

UDC 627

SCOPUS CODE 2212

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-98-106>

ფოთის პორტის ახალი მოლოს გავლენა სანაპირო ზოლის ლითოდიამიკურ პროცესებზე

ივანე სალინაძე	საზღვაო-სატრანსპორტო ფაკულტეტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 4400, ფოთი, 9 აპრილის ხეივანი №11 E-mail: vanosag@gmail.com
მანონი კოდუა	ჰიდროტექნიკისა და სამოქალაქო ინჟინერიის დეპარტამენტი, საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, საქართველო, 0160, თბილისი, მ. კოსტავას 68 ^ბ E-mail: m.kodua@gtu.ge
მანანა ფხაკაძე	საზღვაო-სატრანსპორტო ფაკულტეტი, აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი, საქართველო, 4400, ფოთი, 9 აპრილის ხეივანი №11 E-mail: Manana.pkhakadze@atsu.edu.ge

რეცენზენტები:

ტ. კვიციანი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: kvitsianitariel01@gtu.ge

ი. ინაშვილი, სტუ-ის სამშენებლო ფაკულტეტის პროფესორი

E-mail: i.inashvili@gtu.ge

ანოტაცია.

ქალაქ ფოთსა და მის საზღვაო რეგიონში რამდენიმე ათეული წელია არსებობს გარემოსდაცვითი და გეომორფოლოგიური ხასიათის დღემდე გადაუჭრელი პრობლემები, რაც განაპირობა ამ რეგიონში ანთროპოგენურმა ჩარევებმა [1].

ნაშრომში განხილულია ქალაქ ფოთის პორტის ახალი მოლოს გავლენა სანაპირო ზოლში მიმდინარე

ლითოდიამიკურ პროცესებზე. ნატანის სანაპირო ზოლში ტრანსპორტირების სიჩქარეების შესასწავლად გამოყენებულია ნატანის მასის მუდმივობის განტოლება, რომლის ამოსახსნელად ვიყენებთ სასრულ ელემენტთა მეთოდს და კრანკლ-ნიკოლსონის სქემებს. ჩატარებულია რიცხვითი ექსპერიმენტები და განსაზღვრულია ნატანის ნაპირგასწვრივი და ნაპირის მართობული ტრანსპორტირების სიჩქარეები. გაანგარიშებები გვიჩვენებს, რომ 1,5 მლნ მ³ მო-

*კვლევა განხორციელდა შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდის მხარდაჭერით № YS 21_108 საგრანტო პროექტის ფარგლებში.

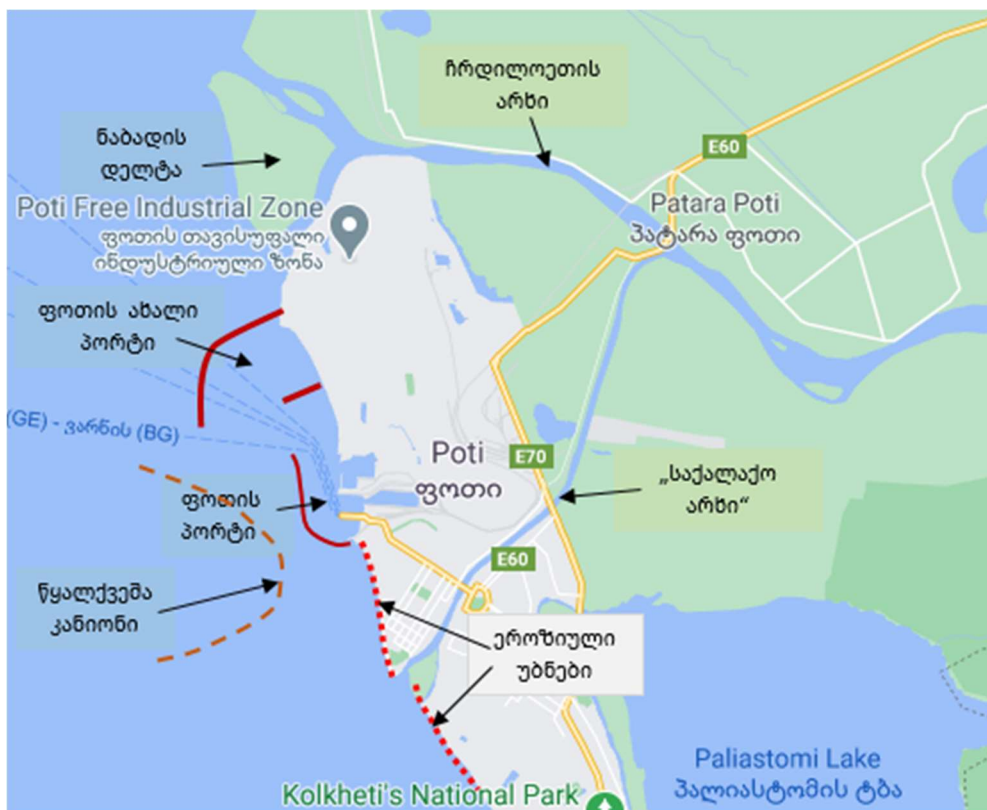
ცულობის ნატანი ნაპირგასწვრივ მიგრირებს ნაბადის დელტის მიდამოებში, აქედან 0,065 მლნ მ³ - დელტის ჩრდილოეთით ხობისწყლამდე, ხოლო 0,8325 მლნ მ³ - დელტის სამხრეთით ნავსადგურამდე. დარჩენილი 0,25მლნ მ³, ტრანსპორტირდება დასავლეთის მიმართულებით ნაპირის მართობულად და ილექება ზღვის წყალქვეშა ფერდზე.

