0.1 Program Reke4T: Teorijske osnove

Sistem jednačina linijskog neustaljenog tečenja čine jednačina održanja mase (kontinuiteta) i jednačina održanja količine kretanja (dinamička jednačina), koje se mogu napisati u sledećem obliku:

$$B\,\frac{\partial Z}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} = 0 \tag{1}$$

$$\frac{1}{g}\,\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{Q}{A}\right) + \frac{1}{2g}\,\frac{\partial}{\partial x}\left(\frac{Q^2}{A^2}\right) + \frac{\partial Z}{\partial x} + I_e = 0, \tag{2}$$

gde je nagib linije energije usled trenja definisan Maningovom formulom:

$$I_e = \frac{n^2 \cdot Q\,|Q|}{A^2 R^{4/3}} = \frac{Q\,|Q|}{K^2}, \tag{3}$$

u kojoj se stavljanjem znaka apsolutne vrednosti uzima u obzir smer tečenja. Sistem jednačina (1)-(2) rešava se numerički po nepoznatim $Z(x,t)$ i $Q(x,t)$.

0.1.1 Računska shema Preissmanna („4 tačke”)

Parcijalni izvodi se aproksimiraju konačnim razlikama prema shemi koja obuhvata četiri tačke, kao što je prikazano na Slici 1:

$$\frac{\partial f}{\partial t} \approx \frac{1}{\Delta t}\left(\frac{f_i^{k+1} + f_{i+1}^{k+1}}{2} - \frac{f_i^{k} + f_{i+1}^{k}}{2}\right) \tag{4}$$

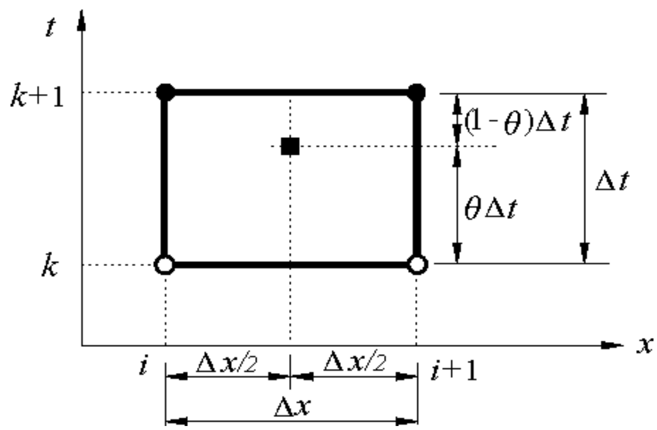
$$\frac{\partial f}{\partial x} \approx \theta\,\frac{f_{i+1}^{k+1} - f_i^{k+1}}{\Delta x} + (1-\theta)\frac{f_{i+1}^{k} - f_i^{k}}{\Delta x}, \tag{5}$$

gde oznaka „f” predstavlja bilo koju zavisno promenljivu (Q ili Z).

Veličine koje nisu pod izvodima (na primer I_e), aproksimiraju se na ovaj način:

$$f(x,t) \approx \theta\left(\frac{f_i^{k+1} + f_{i+1}^{k+1}}{2}\right) + (1-\theta)\left(\frac{f_i^{k} + f_{i+1}^{k}}{2}\right). \tag{6}$$

Vrednosti težinskog faktora se kreću u granicama $0.5 < \theta < 1$. Iskustveno je ustanovljeno da vrednosti $\theta = 0.6$ - 0.7 obično daju rezultate sa najnižim stepenom numeričke difuzije.



Slika 1: *Prajsmanova računska shema.*

0.1.2 Linearizacija zavisno promenljivih

Linearizacija znači da se zavisno promenljiva f na vremenskom nivou $(k+1)\Delta t$ može definisati na sledeći način:

$$f^{k+1} = f^k + \Delta f, \tag{7}$$

gde Δf predstavlja priraštaj te promenljive u vremenskom intervalu Δt.

