

## **Felszíni lefolyást megszakító műszaki berendezések optimális mennyiségének meghatározása szántóföldeken**

ALFÖLDI ISTVÁN

*Ipari és Mezőgazdasági Tervező Vállalat, Budapest*

A szántóföldi talajvédelem legmodernebb eljárásának a maximális agronómiai védettséget kiegészítő, felszíni lefolyást megszakító berendezésekkel kombinált talajvédelmi rendszer tekinthető.

A felszíni lefolyást megszakító berendezéseket (sáncok, terasz-sáncok, teraszok, övárkok, duzzasztott vízszínű övárkok) a lejtőn olyan távol kell egymástól helyezni, hogy a keletkező felszíni elfolyás hatására zérus vagy csupán a megengedhető értékű talajpusztulás keletkezzék.

A talajvédelmi tervezői gyakorlat számos olyan számítási eljárást ismer, amely alkalmas a felszíni lefolyást megszakító berendezések egymástól távolságának meghatározására. Ilyenek például a Horton-féle eróziómentes szakasz-hosszon, vagy a Svebsz-féle energetikai paraméteren, a Wischmeier—Smith-féle általános talajveszteség-becslési egyenleten alapuló számítási eljárások [1].

E számítási módszerek közös jellemzője, hogy a talajpusztulás mennyiségi értékét általában a lejtőhajlás, a lejtő-hossz, a növényi borítottság, a csapadék energiatartama (a felszíni lefolyás intenzitása), a művelési mód (felszíni erdeség), a talaj erózióval szembeni ellenállása függvényében adják meg.

E tényezők közül számos megváltoztathatatlanak, vagy gyakorlatilag megváltoztathatatlanak fogható fel (lejtőhajlás, csapadék-energiatartam), míg más tényezők befolyásolhatók — (művelési mód, lejtőhossz, talaj erózióval szembeni ellenállása, növényi borítottság).

Ez utóbbi tényezők számszerű vizsgálata azt mutatta, hogy a talajveszteség megakadályozásában a legnagyobb szerep a növényi borítottságnak jut, vagy a talajtani adottságokat is figyelembe véve, a talaj erózióval szembeni ellenállásának.

A maximális agronómiai védelem, önmagában — a túlságosan hosszú lejtők miatt — általában nem elégséges a talajpusztulás megakadályozásához, illetve megengedett szinten való tartásához.

Ezért az agronómiai védettség biztosításán túlmenően legtöbbször a *felszíni lefolyási hosszak csökkentése is szükségessé válik.*

A hazai talajvédelemben elterjedtté vált a talajvédelmi feladatok lejtő-kategória-tartományonként való csoportosítása.

A lejtőkategória tartományokon alapuló talajvédelmi feladatsoportosítás elsősorban a nagyobb vízgyűjtők talajvédelmi irányterveinek készítésénél került alkalmazásra. A talajvédelmi üzemi kiviteli tervek területosztályo-

zási rendszere döntően ugyancsak a lejtőkategória tartományok rendszerére támaszkodik.

A hazai szántóföldi lejtőkategória tartományok a kialakult gyakorlat alapján az alábbiak [2]:

(1): 0—5%, (2): 5,1—12%, (3): 12,1—17, (4): 17,1—25%, (5): 25,1% felett.

Egy-egy vízgyűjtő, vagy üzem területe a lejtőkategória tartományok szerint a legváltozatosabban oszlik meg.

Példaképpen az 1. táblázatban három vízgyűjtő szántóterülete lejtőkategória tartományainak megoszlását mutatjuk be, 1 : 25 000-es térkép méretarányának megfelelően.

1. táblázat

Vízgyűjtő területek lejtőkategória-tartományonkénti megoszlása  
(1 : 25 000 méretarányú feldolgozás alapján)

| (1)<br>Lejtőkategória-<br>tartomány<br>% | (2)<br>Hangony patak |       | (3)<br>Koppány patak |       | (4)<br>Vadász—Vasonca<br>patak |       |
|--|----------------------|-------|----------------------|-------|--------------------------------|-------|
|  | kh                   | %     | kh                   | %     | kh                             | %     |
| 0—5                                      | 3351                 | 19,7  | 57526                | 54,5  | 9556                           | 25,7  |
| 5,1—12                                   | 1362                 | 7,9   | 22627                | 21,5  | 16639                          | 44,8  |
| 12,1—17                                  | 3497                 | 20,8  | 12397                | 11,5  | 6494                           | 17,4  |
| 17,1—25                                  | 3336                 | 19,7  | 6968                 | 6,5   | 4268                           | 11,5  |
| 25,1 felett                              | 5422                 | 31,9  | 6459                 | 6,0   | 205                            | 0,6   |
| Összesen                                 | 16968                | 100,0 | 105977               | 100,0 | 37162                          | 100,0 |

A lejtőkategória tartományok, mint azt a bemutatott példák is bizonyítják, rendkívül változatos kiterjedésűek lehetnek.

Nyilvánvaló, hogy minél meredekebb lejtők (a továbbiakban: lejtőkategória tartományok) talajvédelmét kell megoldani, a talajvesztés minimális — megengedett — értékének biztosítása céljából fokozni kell az agronómiai védettséget.

Egy-egy vízgyűjtő szántóterületein megtermelhető növények aránya azonban az üzemek egészséges fejlődését figyelembe véve, viszonylag csak szűk határok között mozoghat.

Ezért a talajvédelmi tervező előtt elsősorban az az út nyílik, hogy a növényi arányok kötöttségein belül a jó talajvédő növényeket a magasabb, míg a rosszul védő növényeket az alacsonyabb lejtőkategória tartományokba helyezze el.

Ez az elv az agronómiai védettséget kiegészítő felszíni lefolyást megszakító berendezések mennyiségének szemszögéből nézve is gazdaságos megoldás. Nyitott kérdés azonban, hogy az egyes lejtőkategória tartományok védettségének abszolút és relatív értéke — az agronómiailag elérhető talajvédelem teljes kihasználása érdekében — mekkora legyen. Ezt minden esetben, a rendezés alá vont terület sajátosságainak figyelembevételével külön kell meghatározni, mivel ezen értékek *optimuma*, a lejtőkategória tartományok területi kiterjedésének függvénye. Ahhoz, hogy kötött vetésszerkezet mellett, adott lejtőkategória tartomány megoszlású vízgyűjtő, vagy üzemi területen megkeressük

a megengedhető talajpusztulás biztosításához szükséges, felszíni elfolyást megszakító berendezések leggazdaságosabb (legkisebb költségű) mennyiségét, (optimumát) olyan viszonylag egyszerű számítási módszert kell keresni, amely a felszíni elfolyást megszakító berendezések egymástóli távolságát a növényi borítottság, vagy inkább a talaj erózióval szembeni ellenállásának függvényében adja meg.

