

# Kauno marių vandens lygio kaita iki Kruonio hidroakumuliacinės elektrinės paleidimo

Rimas Žaromskis

Vilniaus universitetas

## OBJEKTAS IR PROBLEMA

Kauno marios – didžiausias dirbtinis Lietuvos vandens telkinys, suformuotas 1959 m. pastačius Kauno HE. Ši hidroelektrinė turėjo būti viena Nemuno upės elektrinių kaskados grandžių. Be Kauno HE, kaskadoje buvo numatyta Smalininkų, Birštono, Alytaus, Gardino bei kiti tvenkiniai, kurių dėka buvo planuojama ne tik gaminti pigią elektros energiją, bet ir vandens keliu sujungti Baltijos ir Juodąją jūras. Ekologinėms, socialinėms, civilinės saugos ir kitoms su didžiuliais tvenkiniais susijusioms problemoms tada buvo skiriamas tik minimalus dėmesys.

Užtvenkus Nemuną netoli Pažaislio, susidarė 20 m aukščio vandens patvanka, dėl kurios Nemuno slėnis maždaug iki Prienų užliejamas palaipsniui mažėjančiu vandens sluoksniu. Susidarė 63,5 km<sup>2</sup> tvenkinys, talpinantis 462 mln. m<sup>3</sup> vandens (Mankevičius, 1980). Nors Lietuvos mastu tai milžiniškas žmogaus rankų kūrinys, bet tarp didžiausių pasaulio tvenkinių Kauno marios atrodo gana kukliai (1 lentelė).

Projektuose Kauno marių tvenkinys labiausiai buvo siejamas su hidroenergetika ir Kauno miesto

apsauga nuo pavasarinių Nemuno potvynių. Kaip šalutiniai marių panaudos aspektai buvo minima žuvininkystė, laivyba, rekreacija. Praėjus vos 15 metų nuo tvenkinio sukūrimo, Kauno HE lyginamoji dalis energosistemoje tapo visai nedidelė, bet atsirado galimybė išnaudoti tvenkinį kaip apatinį stambios HAE baseiną, dirbančios kartu su galinga Ignalinos AE. Nesukūrus ant Nemuno ištisos tvenkinių kaskados, sumenko ir Kauno marių laivybos reikšmė, bet kitos tvenkinio funkcijos iš esmės išliko.

1977 m. dešiniajame Nemuno slėnio krante, 25 km nuo Kauno HE, pradėta tikro energetikos giganto – Kruonio HAE – statyba. 1992 m. buvo paleistas pirmasis hidroagregatas, o 1999 m. – ketvirtasis. Šios elektrinės apatinis bjefas yra Kauno marios, o viršutinis – dirbtinai suformuotas 303 ha pločio ir 48,3 mln. m<sup>3</sup> tūrio baseinas. Vidurkinis viršutinio ir apatinio baseinų vandens lygio skirtumas – 105 m (Kruonio HAE..., 1999). Vienas šios elektrinės hidroagregatas, dirbdamas siurblio režimu ir 220 MW galia, užtikrina 180 m<sup>3</sup>/s vandens debitą. Tam pačiam hidroagregatui dirbant generatoriaus režimu 220 MW galia, į Kauno marias liejasi vandens

1 lentelė. Kauno marių ir didžiųjų pasaulio tvenkinių charakteristikos (Avakian, Saltankin, Šarapov, 1987)  
Table 1. Characteristics of the Kauno Marios and the world largest ponds