პორტის ახალი მოლოს აშენების შემდეგ სამხრეთის მიმართულებით სრულად გადაიკეტება ნატანის ნაპირგასწვრივი მოძრაობა და მყარი ნატანი დაიწყებს დალექვას მოლოს ჩრდილოეთით. ეს დროთა განმავლობაში გამოიწვევს ნაბადის არხის სამხრეთი ტოტის გადაკეტვას. ნაბადის არხის წყლის მთლიანი ხარჯი გადინაცვლებს ჩრდილოეთ ტოტში და იქ დაიწყება ახალი დელტის ფორმირება.

საკვანძო სიტყვები: მოლო; ნატანი; ნაპირი; ტალღა.

შესავალი

ქალაქის ხშირი დატბორვისგან დაცვის მიზნით, მდინარე რიონის ძირითად ნაკადს 1939 წელს შეუცვალეს კალაპოტი ჩრდილოეთის მიმართულებით, რის შემდგომაც იგი ზღვაში ჩაედინება ნაბადის არხით. ამ ღონისძიებამ ზღვის ნაპირზე, რიონის ძველ შესართავთან შექმნა პლაჟწარმოქმნელი ნატანის აუნაზღაურებელი დეფიციტი. ფოთის სამხრეთ ნაწილში კატასტროფულად წაირეცხა სანაპირო ზოლი. ნაბადის არხის ზღვასთან შესართავში კი შეიქმნა მზარდი დელტა (სურ. 1).



სურ. 1. ქალაქ ფოთის სანაპირო ზოლის სქემა.

დღეს ქალაქ ფოთის სანაპირო ზოლზე ახალი რეალობა შეიქმნა. დაიწყო ფოთის ახალი ნავსადგურის მშენებლობა, რომლის მოლო სათავეს იღებს ნაბადის დელტის სამხრეთ ტოტთან და ზღვაში შედის დაახლოებით 1კმ მანძილზე [2] (სურ. 1).

ახალი მოლოს აშენება გამოიწვევს ფოთის სანაპირო ზოლში ზღვის ჰიდროლოგიური და ჰიდრომეტრიული რეჟიმების ცვლილებას. რაც უშუალოდ აისახება მდინარე რიონის ნაბადის არხის სამხრეთი ტოტის მიერ შემოტანილი ნატანის ტრანსპორტირების არსებული რეჟიმების ცვლილებებში.

გარდა ამისა, ახალი პორტის 1640 მეტრი სიგრძის მოლო, რომელიც ზღვაში შედის 1კმ მანძილზე 12 მეტრი სიღრმის იზობატამდე, თითქმის მთლიანად გადაკეტავს პლაჟმექმნელი ნატანის მოძრაობას სამხრეთის მიმართულებით [2]. შესაბამისად შემცირდება მდინარე რიონის ნაბადის არხიდან არსებული პორტის სამხრეთ დასავლეთით მდებარე კანიონში (სურ.1) შეტანილი ნატანის მოცულობა. ამჟამად კანიონი წონასწორობაშია, მაგრამ ნატანის მიწოდების შემცირების გამო შეიძლება დაიწყოს მოძრაობა ნაპირისკენ და საფრთხე შეუქმნას არსებული ნავსადგურის ფუნქციონირებას.