Opšti izraz (7) zamenjuje sledeće izraze:

$$Z_i^{k+1} = Z_i^k + \Delta Z_i; \qquad Z_{i+1}^{k+1} = Z_{i+1}^k + \Delta Z_{i+1} \tag{8}$$
$$Q_i^{k+1} = Q_i^k + \Delta Q_i; \qquad Q_{i+1}^{k+1} = Q_{i+1}^k + \Delta Q_{i+1}. \tag{9}$$

Može se lako pokazati da se linearizacijom – uvodjenjem izraza (7) u Preissmannove diskretizacione jednačine (4)-(6), ove jednačine svode na veze izmedju *priraštaja* zavisno promenljivih na vremenskom nivou $(k+\theta)\Delta t$:

$$\frac{\partial f}{\partial t} \approx \frac{1}{2}\left(\frac{\theta \cdot \Delta f_{i+1} + \theta \cdot \Delta f_i}{\theta \cdot \Delta t}\right) \tag{10}$$
$$\frac{\partial f}{\partial x} \approx \frac{(f_{i+1}^k + \theta \cdot \Delta f_{i+1}) - (f_i^k + \theta \cdot \Delta f_i)}{\Delta x} \tag{11}$$

$$f \approx \frac{1}{2}\left[(f_{i+1}^k + \theta \cdot \Delta f_{i+1}) + (f_i^k + \theta \cdot \Delta f_i)\right], \tag{12}$$

pri čemu je:

$$f^{k+\theta} = f^k + \theta \cdot \Delta f. \tag{13}$$

0.1.3 Diskretizacija članova u jednačini održanja mase

Primenom izraza (10)-(12):

$$B \frac{\partial Z}{\partial t} \approx \frac{1}{2} \left[\frac{B_i \cdot \theta \cdot \Delta Z_i + B_{i+1} \cdot \theta \cdot \Delta Z_{i+1}}{\theta \cdot \Delta t} \right] \tag{14}$$

$$\frac{\partial Q}{\partial x} \approx \frac{1}{\Delta x} \left[(Q_{i+1} + \theta \cdot \Delta Q_{i+1}) - (Q_i + \theta \cdot \Delta Q_i) \right] \tag{15}$$

i zamenom u (1) dobija se:

$$\underbrace{-\theta}_{A} \Delta Q_i + \underbrace{\theta}_{B} \Delta Q_{i+1} + \underbrace{\frac{\Delta x \, B_i}{2 \, \Delta t}}_{C} \Delta Z_i + \underbrace{\frac{\Delta x \, B_{i+1}}{2 \, \Delta t}}_{D} \Delta Z_{i+1} + \underbrace{Q_{i+1} - Q_i}_{G} = 0 \tag{16}$$

odnosno,

$$\boxed{A \cdot \Delta Q_i + B \cdot \Delta Q_{i+1} + C \cdot \Delta Z_i + D \cdot \Delta Z_{i+1} + G = 0. \qquad (17)}$$

Koeficijenti A, B, C, D i G zavise isključivo od vrednosti zavisno promenljivih (Q, Z) na vremenskom nivou „k".

0.1.4 Diskretizacija članova u jednačini održanja količine kretanja

Većina članova u ovoj jednačini su složene funkcije $f(Z,Q)$, tako da linearizacija (7), odnosno (13), podrazumeva razvoj u Taylorov red, pretpostavljajući da su te funkcije neprekidne i diferencijabilne (videti u knjizi tekst na strani 138):

$$f_i^{k+1} = f_i^k + \Delta f = f_i^k + \frac{\partial f_i}{\partial Z_i} \cdot \Delta Z_i + \frac{\partial f_i}{\partial Q_i} \cdot \Delta Q_i + \dots \tag{18}$$

$$f_i^{k+\theta} = f_i^k + \theta\,\Delta f = f_i^k + \frac{\partial f_i}{\partial Z_i} \cdot \theta\,\Delta Z_i + \frac{\partial f_i}{\partial Q_i} \cdot \theta\,\Delta Q_i + \dots \tag{19}$$

U nastavku se izvode izrazi za pojedine članove dinamičke jednačine (2).

• Član $\dfrac{1}{g}\dfrac{\partial}{\partial t}\left(\dfrac{Q}{A}\right)$

Razvojem u Taylorov red prema izrazu (19), sledi:

$$(Q\,A^{-1})^{k+\theta} = (Q\,A^{-1})^k + A^{-1} \cdot \theta\,\Delta Q - A^{-2} \cdot Q\,\frac{\partial A}{\partial Z} \cdot \theta\,\Delta Z + \dots, \tag{20}$$

gde je: $\partial A / \partial Z = B$.

