

АЛЕКСАНДАР ВЕЉКОВИЋ

## ВЕЗЕ И ОДНОСИ ИЗМЕЂУ ВИСИНА И ПОВРШИНА УЗДУЖНИХ РЕЧНИХ ПРОФИЛА

У својим радовима „Уздужни речни профили — њихови облици и њихово стварање“ (1) и „Равнотежни профил и саобразни профил“ (2) П. С. Јовановић је дефинисао следеће појмове: идеални равнотежни, профил протицајне воде, завршни профил и саобразни профил, и они чине основу метода генетске анализе уздужних речних профила.

Циљ овог рада је да се, на основу дефиниција појединих профила, успоставе функционалне везе и односи између висина и површина појединих профила. Рад је изложен у три одељка:

- I. Функционалне везе између висина уздужних речних профила;
- II. Односи између површина;
- III. Однос висина саобразног профила према висинама профила протицајне воде.

### I.

#### ФУНКЦИОНАЛНЕ ВЕЗЕ ИЗМЕЂУ ВИСИНА УЗДУЖНИХ РЕЧНИХ ПРОФИЛА

Успостављене су следеће везе између висина појединих уздужних профила: 1) између висина профила протицајне воде и висина идеалног равнотежног профила; 2) саобразног и завршног профила; 3) саобразног и идеалног равнотежног профила; 4) између висина саобразног профила и профила протицајне воде и 5) између висина завршног и идеалног равнотежног профила. Изван оквира овог рада је разматрање односа висина реалног уздужног профила према висинама профила протицајне воде и саобразног профила, јер је то разматрано у „Уздужним речним профилима“ П. С. Јовановића (1) и претставља суштину генетске анализе облика уздужних речних профила.

Треба напоменути да је, од горе наведених односа, П. С. Јовановић разматрао и успоставио следеће односе: 1) између висина профила протицајне воде и идеалног равнотежног профила (1, 113) и 2) између висина саобразног и завршног профила (1, 125—126), (2, 31).

1) *Веза између висина профила протицајне воде и висина идеалног равнотежног профила.* — Висине профила протицајне воде  $Y'$  доби-

јају се множењем висина идеалног равнотежног профила  $y'$  са средњим индексом висина  $Z_w$ , тј.

$$(1) \quad Y' = Z_w y'$$

где је средњи индекс висина  $Z_w$  добијен дробом површине коју захвата реални уздужни профил реке  $P$ , са површином коју захвата идеални равнотежни профил  $P_0$ , тј.  $Z_w = P : P_0$  (1, 113—114).

2) *Веза између висина саобразног профила и висина завршног профила.* — Висине саобразног профила  $Y''$  су пропорционално повећане висине завршног профила  $y''$  (1, 125), (2, 31), тј.

$$(2) \quad Y'' = Z_c y''$$

где је  $Z_c$  коефицијент пропорционалности и назван је *индексом саобразности*.

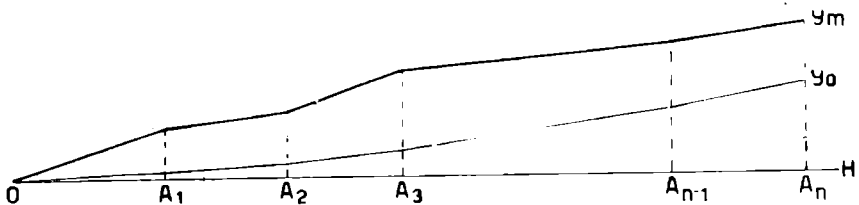
3) *Веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила.* — Веза између висина саобразног профила  $Y''$  је претстављена аналитичким изразом

$$(3) \quad Y'' = z_n y' - c_n$$

где су  $z_n$  и  $c_n$  константе, које се одређују за сваки сектор саобразног профила сличног петрографског састава и отпорности према ерозији, а  $n = 1, 2, 3, \dots$  означава редослед тих сектора почев од ушћа.  $z_n$  одговара средњем индексу падова за све делове истог геолошког састава на уздужном профилу (1, 119—120), а  $c_n = (z_n - z_{n-1}) y'_{n-1} + \dots + (z_3 - z_2) y'_2 + (z_2 - z_1) y'_1$ , где су  $y'_1, y'_2, \dots, y'_{n-1}$  висине идеалног равнотежног профила у одређеним тачкама  $A_1, A_2, \dots, A_{n-1}$ . Те тачке су границе сектора различитих петрографских састава.

Доказ :

Да би се доказала аналитичка веза  $Y'' = z_n y' - c_n$ , између висина саобразног профила  $Y''$  и висина идеалног равнотежног профила  $y'$ , мора се употребити принцип потпуне индукције, тј. доказати горња веза за секторе  $O - A_1, A_1 - A_2, A_2 - A_3$  (скица 1) и за ма који сектор  $A_{n-1} - A_n$ , под условом да важи та веза за претходни сектор.