ნაშრომის მიზანია მდინარე რიონისა და ზღვის სანაპირო ზოლის არსებული ჰიდროლოგიური და ჰიდრომეტრიული პარამეტრების გათვალისწინებით ქალაქ ფოთის მშენებარე ახალი პორტის მოლოს გავლენის შესწავლა ნაბადის დელტის კონფიგურაციის ცვლილებებზე და სანაპირო ზოლში მიმდინარე ლითოდიანამიკურ პროცესებზე.

ძირითადი ნაწილი

ნაპირის ცვლილებას იწვევს როგორც ტალღის მოძრაობა, ისე სანაპირო დინებები. ნაბადის დელტის მიმდებარე სანაპირო ზოლში ნატანის ტრანსპორტირებისა და ზღვის ფსკერის ტოპოგრაფიის ცვლილებების შესასწავლად ვისარგებლოთ ნატანის მასის მუდმივობის კანონით, საიდანაც მიიღება წყლის სიღრმის ცვლილების განტოლება [1], [5], [6]:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q_x}{\partial x} + \frac{\partial q_y}{\partial y}, \quad (1)$$

სადაც x და y არის ჰორიზონტალური კოორდინატები, q_x და q_y კი – ელემენტის საზღვრებში ნატანის მოძრაობის სიჩქარე x და y მიმართულებებით.

მოძრაობის მოცულობითი სიჩქარეები (q_x, q_y) გამოისახება ელემენტის ვერტიკალური განივი კვეთის მიერ დროის ერთეულში გატარებული ეფექტური ნატანის მოცულობით. ნატანის მოძრაობის სიჩქარის განსასაზღვრავად მიღებულია ფორმულა:

$$(q_x, q_y) = (q_{cx}, q_{cy}) + (q_{wx}, q_{wy}), \quad (2)$$

სადაც (q_{cx}, q_{cy}) გასაშუალოებული დინებებით გამოწვეული ნატანის მოძრაობის სიჩქარეებია, (q_{wx}, q_{wy})

კი – ტალღებით გამოწვეული ნატანის გადაადგილების სიჩქარეები. დინებებით გამოწვეული სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით:

$$q_{cx} = Q_c U, \quad q_{cy} = Q_c V, \quad (3)$$

$$Q_c = A_c (\tau_m - \tau_{cr}) / \rho g,$$

სადაც U და V არის გასაშუალოებული დინებების სიჩქარეები x და y მიმართულებებით, $A_c = 0,1-1$

რიგის უგანზომილებო კოეფიციენტი, τ_m – ტალღებისა და დინებების ერთობლივი მოქმედებით გამოწვეული ფსკერული ძვრის ძაბვის მაქსიმუმი.

$\tau_m = \frac{1}{2} \rho f_{cw} \hat{u}_b^2$, $\hat{u}_b$ – ფსკერული ორბიტული სიჩქარის ამპლიტუდა, f_{cw} – ფსკერის ხახუნის კოეფიციენტი, τ_{cr} – ფსკერის კრიტიკული ძვრის ძაბვა, რომლის დროსაც ნატანის ამოძრავება ხდება (თუკი $\tau \leq \tau_{cr}$, მაშინ $Q_c = 0$).

ტალღების მიერ ნატანის მოძრაობას უმეტესად იწვევს ფსკერული ტალღური სიჩქარის ასიმეტრია და უფრო რთულია. ამ დროს გასათვალისწინებელია ტალღათა დიფრაქცია, რეფრაქცია, დამსხვრევა, არეკვლა და ფსკერის დახრილობა. ტალღებით გამოწვეული ნატანის გადაადგილების სიჩქარე გამოითვლება ფორმულით [1], [4], [5]:

$$\begin{aligned} q_{wx} &= F_d Q_w \hat{u}_b \cos \alpha, \\ q_{wy} &= F_d Q_w \hat{u}_b \sin \alpha, \\ Q_w &= A_w (\tau_m - \tau_{cr}) / \rho g, \end{aligned} \quad (4)$$