Tvenkinio pavadinimas Pond name	Valstybė Country	Upė River	Paviršiaus plotas km <sup>2</sup> Area, km <sup>2</sup>	Vandens tūris km <sup>3</sup> Water volume, km <sup>3</sup>	Patvankos aukštis m Flood height, m	Tvenkinio ilgis km Pond length, km
Volta (Akacombo)	Gana	Volta	8480	148,0	70	400
Bratskas	Rusija	Angara	5470	169,3	106	565
Naseras	Egiptas, Sudanas	Nilas	5120	157,0	95	500
Kariba	Zambija, Rodezija	Zambežė	4450	160,4	100	300
Guri (El-Manteko)	Venesuela	Karoni	4250	135,0	150	250
Kuibyšėvas	Rusija	Volga	6448	58,0	29	630
Krasnojarskas	Rusija	Janisiejus	2000	73,3	100	390
Manikuaganas-5	Kanada	Manikuaganas	1940	142,0	100	85
Kauno marios	Lietuva	Nemunas	63,5	0,462	20	93

srautas, kurio debitas – 226 m<sup>3</sup>/s (Kruonio HAE..., 1999). Įdomu, kad ties Kauno HE užtvanka Nemuno debitas siekia 293 m<sup>3</sup>/s (Mankevičius, 1981). Tai gi Kauno marių vandens lygis priklauso ne tik nuo antropogeninio poveikio – Kauno HE ir Kruonio HAE darbo režimo.

Dar tik pradėjus statyti Kruonio HAE, daugelis gamtosaugos specialistų (tarp jų ir autorius) ne kartą reišė susirūpinimą projekte numatyta didele Kauno marių vandens lygio svyravimo amplitude, kuri buvo siejama su hidroakumuliacinės elektrinės darbu (Mankevičius, 1981; Žaromskis, 1989). Deja, iki šiol Kauno marių vandens lygio dinamika nenagrinėta ilgesnį laiką bei skirtingu režimu dirbant Kauno HE ir Kruonio HAE. Negana to, neapibendrinti ir vien Kauno HE veiklos nulemti vandens lygio pokyčiai.

Šio straipsnio tikslas – panagrinėti Kauno marių vandens lygio kaitos ypatumus, kuriuos lėmė tiek natūralūs, tiek antropogeniniai veiksniai iki Kruonio HAE paleidimo.

## METODIKA

Darbe panaudoti Kauno HE kasvalandiniai ir vidutiniai paros vandens lygio matavimo duomenys, 1978–1992 m. surinkti pačioje elektrinėje arba Lietuvos energetikos tarnybos dispečerinėje Vilniuje. Šie duomenys buvo sisteminami išskiriant įvairios trukmės ir amplitudės vandens lygio pokyčius.

Duomenys apie atitinkamo laikotarpio klimato ypatumus, t. y. oro temperatūrą bei kritulių kiekį Kauno hidrometeorologijos stotyje, buvo gauti Lietuvos hidrometeorologijos tarnyboje, taip pat paskelbti klimatologų darbuose (Bukantis ir kt., 1998).

Nors autorius disponuoja daugelio metų vandens lygio stebėjimų duomenimis, čia daugiausia remiamasi 1978–1983 metų stebėjimais, kurie yra gana tipiški tiek gamtos sąlygų įvairovė, tiek Kauno HE apkrovos požiūriu dar tebesant Šiaurės vakarų SSSR energetikos sistemoje.

Vandens lygio pokyčiai, kurių trukmė ne mažesnė kaip vienas mėnuo ir kuriems tam tikros reikšmės jau gali turėti klimato ypatumai, sąlyginai priskiriami ilgalaikiams. Savaitinio arba dar trumpesnio ciklo vandens lygio kaitą, kuriai lemiamą reikšmę turi antropogeniniai veiksniai, o gamtiniai (hidrometeorologiniai) – daug mažesnę, sąlyginai priskiriame trumpalaikiai.

## ILGOS IR VIDUTINĖS TRUKMĖS VANDENS LYGIO POKYČIAI

Kaip ir visų vandens telkinių, Kauno marių vandens lygį lemia vandens balansas. Didžioji vandens „pajamų“ dalis jame priklauso nuo vandens prietakos Nemuno upe, o didžioji netekties dalis – nuo Kauno HE darbo intensyvumo bei vandens nuleidimo užtvankos pralaidomis. Tai gi vandens prietaką reguliuoja natūralūs veiksniai, o netektį – antropogeniniai. Nors vandens lygį mariose stengiamasi išlaikyti maždaug ties 44 m absoliutaus aukščio atžyma, drėgnesniais metais marių lygis būna kiek aukštesnis, o sausesniais – kiek žemesnis už vidutinį. Šį dėsningumą kiek pakoreguodavo Kauno HE darbo režimas, kuris beveik visiškai priklausė nuo energijos poreikio (ypač piko metu) Šiaurės vakarų energosistemoje. Visos minėtos priežastys sąlygojo gana chaotišką vidutinio marių lygio pasiskirstymą (2 lentelė).