Ск. 1

За делове неког саобразног профила (ск. 1)  $O - A_1, A_1 - A_2, A_2 - A_3, \dots, A_{n-1} - A_n$ , где  $O$  означава ушће, а  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1}, A_n$  границе сектора различитих петрографских састава и отпорности

према ерозији, одређени су средњи индекси падова  $z_1, z_2, z_3, \dots, z_{n-1}, z_n$ .

а) Веза између висина саобразног профила и идеалног равнотежног профила на сектору  $O - A_1$ . — Пошто између висина падова саобразног профила  $b_n$  и висина падова идеалног равнотежног профила  $b'_n$  постоје везе ( $J, 120$ ):

$$\begin{aligned} b_1 &= z_1 b'_1 \\ b_2 &= z_1 b'_2 \\ &\dots\dots\dots \\ b_n &= z_1 b'_n \end{aligned}$$

то се сабирањем ових једначина добија да је

$$b_1 + b_2 + \dots + b_n = z_1 (b'_1 + b'_2 + \dots + b'_n)$$

а обзиром на везу која постоји између сваке висине уздужног профила и висина њој низводних падова, добија се коначна веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила на сектору  $O - A_1$

$$(a) \quad Y'' = z_1 y'$$

тј. свака висина саобразног профила на сектору  $O - A_1$  једнака је производу из средњег индекса пада тога сектора  $z_1$  и одговарајуће висине идеалног равнотежног профила. Овде је  $c_1 = 0$ .

б) Веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила на сектору  $A_1 - A_2$ . — Ако се са  $Y''_1$  обележи висина саобразног профила у тачки  $A_1$ , а са  $y'_1$  одговарајућа висина идеалног равнотежног профила,  $z_2$  средњи индекс пада за сектор  $A_1 - A_2$ , тада се на основу везе (а) добија

$$\begin{aligned} Y'' - Y''_1 &= z_2 (y' - y'_1), \text{ а одавде} \\ Y'' &= z_2 y' - z_2 y'_1 + Y''_1 \end{aligned}$$

а пошто је према вези (а)  $Y''_1 = z_1 y'_1$ , јер висина  $Y''_1$  припада и сектору  $O - A_1$ , то ће бити

$$Y'' = z_2 y' - z_2 y'_1 + z_1 y'_1 = z_2 y' - (z_2 - z_1) y'_1.$$

Ако се израз  $(z_2 - z_1) y'_1$  замени са константом  $c_2$  (јер су  $z_1, z_2$  и  $y'_1$  константе) тада се коначно добија веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила на сектору  $A_1 - A_2$

$$(б) \quad Y'' = z_2 y' - c_2$$

тј. свака висина саобразног профила, на сектору  $A_1 - A_2$ , једнака је производу из средњег индекса пада за тај сектор  $z_2$  и одговарајуће висине идеалног равнотежног профила, умањеном за константу  $c_2$ .

в) Веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила на сектору  $A_2 - A_3$ . — Успостављање везе

између висина ова два профила се врши по сличном поступку и за овај сектор. На основу везе (а) се добија, да је

$$Y'' - Y''_2 = z_3 (y' - y'_2)$$

где је  $z_3$  средњи индекс пада за тај сектор,  $Y''_2$  висина саобразног, а  $y'_2$  висина идеалног равнотежног профила у тачки  $A_2$ . Дале, по сличном поступку, следује

$$Y'' = z_3 y' - z_3 y'_2 + Y''_2$$

а пошто је према вези (б)  $Y''_2 = z_2 y'_2 - c_2$ , то се заменом добија да је

$$\begin{aligned} Y'' &= z_3 y' - z_3 y'_2 + z_2 y'_2 - c_2 \\ Y'' &= z_3 y' - [(z_3 - z_2) y'_2 + c_2] \end{aligned}$$

Ако се израз  $(z_3 - z_2) y'_2 + c_2$  замени са константом  $c_3$ , тада ће се добити коначно веза, за овај сектор, између висина ова два профила

$$(в) \quad Y'' = z_3 y' - c_3$$

где је  $c_3 = (z_3 - z_2) y'_2 + (z_2 - z_1) y'_1$ , јер је  $c_2 = (z_2 - z_1) y'_1$ .