Ilyen számítási eljárásaként kínálkozik az ún. Horton-féle eróziómentes szakaszhossz; ez a módszer a felszíni elfolyást megszakító berendezések egymástóli távolságát, éppen az eróziómentes szakaszhossz függvényében adja meg. Az eróziómentes szakaszhossz-távolságra helyezett felszíni elfolyást megszakító berendezések a megengedettnél mindig kisebb talajvesztéséget okoznak, ami a kiindulási feltételt kielégíti, [3]

$$X_c = \frac{36}{q_s n} \left[ \frac{R_i}{f(s)} \right]^{5/3} \quad (1)$$

- $X_c$  = eróziómentes szakaszhossz = felszíni elfolyást megszakító létesítmények egymástóli távolsága (m)
- $q_s$  = a felszíni elfolyás intenzitása (mm/ó)
- $n$  = a Strickler-féle érdességi tényező (0,10)
- $R_i$  = a talaj és a rajta települt növényzet erózióval szembeni ellenállása (kg/m<sup>2</sup>)

$$f(s) = \frac{\sin \alpha}{\operatorname{tg}^{0,3} \alpha}, \text{ ahol } \alpha \text{ a lejtő hajlásszöge,}$$

5/3 = a turbulens mozgás esetén érvényes hatványkitevő.

A mértékadó gyakoriságú és időtartamú csapadék, valamint aktuális lefolyási tényező mellett keletkező felszíni elfolyás ( $q_s$ ) értéke közelítésképpen időben állandónak fogható fel. Az ( $n$ ) érdességi tényező, bár a felszíni elfolyás intenzitásától függhet, jó közelítéssel ugyancsak állandónak tekinthető, így a

$\frac{36}{q_s n}$  kifejezés ugyancsak állandó értéként fogható fel.

Az  $f(s)$  lejtőhajlást kifejező tényezőt egy lejtőkategória tartományra vonatkozóan oly módon tesszük állandóvá, hogy a lejtőkategória tartomány felső lejtési értékével számolunk, mely módszerrel a biztonság javára járunk el.

Az (1) függvény állandó tényezőit összevonva ( $k_i$ ) minden lejtőkategória tartományra felírható egy

$$X_i = k_i R_i^{5/3}, \quad (2)$$

vagy

$$X_i = f(R_i) \quad (3)$$

alakú egyenlet, amely azt mutatja, hogy egy lejtőkategórián belül az eróziómentes szakasz hossza a talaj erózióval szembeni ellenállásának ( $R_i$ ) mint független változónak a függvénye.

Legyen a feladat egy adott lejtőkategória tartomány optimális mértékű felszíni elfolyást megszakító berendezéssel (továbbiakban: egyszerűség kedvéért sánc) való ellátása. Tegyük vizsgálat tárgyává, hogy egy adott lejtőkategória tartomány védelméhez szükséges felszíni elfolyást megszakító mű mennyisége ( $Z_i$ ) hogyan függ az eróziómentes szakasz hosszától ( $X_c$ ). Könnyen belátható, hogy a lejtő alakjától függetlenül a szükséges sáncfolyóméterek

hosszát jó közelítéssel a lejtő területének (lejtőkategória tartomány területének)  $m^2$ -ben kifejezett mérőszáma és az eróziómentes szakasz méterben kifejezett hosszának hányadosa adja.

Más szavakkal a szükséges sáncolási hossz ( $Z_i$ ) a megvédendő terület ( $F_i$ ) és az eróziómentes szakaszhossz ( $X_i$ ) függvénye.

$$Z_i = \frac{F_i}{X_i}, \quad (4)$$

vagy általános függvényalakban

$$Z_i = f(F_i, X_i), \quad (5)$$

amely szavakkal azt fejezi ki, hogy a szükséges sáncfolyóméterek számát egy két-változós függvény adja meg, amelynek egyik változója,  $X_i$  maga is függvénye az átlagos erózióval szembeni talajjellenállásnak ( $R_i$ ).

A magunk elé tűzött feladat: az egyes lejtőkategória tartományok átlagos erózióval szembeni ellenállási értékeinek ( $R_i$ ) olyan meghatározása, hogy a hozzájuk rendelhető sánc folyóméterek száma ( $Z_i$ ) az egész vízgyűjtő területre vonatkozóan minimális legyen.

Általánosságban ez azt jelenti, hogy lejtőkategória tartományonként azokat az  $R_1, R_2, R_3, R_4$  értékeket kell meghatároznunk, amelyek a (6) összefüggést kielégítik:

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = \frac{F_1}{X_1 = f(R_1)} + \frac{F_2}{X_2 = f(R_2)} + \frac{F_3}{X_3 = f(R_3)} + \frac{F_4}{X_4 = f(R_4)} = \sum_{i=1}^4 Z_i = \min. \quad (6)$$

A (6) egyenlet tagjai rendre az alábbiak:

$Z_1 \dots Z_4$  az 1 ... 4 lejtőkategória tartományokra  $R_1 \dots R_4$  talajellenállási értékek mellett számított sáncfolyóméterek, vagy ami azzal arányos, beruházási mérőszámok,

$R_1 \dots R_4$  az 1 ... 4 lejtőkategória tartományokon a gazdaságossági optimum érdekében biztosítandó erózióval szembeni talajjellenállási értékek,

$F_1 \dots F_4$  az 1 ... 4 lejtőkategória tartományok területeinek százalékos aránya az összterülethez viszonyítva.

A (6) egyenlet megoldása tulajdonképpen szélsőérték számítási feladat. A  $\sum Z_i$  értéke négy változó függvénye, tehát a megoldáshoz 4 egyenlet felírása szükséges. Azonban csak két egymástól független egyenlet írható fel. Az egyik a (6) egyenlet, a másik, az összterület átlagos erózióval szembeni talajjellenállási tényezőjének meghatározására felírható egyenlet:

$$\frac{R_1 F_1 + R_2 F_2 + R_3 F_3 + R_4 F_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4} = a, \quad (7)$$

ahol „a” — az adott vetésszerkezet figyelembevételével — a berendezésre kerülő terület átlagos erózióval szembeni talajjellenállási tényezője.

