dėl pasklidusios taršos (sukeltos žemės ūkio veiklos) sudaro 22% visų rizikos grupei priskiriamų telkinių, tačiau jų baseinai užima net apie ketvirtadalį Lietuvos ploto. Todėl labai svarbu mūsų šalyje didinti nuotekų valymo efektyvumą ir mažinti žemės ūkio taršą.

## 6. VANDENS IŠTEKLIŲ APLINKOSAUGOS PRIEMONĖS

Pagrindinis mūsų šalies aplinkos ir vandens išteklių apsaugos politikos ir jos strategijos tikslas yra tausojantis vystymas, kai plėtojant ūkį, tuo pačiu sudaromos prielaidos švariai gamtinei aplinkai, stengiantis išsaugoti biologinę ir kraštovaizdžio įvairovę bei optimizuojant gamtos išteklių naudojimą (Lietuvos..., 2002).

### 6.1. Pasklidoji ir sutelktoji tarša, jų mažinimo galimybės

Sutelktąją taršą vadinamas toks vandens telkinių teršimas, kai teršalai į telkinį patenka konkrečioje vietoje, pvz., per nuotekų išleistuvą.

Teršalai, patenkantys į vandens telkinius su krituliais, paviršiniu ir drenažo nuotėkiu nuo dirbamų laukų, žemės ūkio objektų teritorijų, sudaro pasklidąją taršą. Nuo laukų, kur auginama žemės ūkio produkcija, į vandens telkinius patenka dirvų erozijos produktai, mineralinės ir organinės trąšos, nuodingi chemikalai ir kt.

Siekiant apsaugoti paviršinio vandens telkinius nuo sutelktosios taršos, galima taikyti tam tikras priemones: mažinti nuotekų kiekį ar jas geriau išvalyti, didinti praskiedimo debitą, apriboti gamybinę veiklą.

Nuotekų, išleidžiamų į atvirus vandens telkinius, kiekį galima mažinti įrengiant apytakines vandentiekos sistemas, naudojant apvalytą vandenį laukų drėkinimui, mažinant dėl neūkiškumo susidarancius vandens nuostolius buityje ir gamyboje, taip pat gamyboje naudojant bevandenės ir mažavandenės technologijas.

Papildomą debitą galima gauti reguliuojant upės nuotėkį, t. y. įrengiant tvenkinį ir sukauptam jame pavasario potvynių vandenį. Šį vandenį vėliau, minimalių debitų laikotarpiais, galima panaudoti minimaliam upės debitui padidinti.

Dar viena sutelktosios taršos mažinimo priemonių yra geresnis konkrečių objektų nuotekų išvalymas.

Jei vienu ar kitu minėtų sutelktosios taršos mažinimo priemonių taikymas yra nepriimtinas techniniu arba ekonominiu požiūriu, gali tekti spręsti gamybinės veiklos apribojimo tose teritorijose klausimus.

Norint apsaugoti vandens telkinius nuo neigiamo pasklidosios taršos poveikio, reikia įgyvendinti daug priemonių: mažinti atmosferos taršą, plėtoti ekologinę žemdirbystę, naudoti inžinerines technines priemones.

Pasklidosios taršos organinėmis medžiagomis šaltiniai taip pat yra naftos saugyklų, buitinių atliekų sąvartynų ir gyvulininkystės kompleksų teritorijos. Stambiose gyvulininkystės fermose susikaupusios srutos dažnai yra utilizuojamos laistymo laukuose, todėl užteršiami dideli žemės plotai. Tačiau pagal organinių medžiagų koncentraciją, gyvulininkystės kompleksai aplinką teršia mažiau negu sąvartynai ir naftos produktų židiniai (Juodkasis ir kt., 2003).

Saugant vandens telkinius nuo pasklidosios taršos, patenkančios iš minėtų objektų teritorijų, svarbu juos sutvarkyti pagal vandensaugos reikalavimus.

Gamybiniuose centruose (gyvulininkystės fermose) turi būti įrengtos talpyklos mėšlui laikyti (mėšlidės). Mėšlidės turi būti įrengtos taip, kad srutos, siloso skystis ir kiti gyvulių mėšlo ir augalinių medžiagų turintys skysčiai nutekėtų į paviršinius ir neprasi-



skverbtų į požeminius vandenis. Jei gyvulių ūkyje nėra mėšlidžių, mėšlas laikinai gali būti kaupiamas lauko rietuvėse, laikantis tam tikrų reikalavimų (Lietuvos..., 2001).

Technikos priežiūros centrų teritorija turi būti apjuosta pylimais, kad į ją nepatektų ir nuo jos nenutekėtų vanduo. Technikos priežiūros centre turi būti plovykla, kurioje būtų įrengta apytakinė vandentiekio sistema. Jei tokios sistemos nėra, plovimo nuotekos turi būti apvalomos naftos gaudyklėje ir toliau valomos nuotekų valykloje.

Degalinės turi būti įrengtos ant patikimų atramų, apjuostos pylimais. Degalinės teritorija turi būti aptverta, švari, joje negali būti prilaistyta naftos produktų.

Trąšų sandėliai turi būti sandarūs, kad nepatektų krituliai, grindys su hidroizoliacija ir nelaidžios drėgmei, teritorijoje nepribarstyta trąšų.

Nuodingos cheminės medžiagos sandėliuose turi būti laikomos ant dėklų, supakuotos.

Nustatant trąšų panaudojimo dirvoms trešči normos ir sąlygas, būtina atsižvelgti į dirvožemio sąlygas, tipą ir reljefo nuolydį, klimato sąlygas, sėjomainos sistemas, maisto medžiagų atsargas dirvožemyje, dirvožemio rūgštingumą. Pasirinktas trešimo būdas turi užtikrinti tolygų trąšų paskleidimą ir minimalų jo poveikį aplinkai (Lietuvos..., 2001).

### **6.1.1. Nuotekų valymas**

Nuotekų valymas yra viena iš efektyviausių sutelktosios taršos mažinimo priemonių.