г) Веза између висина саобразног профила и висина идеалног равнотежног профила на ма ком сектору  $A_{n-1} A_n$ . — На основу принципа потпуне индукције, ако се претпостави да веза  $Y'' = z_n y' - c_n$  важи за један сектор уздужног профила и докаже да важи и за следећи узводни сектор, онда она важи за ма који сектор. Претпоставимо да та веза важи за сектор  $A_{n-2} A_{n-1}$  и да је  $Y'' = z_{n-1} y' - c_{n-1}$ , а  $c_{n-1}$  је константа. Тада ће бити (ск. 1)

$$\begin{aligned} Y'' - Y''_{n-1} &= z_n (y' - y'_{n-1}) \\ Y'' &= z_n y' - z_n y'_{n-1} + Y''_{n-1} \end{aligned}$$

а пошто је висина саобразног профила у тачки  $A_{n-1}$   $Y''_{n-1} = z_{n-1} y'_{n-1} - c_{n-1}$  те ће се сменом добити

$$\begin{aligned} Y'' &= z_n y' - z_n y'_{n-1} + z_{n-1} y'_{n-1} - c_{n-1} \\ Y'' &= z_n y' - [(z_n - z_{n-1}) y'_{n-1} + c_{n-1}] \end{aligned}$$

израз  $(z_n - z_{n-1}) y'_{n-1} + c_{n-1}$  је константа и може се заменити са  $c_n$ . Веза између висина саобразног профила и идеалног равнотежног профила ће коначно добити облик

$$(3) \quad Y'' = z_n y' - c_n.$$

Ова веза омогућава краћи, непосреднији начин конструкције саобразног профила. Према упутству које је дао П. С. Јовановић (1, 120), свака висина саобразног профила је израчунавана сабирањем свих висина низводних падова саобразног профила, а свака од ових висина падова је добијена множењем одговарајућих висина падова идеалног равнотежног профила са средњим индексом пада за тај сектор. Користећи ову везу,  $Y'' = z_n y' - c_n$ , висине саобразног профила се могу

добити, израчунати непосредније и то из висина идеалног равнотежног профила. Поступак за израчунавање висина саобразног профила је следећи: као и у претходном начину се прво израчунају средњи индекси падова, затим све константе  $c_n$  за све секторе сличног литолошког састава, а потом се за сваки сектор врши израчунавање вредности висина саобразног профила по вези  $Y'' = z_n y' - c_n$ .

Овим непосреднијим начином конструкције саобразног профила омогућено је независно израчунавање вредности појединих висина саобразног профила, а тиме је и избегнута могућност протезања случајне грешке, учињене код неке висине пада, на све узводне висине саобразног профила. При конструкцији, овим начином, могу се лако уочити грешке, било да су позитивне или негативне.

4) Веза између висина саобразног профила и висина профила пројекције воде. — Из веза

$$(1) Y' = Z_w y' \quad \text{и} \quad (3) Y'' = z_n y' - c_n$$

следеће да је

$$y' = \frac{Y'}{Z_w} \quad \text{и} \quad y' = \frac{Y'' + c_n}{z_n}$$

$$\frac{Y'}{Z_w} = \frac{Y'' + c_n}{z_n}$$

$$(4) \quad Y'' = \frac{z_n}{Z_w} Y' - c_n$$

5) Веза између висина завршног профила и висина идеалног равнотежног профила. — Упоредујући везе

$$(2) Y'' = Z_c y'' \quad \text{и} \quad (3) Y'' = z_n y' - c_n$$

добива се да је  $Z_c y'' = z_n y' - c_n$ ,

$$(5) \quad y'' = \frac{z_n}{Z_c} y' - \frac{c_n}{Z_c}$$

У досадашњем излагању су разматране везе између висина профила и у свим случајевима су те везе линеарне. Од посебног значаја је веза (3) због своје практичне примене у методу генетске анализе уздужних речних профила.

## II.

### ОДНОСИ ИЗМЕЂУ ПОВРШИНА

Под површином коју захвата неки уздужни профил се подразумева површина обухваћена тим уздужним профилем, његовом пројекцијом на  $X$ -осу и висином (ординатом) извора. Треба напоменути да су пројекције на  $X$ -осу свих профила (реалног уздужног профила неке реке, његовог профила протицајне воде, саобразног, идеалног равнотежног и завршног профила) међусобно једнаке.

Успостављене су следеће везе, односи између површина: 1) између површине реалног уздужног профила и површине његовог идеалног равнотежног профила; 2) реалног уздужног профила и завршног профила; 3) профила протицајне воде и идеалног равнотежног профила; 4) саобразног и завршног профила; 5) реалног уздужног профила и профила протицајне воде; 6) реалног и саобразног профила и 7) профила протицајне воде и саобразног профила. Односе између површина (1) и (2) је поставио П. С. Јовановић (1,113 и 127).

1) Однос између површине реалног уздужног профила ( $P$ ) и површине идеалног равнотежног профила ( $P_0$ ). — Овај однос је поставио П. С. Јовановић (1,113) и назвао га је средњим индексом висина ( $Z_w$ ), тј.

$$(1) \quad P : P_0 = Z_w$$

Овај однос у сваком посебном случају има различиту вредност и она износи за Вардар 5,499 (1,165), за уздужни профил Велике — Јужне Мораве 1,72 (1,180), Тимок 2,032 (1,189), Сочу 11,01 (3,50), горњу Саву 9,75 (4,33).