A feladat megoldását az alábbi gondolatmenet alapján végezhetjük el.

A rendelkezésünkre álló két egyenlet elégséges lenne, ha a terület csak két lejtőkategória tartományra oszlana. Nincs azonban akadálya annak, hogy az 1—2 és 3—4 lejtőkategória tartományokat közös lejtőkategória tarto-

mányokká vonjuk össze és ezek felhasználásával határozzuk meg azt a két az alsó (1—2) és felső (3—4) területrészen előírandó erózióval szembeni talajjellenállási értéket ( $R_A, R_F$ ), melyek betartásával az agronómiailag elérhető védettséget — az összterület figyelembevételével — maximálisan biztosítottuk.

Optimum számításról lévén szó, nem szorul külön bizonyításra, hogy az  $R_A$  és  $R_F$  értékeknek külön-külön egyezni kell az alsó, ill. felső két lejtőkategória tartomány azon átlagos talajjellenállási tényezőjével, melyek  $R_1$  és  $R_2$  ill.  $R_3$  és  $R_4$  értékek felhasználásával számíthatók.

Így az  $R_A$  segítségével — mivel ismét csak két lejtőkategória tartományról van szó —  $R_1$  és  $R_2$ , ill.  $R_F$  segítségével  $R_3$  és  $R_4$  értéke is meghatározható.

A (6) egyenletben a törtek nevezőjében az eróziómentes szakasz hosszának egyenlete szerepel. E képletben  $R_i$  értékén kívül, mint azt az előzőekben már vázoltuk, egy lejtőkategória tartományon belül csak konstans értékek szerepelhetnek. Jelöljük ezeket az előzmények alapján  $k_i$ -vel.

A fentiek szerint az első lépésben csak  $R_A$  és  $R_F$  meghatározása a cél. A (6) egyenlet tehát a következőképpen alakul:

$$Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 = \sum_{i=1}^4 Z_i = \left( \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} \right) \frac{1}{R_A^{3/2}} + \left( \frac{F_3}{k_3} + \frac{F_4}{k_4} \right) \frac{1}{R_F^{3/2}}. \quad (8)$$

A (7) számú egyenlet pedig:

$$\frac{R_A(F_1 + F_2) + R_F(F_3 + F_4)}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4} = a. \quad (9)$$

Mivel a nevezőben a területek százalékos megoszlásának összege szerepel, a (9) egyenlet  $R_F$ -re való megoldása az alábbi:

$$R_F = \frac{100a - (F_1 + F_2)R_A}{F_3 + F_4} = \frac{100a}{F_3 + F_4} - \frac{F_1 + F_2}{F_3 + F_4} R_A. \quad (10)$$

$R_F$  értékét a (8) egyenletbe behelyettesítve

$$\sum_{i=1}^4 Z_i = \left( \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} \right) \frac{1}{R_A^{3/2}} + \left( \frac{F_3}{k_3} + \frac{F_4}{k_4} \right) \left( \frac{1}{\frac{100a - (F_1 + F_2)R_A}{F_3 + F_4}} \right)^{3/2}. \quad (11)$$

Bevezetjük az alábbi jelöléseket

$$A = 100a, \quad C' = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2}, \quad C'' = \frac{F_3}{k_3} + \frac{F_4}{k_4},$$

$$B = \frac{A}{F_3 + F_4}, \quad D = \frac{F_1 + F_2}{F_3 + F_4}.$$

Ezek után a (11) egyenletbe helyettesítve kapjuk:

$$\sum_{i=1}^4 Z_i = \frac{C'}{R_A^{3/2}} + \frac{C''}{(B + DR_A)^{3/2}} = \sum_{i=1}^4 Z_i = C' R_A^{-3/2} + C'' (B - DR_A)^{-3/2}. \quad (12)$$

Az egyenletet  $R_A$  szerint differenciálva:

$$\sum_{i=1}^4 Z'_i = -\frac{5}{3} C' R_A^{-5/2} + \frac{5}{3} DC'' (B - DR_A)^{-5/2}. \quad (13)$$

Az egyenletet zérussal egyenlővé téve, egyszerűsítések után az alábbi vég-eredményt nyerjük:

$$R_A = \frac{1}{\frac{C'^{-1/8}}{B(C''D)^{-1/8}} + \frac{D}{B}} \quad (14)$$

$R_A$  értékét a (10) egyenletbe visszahelyettesítve  $R_F$  értéke meghatározható a levezetett jelölésekkel.

$$R_F = B - DR_A \quad (15)$$

$R_A$  és  $R_F$  értékének ismeretében  $R_1$  és  $R_2$ , illetve  $R_3$  és  $R_4$  értéke a fenti módszer megismétlésével kiszámítható.

Az alsó két lejtőkategória tartomány esetében az egymástól független két egyenlet alakja a következő:

$$Z_1 + Z_2 = \sum_{i=1}^2 Z_i = \frac{F_1}{k_1 R_1} + \frac{F_2}{k_2 R_2} \quad (16)$$

$$\frac{F_1 R_1 + F_2 R_2}{F_1 + F_2} = R_A \quad (17)$$

A továbbiakban az általános megoldáson túlmenően a Koppány patak vízgyűjtője talajvédelmi tervének II. változatán keresztül mutatjuk be konkrétan a számítás menetét, [4].

Az egyes lejtőkategória tartományokra adódott átlagos  $R_i$  értékek az egyes növények elemi ellenállási értékéből a súlyozott átlagolás módszerével nyertek számítás. E számítások elvégzése közben bizonyos gazdaságossági szempontokat (a termelési oldalról) érvényesíteni kellett (2. táblázat).

Az egyes lejtőkategória tartományokra számított  $R_i$  értékekből súlyozott átlagképzéssel megállapítható a vízgyűjtőre érvényes átlagos erózióval szembeni ellenállási tényező:

|           |                                   |
|-----------|-----------------------------------|
|           | 57,3 × 0,42 = 24,066              |
|           | 24,3 × 0,47 = 11,421              |
|           | 12,6 × 0,55 = 6,930               |
|           | 5,8 × 0,63 = 3,654                |
| Összesen: | 100,0                      46,071 |

Tehát a- egész vízgyűjtőre vonatkozó átlagos talajellenállási tényező értéke  $\frac{46,071}{100} = 0,46071 \text{ kg/m}^2$ .