Išskiriamos šios nuotekų valymo pakopos:

- Pirminis valymas – nuotekų valymas fiziniu ir (arba) cheminiu būdu, kai įtekančių į valyklas nuotekų BDS sumažinamas apie 20%, o skendinčiųjų medžiagų kiekis – apie 50%.
- Antrinis valymas – nuotekų valymas, kai išleidžiamų nuotekų tarša pagal BDS yra 70–90%, ChDS – 75%, skendinčiasias medžiagas – 90%.
- Tretinis valymas – biologinis nuotekų valymas su papildomu azoto ir (arba) fosforo šalinimu, kai išleidžiamos nuotekos atitinka antrinio valymo reikalavimus ir bendrojo azoto koncentracija sumažinama 70–80%, bendrojo fosforo – 80%.

Iki 1990 metų Lietuvoje buvo valoma tik 25% nuotekų. Atkūrus šalyje nepriklausomybę, nuotekų valymui, ypač didžiųjų miestų, pradėtas skirti didelis dėmesys.

Šiuo metu valoma 69% centralizuotai surenkamų nuotekų, tačiau mažų miestelių, gyvenviečių ir kaimų nuotekos nevalomos arba valomos nepakankamai. Apie 600 čia esančių nuotekų valyklų nusidėvėjusios, jas būtina modernizuoti arba pastatyti naujas. Centralizuotai nuotekos surenkamos ir tvarkomos tik iš 58% visų gyventojų, kaimo vietovėse šis rodiklis dar gerokai mažesnis (Vandentvarkos..., 2005).

Nuotekos šalyje yra valomos trimis pagrindiniais būdais: mechaniniu, biologiniu ir biologiniu su papildomu azoto bei fosforo šalinimu. Nuotekos iš valyklų išleidžiamos į paviršinio vandens telkinius, filtracijos laukus, kaupimo rezervuarus. Dalis maisto pramonės įmonėse susidariusių gamybinių nuotekų bei stambiuose gyvulininkystės kompleksuose susidariusios srutos, taip pat skystas mėšlas utilizuojami specialiai žemdirbystei įrengtuose drėkinamuose laukuose (Aplinkos..., 2004).

Siekdama gerinti aplinkosaugos situaciją vandens sektoriuje, Lietuva įsipareigojo vykdyti Europos Sąjungos Tarybos direktyvas ir kitus norminius aktus. Miesto nuotekų surinkimą ir valymą reglamentuoja direktyva „Dėl miesto nuotekų valymo“ Nr. 91/271/

EEB (Direktyva..., 1991), kurios reikalavimai atspindi Aplinkos ministerijos norminiame dokumente „Nuotekų tvarkymo reglamentas“ (Lietuvos..., 2006).

Nuotekų tvarkymo reglamente nurodomi bendrieji reikalavimai nuotekų valymui pagal BDS<sub>5</sub>, BDS<sub>7</sub> ir kitus parametrus pateikti 6.1 lentelėje.

**6.1 lentelė.** Į gamtinę aplinką išleidžiamų nuotekų taršos normos (Nuotekų..., 2006)

Parametrai	Aglomeracijos (taršos šaltinio) dydis/išleidžiamų nuotekų kiekis	Matavimo vienetas	Vidutinio paros mėginio DLK	Momentinė DLK	Vidutinė DLK	Minimalus išvalymo efektyvumas procentais
Biocheminis deguonies suvartojimas BDS <sub>5</sub> /BDS <sub>7</sub> (be nitrifikacijos)	iki 5 m <sup>3</sup> /d	mgO <sub>2</sub> /l	-	50/58	30/35	-
	nuo 5 m <sup>3</sup> /d iki 2000 GE	mgO <sub>2</sub> /l	-	40/46	25/29	-
	nuo 2000 GE iki 10000 GE	mgO <sub>2</sub> /l	25/29	-	nustatoma individualiai	70–90
	daugiau kaip 10000 GE	mgO <sub>2</sub> /l	15/17	-	nustatoma individualiai	70–90
ChDS	daugiau kaip 2000 GE	mgO <sub>2</sub> /l	125	-	-	75
Bendras fosforas	nuo 5 m <sup>3</sup> /d iki 10000 GE	mgP/l			2	80
	nuo 10000 GE iki 100000 GE	mgP/l			2	
	daugiau kaip 100000 GE	mgP/l			1	
Bendras azotas	nuo 5 m <sup>3</sup> /d iki 10000 GE	mgN/l			20	70–80
	nuo 10000 GE iki 100000 GE	mgN/l			15	
	daugiau kaip 100000 GE	mgN/l			10	

Pagal Lietuvos Vandentvarkos ūkio plėtros strategiją ES Miestų nuotekų valymo direktyvos reikalavimai turi būti vykdomi šia seka (Vandentvarkos..., 2005):

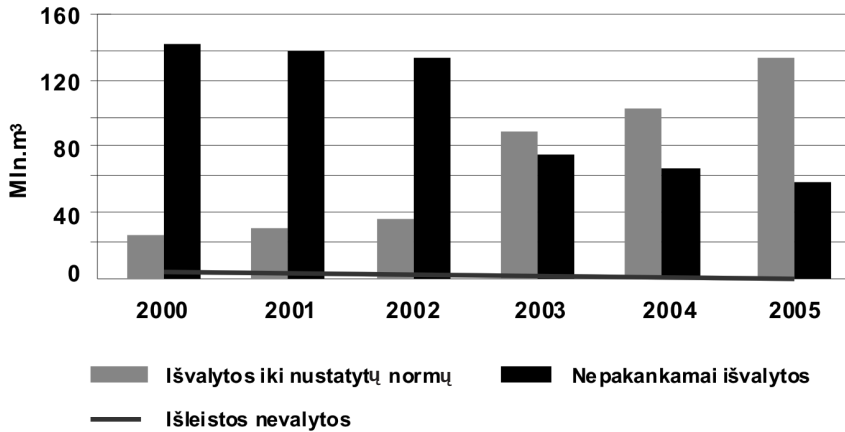
- nuo 2009 m. gruodžio 31 d. aglomeracijose, turinčiose daugiau kaip 2000 GE (gyventojų ekvivalentų), turi veikti reikalavimus atitinkančios nuotekų surinkimo sistemos;
- nuo 2007 m. gruodžio 31 d. aglomeracijų, turinčių 10 000 ar daugiau GE, nuotekos turi būti valomos pagal nustatytus reikalavimus nuotekų valymui;
- nuo 2009 m. gruodžio 31 d. aglomeracijų, turinčių nuo 2000 GE iki 10 000 GE, nuotekos turi būti valomos pagal nustatytus reikalavimus;
- naujai planuojamose aglomeracijose visi nuotekų tvarkymo reikalavimai turi būti vykdomi nuo nuotekų susidarymo momento.