2) Однос између површине реалног уздужног профила ( $P$ ) и површине завршног профила ( $P_e$ ). — Овај однос је такође поставио П. С. Јовановић и назвао га средњим ерозивним индексом висина  $Z_e$  (1,127) тј.

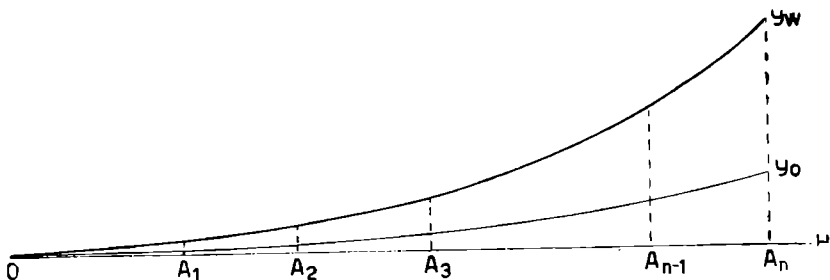
$$(2) \quad P : P_e = Z_e$$

И овај однос има променљиву вредност и она износи за Вардар 3,255 (1,166), Велику — Јужну Мораву 1,369 (1,180), Тимок 1,587 (1,189). — Овде треба само напоменути да су то односи између површина реалних уздужних профила Вардара, Велике — Јужне Мораве и Тимока и површина њихових приближних завршних профила.

3) Однос између површине профила протицајне воде ( $P_w$ ) и површине идеалног равнотежног профила ( $P_0$ ). — Однос између површина ових профила једнак је средњем индексу висина ( $Z_w$ ) тј.

$$(3) \quad P_w : P_0 = Z_w$$

Доказ:



Ск. 2

Ако се са  $Y'_1, Y'_2, \dots, Y'_{n-1}, Y'_n$  обележе висине профила протицајне воде у тачкама  $A_1, A_2, \dots, A_{n-1}, A_n$  (ск. 2), са  $y'_1, y'_2, \dots, y'_n$

висине идеалног равнотежног профила у истим тачкама, а са  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$  удаљења тих тачака од ушћа, тада је површина профила протицајне воде једнака

$$P_w = \frac{Y'_1 x_1}{2} + \frac{Y'_1 + Y'_2}{2} (x_2 - x_1) + \dots + \frac{Y'_{n-1} + Y'_n}{2} (x_n - x_{n-1})$$

Пошто на основу везе (1), између висина профила протицајне воде и идеалног равнотежног профила, постоји веза  $Y' = Z_w y'$ , то се сменом добија

$$P_w = \frac{Z_w y'_1 x_1}{2} + \frac{Z_w y'_1 + Z_w y'_2}{2} (x_2 - x_1) + \dots + \frac{Z_w y'_{n-1} + Z_w y'_n}{2} (x_n - x_{n-1})$$

$$P_w = Z_w \left[ \frac{y'_1 x_1}{2} + \frac{y'_2 + y'_1}{2} (x_2 - x_1) + \dots + \frac{y'_{n-1} + y'_n}{2} (x_n - x_{n-1}) \right]$$

а пошто је израз у средњој загради једнак површини идеалног равнотежног профила ( $P_o$ ), то ће се сменом добити

$$(3) \quad \begin{aligned} P_w &= Z_w P_o \\ P_w : P_o &= Z_w \end{aligned}$$

што је и требало доказати.

4) Однос између површине саобразног профила ( $P_m$ ) и површине завршног профила ( $P_e$ ) једнак је индексу саобразности ( $Z_c$ ).

$$(4) \quad P_m : P_e = Z_c$$

Доказ је истоветан као и код односа (3).

5) Однос између површине реалног уздужног профила ( $P$ ) и површине профила протоицајне воде ( $P_w$ ). — Овај однос је, под условима да је  $Y' = Z_w y'$  и  $P : P_o = Z_w$  (1, 113—114), увек ситалан, непроменљив и једнак јединици  $\bar{y}$ .  $P : P_w = 1$

Доказ :

Пошто је на основу односа (3) између површина  $P_w = Z_w P_o$ , то ће сменом у односу  $P : P_w$  бити  $\frac{P}{P_w} = \frac{P}{Z_w P_o}$ , а обзиром на везу

(1) између површина  $P : P_o = Z_w$ , даље се добија

$$\frac{P}{P_w} = \frac{1}{Z_w} \cdot \frac{P}{P_o} = \frac{Z_w}{Z_w} = 1 \text{ тј.}$$

$$(5) \quad P : P_w = 1$$

а то је и требало да се докаже.