2 lentelė. Kauno marių 1978–1983 m. vandens lygio kaitos duomenys

Table 2. Data reflecting the Kauno Marios water level dynamics in 1978–1983

Metai	Aukščiausio lygio data	Aukščiausio lygio reikšmė cm	Žemiausio lygio data	Žemiausio lygio reikšmė	Vidutinis metų vandens lygis cm	Lygio kaitos amplitudės cm	Dienų skaičius, kai lygis viršija 500 cm atžymą
Year	Maximum level date	Maximum level value, cm	Lowest level date	Lowest level value, cm	Average annual water level, cm	Amplitudes in water level fluctuations, cm	Number of days with level above 500 cm mark
1978	07 16 (09 26)	544 (544)	03 25–30	203	492,7	341	263
1979	04 02	620	03 24–26	106	481,8	514	191
1980	12 25–26	584	04 02	150	478,2	434	263
1981	01 01	564	03 22	332	495,8	232	233
1982	07 12 (01 07)	549 (546)	03 15	088	441,5	461	116
1983	05 09	542	12 21	318	476,2	224	122

Pastaba: skliausteliuose pažymėta tų pačių metų didelių pokyčių data bei reikšmė.

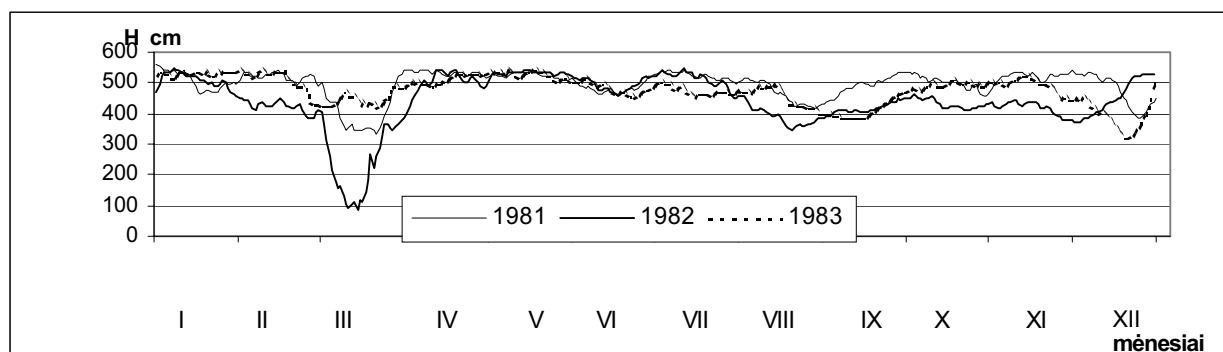
Note: date and value of large changes which occurred in the same year are given in parentheses.

Taigi aukščiausias vidurkinis marių lygis buvo 1981 m., kai kritulių kiekis atskirais mėnesiais neišsiskyrė dideliais kontrastais, nors bendras jų kiekis siekė 642 mm. 1981 m. Nemuno vandens prietaka į marias buvo gana tolygi, todėl pavasarį marios nebuvo daug nuleistos. Tai rodo ir maža vandens lygio kaitos amplitudė (2 lentelė). Žemiausias vidutinis marių vandens lygis buvo 1982 m.: mažai kritulių šaltuoju periodu (180 mm) ir nedaug šiltuoju (348 mm). Tačiau 1981 m. gruodžio ir 1982 m. sausio mėnesiais iškrito didesnis kritulių kiekis (63 ir 53 mm), todėl Kauno HE darbuotojai gerokai nuleido vandėnį. Gali būti, kad marių vandens lygio pažemėjimą sukėlė ir didesnis energijos poreikis žiemos mėnesiais, lėmęs intensyvesnį HE darbą.