სადაც A_w არის კოეფიციენტი განზომილების გარეშე, $\hat{u}_b$ – ფსკერული ორბიტული სიჩქარის ამპლიტუდა, α – კუთხე ტალღების გავრცელების მიმართულებასა და x ღერძს შორის. A_w კოეფიციენტი ტოლია:

$$\begin{aligned} A_w &= B_w \frac{w_0}{(1 - \lambda_v) s \sqrt{sgd}} \sqrt{\frac{f_w}{2}}, \\ s &= (\rho_s - \rho) / \rho, \end{aligned}$$

τ_m არის ტალღებითა და დინებებით გამოწვეული ძვრის მაქსიმალური ძაბვა, λ_v – ფსკერის ფორიანობა, f_w კი – ხახუნის ტალღური კოეფიციენტი. f_w -ს მნიშვნელობა დამოკიდებულია ორბიტული სიჩქარის

ამპლიტუდასა და პერიოდზე, აგრეთვე ფსკერის მახასიათებლებზე. მაგალითად, თუ ფსკერი შედგება ქვიშისაგან $d = 0,2$ მმ, $w_0 = 2,4$ სმ/წმ, $\lambda_v = 0,4$, $s = 1,65$ და $B_w = 7$ და $f_w = 0,01 \sim 0,2$, მაშინ A_w -ს მნიშვნელობა იცვლება $A_w = 0,1 \sim 1$ დიაპაზონში. გამოთვლების დროს A_w მუდმივია. (4) ფორმულებში:

$$F_d = \tanh \left(k_d \frac{\Pi_c - \Pi}{\Pi_c} \right), \quad \Pi = \psi' \frac{h}{L_0} = \frac{\hat{u}_b^2}{sgd} \frac{h}{L_0}, \quad (5)$$

სადაც Π_c არის ნულოვან წერტილში Π -ს კრიტიკული მნიშვნელობა (სადაც ნატანის განივი მოძრაობა ნულის ტოლია), Π_c – ერთეული რიგის სიდიდე და ზუსტდება გამოთვლების პროცესში.

(4) ტოლობები დამოკიდებულია ფსკერულ ხახუნზე (ძვრის კრიტიკულ ძაბვებზე), რომლის მნიშვნელობა უნდა განისაზღვროს ტალღებისა და დინებების გავლენით. ნატანის მოძრაობის კრიტიკული პირობა განისაზღვრება შილდის პარამეტრის კრიტიკული მნიშვნელობით, რომელიც ტოლია

$$\psi_c = \tau_{cr} / (\rho_s - \rho) g d.$$

ქვიშის მცირე ზომის ნაწილაკისთვის ($d = 0,1 \sim 0,4$) შილდის კრიტიკული პარამეტრის მნიშვნელობა უდრის 0,11, მსხვილი ქვიშისთვის კი – 0,06 -ს.

ფორმულებს, რომლებითაც განისაზღვრება (q_x, q_y) , ფსკერის დახრის ფაქტორის გათვალისწინებით ექნება შემდეგი სახე:

$$q'_x = q_x + \varepsilon_s |q_x| \frac{\partial h}{\partial x}, \quad q'_y = q_y + \varepsilon_s |q_y| \frac{\partial h}{\partial y} \quad (6)$$

და (1)-ის ნაცვლად მივიღებთ:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial q'_x}{\partial x} + \frac{\partial q'_y}{\partial y}. \quad (7)$$

ამოხსნის ალგორითმი. მე-6 განტოლებაში შემოვიღოთ აღნიშვნები:

$$A = q_x, \quad B = \varepsilon |q_x|, \quad C = q_y, \quad D = \varepsilon |q_y|$$

და (7) გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \quad (8)$$

თუ განვაზოგადებთ ამოცანას, (8) განტოლების განზოგადებული ამოხსნა ვუწოდოთ $h \in \tilde{W}_2^{(1)}$ ფუნქციას ($\tilde{W}_2^{(1)}$ – სობოლევის ფუნქცია), რომელიც აკმაყოფილებს [1, 3] განტოლებას:

$$\begin{aligned} \iint_S \frac{\partial h}{\partial t} \omega_{i,j} dS &= \iint_S \frac{\partial}{\partial x} \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) \omega_{i,j} dS + \\ &+ \iint_S \frac{\partial}{\partial y} \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \omega_{i,j} dS. \end{aligned} \quad (9)$$

ნებისმიერი $\omega_{i,j} \in W_2^{(1)}$, აქ $W_2^{(1)}$ თავის პირველი რიგის წარმოებულთან ერთად კვადრატულად შეჯამებადი ფუნქციების სივრცეა, რომელიც ნულს უტოლდება საზღვარზე და S არის შიგნით ნებისმიერ ფიქსირებულ მნიშვნელობას იღებს.