Pastaraisiais metais į paviršinio vandens telkinius išleistų iki normų išvalytų nuotekų kiekis didėja (6.1 pav.). Nevalytų ir nepakankamai išvalytų nuotekų kiekis labai sumažėjo dėl naujų nuotekų valyklų statybos ir senų valyklų rekonstrukcijos:

- 1999 m. pradėjo veikti Kauno nuotekų valyklos mechaninio valymo įrenginiai;
- 2002 m. atlikta Vilniaus nuotekų valyklos modernizacija;

- 2003 m. Klaipėdos nuotekų valykloje įdiegta azoto ir fosforo šalinimo technologija;
- 2004 m. pradėjo veikti Šiaulių nuotekų valykla;
- 2004 m. Kauno NV pradėta statyti biologinio valymo sistema.

2006 metais į paviršinio vandens telkinius buvo išleista 128,9 mln. m<sup>3</sup> išvalytų iki nustatytų normų ūkio-buities ir gamybinių nuotekų, t. y. apie 6,5 mln. m<sup>3</sup> mažiau nei 2005 m., nepakankamai išvalytų – 53,6 mln. m<sup>3</sup>, t. y. 2,3 mln. m<sup>3</sup> mažiau nei 2005 m., nevalytų nuotekų išleista 0,6 mln. m<sup>3</sup>, t. y. 0,1 mln. m<sup>3</sup> mažiau nei 2005 m. (Aplinkos..., 2007).



6.1 pav. Ūkio-buities ir gamybinių nuotekų valymo dinamika (Aplinkos..., 2006)

2005 m. paviršinių (lietaus kanalizacijos) nuotekų, išvalytų iki normų, buvo išleista 8,6 mln. m<sup>3</sup>, t. y. 62% daugiau nei 2004 m., nepakankamai išvalytų – 0,2 mln. m<sup>3</sup>, t. y. 60% mažiau nei 2004 m., visai nevalytų – 47,6 mln. m<sup>3</sup>, t. y. 7% daugiau nei 2004 m.

Statomos paviršinių nuotekų valyklos, todėl nuo 2002 m. didėja iki nustatytų normų išvalytų šių nuotekų kiekis. Tačiau 2004 m. ir 2005 m. dėl didesnio momentinio iškritusio kritulių kiekio didėjo bendras paviršinių nuotekų kiekis, o tuo pačiu ir išleistų nevalytų nuotekų kiekis (Aplinkos..., 2006).

### 6.1.2. Paviršinio vandens telkinių apsaugos juostos ir zonos

Siekiant apsaugoti paviršinio vandens telkinius nuo pasklidusios taršos poveikio, Lietuvoje priimtos Paviršinio vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo taisyklės (Lietuvos..., 2001).

Vandens telkinių pakrančių apsaugos juostų ir zonų pagrindinė paskirtis – neleisti patekti į telkinius kenksmingoms medžiagoms (dirvožemio erozijos produktams, trąšoms, pesticidams, naftos produktams ir kt.), paviršinio nuotėkio atnešamoms iš gretimų teritorijų.

Paviršinio vandens telkinio apsaugos zona – teritorija prie paviršinio vandens telkinio, kurioje ūkinė ir kita veikla leidžiama tik naudojant specialiąsias (agronomines, inžinerines) priemones, apsaugančias vandens telkinį nuo degradacijos. Zonos dalyje arčiausiai prie vandens telkinio yra pakrantės apsaugos juosta.

Apsaugos juosta – tai paviršinio vandens telkinio pakrantės želdynų (medžių, krūmų, daugiamečių žolių) ruožas, kuriame ūkinės ir kitos veiklos apribojimai daug griežtesni negu likusioje zonos dalyje (Lietuvos..., 2001).

Apsaugos zonos plotis prie ežerų ir tvenkinių, kurių plotas didesnis kaip 100 ha, ir upių ruožų, kurių baseino plotas didesnis kaip 100 km<sup>2</sup>, privalo būti ne mažesnis kaip 500 m.

Prie mažesnių natūralių ir sureguliuotų upių, taip pat ežerų ir tvenkinių, kurių plotas 0,5–100 ha, apsaugos zonos plotis turi būti ne mažesnis kaip 200 m. Jei šių upių ar ežerų slėniai įsirežę giliau kaip 10 m ir jų šlaitai ilgesni kaip 200 m, zonos plotis nustatomas 500 m.

Prie sureguliuotų upelių, kurių baseinas mažesnis kaip 10 km<sup>2</sup> ir griovių, taip pat ežerų ir tvenkinių, kurių plotas mažesnis kaip 0,5 ha, nustatomos tik pakrantės apsaugos juostos.

Pakrantės apsaugos juostos sudaromos artimiausiame prie vandens telkinio pakrantės ruože. Upių, ežerų ir tvenkinių lėkštuose šlaituose jos matuojamos nuo vidutinio vasaros vandens lygio, o kai krantai yra statūs arba griūvantys – nuo viršutinės briaunos; prie sureguliuotų upelių ir kanalų – nuo vagos šlaitų viršutinės briaunos.

Natūralioms ir sureguliuotoms upėms, kurių baseinas didesnis kaip 25 km<sup>2</sup>, ir vi-  
siems ežerams bei tvenkiniams, didesniems kaip 0,5 ha, apsaugos juostų plotis nustatomas atsižvelgiant į vietovės reljefą:

- ✓ kai pakrančių polinkis iki 5° – ne mažesnis kaip 5 m;
- ✓ kai pakrančių polinkis nuo 5° iki 10° – ne mažesnis kaip 10 m;
- ✓ kai pakrančių polinkis didesnis kaip 10° – ne mažesnis kaip 25 m.

Vandens telkinių pakrantės apsaugos juostos nustatomos dvigubai platesnės, kai yra bent viena iš šių sąlygų:

- ✓ vandens telkinys yra valstybinio parko ar draustinio teritorijoje;
- ✓ vandens telkinys yra arčiau kaip 3 km iki miesto arba 1 km iki miestelio (gyvenvietės).