Hivatkozással az (1) képletre a felszíni elfolyás intenzitása  $q_s = 10,8 \text{ mm/ó}$ , a mértékadónak feltételezett viszonyok között.

A kiindulási alapadatok ismeretében első lépés a (2) egyenlet jobb oldalán levő ( $k_i$ ) értékének lejtőkategória tartományonkénti meghatározása.

A számítás menetét a részletszámítások mellőzésével a 3. táblázaton mutatjuk be.

Ezt követően a (14) és (15) egyenletek felhasználásával kiszámítjuk  $R_A$  és  $R_F$  értékét. Ehhez azonban a képletben szereplő tényezők értékeinek meghatározása szükséges.

## 2. táblázat

Lejtőkategóriánként tervezett átlagos erózióval szembeni talajellenállási tényezők a Koppány patak vízgyűjtőjében

| (1)<br>Lejtőkategória-<br>tartományok<br>% | (2)<br>A lejtőkategória-<br>tartomány területe<br>az össz-szántóföldi<br>terület ( $F_i$ ) %-ában<br>% | (3)<br>A lejtőkategória-<br>tartományra a<br>tervben előírt<br>átlagos erózióval<br>szembeni talajellen-<br>állás értéke ( $R_i$ ) kg/m <sup>3</sup> |
|--|--|--|
| 0,0— 5,0                                   | 57,3   | 0,42   |
| 5,1—12,0                                   | 24,3   | 0,47   |
| 12,1—17,0                                  | 12,6   | 0,55   |
| 17,1—25,0                                  | 5,8  | 0,63   |

$$\sum_{i=1}^4 F_i = 100,0.$$

$$C' = \frac{F_1}{k_1} + \frac{F_2}{k_2} = \frac{57,3}{1100} + \frac{24,3}{398} = 0,113, \quad C'^{-3/8} = 2,26,$$

$$C'' = \frac{F_3}{k_3} + \frac{F_4}{k_4} = \frac{12,6}{268} + \frac{5,8}{180} = 0,079,$$

$$B = \frac{100a}{F_3 + F_4} = \frac{46}{12,6 + 5,8} = 2,5,$$

$$D = \frac{F_1 + F_2}{F_3 + F_4} = \frac{57,3 + 24,3}{12,6 + 5,8} = 4,44, \quad (C''D)^{-3/8} = 1,68.$$

A fenti értékeket a (14) egyenletbe helyettesítve

$$R_A = \frac{1}{\frac{C'^{-3/8}}{B(C''D)^{-3/8}} + \frac{D}{B}} = \frac{1}{\frac{2,26}{2,5 \cdot 1,68} + \frac{4,44}{2,5}} = 0,432.$$

$R_F$  nagyságát pedig a (15) összefüggésből nyerjük.

$$R_F = B - DR_A = 2,5 - 4,44 \cdot 0,432 = 0,582$$

$R_A$  értékét a (16) és (17) függvénykapcsolatok segítségével oszthatjuk fel

$R_1$  és  $R_2$ -re. A (14) és (15) egyenlettel egyező alakú végeredményt kaptuk.

Határozzuk meg a képletekben szereplő tényezőket.

$$C_1 = \frac{F_1}{k_1} = \frac{57,3}{1100} = 0,052 \quad C_1^{-3/8} = 2,96$$

$$C_2 = \frac{F_2}{k_2} = \frac{24,3}{398} = 0,061 \quad B' = \frac{F_1 + F_2}{F_2} \cdot R_A = \frac{57,3 + 24,3}{24,3} \cdot 0,432$$

$$B' = 1,45$$

$$D' = \frac{F_1}{F_2} = \frac{57,3}{27,3} = 2,36 \quad (C_2 D')^{-3/8} = 2,07.$$

## 3. táblázat

Horton-féle [3] eróziómentes szakaszhossz ( $X_c$ ) képletében szereplő állandók összevont értékeinek ( $k_i$ ) számítási sémája a Koppány patak vízgyűjtőjében

| (1)<br>A számítás lépései        | (2)<br>Lejtőkategóriák száma és intervalluma % |         |         |         |
|----------------------------------|--|---------|---------|---------|
|                                  | 1  | 2       | 3       | 4       |
|                                  | 0-5  | 5,1-12  | 12,1-17 | 17,1-25 |
| $\alpha$ ) Mértékadó hajlásszög  | 2°52'  | 6°51'   | 9°40'   | 14°04'  |
| $\sin \alpha$                    | 0,05   | 0,1192  | 0,1676  | 0,2426  |
| $\operatorname{tg} \alpha$       | 0,05   | 0,12    | 0,17    | 0,25    |
| $\operatorname{tg}^{0,3} \alpha$ | 0,4074   | 0,5260  | 0,5848  | 0,6577  |
| $f(s)$                           | 0,123  | 0,226   | 0,287   | 0,363   |
| $[f(s)]^{5/3}$                   | 0,03034  | 0,08395 | 0,1245  | 0,1854  |
| $\frac{36}{q_s n}$               | 33,4   | 33,4    | 33,4    | 33,4    |
| $k_i$                            | 1100   | 398     | 268     | 180     |

Az eredményül kapott számokat behelyettesítve:

$$R_1 = \frac{1}{\frac{C_1^{-3/8}}{B'(C_2 D')^{-3/8}} + \frac{D'}{B'}} = \frac{1}{\frac{2,96}{1,45 \cdot 2,07} + \frac{2,36}{1,45}} = 0,383$$

$$R_2 = B' - D' R_1 = 1,45 - 2,36 \cdot 0,383 = 0,547$$

$R_F$  felbontását  $R_3$  és  $R_4$ -re, hasonlóképpen végezhetjük el. A képletekben szereplő tényezők értékei az alábbiak:

$$C_3 = \frac{F_3}{k_3} = \frac{12,6}{268} = 0,047$$

$$C_3^{-3/8} = 3,15$$

$$C_4 = \frac{F_4}{k_4} = \frac{5,8}{180} = 0,032$$

$$B'' = \frac{F_3 + F_4}{F_4} \cdot R_F = \frac{12,6 + 5,8}{5,8} \cdot 0,582 = 1,85$$

$$D'' = \frac{F_3}{F_4} = 2,175$$

$$(C_4 D'')^{-3/8} = 2,74.$$

A fenti értékeket behelyettesítve:

$$R_3 = \frac{1}{\frac{C_3^{-3/8}}{B''(C_4 D'')^{-3/8}} + \frac{D''}{B''}} = \frac{1}{\frac{3,15}{1,85 \cdot 2,74} + \frac{2,175}{1,85}} = 0,556.$$

$$R_4 = B'' - D'' R_3 = 1,85 - 2,175 \cdot 0,556 = 0,640.$$



Összefoglalva: a négy lejtőkategória tartományon annak érdekében, hogy a vetésszerkezet által elérhető agronómiai védelmet maximálisan kihasználjuk, az alábbi talajellenállási értékeket kell biztosítani.