Taigi vidutinis marių lygis tik iš dalies atspindi gamtines reguliavimo priežastis. Labiausiai jis priklauso nuo marių vandens nuleidimų prieš potvynius bei poplūdžius. Metų vandeningumą geriau atspindi ne vidutinių lygių reikšmės, o dienų skai-

skirti antropogeniniam reguliavimui, neblogai atitinkančiam ekologines nuostatas (Žaromskis, 1996).

Išanalizavus 1977–1992 m. vandens lygį išryškėjo būdingiausi jo ciklai: žemo – pavasarį ir rugpjūčio–rugsėjo mėnesiais ir paaukštėjusio – balandžio–birželio ir spalio–lapkričio mėnesiais. Be to, dažnai lygio pažemėjimas būna ir rudens pabaigoje – žiemos pradžioje (1 pav.). Gali būti, kad jis siejasi su klimatinės žiemos pradžia ir išalo formavimusi, nes kritulių kiekis lapkričio–gruodžio mėnesiais nebūna sumažėjęs (Bukantis, 1994). Ilgiausi vandens lygio paaukštėjimo arba sumažėjimo periodai dažniausiai trunka 2–3 mėnesius. Išimtį sudaro tik pavasarinis lygio pažemėjimas, kurio trukmė keičiasi gana plačiose ribose. Jei 1983 m. pavasarį vandens lygis pažemėjo vos apie metrą ir žemiau 500 cm ribos išsilaiškė tik apie mėnesį, tai 1980 m. buvo nukritęs iki 149 cm atžymos, o žemo lygio laikotarpis truko nuo sausio vidurio iki pat balandžio antrosios pusės.



1 pav. Vandens lygio kaitos 1981–1983 m. chronologiniai grafikai (500 cm lygis atitinka 44 m absoliutų aukštį)  
Fig. 1. Chronology of water level changes in 1981–1983. A 500 cm level corresponds to the 44 m absolute altitude

čius, kai vandens lygis buvo aukštesnis už 500 cm atžymą, t. y. viršijo 44 m absoliutų aukštį (2 lentelė).

Kauno marių ekosistemai didžiulę reikšmę turi vandens lygio kaitos amplitudės. Pažymėtina, kad per visą marių egzistavimo laikotarpį lygio kaitos amplitudė sudaro net 532 cm. Aukščiausia lygio reikšmė buvo 1979 m. – 620 cm, o žemiausia 1982 m. – 88 cm. Analizuojant vandens lygio kaitos amplitudes aiškėja, kad 9-ojo dešimtmečio antroje pusėje bei paskutiniajame XX a. dešimtmetyje jos gerokai mažesnės nei 8-ajame. 1990–1991 m. marių vidutinis mėnesio lygis nebuvo žemesnis už 43,57 m absoliutaus aukščio atžymą. Įdomiausia, kad šiuo laikotarpiu klimatologai nustato tolesnį kritulių mažėjimą šiltuoju periodu ir ryškų jų gausėjimą šaltuoju (Bukantis, Rimkutė, Kazakevičius, 1998). Tai savo ruožtu galėjo sąlygoti didesnę pavasarinį potvynių grėsmę ir žymesnį marių nuleidimą. Kadangi taip neįvyko, realią šio laikotarpio marių lygio eigą lieka pri-