Natūralioms ir sureguliuotoms upėms, kurių baseinas mažesnis kaip 25 km<sup>2</sup>, taip pat ežerams ir tvenkiniams, mažesniems kaip 0,5 ha, pakrantės apsaugos juostos nustatomos du kartus siauresnės, negu buvo nurodyta atitinkamai didesnį baseiną turinčioms upėms ir didesnio ploto ežerams bei tvenkiniams.

Sureguliuotiems upeliams, kurių baseinas mažesnis kaip 10 km<sup>2</sup>, ir grioviams apsaugos juostos plotis paprastai nustatomas atsižvelgiant į vietovės sąlygas:

- ✓ kai pakrančių polinkis iki 5° – ne mažesnis kaip 1 m;
- ✓ kai pakrančių polinkis nuo 5° iki 10° – ne mažesnis kaip 2,5 m;
- ✓ kai pakrančių polinkis didesnis kaip 10° – ne mažesnis kaip 5 m.

Vandens telkinio apsaugos zonoje draudžiama statyti naftos produktų, trąšų, chemikalų sandėlius, įrengti sąvartynus, naudoti pesticidus ir plėtoti bet kokią ūkinę veiklą, kuri gali turėti įtakos telkinio vandens kokybei.

Pakrantės apsaugos juostose draudžiama statyti bet kokius statinius (išskyrus hidrotechninius), naudoti trąšas, pesticidus ir kitas chemines medžiagas, dirbti žemę, ardyti vėlėną, ganyti gyvulius, rengti poilsia vietas, statyti automobilius, kurti laužus, kirsti medžius ir krūmus (Lietuvos..., 2001).

Paviršinio vandens telkinius labai gerai saugo miškai. Vietovėse, kur nėra miškų, vandens telkiniams atriboti nuo dirbamų laukų yra sodinami apsauginiai želdiniai. Apsau-

giniai želdiniai paprastai sodinami vandens telkinių apsaugos zonoje. Želdinių plotas ir rūšinė sudėtis priklauso nuo teritorijos reljefo, dirvožemio savybių ir kt.

## 6.2. Hidrologinio režimo reguliavimas. Potvynių kontrolė

Upių užtvankimas, hidrotechninių statinių statyba, tvenkinių įrengimas sukelia vandens lygio svyravimus, kurie daro poveikį ekosistemoms, mažina krantų stabilumą, didina eroziją, keičiasi vandens telkinių dugno faunai ir žuvims būdingos gyvenimo sąlygos.

Visais atvejais, kai upėje pastatoma užtvanka ir įrengiamas tvenkinys, sutrikdomas natūralus upės hidrologinis režimas. Hidrotechninių statinių įtaka labiausiai pasireiškia sausuoju metų laikotarpiu, kai yra mažas vandens nuotėkis. Siekiant užtikrinti bent minimalias ekosistemos gyvavimo sąlygas upėje žemiau užtvankos, būtina iš tvenkinio į žemutinį bjeį praleisti tam tikrą debitą, kuris vadinamas gamtosauginiu. Jį reglamentuoja LR aplinkos ministro patvirtintas „Gamtosauginio vandens debito apskaičiavimo tvarkos aprašas“ (Lietuvos..., 2005).

Potvyniai – tai gamtos reiškiniai, kurių neįmanoma išvengti. Dėl jų žūva žmonės, nukenčia gyvenamieji objektai ir infrastruktūra, padaroma didelė žala ekonomikai. Be ekonominės ir socialinės žalos, potvyniai gali turėti svarbių pasekmių aplinkosaugai, pavyzdžiui, kai užliejamos nuotekų valyklos arba gamyklos, kuriose yra daug pavojingų aplinkai medžiagų. Potvyniai gali sunaikinti pelkes ir sumažinti biologinę įvairovę.

1998–2002 m. Europa nukentėjo nuo daugiau nei 100 didelių, daug žalos padariusių potvynių, tarp kurių buvo ir 2002 m. katastrofiški Dunojaus ir Elbės upių potvyniai.

Pagrindinė potvynių priežastis yra iš esmės nekontroliuojami gamtos reiškiniai. Tačiau nepriklausomai nuo to, ar lyja, kyla audra ar didelis jūros potvynis, potvynių žala labai priklauso nuo žmogaus veiklos: miškų kirtimo upių aukštupiuose, upių vagų tiesinimo, natūralių salpų mažinimo, netinkamos sausinimo praktikos ir ypač nuo daugybės statybų didelės rizikos ir potvynių zonose (Komisijos..., 2004).

Galima išskirti šias pagrindines potvynių priežastis:

- klimatinės (lietus, sniego tirpsmas, ledo tirpsmas, lietus ir sniego tirpsmas);
- dalinai klimatinės (jūros potvynių ir upės nuotėkio kombinacija, pajūrio audros);
- kitos (nuošliaužos, žemės drebėjimas, užtvankų griuvimas).

Pagrindinis apsaugos nuo potvynio tikslas yra potvynio žalos sumažinimas. Apsaugos nuo potvynių priemonės galima suskirstyti į dvi grupes: struktūrinės ir nestruktūrinės priemonės. Struktūrinės priemonės – tai tradicinis potvynio žalos sumažinimas fiziniiais būdais. Nestruktūrinės priemonės – tai žmogaus prisitaikymas prie esamos situacijos, neišvengiamos žalos sumažinimas.

Struktūrinės priemonės:

- inžineriniai būdai: vagos reguliavimas, pylimai ir dambos, užtvankos ir rezervuarai, objektų paruošimas potvyniui;
- potvynio mažinimo būdai: reljefo, augalijos, teritorijos naudojimo keitimas.

Nestruktūrinės priemonės:

- nuostolių padengimo būdai: pagalba, draudimas;
- nuostolių mažinimo būdai: pasiruošimas, prognozė ir perspėjimas, teritorijos naudojimo planavimas (Klaipėdos..., 2003).