$$R_1 = 0,383; R_2 = 0,547; R_3 = 0,556; R_4 = 0,640.$$

Ha a számított értékeket összehasonlítjuk a tervbe ténylegesen betervezettel (2. táblázat), akkor azt tapasztaljuk, hogy a tervezők elsősorban a két felső lejtőkategória tartomány átlagos erózióval szembeni ellenállási értékét ítélték meg helyesen, míg a (2) lejtőkategória tartomány erózióval szembeni átlagos talajellenállási értékét alá, az (1) lejtőkategória tartományba fölé tervezték, szemben az optimálissal.

A továbbiakban ellenőrizzük számításunkat úgy, hogy megvizsgáljuk, hogy az eredményül kapott talajellenállási értékek súlyozott átlaga valóban a kiindulási, átlagos talajellenállási tényezőt szolgáltatja-e.

$$a = \frac{F_1 R_1 + F_2 R_2 + F_3 R_3 + F_4 R_4}{F_1 + F_2 + F_3 + F_4} =$$

$$= \frac{57,3 \cdot 0,383 + 24,3 \cdot 0,547 + 12,6 \cdot 0,556 + 5,8 \cdot 0,640}{100} = 0,46.$$

Tehát a megoldás helyes.

Vizsgáljuk meg ezután, hogy az erózióval szembeni talajellenállási értékek legkedvezőbb megosztása mellett, a vízgyűjtő egészére vonatkozó beruházási mérőszám milyen minimális értéket vesz fel.

Ennek meghatározására a (7) összefüggést használjuk fel, azzal az eltéréssel, hogy a törtek nevezőjében szerepeltetett függvényalak helyére, ezek számított értékeit írjuk.

$$Z_i = \frac{F_1}{k_1 \cdot R_1^{5/3}} + \frac{F_2}{k_2 \cdot R_2^{5/3}} + \frac{F_3}{k_3 \cdot R_3^{5/3}} + \frac{F_4}{k_4 \cdot R_4^{5/3}}$$

$$Z_i = \frac{57,3}{1100 \cdot 0,201} + \frac{24,3}{398 \cdot 0,369} + \frac{12,6}{268 \cdot 0,376} + \frac{5,8}{180 \cdot 0,583} = 0,604$$

$$R_1^{5/3} = 0,201; R_2^{5/3} = 0,369; R_3^{5/3} = 0,376; R_4^{5/3} = 0,583.$$

A tényleges sáncolási költségre a beruházási mérőszám helyett most már úgy térhetünk át, ha a lejtőkategória tartományok relatív százalékos aránya helyett a tényleges területeket vesszük figyelembe és a területek m<sup>2</sup>-ben kifejezett értékét osztjuk az eróziómentes szakaszhoz méterben kifejezett értékével. A kapott sánc-folyómétereket a földmunka fajlagos m<sup>3</sup> és Ft/m<sup>3</sup>-értékével beszorozva a leggazdaságosabb sáncmennyiség összes Ft-szükségletét nyerjük.

A talajvédelmi tervezés során most már arra kell törekedni, hogy az egyes lejtőkategória tartományok tényleges erózióval szembeni átlagos talajellenállási értéke, az optimumot jelentő  $R_1 \dots R_4$  tényezők értékét minél jobban megközelítse.

Ezt a vetésszerkezet egyes tagjaihoz tartozó elemi erózióval szembeni ellenállási értékek olyan értelmű változtatásával lehet elérni, amelynek során,

amellett, hogy a megfelelő üzemi vetésszerkezeti arányokat biztosítjuk, egyúttal megközelítjük a számítás adta optimális értéket.

Teljes egyezést elérni természetesen a vetésforgók kötöttsége vagy más üzemi, gazdasági szempontok miatt csak a legritkább esetben lehet.

A számításos módszer hiányossága, hogy a tényleges erózióval szembeni talajellenállási értékeknek az optimumtól való eltérése esetén nem nyújt támpontot arra vonatkozóan, hogy az eltérések következtében a vízgyűjtő egészére számított beruházási mérőszám milyen mértékben módosult.

Annak érdekében, hogy ezt figyelemmel kísérhessük, ki kellett dolgozni a feladat grafikus megoldását is.

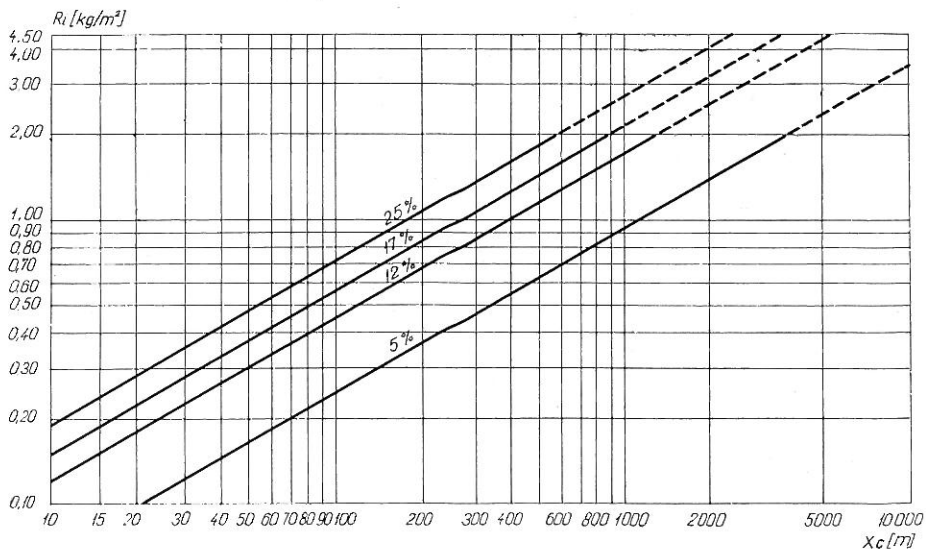
A megoldást ugyancsak a Koppány patak vízgyűjtőjére készített talajvédelmi irányterv II. változata alapján mutatjuk be.