გრინის ფორმულის გამოყენებით (9)-ში მივიღებთ:

$$\begin{aligned} \iint_S \frac{\partial h}{\partial t} \omega_{i,j} dS &= - \iint_S \left(A + B \frac{\partial h}{\partial x} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial x} dS - \\ &- \iint_S \left(C + D \frac{\partial h}{\partial y} \right) \frac{\partial \omega_{i,j}}{\partial y} dS. \end{aligned} \quad (10)$$

შევადგინოთ აპროქსიმაციის სქემა; ავაგოთ ბადურ-მართკუთხოვანი არე $\Delta x = a$ და $\Delta y = b$ ზიჯით და პროექციულ-სხვაობიანი სქემის ასაგებად ამ არე-

ზე ბადის თითოეულ კვანძს შევუთავსოთ კურანტის ფუნქცია, რომელიც ბადის მოცემულ კვანძში ტოლია ერთის, დანარჩენ კვანძებში კი – ნულის [3, 5].

$$\omega_{m,n}(x_i, y_j) = \begin{cases} 1, & (i, j) = (m, n) \\ 0, & (i, j) \neq (m, n) \end{cases}$$

ფუნქციებს $\omega_{m,n}(x_i, y_j)$ მატარებლად აქვს ექვსკუთხედი და ყოველი $(i, j) \in S^n$ -სთვის (10) ტოლობას ექნება შემდეგი სახე:

$$\begin{aligned} \theta \frac{dh_{i,j}}{dt} + E_1 h_{i,j} - E_2 h_{i+1,j} - E_3 h_{i,j+1} - \\ - E_4 h_{i-1,j} - E_5 h_{i,j-1} = F, \end{aligned} \quad (11)$$

მე-(11) ფორმულაში შემავალ კოეფიციენტებს ვსაზღვრავთ იმავე არეზე ტალღური და სანაპირო დინებების განტოლებების ამონახსნების საშუალებით [4].

მე-(11) განტოლების ამოხსნისას დროში მეორე რიგის აპროქსიმაციას უზრუნველყოფს კრანკ-ნიკოლსონის სქემა და საბოლოოდ მივიღებთ:

$$\begin{aligned} h_{i,j}^{m+1} \left[\frac{ab}{\Delta t} + \frac{E_1}{2} \right] - h_{i+1,j}^{m+1} \frac{E_2}{2} - h_{i,j+1}^{m+1} \frac{E_3}{2} - h_{i-1,j}^{m+1} \frac{E_4}{2} - \\ - h_{i,j-1}^{m+1} \frac{E_5}{2} = h_{i,j}^m \left[\frac{ab}{\Delta t} - \frac{E_1}{2} \right] + \\ + h_{i+1,j}^m \frac{E_2}{2} + h_{i,j+1}^m \frac{E_3}{2} + h_{i-1,j}^m \frac{E_4}{2} + h_{i,j-1}^m \frac{E_5}{2} + F. \end{aligned} \quad (12)$$

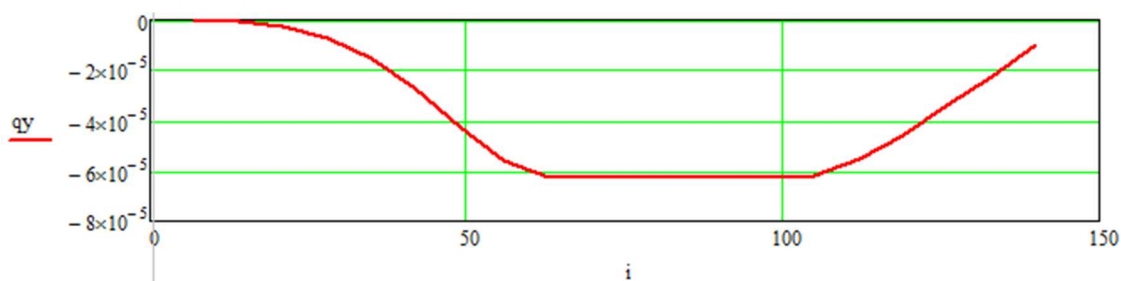
მე-(12) განტოლება ეფექტურად იხსნება ზედა რელაქსაციის მეთოდით შესაბამისი საწყისი და საზღვრო პირობების დროს.