Detaliau panagrinėsime kai kurias struktūrines potvynio grėsmės sumažinimo priemones:

- *Užtvankos ir rezervuarai.* Užtvankos, kurios sulaiko potvynio vandenį, yra labai efektyvi priemonė, sumažinanti potvynio vandens greitį, užliejamą plotą. Sukaupią potvynio vandenį galima paskirstyti įvairių vandens poreikių tenkinimui.
- *Dambos ir pylimai.* Dambos ir pylimai yra seniausias ir daugiausia naudojamas apsaugos nuo potvynio metodas. Dambos ar užtvarkos statomos lygiagrečiai upėms tam, kad potvynio vanduo neišsiliėtų į salpą. Paprastai statomi betoniniai pylimai, atliekantys tokias pat funkcijas kaip ir dambos. Dambos ir pylimai gali padidinti maksimalų potvynio vandens debitą pasroviui, nes sumažėja natūralus susikaupimas salpoje.
- *Potvynio nukreipimas.* Potvynio nukreiptuvas ar aplenkiamasis kanalas nukreipia perteklinį potvynio vandenį iš aukšto potvynio žalos potencialo plotų į plotą ar kanalą, galintį atlaikyti potvynio debitą.
- *Vagos modifikacijos.* Tobulinant vagos hidraulinį pajėgumą galima sumažinti vandens lygį ir padidinti jos pralaidumą. Vingių tiesinimas, vagos platinimas ir gilinimas yra svarbiausi jos modifikacijos metodai.
- *Sulaikymo priemonės.* Potvynio vandens sulaikymo baseinai su nekontroliuojamu išleidimu, įrengiant tranšėjas, mažas užtvankas ar sienas. Dėl sulaikymo priemonių potvynio vanduo kaupiamas upės baseine prieš pasiekiant pagrindinę vagą. Kiti sulaikymo priemonių privalumai yra gruntinio vandens papildymas ir vandens kokybės gerinimas mažinant sedimentaciją.

Nors struktūrinės priemonės efektyviai mažina potvynio žalą, tikslinga taikyti ir ne-struktūrines potvynio žalos mažinimo priemones:

- *Draudimas ir pagalba.* Draudimo sistema potvynio zonose – mechanizmas, skirtas potvynio žalos padengimui, padalinant išlaidas dideliame skaičiui panašios rizikos asmenų. Valstybė gali pasirinkti du kelius: naudoti draudimo sistemą arba vietoje jos teikti finansinę paramą nelaimės atveju (Klaipėdos..., 2003).
- *Pasiruošimas.* Paruošus statinius ir kitus infrastruktūros elementus potvyniui ir taip užkertant kelią vandeniui patekti į juos, išvengiama didelių nuostolių. Ruošiant statinius potvyniui naudojamos vandeniui nelaidžios medžiagos, barjerai, uždangos.
- *Salpos tvarkymas.* Žemės naudojimo pagrindinių vagų ir salpos plotuose taisyklių kūrimas suprantamas kaip salpos tvarkymas. Tai gali apimti daug administracinių veiksmų, reguliuojančių salpos žemės naudojimą, remiantis potencialia potvynio žala. Daugelyje regionų vyriausybė ar vietinės agentūros, dalydamos salpą į zonas, riboja jos plėtimąsi.
- *Potvynio prognozavimas ir potvynio perspėjimo sistemos.* Pagrindinis prognozės tikslas – apsaugoti žmogaus gyvybę ir sumažinti ekonominę žalą, todėl prognozė turi būti tiksli. Potvynių prognozė – tai reiškinio mokslinis įvertinimas realia-me laike, kuris gali būti panaudotas potvynio pavojingumui apibūdinti. Potvynio perspėjimas suteikia papildomą informaciją ir rekomendacijas, kaip saugotis nuo potvynio žmonėms, esantiems potvynio rizikos zonoje (Klaipėdos..., 2003).

2007 m. balandžio 25 d. Europos Parlamentas patvirtino Direktyvą „Dėl potvynių rizikos įvertinimo ir valdymo“ (A6-0064/2007). Ši direktyva įpareigoja valstybes

iki 2011 m. pabaigos preliminariai įvertinti potvynių tikimybę jų teritorijose, iki 2013 m. pabaigos sudaryti potvynių rizikos žemėlapius ir iki 2015 m. pabaigos numatyti taip vadinamuosius rizikos valdymo planus. Direktyva yra taikoma ne tik upių, bet ir jūrų potvyniams. ES narės direktyvą į savo teisę turės perkelti per dvejus metus (Direktyva..., 2007).

Šalys, numatydamos potvynių riziką, turės atsižvelgti į klimato kaitą ir oro taršą, glaudžiai bendradarbiauti tarpusavyje, vengti veiksmų, kurie galėtų sukelti potvynius kaimyninėse valstybėse. Valstybės įpareigojamos numatyti gamtinius potvynių prevencijos metodus, pvz., salpų priežiūra, tinkama žemės ūkio ir miškininkystės veikla.

Vykdydamos direktyvos nurodymus, valstybės turės įtraukti į potvynių prevenciją regioninę ir vietos valdžios institucijas, informuoti pažeidžiamų teritorijų gyventojus apie potvynių grėsmę, mokyti juos šią grėsmę sumažinti. Nuo potvynių nukentėjusios šalys galės pasinaudoti ES Solidarumo fondo lėšomis.

Potvynių rizikos valdymo tikslas – sumažinti potvynių tikimybę ir (arba) jų poveikį. Būtina rengti potvynių rizikos programas, į kurias tikslinga įtraukti šiuos elementus:

- *prevencija*: potvynių daromos žalos prevencija vengiant statyti namus ir plėsti pramonę dabartinėse ir būsimose galimų potvynių srityse; pritaikant ateities plėtrą potvynių rizikai; skatinant tinkamą žemėnaudą, žemės ir miškų ūkio praktiką;
- *apsauga*: struktūrinių ir nestrukūrinių priemonių taikymas potvynių tikimybei ir (arba) jų poveikiui sumažinti tam tikroje vietoje;
- *pasirengimas*: gyventojų informavimas apie potvynių riziką ir apie tai, kaip elgtis kilus potvyniui;
- *atsakas nelaimės atveju*: pagalbos teikimo kilus potvyniui planų parengimas;
- *grįžimas į pradinę padėtį*: kuo greitesnis grįžimas prie normalių sąlygų; socialinių bei ekonominių padarinių poveikio gyventojams sumažinimas.