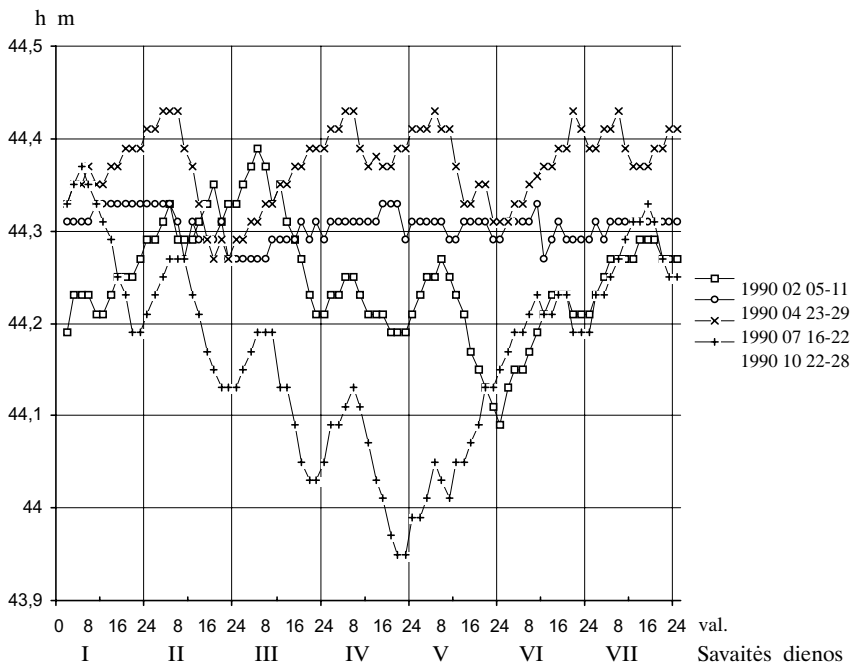
Nagrinėjant atskirų mėnesių vandens lygio kaitą paaiškėjo, kad mažiausiomis vandens lygio kaitos amplitudėmis išsiskyrė vasaros mėnesiai, kiek didesnėmis – rudens ir žiemos, o didžiausiomis – pavasario.

#### TRUMPALAIKĖ VANDENS LYGIO KAITA

Kadangi Kauno marios – tipiškas energijos gamybos baseinas, tai jo vandens lygis daugiausia priklauso nuo energijos poreikio įvairios trukmės cikluose. Ryškiausia šio poreikio kaita yra savaitės cikle: savaitgaliais energijos sunaudojama daug mažiau negu darbo dienomis. Be to, energijos poreikis ženkliai skiriasi dieną ir naktį. Pastarieji skirtumai dar labiau padidėjo Lietuvai atkūrus nepriklausomybę ir buvusioms didžiulėms sąjunginės priklausomybės įmonėms, anksčiau dirbusioms trimis pamainomis, palaipsniui ėmus mažinti darbo intensyvumą.

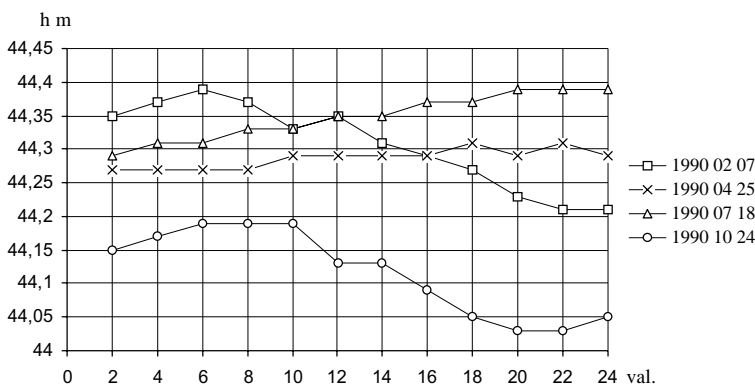
Jau žinoma, kad savaitės cikle vandens lygio kaitos amplitudė dažnai svyruoja iki 30 cm (Žaromskis,

1986). Marių lygis, palapsniui mažėjęs darbo dienomis, savaitgaliais, kada Kauno HE energijos negamina, vėl padidėjo. Be to, savaitės cikle išryškėja ir atskirų metų sezonų lygio kaitos ypatumai (2 pav.). Žiemos ir rudens mėnesiais, kada elektros poreikiai patys didžiausi, buvo pastebėtos pačios didžiausios savaitinės vandens lygio kaitos amplitudės. Pavasarį ir vasarą jos gerokai mažesnės. Šiltuoju metų periodu atskirų parų cikluose tai sąlygojo ilgesni šviesos laikotarpiai, nereikalaujantys buityje papildomos elektros energijos. Intensyvaus HE darbo laiko sutrumpėjimas paros cikle sumažindavo elektrinės vandens sąnaudas ir per savaitę.