Primenjujući pravilo (10), dobija se[1]:

$$\begin{aligned} \frac{1}{g}\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{Q}{A}\right) \approx\ & \frac{1}{g\,\theta\,\Delta t} \cdot \frac{1}{2}\left[\left(\frac{Q_i}{A_i} + \frac{\theta\,\Delta Q_i}{A_i} - \frac{Q_i}{A_i^2}\,B_i\,\theta\,\Delta Z_i\right) - \frac{Q_i}{A_i} + \right. \\ & \left. + \left(\frac{Q_{i+1}}{A_{i+1}} + \frac{\theta\,\Delta Q_{i+1}}{A_{i+1}} - \frac{Q_{i+1}}{A_{i+1}^2}\,B_{i+1}\,\theta\,\Delta Z_{i+1}\right) - \frac{Q_{i+1}}{A_{i+1}}\right]. \end{aligned} \tag{21}$$

• Član $\dfrac{1}{2g}\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\dfrac{Q^2}{A^2}\right)$

Razvoj u Taylorov red daje:

$$(Q^2\,A^{-2})^{k+\theta} = (Q^2\,A^{-2})^k + 2\,Q\,A^{-2} \cdot \theta\,\Delta Q - 2\,A^{-3}\,Q^2\,\frac{\partial A}{\partial Z} \cdot \theta\,\Delta Z + \dots, \tag{22}$$

[1]Zbog kraćeg pisanja, izostavlja se oznaka vremenskog nivoa „k".

gde je opet: $\partial A/\partial Z = B$.

Primenjujući pravilo (11), dobija se:

$$\frac{1}{2g}\,\frac{\partial}{\partial t}\left(\frac{Q^2}{A^2}\right) \approx \frac{1}{2g\,\Delta x}\left[\left(\frac{Q_{i+1}^2}{A_{i+1}^2} + \frac{2Q_{i+1}}{A_{i+1}^2}\,\theta\,\Delta Q_{i+1} - \frac{2Q_{i+1}^2}{A_{i+1}^3}\,B_{i+1}\,\theta\,\Delta Z_{i+1}\right) - \right.$$
$$\left. - \left(\frac{Q_i^2}{A_i^2} + \frac{2Q_i}{A_i^2}\,\theta\,\Delta Q_i + \frac{2Q_i^2}{A_i^3}\,B_i\,\theta\,\Delta Z_i\right)\right]. \tag{23}$$

• Član $\dfrac{\partial Z}{\partial x}$

Primenjujući pravilo (11):

$$\frac{\partial Z}{\partial x} \approx \frac{1}{\Delta x}\,\left[(Z_{i+1} + \theta\,\Delta Z_{i+1}) - (Z_i + \theta\,\Delta Z_i)\right] \tag{24}$$

• Član $\dfrac{Q^2}{K^2}$

Razvoj u Taylorov red daje:

$$(Q^2\,K^{-2})^{j+\theta} = (Q^2\,K^{-2})^k + 2Q\,K^{-2}\,\theta\,\Delta Q - 2K^{-3}\,Q^2\,\frac{\partial K}{\partial Z}\,\theta\,\Delta Z + \ldots \tag{25}$$

Primenjujući pravilo (12), dobija se:

$$\frac{Q^2}{K^2} \approx \frac{1}{2}\left[\left(\frac{Q_i^2}{K_i^2} + \frac{2Q_i}{K_i^2}\,\theta\,\Delta Q_i - \frac{2Q_i^2}{K_i^3}\,\left(\frac{\partial K}{\partial Z}\right)_i\theta\,\Delta Z_i\right) + \right.$$
$$\left. + \left(\frac{Q_{i+1}^2}{K_{i+1}^2} + \frac{2Q_{i+1}}{K_{i+1}^2}\,\theta\,\Delta Q_{i+1} - \frac{2Q_{i+1}^2}{K_{i+1}^3}\,\left(\frac{\partial K}{\partial Z}\right)_{i+1}\theta\,\Delta Z_{i+1}\right)\right]. \tag{26}$$