6) Однос између површине реалног уздужног профила ( $P$ ) и површине саобразног профила  $P_m$ . — За разлику од претходног односа, овај однос је променљив и зависи од величине површина и реалног и саобразног профила. Овај однос је једнак  $P : P_m = Z_c : Z_e$

Доказ:

Ако се узме у обзир веза (4) између површина саобразног и завршног профила  $P_m : P_e = Z_c$ , и односа (2) између површина реалног и завршног профила  $P : P_e = Z_e$ , тада ће бити

$$\frac{P}{P_m} = \frac{Z_e P_e}{Z_c P_e} = \frac{Z_e}{Z_c}$$

$$(6) \quad P : P_m = Z_e : Z_c$$

7) Однос између површине саобразног профила ( $P_m$ ) и површине профила протицајне воде ( $P_w$ ). — Обзиром на однос (5), између површина реалног уздужног профила и профила протицајне воде  $P = P_w$  и однос (6), између површина реалног и саобразног профила  $P : P_m = Z_e : Z_c$ , добиће се и однос

$$P_m : P_w = Z_c : Z_e$$

Од свих ових односа површина, посебну пажњу привлачи однос (5) између површина реалног уздужног профила и профила протицајне воде  $P = P_w$ . Та веза је успостављена на основу принципа које је поставио П. С. Јовановић (1,113). На основу тих полазних поставки је и доказана једнакост површина ова два профила, а то значи једнакост површина које образују две различите криве: прва, реални уздужни профил реке, чији је облик израз узајамног деловања разних фактора (протицајне воде, литолошког састава подлоге, тектонских покрета, времена и др.), који су неравномерно распоређени и различито се преплићу на уздужном профилу, и друга, профил протицајне воде, чији је облик израз дејства протицајне воде и времена, уз подједнако и минимално учешће осталих фактора на целом уздужном профилу. На основу односа  $P = P_w$ , та два профила се морају увек преплитати, при чему сума позитивних отступања мора бити једнака суми негативних отступања. Међутим, на основу горе изнесених особина оба профила, а у вези са тим и начином и брзином развоја ерозивног процеса на њима, следује да профил протицајне воде мора лежати ниже од овог реалног уздужног профила, тј. не може постојати однос  $P = P_w$ , већ уопште  $P > P_w$ . Из овога следује да се такав средњи индекс висина, дефинисан као однос површина реалног уздужног и идеалног равнотежног профила, тј.  $P : P_o = Z_w$  не може употребити за конструкцију профила протицајне воде, већ се он мора одредити на други начин. То питање ће бити разматрано у трећем поглављу.

### III.

#### ОДНОС ИЗМЕЂУ ВИСИНА САОБРАЗНОГ ПРОФИЛА И ПРОФИЛА ПРОТИЦАЈНЕ ВОДЕ

У овом поглављу ће бити разматрана следећа питања: односи висина саобразног профила и профила протицајне воде, доказ о немогућности коришћења средњег индекса висина, дефинисаног као



$P: P_0 = Z_w$ , за конструкцију профила протицајне воде и налажења поног коефицијента за конструкцију профила протицајне воде. Сва ова питања ће бити разматрана кроз питање односа висина саобразног профила и профила протицајне воде. Између та два профила постоји следећи однос: *саобразни њрофил не може лежати испод себи синхроничног њрофила њроишцајне воде.*

Доказ:

Полазне поставке за доказ горњег односа између саобразног профила и профила протицајне воде су: прво, особине појединих профила, — идеалног равнотежног, профила протицајне воде, завршног и саобразног профила, и друго, везе, односи између њихових висина.

А. Особине појединих њрофила:

а) Особине идеалног равнотежног профила. — Облик идеалног равнотежног профила је такав облик уздужног речног профила, који има „1) вероватно најмањи пад и 2) облик који је потпуно сагласан са количином протицајне воде тог уздужног речног профила“ (1, 79). Сем тога, то је облик који би био изграђен под „претпоставком да на изграђивање облика уздужног речног профила делује за неограничено време стварно само количина протицајне воде, док сви остали чиниоци при томе делују на целом профилу подједнако и у најмањем могућем износу... Због тога облик оваквог *идеалног равнотежног њрофила* претставља диференцирани облик уздужног речног профила за дејство протицајне воде“ (1, 62—63).

б) Особине профила протицајне воде. — Профил протицајне воде је „... *диференцирани облик уздужног речног њрофила за утицај њроишцајне воде*... и показује облик уздужног речног профила који е потпуно сагласан са утицајем протицајне воде“ (1, 114)... Облик профила протицајне воде је саобразан са обликом идеалног равнотежног профила (1, 125).

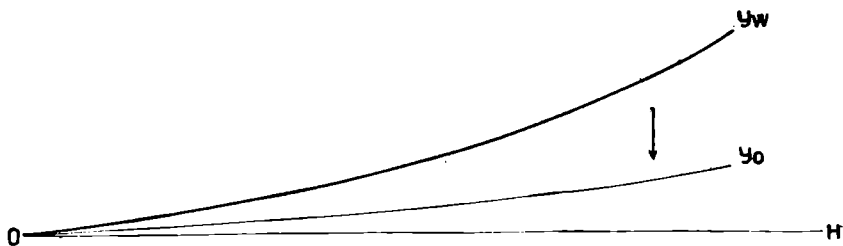
в) Особине завршног профила. — „...облик завршног профила зависи само од протицаја, литолошког састава и од величине, облика и физичког састава овлаженог профила“ (2, 30).