2 pav. Kauno marių savaitės vandens lygio kaita įvairiais metų sezonais iki Kruonio HAE paleidimo

Fig. 2. Weekly cycle changes in the Kauno Marios water level for different seasons before launching the Kruonis HAPP



3 pav. Kauno marių paros vandens lygio kaita skirtingais metų sezonais iki Kruonio HAE paleidimo. (Kadangi skirtingomis savaitės dienomis lygis taip pat skiriasi, visur pateikiami trečiadienių duomenys.)

Fig. 3. Diurnal cycle changes in the Kauno Marios water level for different seasons. Since the course of level fluctuations differs with a day of the week, the Wednesday data are given

Kadangi per parą daugiausia energijos sunaudojama rytais ir vakarais, vandens lygio kaitos kreivė rytais ir vakarais pažemėja, o naktį ir dieną paaukštėja (3 pav.). Paros vandens lygio kaitos amplitudės veikiant tik HE dažniausiai neviršydavo 10 cm ir mažiausios būdavo savaitgaliais.

Būtina pažymėti, kad neretai paros arba net kelių parų vandens lygis išsilaikydavo stabilus arba tepasiekdavo 1–2 cm. Aštuntajame dešimtmetyje tokie atvejai buvo 1978 08 07–08, 1979 05 29–30 ir t. t. Paskutiniojo XX a. dešimtmečio pradžioje, t. y. 1991 m. vasario mėnesį, pažemėjęs vandens lygis ties 43,75 m absoliutaus aukščio atžyma stabiliai išsilaikė net tris

paras: nuo 8 iki 10 dienų. Tokie palyginti trumpi stabilūs vandens lygio periodai dažniau pasitaikydavo vasaros metu. Ilgesni stabilūs lygio laikotarpiai buvo užfiksuoti ir vėliau, kai jau buvo paleista, nors tuo metu ir neveikė, Kruonio HAE.

Paleidus pirmuosius Kruonio HAE hidroagregatus, kai kurie iki tol nusistovėję Kauno marių vandens lygio kaitos ciklai patyrė nemažus pokyčius, be to, atsirado naujų hidrodinaminių efektų, kurie bus aptariami atskiruose straipsniuose.

## IŠVADOS

1. Iki Kruonio HAE paleidimo Kauno marių vandens lygį reguliavo vandens balanso sudedamosios dalys, kuriose pajamos priklausė nuo natūralių, ypač Nemuno upės vandeningumą lemiančių procesų, o netektis – daugiausia nuo antropogeninių veiksnių, susijusių su vandens praleidimu Kauno HE užtvangoje.

2. Vidutinis tam tikrų metų vandens lygis Kauno mariose nėra informatyvus rodiklis, todėl, nagrinėjant šį vandens telkinį, taikytinas ir rodiklis, parodantis dienų skaičių, kai lygis viršija projekcinį (44 m abs. aukščio).

3. Aukščiausias vidutinis metų vandens lygis bei daugiausia dienų, pasižyminčių aukštu lygiu, būdavo tais metais, kai kritulių iškrisdavo maždaug tolygiai, o bendras jų kiekis viršydavo vidutinį.

4. Kauno mariose aukščiausias vandens lygis buvo 1979 m. – 620 cm (45,2 m abs. aukščio). Daugiametė van-

dens lygio kaitos amplitudė – 532 cm. Mažiausiomis lygio kaitos amplitudėmis išsiskiria vasaros mėnesiai, o didžiausiomis – pavasario, kai marios dirbtinai nuleidžiamos prieš Nemuno potvynio bangą.