Sabiranjem navedenih članova i grupisanjem uz nepoznate priraštaje ΔQ i ΔZ dobija se jednačina oblika:

$$
\begin{aligned}
&\Delta Q_i \underbrace{\left[\frac{\Delta x}{2g\Delta t\, A_i} - \frac{\theta Q_i}{g\, A_i^2} + \frac{\theta\, \Delta x\, Q_i}{K_i^2}\right]}_{A'} + \\
&+\Delta Q_{i+1} \underbrace{\left[\frac{\Delta x}{2g\Delta t\, A_{i+1}} + \frac{\theta\, Q_{i+1}}{g\, A_{i+1}^2} + \frac{\theta\, \Delta x\, Q_{i+1}}{K_{i+1}^2}\right]}_{B'} + \\
&+\Delta Z_i \underbrace{\left[-\theta - \frac{\Delta x\, Q_i B_i}{2g\, \Delta t\, A_i^2} + \frac{\theta\, Q_i^2 B_i}{g\, A_i^3} - \frac{\theta\, \Delta x\, Q_i |Q_i|}{K_i^3}\left(\frac{\partial K}{\partial Z}\right)_i\right]}_{C'} + \\
&+\Delta Z_{i+1} \underbrace{\left[\theta - \frac{\Delta x\, Q_{i+1} B_{i+1}}{2g\, \Delta t\, A_{i+1}^2} - \frac{\theta\, Q_{i+1}^2 B_{i+1}}{g\, A_{i+1}^3} - \frac{\theta\, \Delta x\, Q_{i+1} |Q_{i+1}|}{K_{i+1}^3}\left(\frac{\partial K}{\partial Z}\right)_{i+1}\right]}_{D'} + \\
&+ \underbrace{Z_{i+1} - Z_i + \frac{Q_{i+1}^2}{2g\, A_{i+1}^2} - \frac{Q_i^2}{2g\, A_i^2} + \frac{\Delta x}{2}\left(\frac{Q_i |Q_i|}{K_i^2} + \frac{Q_{i+1}|Q_{i+1}|}{K_{i+1}^2}\right)}_{G'} = 0, \quad (27)
\end{aligned}
$$

odnosno,

$$
\boxed{A' \cdot \Delta Q_i + B' \cdot \Delta Q_{i+1} + C' \cdot \Delta Z_i + D' \cdot \Delta Z_{i+1} + G' = 0. \qquad (28)}
$$

Koeficijenti A', B', C', D' i G' zavise isključivo od poznatih vrednosti zavisno promenljivih (Q, Z) na vremenskom nivou „k".

Izvod $\partial K/\partial Z$ se može napisati u razvijenom obliku:

$$
\begin{aligned}
\frac{\partial K}{\partial Z} = \frac{\partial}{\partial Z}\left(\frac{1}{n}\, A R^{2/3}\right) \quad &= \quad \frac{1}{n}\left(R^{2/3}\, \frac{\partial A}{\partial Z} + A\, \frac{\partial R^{2/3}}{\partial Z}\right) = \\
&= \quad \frac{1}{n}\left(R^{2/3}\, B + A\, \frac{\partial R^{2/3}}{\partial Z}\right). \qquad (29)
\end{aligned}
$$

U slučaju prirodnog korita sa poprečnim presekom nepravilnog oblika, vrednost izraza (29) mora se odrediti numeričkim diferenciranjem. U slučaju da poprečni presek korita ima prost geometrijski oblik, koristi se analitičko diferenciranje, pa za trapezni presek važi izraz:

$$\frac{\partial K}{\partial Z} = \frac{R^{2/3}}{n}\,\frac{1}{3}\,(5B - 4R\sqrt{1+m^2}), \tag{30}$$

ako su kosine kanala pod nagibom 1:m.

0.1.5 Rešavanje sistema algebarskih jednačina metodom „dvostrukog prolaza"

Za svaku kontrolnu zapreminu ograničenu profilima „i" i „$i+1$" mogu se napisati dve jednačine tipa (17) i (28):

$$\left.\begin{array}{rcl} A_i \cdot \Delta Q_i + B_i \cdot \Delta Q_{i+1} + C_i \cdot \Delta Z_i + D_i \cdot \Delta Z_{i+1} + G_i & = & 0 \\ A_i' \cdot \Delta Q_i + B_i' \cdot \Delta Q_{i+1} + C_i' \cdot \Delta Z_i + D_i' \cdot \Delta Z_{i+1} + G_i' & = & 0. \end{array}\right\} \tag{31}$$

Na deonici sa *NP* profila, broj nepoznatih iznosi 2*NP*. Kako je broj kontrolnih zapremina *NP*-1, može se napisati 2(*NP*-1)=2*NP*-2 jednačina. Dakle, nedostaju 2 jednačine za zatvaranje sistema. Te dve jednačine se obezbedjuju iz graničnih uslova.