г) Особине саобразног профила. — Под саобразним профилем се подразумева такав облик уздужног речног профила чији се падови изграђују сагласном ерозијом, која у основи зависи само од протицаја, величине падова и литолошког састава подлоге профила (2, 31). Саобразни профил, . . . , садржи у себи утицаје протицајне воде и геолошког састава на облик уздужног речног профила, па због тога његов облик *ѡреба да буде ѡѡишцуно саобразан са обликом равнотежног<sup>1</sup> профила*“ (1, 125).

<sup>1</sup> Завршног — прим. П. С. Јовановића (2, 30).

Б. Односи између висина појединих профила

а) Односи између висина профила протицајне воде и идеалног равнотежног профила. — На основу раније изложених особина ова два профила, висине идеалног равнотежног профила, а самим тим и висина профила у целини, зависе од данашње количине протицајне воде ( $Q$ ) (1, 78—79), а висине профила протицајне воде зависе такође од количине протицајне воде, а осим тога и од времена  $t$  потребног да би се профил протицајне воде спустио током ерозивног процеса до одређене висине. Постојање тога фактора условљава и отступање профила протицајне воде од идеалног равнотежног профила. Пошто између висина профила протицајне воде ( $Y'$ ) и висина идеалног равнотежног профила  $y'$  постоји веза  $Y' = Z_w y'$  (1, 113—114), а истовремено је и идеални равнотежни профил граница спуштања профила протицајне воде при довољно дугом трајању ерозивног процеса, тј.  $\lim_{t \rightarrow \infty} Y' = y'$  (в. ск. 3),



Ск. 3.

то се  $y'$  и  $Y'$  могу претставити функцијама  $y' = f(Q)$ ;  $Y' = f(Q) (1 + \frac{1}{t})$ , јер је и

$$\lim_{t \rightarrow \infty} Y' = \lim_{t \rightarrow \infty} f(Q) (1 + \frac{1}{t}) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(Q) \cdot \lim_{t \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{t}) = f(Q) = y'.$$

Деобом функција  $y' = f(Q)$  и  $Y' = f(Q) (1 + \frac{1}{t})$  добија се даље

$$\frac{Y'}{y'} = \frac{f(Q) (1 + \frac{1}{t})}{f(Q)} \text{ при чему је } y' = f(Q) \neq 0$$

и после скраћивања

$$\frac{Y'}{y'} = 1 + \frac{1}{t}$$

а пошто је  $\frac{Y'}{y'} = Z_w$ , то ће бити

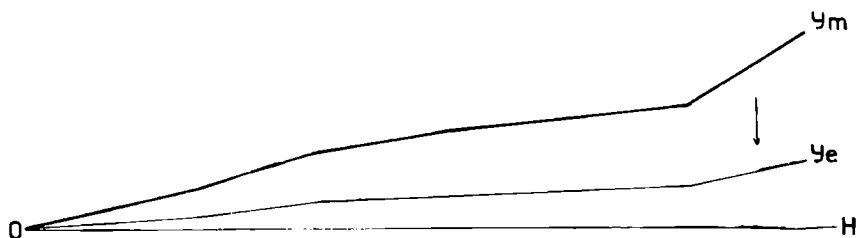
$$(1) \quad Z_w = 1 + \frac{1}{t}$$

б) Однос између висина саобразног и завршног профила. — На основу изнесених особина завршног и саобразног профила може се облик завршног профила изразити као функција количине протицајне воде и коефицијента трења  $C$ , који „зависи од геолошког састава и физичког стања подлоге, у коју је усечено корито, и од облика попречног профила односно од величине хидрауличког радијуса“ (1, 69), док облик саобразног профила зависи још и од времена  $T$  потребног да би се саобразни профил спустио током ерозивног процеса до одређене висине. Постојање тога фактора, времена  $T$ , условљава постојање отступања саобразног профила од завршног профила. Горње функције би се могле изразити у облику

$$y'' = F(Q, C) \quad Y'' = F(Q, C) \left(1 + \frac{1}{T}\right)$$

јер постоји веза  $Y'' = Z_c y''$  (1, 125), (2, 31) и  $\lim_{T \rightarrow \infty} Y'' = y''$  (ск. 4), а исто тако је и

$$\lim_{T \rightarrow \infty} Y'' = \lim_{T \rightarrow \infty} F(Q, C) \left(1 + \frac{1}{T}\right) = \lim_{T \rightarrow \infty} F(Q, C) \lim_{T \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{T}\right) = F(Q, C) = y''$$



Ск. 4

Ове функционалне везе су успостављене под условом, да се међусобни распоред геолошког састава, а и сам геолошки састав на саобразном профилу, током његовог спуштања, не мења.