Az alapadatok megegyeznek jelen tanulmányban közölt 2. és 3. táblázatokban szereplő, valamint a 314. oldalon megadottakkal.

*A feladat, úgy kiosztani a növényi kultúrák vetésterületeit az egyes lejtőkategória tartományokban, hogy a lejtőkategória tartományok vetésszerkezetével adott, erózióval szembeni talajellenállási értékek felhasználásával számított sáncfolyóméterek összege, a vízgyűjtőterület egészére vonatkozóan, a legkisebb legyen.*

A lejtőkategória tartományok felső határához tartozó, Horton-féle eróziómentes szakaszhosszak (sánc távolságok) az  $R_i$  erózióval szembeni talajellenállás függvényében, a mértékadó csapadéokra vonatkozóan, az 1. ábrán olvashatók le.

A továbbiakban az 1. ábrán  $R_i$  függvényében leolvasott eróziómentes szakaszhosszakkal ( $X_i$ ;  $X_c$ ) (sánc távolság) elosztjuk a hozzátartozó lejtőkategória tartomány százalékban kifejezett területét. Ekkor megkapjuk azt a mérőszámot, amely mutatja, hogy a vonatkozó lejtőkategória tartomány védelméhez, különböző  $R_i$  értékek esetén, milyen mennyiségű sáncre van szükség.



1. ábra

Az eróziómentes szakaszhosszak ( $X_c$ ) meghatározása a talaj ellenállási tényező ( $R_i$ ) függvényében, a Koppány patak vízgyűjtőjében

A számítást a Koppány vízgyűjtő 17,1—25 százalékos lejtőkategória tartományára vonatkozóan be is mutatjuk.

Lejtőkategória tartomány 17,1—25%.

Lejtő kategória tartomány területe az összterület %-ában: 5,8%.

|       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $R_i$ | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,5   | 0,6   | 0,7   | 0,8   | 0,9   | 1,0   |
| $X_i$ | 12    | 24    | 38    | 55    | 75    | 100   | 120   | 150   | 180   |
| $Z_i$ | 0,484 | 0,242 | 0,153 | 0,105 | 0,077 | 0,058 | 0,048 | 0,039 | 0,032 |

A különböző lejtőkategória tartományokra nyert  $Z_i$  értékeket,  $R_i$  függvényében, a 2. ábra mutatja.

Most már a sáncfolyóméterek, vagy ami ezzel arányos, a  $Z_i$  beruházási mérőszámoknak az egész vízgyűjtőre vonatkozó minimumát, akkor kapjuk, ha úgy határozzuk meg az egyes lejtőkategória tartományok átlagos erózióval szembeni talajellenállását, hogy az a 2. ábrán ábrázolt függvénykapcsolatok által, az ezekhez tartozó  $Z_i$  beruházási mérőszámok összege a minimumot adja.

Ezt a feladatot többszöri próbálgatással kell megoldani. A feladat megoldásához azonban meg kell szerkesztenünk a 3. ábrán megadott segédletet, amely azt a célt szolgálja, hogy a próbálgatás során a lejtőkategória tartományokra előírni szándékolt átlagos  $R_i$  értékekkel ne lépünk ki a vízgyűjtő területén adott  $R_i$  értékéből, más szóval a feladat értelmezési tartományából.

A 3. ábra elvi felépítése és használata a következő.

A grafikon baloldalán az  $R_{x1}$  —  $R_{y1}$  koordináta rendszerben feltüntetett egyenesek grafikus ábrázolásai azoknak az egyenleteknek, amelyek megadják, hogy a 17,1—25%-os lejtőkategórián a 0,2 kg/m<sup>2</sup> és 1,0 kg/m<sup>2</sup> között tetszés szerint felvett  $R_{xi}$  átlagos talajellenállási tényező esetén, mekkora lesz a fennmaradó terület átlagos talajellenállási értéke,  $R_{y1}$ .

Mivel a Koppány-terv szerint a 17,1—25%-os lejtőkategória területe az összterületnek 5,8%-a és az egész vízgyűjtőre vonatkozó átlagos talajellenállási tényező értéke 0,46 kg/m<sup>2</sup>, ezt az összefüggést az alábbi egyenlet fejezi ki:

$$5,8 \cdot R_{x1} + (100 - 5,8) \cdot R_{y1} = 46. \quad (18)$$

Az egyenlet megoldva  $R_{y1}$ -re

$$R_{y1} = -0,0616 R_{x1} + 0,4883. \quad (19)$$

Ezt az egyenest a grafikonban — miután az egész területre megadott 0,46 kg/m<sup>2</sup> talajellenállási értékhez tartozik — a 0,46-os számmal jelöltük.

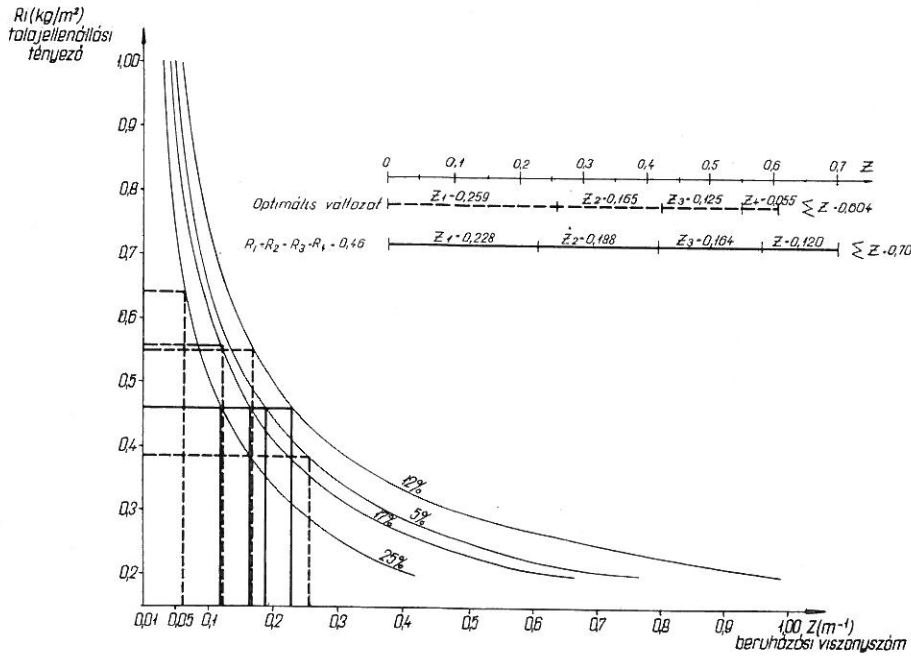
Az egyenlet alakjából következik, hogy — a vízgyűjtő átlagos talajellenállási értékét változtatva — ezen új értékekhez tartozó egyenesek iránytangense változatlan. Így a különböző átlagos talajellenállási értékekre felírható egyenleteket egy párhuzamos egyenes-sereggel ábrázolhatjuk.