რიცხვითი ამოხსნები. მდინარე რიონის ნატანის ნაპირგასწვრივი მოძრაობის სქემა და ინტეგრების არე ნაჩვენებია მე-2 სურ-ზე.

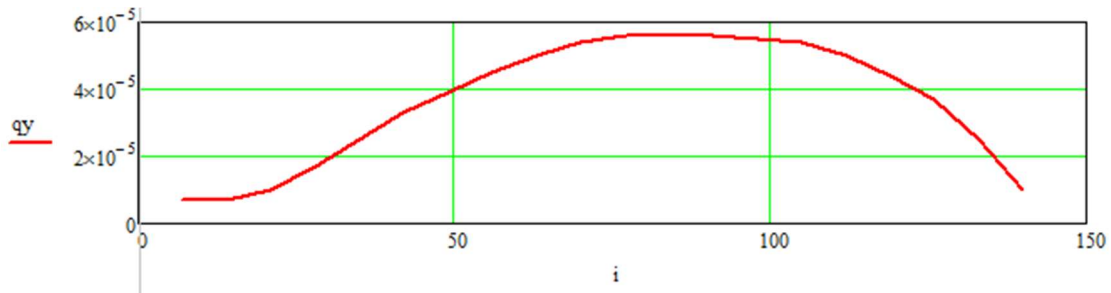


სურ. 2. ნატანის ნაპირგასწვრივი მოძრაობის სქემა
და ინტეგრების არე

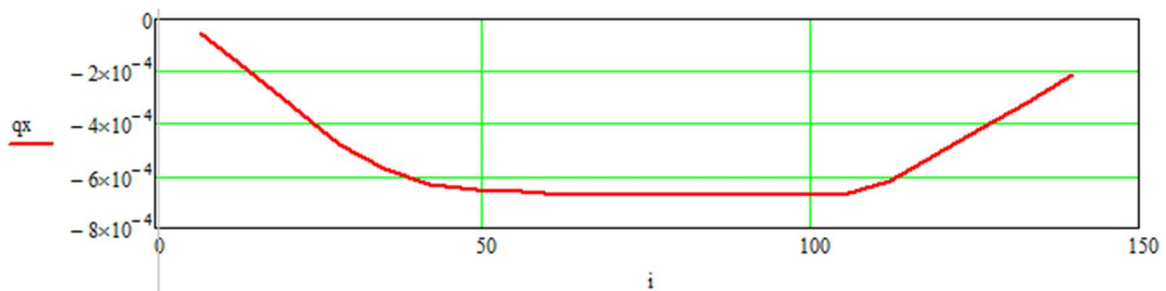
ინტეგრების არის ზომები: ნაპირის გასწვრივ ლეზის მახასიათებლებია: $H_s = 2,5$ მ, $T_p = 7$ წმ. რიცხ-
4000 მეტრი (ბიჯი $\Delta y = b = 50$ მ), ნაპირის მართობუ-
ვითი ექსპერიმენტების შედეგები ნაჩვენებია 3-5
ლად 980 მეტრი (ბიჯი $\Delta x = a = 7$ მ) (სურ. 3). ტალ-
სურ-ებზე.