Lietuvos didžiųjų upių potvyniai nėra labai staigūs, o tai palengvina potvynių prognozės ir perspėjimo sistemų veiklą. Didžiausi potvyniai būna Lietuvos teritorijoje Nemuno žemupio deltoje, neapsaugotoje pylimais upės dešiniame krante. Kairysis krantas priklauso Kaliningrado sričiai, jos teritorija jau seniai saugoma pylimais nuo šimtmetinių potvynių. Paprastai potvyniai vyksta pavasarį kovo-balandžio mėnesiais, tirpstant snigui, tačiau jie kyla net ir nelabai vandeningais metais dėl Nemuno atšakose susidarančių ledo sangrūdų (Lietuvos..., 2002). Lietuvoje sukurti hidrologiniai modeliai leidžia lengvai ir patikimai aprašyti potvynio procesus, bet Nemunas teka kelių valstybių teritorijomis, todėl kyla sunkumų dėl keitimosi hidrologine, meteorologine informacija, reikalinga potvynio prognozei.

Nemuno žemupio apsaugai nuo potvynių anksčiau buvo taikomos daugiausia struktūrinės priemonės (inžineriniai būdai – vagos reguliavimas, krantų pylimavimas), šiuo metu šioje teritorijoje naudojamos nestrukūrinės priemonės (pasiruošimas potvyniui, pagalba žmonėms) (Klaipėdos..., 2003).

Lietuvoje yra ir daugiau vietovių (Kaunas, Jonava, Vilnius), kur potvyniai gali padaryti žalos. Potvynių grėsmės rizika susijusi ir su gamtinės kilmės potvyniais, ir su potvyniais, kuriuos sukeltų pralaužtos užtvankos (Lietuvos..., 2002).

### 6.3. Maudyklų apsauga

Maudyklų vandens kokybę Europos Sąjungos šalyse reglamentuoja direktyva „Dėl maudyklų vandens kokybės valdymo“ (2006/7/EB). Maudyklų vandens direktyvoje nustatyti minimalūs reikalavimai, kurių privalo laikytis kiekviena valstybė narė. Be to, pateikti ir papildomi reikalavimai, skirti toms valstybėms narėms, kurios nori griežčiau prižiūrėti vandens kokybę. Maudyklų vandens kokybė tikrinama kasmet pagal fizinius, cheminius ir bakteriologinius rodiklius.

2006 metų duomenimis, daugiau nei 96% Europos paplūdimių laikomasi direktyvoje nustatytų sanitarinių reikalavimų. Gėlojo vandens maudymosi zonose vanduo šiek tiek daugiau užterštas (šiuos reikalavimus atitinka 89% maudyklų), tačiau vandens kokybė nuo 2005 m. jose labai pagerėjo. Senujų valstybių rezultatai šioje srityje yra geresni, o naujosios narės kasmet daro vis didesnę pažangą.

Lietuvoje rekreacijai naudojami pajūrio, upių, ežerų, tvenkinių ir karjerų vandenys. Didžiausi yra Palangos paplūdimiai – apie 25 kilometrai pajūrio. Lietuvoje 2000 metais buvo 214 paplūdimių, tačiau jų vandens kokybė ne visada atitiko teisės aktų reikalavimus, vanduo dažnai buvo mikrobiologiškai ir chemiškai užterštas. Norint sumažinti rekreacijai naudojamų vandenių mikrobiologinę ir cheminę taršą, vykdoma paplūdimių maudyklų vandens kokybės programinė priežiūra, nustatyti svarbiausi monitoringo parametrai, sąlygos, taršos priežastys.

Lietuvos Vyriausybė patvirtino Maudyklų vandens kokybės stebėsenos 2006–2008 m. programą (Lietuvos..., 2006). Nutarimas parengtas įgyvendinant jau minėtą Europos Tarybos direktyvą dėl maudyklų kokybės. Remiantis Vyriausybės nutarimu, kasmet privaloma teikti Europos Komisijai ataskaitą apie Lietuvos maudyklų vandens kokybę.

Maudyklų vandens kokybės stebėsenos programa nustato svarbiausius monitoringo rodiklius ir sąlygas bei leidžia nustatyti taršos priežastis – šie kriterijai yra būtini, norint tinkamai vykdyti maudyklų vandens kokybės priežiūrą. Programos tikslas – nustatyti maudyklų vandens kokybę, stebėti tyrimų rezultatus, formuoti poilsiu naudojamų vandenių valdymo strategiją, rengti rekomendacijas, įteisinti naujus paplūdimius, suteikti paplūdimiams „Mėlynosios vėliavos“ sertifikatus.

Stebint vandens mikrobiologinius ir fizinius-cheminius rodiklius bei kompleksiškai vertinant maudyklų vandens kokybę yra lengviau užtikrinti tinkamą žmonių sveikatai Lietuvos maudyklų vandens kokybę bei laiku parengti ir pateikti ataskaitas Europos Komisijai.

Viena pagrindinių vandens kokybės stebėsenos užduočių – teikti visuomenei, valstybės valdžios ir valdymo institucijoms informaciją apie maudyklų kokybės problemas. Įgyvendinant šią programą, kuriama vandens kokybės stebėsenos informacinė sistema. Įdiegus kompiuterizuotą sistemą, galima operatyviai naudotis sukaupta informacija, t. y. analizuoti, prognozuoti maudyklų vandens kokybės būklę ir apie tai laiku informuoti visuomenę. Pagal nustatytus rodiklius vandens kokybės tyrimai atliekami prieš dvi savaites iki maudymosi sezono pradžios ir reguliariai kas dvi savaites iki jo pabaigos. Maudymosi sezonas trunka nuo birželio 1 d. iki rugsėjo 15 d.

Nevykdamas maudyklų vandens kokybės tyrimų, negali būti užtikrinta žmonių apsauga nuo per vandenį plintančių ligų, dėl to gali nukentėti žmonių sveikata ir turizmo plėtra. Pagal minėtą programą vertinamos visos Lietuvos teritorijoje esančios maudyklos: pajūrio, upių, ežerų, tvenkinių ir karjerų.



Siekiant išsaugoti švarias mūšų maudyklas, būtina plėtoti ekologiškai švarią žemdirbystę, statyti ir renovuoti nuotekų valyklas, mažinti pramonės taršą ir biogeninių medžiagų kiekį paviršinio vandens telkiniuose.