A második lejtőkategóriára ismét elvégezhetjük a fenti számítást, azzal a módosítással, hogy a maradék — felső lejtőkategória nélküli — össz-területet most 100%-nak fogjuk fel.

A maradék területek új százalékos aránya a túloldali táblázatos összeállításból olvasható ki:

| Lejtőkategória-tartomány % | A lejtőkategória tartomány területének százalékos aránya a vízgyűjtő összes szántóterületéhez viszonyítottan % | A lejtőkategória tartomány területének százalékos aránya a maradék szántóterülethez viszonyítottan % |
|----------------------------|--|--|
| 0—5                        | 57,3   | —  |
| 5,1—12                     | 24,3   | —  |
| 12,1—17                    | 12,6   | 13,5   |
|                            | 94,2   |  |
| 0—5                        | 57,3   | 70,2   |
| 5,1—12                     | 24,3   | 29,8   |
|                            | 81,6   | 100,0  |

Most már felírható a 12,1—17%-os lejtőkategóriára is egy olyan egyenlet, mely megadja az e lejtőkategóriában tetszőlegesen választott átlagos talajellenállás értékéhez ( $R_{x2}$ ), a maradék, két lejtőkategória tartományra továbbosztható talajellenállás értékét ( $R_{y2}$ ). A maradék ( $R_{v1}$ )  $0,45 \text{ kg/m}^2$  erózióval szembeni talajellenállás értékét oly módon nyerjük, hogy a (19) egyenletbe behelyettesítjük az agronómiai tervezés során a 17,1—25% lejtőkategória



2. ábra

Lejtőkategóriánkénti fajlagos sánchosszak  $\left( Z_i - \frac{F_i}{x_i} \right)$  meghatározása az erózióval szembeni talajellenállás ( $R_i$ ) függvényében

tartományra kapott 0,63 kg/m<sup>2</sup> átlagos erózióval szembeni talajjellenállási értéket. Az egyenlet:

$$13,5 \cdot R_{x2} + (100 - 13,5) R_{y2} = 45 \quad (20)$$

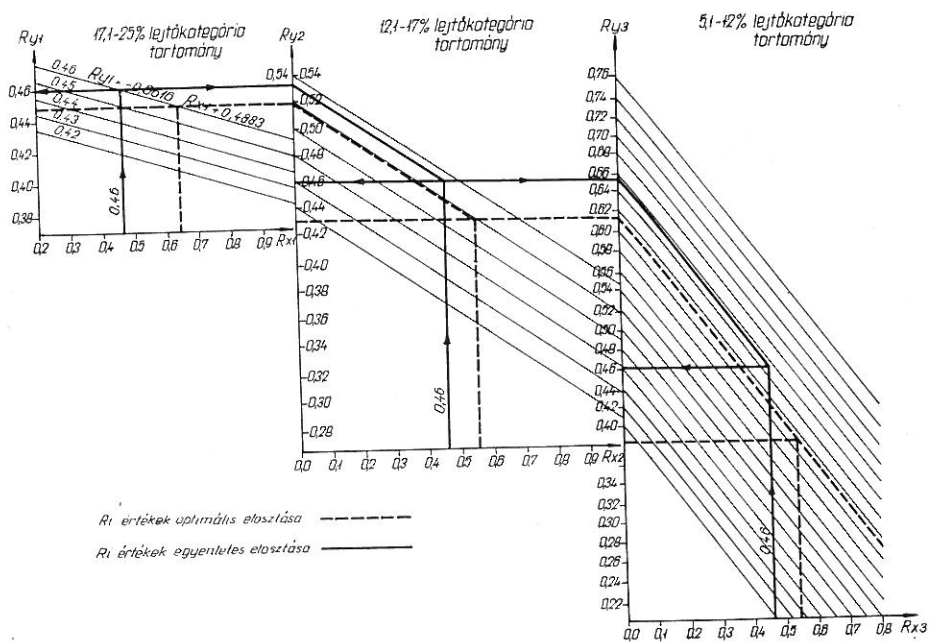
$R_{y2}$ -re megoldva:

$$R_{y2} = -0,156 \cdot R_{x2} + 0,52 \quad (21)$$

A változó  $R_{y2}$  értékre megoldott függvénykapcsolatok ismét párhuzamos egyenes-sereget adnak.

A használhatóság érdekében a két koordináta-rendszert egymással kapcsolatba kell hozni. Ezt oly módon érjük el, hogy megállapítjuk a második koordináta-rendszerben ábrázolt egyeneseknek az  $R_{y2}$  tengellyel való metszését. A metszéspontok  $R_{y2}$  ordinátái már meghatározzák az  $R_{y2}$  tengely beosztását.

Ezek után úgy kell összefüggésbe hozni a két koordináta-rendszert, hogy az ( $R_{x2}$ ,  $R_{y2}$ ) koordináta rendszerben feltüntetett egyenesek  $R_{y2}$  tengellyel való metszései — a metszéspontok ordináta értékeitől függetlenül — azon  $R_{y1}$  értékkel kerüljenek egy magasságba, amely az egyenes egyenletében az átlagos talajjellenállási értéket képviselte. Például a fenti  $R_{y2} = -0,156 \cdot R_{x2} + 0,52$  egyenes, amely az  $R_{y1} = 0,45$  átlagos talajjellenállási értékhez tartozik, az  $R_{x2} = 0$  értéknél az  $R_{y2} = 0,52$  értéket veszi fel. Ebben az esetben úgy kell a koordinátarendszert egymáshoz illeszteni, hogy az  $R_{y1} = 0,45$  és az  $R_{y2} = 0,52$  értékek egy vízszintesre essenek (lásd 3. ábra).