სურ. 3. ნატანის ტრანსპორტების სიჩქარე q_y , მ²/წმ, როცა $i=1, \dots, 141$; $j=10$



სურ. 4. ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარე q_y მ²/წმ, როცა $i=1, \dots, 141$; $j=70$



სურ. 5. ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარე q_x მ²/წმ, როცა $i=1, \dots, 141$; $j=40$

შედეგების ანალიზი. რიცხვითი ამოხსნების დროს აღებულია დასავლეთის მიმართულებების ტალღები, კერძოდ დასავლეთის, ჩრდილო-დასავლეთისა და სამხრეთ-დასავლეთის. მე-3 სურ-ზე ნაჩვენებია ნატანის ნაბადის დელტის სამხრეთის მიმართულებით ტრანსპორტირების სიჩქარეები სხვადასხვა წერტილში. ნაჩვენებია, რომ ნატანის სამხრეთ მიმართულებით ტრანსპორტირების სიჩქარეები მნიშვნელოვანია ნაპირიდან 100 მეტრის დაშორებით 800-მეტრიან ზოლში ($i = 15, \dots, 130$) და მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა $q_{y\max} = 6.2 \cdot 10^{-5}$ მ²/წმ. საშუალოდ დელტის სამხრეთით ნატანის ტრანსპორტირების მოცულობითი სიჩქარეა 0,027მ³/წმ, ხოლო სამხრეთ მიმართულებით წელიწადში ტრანსპორტირებული ნატანის მოცულობა არის 850000 მ³.

მე-4 სურ-ზე ნაჩვენებია ნატანის ჩრდილოეთის მიმართულებით ტრანსპორტირების სიჩქარეები სხვადასხვა წერტილში. მე-4 სურ-დან გამომდინარეობს, რომ ნატანის ჩრდილოეთის მიმართულებით ტრანსპორტირების სიჩქარეები მნიშვნელოვანია ნაპირიდან 100 მეტრის დაშორებით 800-მეტრიან ზოლში ($i = 15, \dots, 130$) და მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა ტოლია $q_{y\max} = 5.6 \cdot 10^{-5}$ მ²/წმ. საშუალოდ დელტის სამხრეთით ნატანის ტრანსპორტირების მოცულობითი სიჩქარეა 0,021მ³/წმ, ხოლო წელიწადში ტრანსპორტირებული ნატანის მოცულობა არის 650000 მ³.

მე-5 სურ-ზე ნაჩვენებია ნაპირის მართობულად (დასავლეთით) ნატანის ტრანსპორტირების სიჩქარეები სხვადასხვა წერტილში. აქედან გამომდინარეობს, რომ ნატანის დასავლეთის მიმართულებით

ტრანსპორტირების სიჩქარეები მნიშვნელოვნად ნაპირიდან 70 მეტრიდან 1000 მეტრ მანძილამდე. თუ ავიღებთ, რომ წყალქვეშა ფერდის საშუალო ქანობია $\alpha \approx 0.011$, მაშინ წყლის სიღრმე ნაპირიდან 1000მ დაშორებით იქნება 11მ. ე.ი. მყარი ნატანის ძირითადი მასა ნაბადის დელტის მიდამოებში ნაპირის მართობულად გადაადგილდება 11 მეტრ სიღრმემდე. ნატანის ტრანსპორტირების მაქსიმალური სიჩქარე ტოლია $q_{y\max} = 6.7 \cdot 10^{-4}$ მ³/წმ. მდინარე რიონის ნაბადის არხის მიერ შემოტანილი პლაჟუმექმნელი ნატანის მოცულობა შეადგენს დაახლოებით 4 მლნ. მ³ წელიწადში [2]. გაანგარიშებები გვიჩვენებს, რომ 1,5 მლნ. მ³ მოცულობის ნატანი განიცდის ნაპირგასწვრივ მიგრაციას ახალი დელტის მიდამოებში, 0,65 მლნ. მ³ დელტის ჩრდილოეთით ხობისწყლამდე, ხოლო 0,85 მლნ.მ³ დელტის სამხრეთით ნავსადგურამდე. ამიტომ დარჩენილი $2,5 \cdot 10^4$ მ³, რომელიც ტრანსპორტირდება დასავლეთის მიმართულებით დაილექება ზღვის წყალქვეშა ფერდზე და ზღვის

ფსკერი საშუალოდ აიწევს 11 სმ-ით წელიწადში. ამ მონაცემებით ნაბადის დელტა 10 წელიწადში წაიწევს წინ ზღვაში დაახლოებით 100-110 მეტრით.