5. Trumpalaikėje marių lygio kaitoje išskiriami savaitės ir paros ciklai. Pirmasis susijęs su Kauno HE savaitiniu darbo režimu ir turi apie 30 cm kaitos amplitudę. Paros ciklas siejasi su skirtingu elektros poreikiu paros metu. Šiame cikle marių vandens lygis iki Kruonio HAE paleidimo svyravo apie 10 cm.

6. Kauno marių vandens lygio kaitos analizė, apimanti laikotarpį, kai dirbo tik vienas energetikos objektas – Kauno HE, gali būti naudinga tolesnėms hidrologinių procesų, susijusių ir su Kruonio HAE darbu, studijoms.

Gauta

2001 01 20

Parengta

2001 04 08

#### Literatūra

- Avakian A. B., Saltankin V. P., Šarapov V. A. (1987). *Vodochranilišča*. Moskva: Myslj.
- Bukantis A. (1994). *Lietuvos klimatas*. Vilnius: VU leidykla.
- Bukantis A., Rimkutė L. (1998). Oro temperatūra. *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*. Vilnius. 6–18.
- Bukantis A., Rimkutė L., Kazakevičius S. (1998). Atmosferos krituliai. *Klimato elementų kintamumas Lietuvos teritorijoje*. Vilnius. 19–41.
- Mankevičius M. (1981). Kauno hidroelektrinė. *Kauno marios*. Vilnius: Mokslas. 7–12.
- Stankevičius S. (1980). Pratarinė. *Kauno marios*. Vilnius: Mokslas. 3–4.
- Žaromskis R. (1986). Niekotoryje čerty razvitija Kaunas-kovo vodochranilišča. Tez. dokladov naučno-techničeskoj konferencii po regulirovaniju ispolzovanija i ochrane vodnych resursov. *Ochрана i racionalnoje ispolzovanije vodnych resursov Litvy*. Vilnius. 108–109.
- Žaromskis R. (1986). Vlijanije dinamiki urovnia Kaunas-kovo vodochranilišča na pereformirovanije beregov.

Tez. dokladov XI respublikanskoj gidrometeorologyčeskoj konferencii. *Problemy i puti racionalnoje ispolzovanija prirodnych resursov i ochrana prirody*. Vilnius. 71.

Žaromskis R. (1989). Prie marių. *Mūsų gamta*. 3: 8.

#### Rimas Žaromskis

#### WATER LEVEL FLUCTUATIONS IN THE KAUNO MARIOS RESERVOIR BEFORE LAUNCHING THE KRUONIS HYDROELECTRIC PUMPED STORAGE POWER STATION

#### S u m m a r y

Kauno Marios is a pond with a complicated hydrological regime. Several years ago its dynamical changes in water level were caused only by climatic factors and the Kaunas hydroelectric power plant (HP). Now, after construction of the Kruonis hydroelectric pumped storage power plant (HPSP), water level changes became more varied; moreover, the water level regime turned into an environmental problem. In order to distinguish the impact of natural factors and of several power objects on the hydrological regime of the pond, the paper analyzes water level changes before the Kruonis HAPP was launched.

In 1978–1992, water level records showed various cycling changes in water volume. The annual cycle is determined by climatic peculiarities, whereas the weekly and diurnal cycles are determined by the Kaunas HP. Searching for generalising indicators, we have found that the average water level value of a certain year is not informative, since it depends greatly on a forced water flush from Kauno Marios before the spring flood. The annual water level state is better expressed by the number of days with the level above the design (44 m absolute altitude) and the number of days below it. More days above the 44 m level were observed in the years with an even distribution of atmospheric precipitation through the year and when the total precipitation exceeded the average. The highest water level (45.2 m absolute altitude) was recorded in 1979. A long-term amplitude of water level fluctuations was 532 cm. The lowest amplitudes were in summertime, and the highest ones were in springtime, when water from Kauno Marios is flushed by several metres. In a weekly cycle changes in water level usually reached 30 cm in a diurnal cycle and about 10 cm.