На основу горњих веза, даље следује да је

$$\frac{Y''}{y''} = \frac{F(Q, C) \left(1 + \frac{1}{T}\right)}{F(Q, C)} \quad \text{где је } y'' = F(Q, C) \neq 0$$

$$\frac{Y''}{y''} = 1 + \frac{1}{T}$$

а пошто је  $Y'' : y'' = Z_c$ , то ће бити

$$(2) \quad Z_c = 1 + \frac{1}{T}$$

в) Однос између висина завршног и идеалног равнотежног профила. — Обзиром да постоји доста одређен однос између отпорности стена у које би био усечен идеални равнотежни профил<sup>1</sup> и завршни профил<sup>2</sup>, то се између висина завршног профила  $y''$  и висина идеалног равнотежног профила  $y'$  може успоставити следећи однос, који је изнео П. С. Јовановић (1, 125): немогуће је да завршни профил лежи испод идеалног равнотежног профила, а исто тако мало је вероватно, да пад завршног профила буде једнак са падом идеалног равнотежног профила (1, 125). Према томе тај однос би се могао изразити

$$(3) \quad y'' \geq y'$$

г) Однос између висина саобразног профила и профила протицајне воде. — Тек после изношен а полазних поставки могло се прећи на детаљније разматрање односа висина ова два профила. При разматрању тога односа морају се узети у обзир ове особине та два профила: прво, та два профила су синхронична и друго, под условима који су потребни за образовање облика та два профила, величина дејства ерозије не би могла бити слабије изражена код профила протицајне воде, него код саобразног профила, због мање или једнаке отпорности стена према ерозији у подлози профила протицајне воде, него у подлози саобразног профила, а једнаког односа количина протицајне воде код оба профила.

У овом трећем одељку су изведене једнакости (1)  $Z_w = 1 + \frac{1}{t}$  и (2)  $Z_c = 1 + \frac{1}{T}$ . Пошто су оба профила, профил протицајне воде и саобразни профил, синхронични, тада је  $t = T$ , а самим тим и

$$(4) \quad Z_w = Z_c$$

С друге стране, као последица различите отпорности стена према ерозији, у којима би била образована оба профила, између њихових висина мора постојати однос

$$(5) \quad Y'' \geq Y'$$

Тај однос се може још ближе одредити, ако се узме у обзир да је  $Z_w = Z_c$ . Тада ће бити

$$\frac{Y''}{Y'} = \frac{Z_c y''}{Z_w y'}$$

јер је  $Y'' = Z_c y''$  и  $Y' = Z_w y'$  и обзиром да је средњи индекс висина једнак индексу саобразности тј.  $Z_w = Z_c$ , то ће се коначно добити следећа сразмера

<sup>1</sup> Овај чиниоц би деловао подједнако дуж целог профила и у најмањем могућем износу (1, 63).

<sup>2</sup> Основа за његову конструкцију је данашњи распоред и отпорност стена (1, 116—122).

$$(6) \quad \frac{Y''}{Y'} = \frac{y''}{y'}$$

Према томе, однос између висина саобразног профила и висина профила протицајне воде изражен је везама

$$Y'' \geq Y' \quad \text{и} \quad \frac{Y''}{Y'} = \frac{y''}{y'}$$

а то значи да саобразни профил не може лежати испод себи синхроничног профила протицајне воде, а осим тога однос између њихових висина је сталан и остаје непроменљив током читавог процеса сусишања оба профила и једнак је односу између висина завршног и идеалног равнотежног профила, јер је

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{Y''}{Y'} = \frac{\lim_{t \rightarrow \infty} Y''}{\lim_{t \rightarrow \infty} Y'} = \frac{y''}{y'}$$

Из досадашњег разматрања односа висина произилази, као последица, да се средњи индекс висина, дефинисан као однос површина реалног уздужног и идеалног равнотежног профила, не може употребити за конструкцију профила протицајне воде, већ се у ту сврху мора употребити такав средњи индекс висина  $Z$  који је једнак индексу саобразности  $Z_c$ .

#### ЗАКЉУЧАК

На крају је потребно напоменути, да су везе и односи између висина и површина у одељцима I и II били успостављени на основу принципа које је поставио П. С. Јовановић. Ти се односи сада, међутим, унеколико мењају, јер је успостављен тачнији однос између средњег индекса висина (који ће сада бити обележен са  $Z$ ) и индекса саобразности  $Z_c$ . Средњи индекс висина  $Z$  се не може одређивати из односа површина реалног уздужног профила  $P$  и идеалног равнотежног профила  $P_0$ , тј. не може постојати једнакост  $Z = P : P_0$ , јер би у том случају морале бити једнаке површине реалног профила  $P$  и профила протицајне воде  $P_w$ , а то је немогуће, јер постоји однос  $P > P_w$ . Средњи индекс висина се одређује из услова његове једнакости са индексом саобразности тј.  $Z = Z_c$ . Односи у одељку Функционалне везе између висина уздужних речних профила би остали непромењени, док би било следећих измена у одељку Односи између површина, и то код:

1) Однос између површина реалног уздужног профила  $P$  и идеалног равнотежног профила  $P_0$ . — Овај однос нема више ону улогу и значај који је имао раније.