დასკვნა

ახალი მოლოს აშენების შემდეგ მის ჩრდილოეთით შესუსტდება სამხრეთ-დასავლეთის ტალღების ზემოქმედება, სრულად გადაიკეტება ნატანის ნაპირგასწვრივი მოძრაობა სამხრეთის მიმართულებით და 0,85 მლნ. მ³ მოცულობის მყარი ნატანი დამატებით დაიწყებს დალექვას ახალი მოლოს ჩრდილოეთით. მდინარე რიონის ამჟამად არსებული ჰიდროლოგიური და ჰიდრომეტრიული მონაცემების შემთხვევაში დიდი რაოდენობის ნატანის აკუმულაცია დროთა განმავლობაში (დაახლოებით 5-6 წელი) გამოიწვევს ნაბადის არხის სამხრეთი ტოტის გადაკეტვას. შესაბამისად, მდინარე რიონის ნაბადის არხის წყლის მთლიანი ხარჯი გადაინაცვლებს ჩრდილოეთ ტოტში და იქ დაიწყება ახალი დელტის ფორმირება.

ლიტერატურა

1. Gagoshidze, Sh., Kodua, M., Saghinadze, I., Kadaria, I. (2017). *River hydro construction and geomorphological processes of the Black Sea coast of Georgia*. Tbilisi: Technical University. p. 191.
2. Gamma Consulting (2017). *Project for the construction and operation of a new deep-water port in the city of Poti*. Tbilisi. p. 403
3. Williamson, F. Jr. (1980). Richard courant and the finite element method: A further look. *Historia Mathematica*, 7(4), 369-378. [https://doi.org/10.1016/0315-0860\(80\)90001-4](https://doi.org/10.1016/0315-0860(80)90001-4)
4. Horikawa, K. (1988). *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of Tokyo Press. p. 522
5. Saghinadze, I., Kodua, M. (2019). A Mathematical Model of Sediment Transport of the Poti Coastal Zone. *International Journal of Engineering Research and Technology (IJERT)*, 12(12), 3032-3037. <http://www.irphouse.com/volume/ijertv12n12.htm>
6. Saghinadze, I., Kodua, M., Pkhakadze, M. (2020). Numerical Computation of Wave Motions for Poti Coastal zone. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*, 14(3), 88-93.

UDC 627

SCOPUS CODE 2212

<https://doi.org/10.36073/1512-0996-2022-4-98-106>

The Impact of the New Mole of the Port of Poti on the Coastline on Lythodynamic Processes

- Ivane Saghinadze** Faculty of Maritime and Transport, Akaki Tsereteli State University, Georgia, 4400, Poti, 9, April Alley
E-mail: vanosag@gmail.com
- Manoni Kodua** Department of Hydrotechnics and Civil Engineering, Georgian Technical University, Georgia, 0160, Tbilisi, 68^b, M. Kostava str.
E-mail: m.kodua@gtu.ge
- Manana Pkhakadze** Faculty of Maritime and Transport, Akaki Tsereteli State University, Georgia, 4400, Poti, 9, April Alley
E-mail: Manana.pkhakadze@atsu.edu.ge

Reviewers:

- T. Kvitsiani**, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: kvitsianitariel01@gtu.ge
- I. Inashvili**, Professor, Faculty of Civil Engineering, GTU
E-mail: i.inashvili@gtu.ge

Abstract. In the city of Poti and its maritime region, for several decades there have been of environmental and geomorphological problems, which have been caused by anthropogenic interventions in this region. The impact of the breakwater of the new port of Poti on lithodynamic processes in the coastal zone is discussed in the paper.

The sediment mass constancy equation is used in numerical experiments to determine the velocities of overbank and bank-driven sediment transport. To solve this equation, we use the finite element method and Crank–Nicolson schemes. According to calculations, 1,500,000 m³ of sediment migrates along the Nabada delta's banks, 850,000 m³ south of the delta to the harbor, and 65,000 m³ north of the delta to Khobiskal. The remaining 2,500,000 m³ is moved along the shore in a westerly direction before being dumped on the sea's underwater slope.

After the new breakwater is built, all fine sediment movement in that direction will be stopped, and solid sediment will start to settle to the north of the new breakwater. Eventually, this will cause the southern branch of the Nabada Canal to become blocked.

The total flow of water from the Nabada canal will be transferred to the northern branch, and the formation of a new delta will begin there.

Keywords: sea mole; shore; sediment; wave.

განხილვის თარიღი 13.10.2022

შემოსვლის თარიღი 16.10.2022

ხელმოწერილია დასაბეჭდად 16.12.2022