U knjizi se u tačkama 5.4.2.5 i 12.2.1.3 govori o rešavanju sistema nelinearnih algebarskih jednačina. Opisane su Metoda zamene i Metoda Newton-Raphson, a spomenuta je i Metoda dvostrukog prolaza, koja će se detaljnije obrazložiti u nastavku[2].

Osnovna pretpostavka Metode dvostrukog prolaza je da je za dovoljno malu vrednost računskog koraka Δt, veza izmedju nepoznatih ΔQ i ΔZ u posmatranom profilu „i" *linearna*:

$$\Delta Q_i = E_i \cdot \Delta Z_i + F_i. \tag{32}$$

Ova pretpostavka važi samo ako priraštaji nepoznatih ispunjavaju uslov: $\Delta Q_i \ll Q_i$ i $\Delta Z_i \ll Z_i$. Koeficijenti E_i i F_i imaju konstantnu vrednosti u datom vremenskom trenutku.

[2]Opis ove metode može se naći i u knjizi M. Jovanovića *Osnove numeričkog modeliranja ravanskih otvorenih tokova*, Gradjevinski fakultet, Beograd, 1998., u tački 5.5.1.7. pod naslovom „Thomasov TDMA algoritam".

Ako se veza (32) uvrsti u drugu (dinamičku) jednačinu sistema (31), može se iz nje eliminisati veličina ΔQ_i:

$$A_i'(E_i \cdot \Delta Z_i + F_i) + B_i' \cdot \Delta Q_{i+1} + C' \cdot \Delta Z_i + D' \cdot \Delta Z_{i+1} + G' = 0. \tag{33}$$

Rešavanjem po ΔZ_i dobija se:

$$\Delta Z_i = L_i \cdot \Delta Z_{i+1} + M_i \cdot \Delta Q_{i+1} + N_i, \tag{34}$$

gde je:

$$L_i = D_i'/H_{pom} \tag{35}$$
$$M_i = B_i'/H_{pom} \tag{36}$$
$$N_i = (A_i' \cdot F_i + G_i')/H_{pom} \tag{37}$$
$$H_{pom} = -(A_i' \cdot E_i + C_i'). \tag{38}$$

Ako se izrazi (32) i (34) uvrste u prvu jednačinu (kontinuiteta) sistema (31), mogu se iz nje eliminisati nepoznate ΔQ_i i ΔZ_i:

$$\begin{aligned} A_i(E_i \cdot \Delta Z_i + F_i) &+ B_i \cdot \Delta Q_{i+1} + C_i(L_i \cdot \Delta Z_{i+1} + M_i \cdot \Delta Q_{i+1} + N_i) + \\ &+ D_i \cdot \Delta Z_{i+1} + G_i = 0, \end{aligned} \tag{39}$$

a rešavajući po ΔQ_{i+1} sledi:

$$\Delta Q_{i+1} = E_{i+1} \cdot \Delta Z_{i+1} + F_{i+1}, \tag{40}$$

gde je:

$$E_{i+1} = (A_i \cdot E_i \cdot L_i + C_i \cdot L_i + D_i)/J_{pom} \tag{41}$$
$$F_{i+1} = (A_i(E_i \cdot N_i + F_i) + C_i \cdot N_i + G_i)/J_{pom} \tag{42}$$
$$J_{pom} = -(A_i \cdot E_i \cdot M_i + B_i + C_i \cdot M_i). \tag{43}$$

Dakle, priraštaji se definišu sledećim izvedenim izrazima:

$$\Delta Q_i = E_i \cdot \Delta Z_i + F_i \tag{44}$$
$$\Delta Z_i = L_i \cdot \Delta Z_{i+1} + M_i \cdot \Delta Q_{i+1} + N_i \tag{45}$$
$$\Delta Q_{i+1} = E_{i+1} \cdot \Delta Z_{i+1} + F_{i+1}. \tag{46}$$

Da bi se proračun mogao realizovati, neophodno je definisati 2 granična uslova. U mirnom režimu tečenja ovi uslovi se zadaju na uzvodnoj i nizvodnoj granici računske oblasti (deonice).