Kai įgyvendinant Miesto nuotekų valymo direktyvą bus užbaigta nuotekų valyklų statyba ir renovacija visuose miestuose, kurie turi daugiau nei 2000 gyventojų, įdiegtas tretinis nuotekų valymas (azoto ir fosforo šalinimas) miestuose, turinčiuose daugiau nei 10 000 gyventojų, planuojama, kad ir vandens kokybė maudyklose pagerės. Tačiau vietinės problemos išliks, ypač mažose upėse, į kurias išleidžiamos didesnių miestų nuotekos. Tose vietose, kur vandens kokybė neatitiks standartų, bus laikinai draudžiama maudytis.

#### **6.4. Požeminio vandens apsauga**

Požeminio vandens apsauga yra suprantama kaip kompleksas priemonių, užtikrinančių racionalų požeminio vandens naudojimą ir jo geros kokybės išsaugojimą.

Požeminiai vandenys, palyginus su paviršiniaisiais, geriau apsaugoti nuo taršos. Iš vandeningųjų sluoksnių blogiausiai apsaugotas gruntinio vandens sluoksnis, nes jis slūgso virš pirmos vandensparos ir į jį filtruojasi teršalai nuo žemės paviršiaus.

Svarbiausios Lietuvos požeminio vandens naudojimo sritys ir apsaugos priemonės yra numatytos Požeminio vandens naudojimo ir apsaugos 2002–2010 m. strategijoje (Lietuvos..., 2002). Strategija parengta atsižvelgiant į Bendrosios vandens politikos direktyvos reikalavimus. Vadovaujantis šia strategija siekiama aprūpinti visuomenę geros kokybės geriamuoju vandeniu ir išsaugoti jį ateities kartoms.

Požeminio vandens naudojimo ir apsaugos 2002–2010 m. strategijoje numatomos keturios pagrindinės veiksmų, skirtų požeminio vandens ištekliams įvertinti ir jų naudojimui bei apsaugai racionaliai valdyti, kryptys:

- požeminio vandens išteklių ir jų kokybės tyrimai;
- natūralios požeminio vandens saugos ir antropogeninio poveikio vertinimas;
- požeminio vandens naudojimo ir apsaugos valdymo plėtra;
- informacijos apie požeminio vandens išteklius ir jų apsaugą skleidimas.

Strategijoje numatyta parengti kiekvienos balansinės hidrodinaminės sistemos matematinius modelius, apimančius tam tikras Lietuvos teritorijos dalis. Šie modeliai turi padėti praktiškai spręsti požeminio vandens išteklių naudojimo ir apsaugos valdymo uždavinius.

Geriamojo vandens gavybos ir tiekimo srityje labai svarbu spręsti kaimo gyventojų aprūpinimo geros kokybės geriamuoju vandeniu problemą. Kaimo vietovėse geriamasis vanduo gaunamas iš gruntinio vandeningojo sluoksnio, kuris, kaip jau minėta, silpniausiai apsaugotas nuo paviršinės taršos ir yra prastos kokybės. Gerėjant Lietuvos ekonomikos būklei, kaimo gyventojai geros kokybės geriamuoju vandeniu turėtų būti aprūpinami iš gilesnių vandeningųjų sluoksnių.

Šiuo metu produktyvūs vandeningieji sluoksniai naudojami centralizuotam geriamojo vandens tiekimui ir yra gerai ištirti, todėl ateityje daug dėmesio bus skiriama negilių, mažiau produktyvių vandeningųjų sluoksnių ištekliams, siekiant toliau plėtoti geriamojo vandens naudojimą.

Svarbiausias uždavinys mineralinio vandens naudojimo ir apsaugos srityje – parengti informacinę bazę Lietuvos mineralinio vandens išteklių naudojimo plėtrai užtikrinti šiuolaikinėmis rinkos ekonomikos sąlygomis. Tam tikslui pasiekti numatoma ištirti mineralinio vandens išteklius pagrindiniuose Lietuvos kurortuose, spręsti mineralinio vandens telkinių apsaugos klausimus, įskaitant monitoringo optimizavimą mineralinio vandens telkiniuose, mineralinio vandens vandenviečių sanitarinių apsaugos zonų nustatymą ir ūkinės veiklos reguliavimą (Lietuvos..., 2002).

## LITERATŪRA

1. Aplinkos būklė 2003. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2004.
2. Aplinkos būklė 2005. Tik faktai. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2006.
3. Aplinkos būklė 2006. Tik faktai. Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija. Vilnius, 2007.
4. Burneikis J., Gailiušis B. Lietuvos upių kadastras, IV d. Vilnius, 1970.
5. Burneikis J., Jablonskis J. Mažosios hidroenergetikos panaudojimo galimybės Lietuvoje. Kaunas, 1998.
6. Gailiušis B., Jablonskis J., Kovalenkoviėnė M. Lietuvos upės. Hidrografija ir nuotėkis. Kaunas: Lietuvos energetikos institutas, 2001.
7. Gleick P.(ed.). Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources. Oxford University Press, Oxford, New York, 1993.
8. Gudas M., Ščeponavičiūtė R. Bendroji vandens politikos direktyva ir jos įgyvendinimas Lietuvoje. Prieiga per internetą: [www.ateitiesvanduo.lt](http://www.ateitiesvanduo.lt)
9. Direktyva 2000/60/EB, nustatanti Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus: Europos bendrijų oficialusis leidinys, 2000.
10. Direktyva 91/271/EEB „Dėl miesto nuotekų valymo“: Europos bendrijų oficialusis leidinys, 1991.
11. Direktyva A6-0064/2007 „Dėl potvynių rizikos įvertinimo ir valdymo: Europos bendrijų oficialusis leidinys, 2007.
12. Heinrich D., Hergt M. Ekologijos atlasas. Vilnius: Alma litera, 2000.
13. Karamouz M., Szidarovsky F., Zahraie B. Water Resources Systems Analysis. USA: Lewis Publishers, 2003.
14. Klaipėdos ir Tauragės apskričių užliejamų teritorijų skirstymo pagal užliejimo tikimybės schemas parengimo, specialiųjų ūkinės veiklos potvynių metu užliejamose teritorijose sąlygų nustatymo bei teisės aktų parengimo ataskaita. Darbo vadovas A. Dumbrasukas. Kaunas, 2003.
15. Komisijos komunikatas Tarybai, Europos Parlamentui, Europos Ekonomikos ir socialinių reikalų komitetui ir Regionų komitetui. Potvynių rizikos valdymas. Potvynių prevencija, apsauga ir mažinimas. Briuselis, 2004.
16. Kompleksinis vandens išteklių valdymas. Techninio komiteto pagrindiniai dokumentai Nr.4. Pasaulinė vandens bendrija, 1999.
17. Kusta A., Rutkoviėnė V. M., Česonienė L. Geriamasis vanduo sodyboje. Kaunas: LŽŪU, 2003.
18. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. lapkričio 7 d. įsakymas Nr. 540 „Dėl paviršinio vandens telkinių apsaugos zonų ir pakrančių apsaugos juostų nustatymo taisyklių patvirtinimo“. Žin., 2001, Nr.95-3372.
19. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. gruodžio 21 d. įsakymas Nr. D1-633 „Dėl paviršinių vandens telkinių, kuriuose gali gyventi ir veisti gėlavandenės žuvis, apsaugos reikalavimų aprašo patvirtinimo“. Žin., 2006, Nr. 5-159.
20. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. liepos 10 d. įsakymas Nr. 362 „Dėl vandens telkinių suskirstymo“. Žin., 2002, Nr. 81-3509.

21. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2006 m. gegužės 17 d. įsakymas Nr. D1-236 „Dėl nuotekų tvarkymo reglamento patvirtinimo“. Žin., 2006, Nr. 59-2103.
22. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. liepos 29 d. įsakymas Nr. D1-382 „Dėl gamtosauginio vandens debito apskaičiavimo tvarkos aprašo patvirtinimo“. Žin., 2005, Nr.94-3508.
23. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2005 m. sausio 12 d. įsakymas Nr. D1-23. „Dėl vandentvarkos ūkio (vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo) plėtros strategijos patvirtinimo“. Žin., 2005, Nr. 8-245.
24. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2003 m. gruodžio 24 d. įsakymas Nr. 708 „Dėl Lietuvos aplinkos apsaugos normatyvinių dokumentų LAND 53-2003, LAND 54-2003, LAND 55-2003, LAND 56-2003, LAND 57-2003 patvirtinimo“. Žin., 2004, Nr. 53-1827.
25. Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2002 m. balandžio 8 d. įsakymas Nr. 160 „Dėl valstybinio aplinkos monitoringo nuostatų patvirtinimo“. Žin., 2002, Nr. 40-1514.
26. Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro ir Lietuvos Respublikos aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 19 d. įsakymas Nr.452/607 „Dėl vandenių apsaugos nuo taršos azoto junginiais iš žemės ūkio šaltinių reikalavimų patvirtinimo“. Žin., 2002, Nr. 1-14.
27. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. birželio 21 d. nutarimas Nr. 614 „Dėl Kuršių marių vandens kokybės gerinimo programos patvirtinimo“. Žin., 2006, Nr. 71-2629.
28. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2005 m. birželio 23 d. nutarimas Nr. 692 „Dėl ilgalaikės (iki 2025 metų) Lietuvos transporto sistemos plėtros strategijos patvirtinimo“. Žin., 2005, Nr. 79-2860.
29. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2006 m. rugpjūčio 4 d. nutarimas Nr. 773 „Dėl Maudyklų vandens kokybės stebėsenos 2006–2008 m. programos patvirtinimo“. Žin., 2006, Nr. 88-3459.
30. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2002 m. sausio 25 d. nutarimas Nr. 107 „Dėl požeminio vandens naudojimo ir apsaugos 2002–2010 metų strategijos“. Žin., 2002, Nr. 10-362.
31. Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2005 m. vasario 7 d. nutarimas Nr. 130 „Dėl Valskybinės aplinkos monitoringo 2005–2010 m programos patvirtinimo“. Žin., 2005, Nr. 19-608.
32. Lietuvos vandens išteklių vizija 2025 metams. Prieiga per internetą: [www.vandensklubas.lt](http://www.vandensklubas.lt).
33. Melioruota žemė ir melioracijos statiniai (2007 01 01). Informacinis leidinys. Vilnius, 2007.
34. Ozolinčius R. Aplinkos ištekliai. Mokomoji knyga. Kaunas: VDU, 2005.
35. Parengti detaliją vandens išteklių naudojimo ir apsaugos strategiją iki 2005 m. Baigiamoji ataskaita. Darbo vadovas Punys P. Kaunas, 1999.
36. Poška A., Punys P. Inžinerinė hidrologija. Kaunas, 1996.
37. Tumas R. Vandens ekologija. Kaunas: Naujasis lankas, 2003.
38. Mays L. W. Water Resources Engineering. USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001.
39. Mays L. W. Water Resources Handbook. New York, McGraw-Hill, 1996.

40. Stasiškienė Ž., Dvarionienė J. Vandens išteklių tausojimo Lietuvos pramonėje galimybių analizė. Aplinkos tyrimai, inžinerija ir vadyba Nr. 1 (19) Kaunas, 2002.
41. Stravinskienė V. Bendroji ekologija. Kaunas: Šviesa, 2003.
42. Shiklomanov I. World Fresh Water Resources. Water in Crisis. New York, Oxford University Press, 1993.
43. Sustainable Water Management in the Baltic Sea Basin. The Baltic University Programme – Uppsala University. Editor Lundin L. C. Book I. The Waterscape. Book II. Water Use and Management. Book III. Water in Society, 2000.
44. Summary of monograph „World water resources at the beginning of the 21st century“, 1995.
45. Žuvininkystės sektoriaus 2007–2013 m. veiksmų programa. Strateginio pasekmių aplinkai vertinimo ataskaita. Vilnius, 2007.
46. 2000 m. spalio 23 d. Europos Parlamento ir Tarybos direktyvos 2000/60/EB, nustatančios Bendrijos veiksmų vandens politikos srityje pagrindus, 5 ir 6 straipsnių ataskaita. Aplinkos apsaugos agentūra, 2005.
47. Гидрогеология СССР. Том XXXII. Литовская ССР. М: Недра, 1969.

Tiražas 250 vnt.  
Spausdino UAB „Ardiva“  
Jonavos g. 254, LT-44132, Kaunas,  
Tel.: (8-37) 36 34 01; Faks.: (8-37) 33 47 34;  
El. p.: [info@ardiva.lt](mailto:info@ardiva.lt); [www.ardiva.lt](http://www.ardiva.lt).