5) Однос између њовршине реалног уздужног њрофила  $P$  и њовршине њрофила њрођицајне воде  $P_w$ . — Пошто је  $P:P_o=Z_w$ , а  $P_w:P_o=Z$ , то ће бити

$$P_o = \frac{P}{Z_w} = \frac{P_w}{Z}, \text{ а одавде}$$

$$(5) \quad \frac{P}{P_w} = \frac{Z_w}{Z}$$

6) Однос између њовршине саобразног њрофила  $P_m$  и њовршине њрофила њрођицајне воде  $P_w$ . — Пошто је  $P_m:P_e=Z_c$  и  $P_w:P_o=Z$ , то ће бити

$$\frac{P_m}{P_w} = \frac{Z_c P_e}{Z P_o}, \text{ а пошто је } Z_c=Z, \text{ то ће бити коначно}$$

$$\frac{P_m}{P_w} = \frac{P_e}{P_o}$$

а то значи да је однос њовршина саобразног њрофила и њрофила њрођицајне воде сђалан и једнак односу њовршина завршног и идеалног равно њежног њрофила.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1) П. С. Јовановић: Уздужни речни профили — њихови облици и стварање Београд, 1938.
- 2) П. С. Јовановић: Равнотежни профил и саобразни профил, Зборник радова САН, књ. XI, Географски институт књ. 8, 1954 г.
- 3) S. Pešić: Podolžni profil Soče, Geografski vestnik, Ljubljana, XXIII, 1951.
- 4) S. Pešić: Podolžni profil zgornje Save, Geografski vestnik, Ljubljana, XXV, 1953.

## R é s u m é

A. VELJKOVIĆ

## RELATIONS ET RAPPORTS ENTRE LES HAUTEURS ET LES SURFACES DES PROFILS FLUVIATILES EN LONG

Dans cette étude on continue à éclaircir et à préciser les rapports entre les profils: profil de conformité, profil d'équilibre, profil d'équilibre idéal et profil de débit, dont les notions a établi et défini P. S. Jovanović dans ses études „Les profils fluviatiles en long“ et „Le profil d'équilibre et le profil de conformité“.

L'étude consiste trois sections.

Dans la première section on a établi les relations fonctionales entre les hauteurs des profils mentionnés plus haut. Selon son importance on insiste sur la relation entre la hauteur du profil de conformité  $Y''$  et la hauteur du profil d'équilibre idéal  $y'$ ,  $Y'' = z_n y' - c_n$  ( $z_n$  et  $c_n$  sont les constantes sectorales), car elle rend possible le calcul du profil de conformité, plus direct et plus exact.

Dans la deuxième section on a établi les rapports entre les surfaces des profils particuliers. Il faut souligner que le rapport entre les surfaces du profil en long réel  $P$  et son profil de débit  $P_w$  soit égal à l'unité, c'est-à-dire  $P : P_w = 1$ .

La troisième section est consacré à l'explication et à la détermination plus détaillée des rapports entre les profils mentionnés plus haut: profil d'équilibre idéal, profil d'équilibre, profil de débit, et profil de conformité. On a atteint les rapports suivants: premièrement le profil de conformité ne peut être placé au dessous de son profil de débit synchronique, c'est-à-dire entre leurs hauteurs il y a le rapport suivant  $Y'' \geq Y'$  (où  $Y''$  signifie les hauteurs du profil de conformité, et  $Y'$  les hauteurs du profil de débit); deuxièmement, le rapport entre les hauteurs du profil de conformité et les hauteurs du profil de débit est constant au courant du procès entier de l'érosion et il est égal avec le rapport entre les hauteurs du profil d'équilibre  $y''$  et avec les hauteurs du profil d'équilibre idéal  $y'$ , c'est-à-dire  $Y'' : Y' = y'' : y'$ ; troisièmement, le rapport entre la surface du profil de conformité  $P_m$  et la surface du profil de débit  $P_w$  est constant, invariable au courant du procès entier de l'érosion et égal avec le rapport entre la surface du profil d'équilibre  $P_e$  et la surface du profil d'équilibre idéal  $P_o$ , c'est-à-dire  $P_m : P_w = P_e : P_o$ .

Si le rapport entre les hauteurs de ces profils  $Y'' : Y' = y'' : y'$  on écrit dans une autre forme  $Y'' : y'' = Y' : y'$ , on a comme conséquence une nouvelle façon un peu changée de construction de profil de débit, car l'indice de conformité  $Z_c$  est égal avec l'indice moyen des hauteurs.