• Uzvodni granični uslov ($i = 1$):

Ako je zadat ulazni hidrogram $Q_1(t)$, vrednost priraštaja $\Delta Q_1 = Q_1^{k+1} - Q_1^k$ je uvek poznata, jer je vrednost Q_1^k poznata iz prethodnog računskog koraka, a vrednost Q_1^{k+1}, iz zadatog hidrograma.

Tada je na osnovu (44): $E_1 = 0$, a $F_1 = Q_1^{k+1} - Q_1^k$.

Na osnovu vrednosti $E_1, F_1, A_1', B_1', C_1', D_1'$ i G_1' računaju se pomoću (35), (36) i (37) koeficijenti L_1, M_1 i N_1.

Zatim se na osnovu vrednosti $L_1, M_1, N_1, A_1, B_1, C_1, D_1$ i G_1, računaju vrednosti koeficijenata E_2 i F_2 u nizvodnom profilu $i = 2$.

Postupak se sukscesivno ponavlja za profile $i = 3, 4, \ldots, NP$. Ovaj redosled proračuna predstavlja ,,*prolaz unapred*" u kome se proračun koeficijenata simbolički može prikazati: $L, M, N \rightarrow E, F$.

• Nizvodni granični uslov ($i = NP$):

Ovaj uslov se uvodi nakon prolaza unapred, kada su sračunete vrednosti svih koeficijenata E i F, uključujući E_{NP} i F_{NP}. Nizvodni granični uslov može biti zadat u vidu hidrograma, nivograma, ili krive protoka.

(i) Hidrogram: $Q_{NP}(t)$

Direktno se računa priraštaj $\Delta Q_{NP} = Q_{NP}^{k+1} - Q_{NP}^k$, a na osnovu (44) sledi: $\Delta Z_{NP} = (\Delta Q_{NP} - F_{NP})/E_{NP}$.

(ii) Nivogram: $Z_{NP}(t)$

Direktno se računa priraštaj $\Delta Z_{NP} = Z_{NP}^{k+1} - Z_{NP}^{k}$, a na osnovu (44) sledi: $\Delta Q_{NP} = E_{NP} \cdot \Delta Z_{NP} + F_{NP}$.

(iii) Kriva protoka: $Q_{NP} = \varphi(Z_{NP})$

Razvijanjem navedene funkcije u Taylorov red dobija se:

$$Q_{NP}^{k+1} = Q_{NP}^{k} + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial Z}\right)^{k} \Delta Z_{NP} + \dots \tag{47}$$

S druge strane, iz (44) je:

$$Q_{NP}^{k+1} = Q_{NP}^{k} + E_{NP} \cdot \Delta Z_{NP} + F_{NP}. \tag{48}$$

Izjednačenjem (47) i (48) i rešavanjem po ΔZ_{NP} dobija se:

$$\Delta Z_{NP} = \frac{Q_{NP}^{k} - \varphi(Z_{NP}^{k}) + F_{NP}}{\left(\frac{\partial\varphi}{\partial Z}\right)^{k} - E_{NP}}, \tag{49}$$

dok je na osnovu (44):

$$\Delta Q_{NP} = E_{NP} \cdot \Delta Z_{NP} + F_{NP}. \tag{50}$$

Izloženo pokazuje kako se uvode granični uslovi na nizvodnom kraju računske deonice i kako se računaju nepoznate ΔZ_{NP} i ΔQ_{NP}. Na osnovu vrednosti ovih priraštaja, kao i poznatih vrednosti koeficijenata L, M i N (koje su prethodno sračunate u prolazu unapred), računaju se primenom (45) i (44) vrednosti:

$$\Delta Z_{NP-1} = L_{NP-1} \cdot \Delta Z_{NP} + M_{NP-1} \cdot \Delta Q_{NP} + N_{NP-1} \tag{51}$$

$$\Delta Q_{NP-1} = E_{NP-1} \cdot \Delta Z_{NP-1} + F_{NP-1}, \tag{52}$$

a zatim idući ,,*unazad*" računaju se rekurzivno sve ostale vrednosti ΔZ i ΔQ, do profila $i = 2$.

Na kraju se odredjuju vrednosti nepoznatih kota nivoa i protoka:

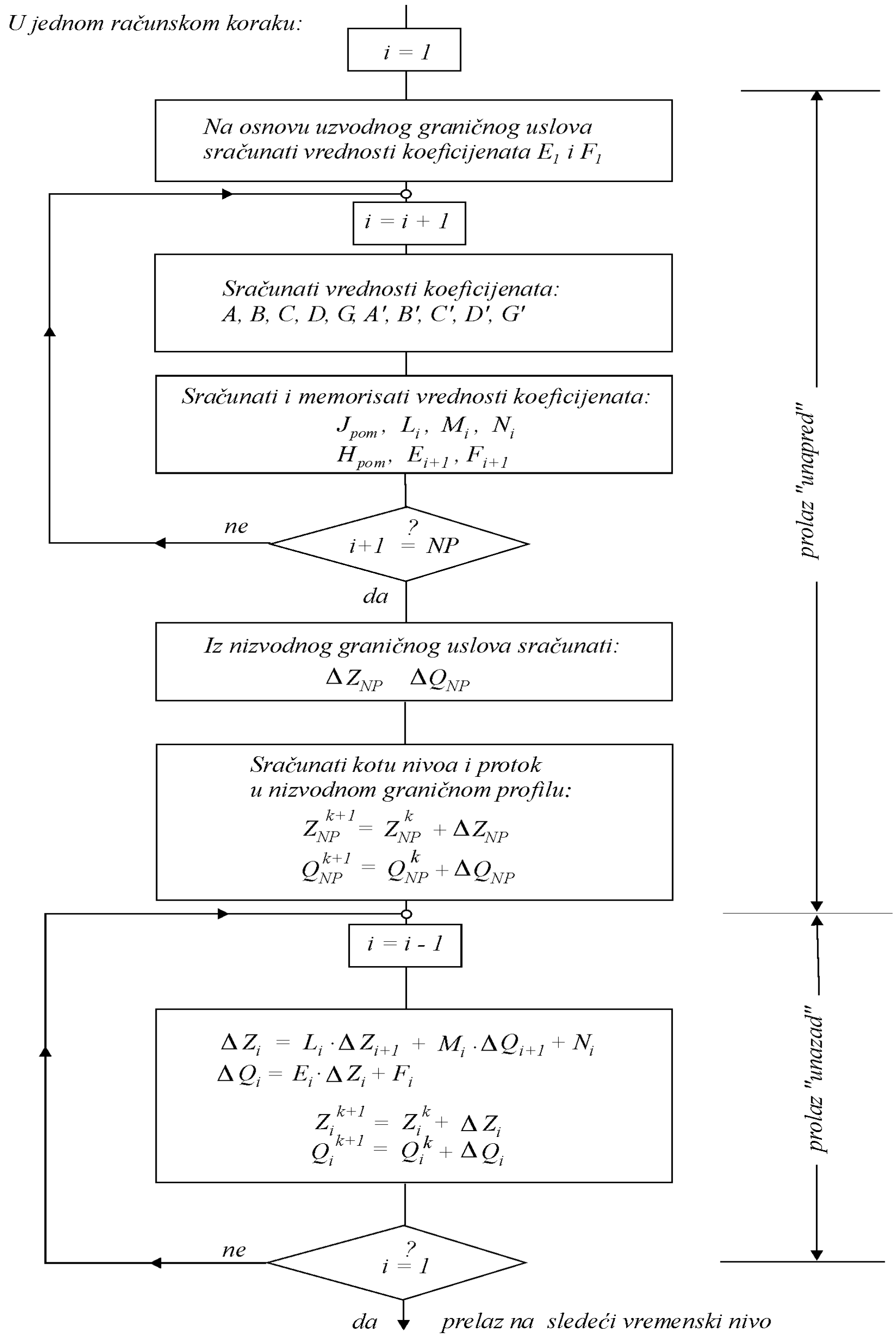
$$Z_i^{k+1} = Z_i^{k} + \Delta Z_i \tag{53}$$

$$Q_i^{k+1} = Q_i^{k} + \Delta Q_i. \tag{54}$$

Blok shema algoritma Metode dvostrukog prolaza data je na Slici 2.

0.1.6 Odlike računske sheme

Implicitnu Preissmannovu računsku sheme odlikuje stabilnost i ekonomičnost, pa je postala standardna shema proračuna linijskog neustaljenog tečenja u velikim prirodnim vodotocima. Iako je bezuslovno stabilna (što znači da računski korak Δt nije ograničen Courantovim uslovom), treba ipak voditi računa da zbog linearizacije i obuhvatanja vrha ulaznog hidrograma taj korak ne bude previše velik.



Slika 2: *Metoda dvostrukog prolaza.*