3. ábra

Segédlet a Koppány patak vízgyűjtőjében az átlagos erózióval szembeni talajjellenállás lejtőkategória-tartományonkénti felosztásához.

Ezt az elgondolást megismételve, az 5,1—12% lejtőkategória tartomány  $R_{x3}$ ,  $R_{y3}$  koordináta-rendszer egyenes-seregét és helyzetét is meg tudjuk határozni.

A 3. ábra elvi felépítésének ismeretében a grafikon használata a következő:

Első lépésként a 17,1—25%-os lejtőkategóriára — *tetszőlegesen választott*  $R_{x1}$  érték felvételével — meghatározzuk a kategória tartomány átlagos talajellenállási értékét. A vízgyűjtő összes szántóterületeinek átlagos talajellenállásához tartozó egyenes (0,42, 0,43 ... 0,46 stb.) és  $R_{x1}$  értéke megadja az *alsó három lejtőkategória átlagos talajellenállási tényezőjét*,  $R_{y1}$ -et.

Második lépés, kiválasztani az  $R_{x2}$ ,  $R_{y2}$  koordináta rendszerben ábrázolt egyenesek közül azt, amelyre további számításaink során szükség van. Ennek az egyenesnek a fentiek alapján az  $R_{y1}$  magasságban kell metszenie az  $R_{y2}$  tengelyt, tehát ebből a pontból indul — az ábrázolt egyenes-sereggel párhuzamosan — a keresett egyenes. (Ezt az egyenest a párhuzamos vonal-sereg sűrűsége miatt elegendő gondolatban vagy halványan ceruzával meghúzni.)

Az így nyert egyenes és a 12,1—17%-os lejtőkategória tartományra általunk előírni kívánt talajellenállási érték  $R_{x2}$  meghatározza az *alsó két lejtőkategória együttes átlagos talajellenállási értékét*  $R_{y2}$ -et.

Harmadik lépés, hogy az  $R_{x2}$ ,  $R_{y2}$  pontból vízszintest húzunk, ahol ez metszi az  $R_{y3}$  tengelyt, abból a pontból kiindulva, az  $R_{x3}$ ,  $R_{y3}$  koordináta rendszerben feltüntetett egyenes-sereggel párhuzamos egyenes és az 5,1—12%-os lejtőkategóriára általunk előírni kívánt átlagos talajellenállási érték ( $R_{x3}$ ), megadja a *0—5%-os lejtőkategória átlagos talajellenállási értékét is* ( $R_{y3}$ ).

A lejtőkategóriákon ily módon nyert talajellenállási értékeket, a 2. ábra  $R_i$  tengelyén felkeresve leolvashatjuk a megfelelő lejtőkategória hiperbóján a lejtőkategória átlagos talajellenállási értékéhez tartozó beruházási mérőszámokat. Az így kapott négy mérőszám összege adja az egész területre jellemző, a sáncépítés ráfordításával egyenes arányban álló beruházási mérőszámot.

Ezt az eljárást az  $R_x$  értékek változtatásával megismételve, új — az egész területre érvényes — mutatószámot kapunk, mely vagy kisebb, vagy nagyobb az előbbinél. A vízgyűjtő egészére vonatkozó minimális beruházási mérőszám elérésére törekedve, felismerve a mérőszám csökkenési tendenciájának irányát, az ötödik, hatodik próbálkozás után megkapjuk a kívánt eredményt.

A vázolt analitikus valamint grafikus megoldással értékes tervezési segéd-eszközt kapunk kézhez, amellyel ellenőrizhetjük egy-egy vízgyűjtő, vagy üzem területének agronómiai védetségének fokát, a felszíni elfolyást megszakító létesítmények mennyiségének optimális meghatározása szempontjából.

Az eljárás gyakorlati alkalmazásának sarkalatos kérdése, hogy rendelkezésre álljanak az egyes növényekre és talajtípusokra vonatkozó elemi erózióval szembeni ellenállási értékek.

Az utóbbi esztendőkből számos olyan tanulmány jelent meg, amely ezzel a kérdéssel behatóan foglalkozik. Jelen dolgozatban vázolt módszerek használhatóságát illetően közömbös, hogy a növényi borítottság illetve a talaj erózióval szembeni ellenállóképességét milyen kapcsolatokkal jellemezzük. A lényeg csupán csak az, hogy az egyes elemi vagy lejtőkategória tartományokra kialakított erózióval szembeni talajellenállási értékek a súlyozott átlagolás, vagy bármilyen más átlagolás módszerével ténylegesen hűen jellemez-

zék a lejtőkategória tartományokra vonatkozó agronómiai védettségnek, valamint a felszíni lefolyást megszakító berendezések mennyiségének szám-szerű kapcsolatát.

### Összefoglalás

Jelen tanulmány bemutat egy matematikai, illetve egy próbálgatásos grafikus módszert a felszíni lefolyást megszakító létesítmények — agronómiai védettség függvényében való — leggazdaságosabb mennyiségének meghatározására szántóföldi területeken.

A módszer ellenőrzési lehetőséget biztosít a talajvédelmi agronómiai terv készítőjének, hogy az alkalmazott vetésszerkezet a műszaki talajvédelmi költségek minimálisra való csökkentése szempontjából optimális-e. Lehetőség nyílik, hogy az egyes lejtőkategória tartományok területi arányától függően az az optimális agronómiai védettség terveztesse meg, amely egyúttal a minimális műszaki költséget is biztosítja. Az eljárást mind üzemi méretekben, mind nagyobb vízgyűjtő területek talajvédelmi terveinek készítésénél egyaránt lehet használni.

### Irodalom

- [1] ERŐDI, B., HORVÁTH, V., KAMARÁS, M., KISS, A., SZEKRÉNYI, B.: Talajvédő gazdálkodás hegy- és dombvidéken, Mezőg. Kiadó, Budapest, 1965.
- [2] HORVÁTH, V. & ERŐDI, B.: Determination of natural slope category limits by a function identity of erosional intensity. Internat. Assoc. Sci. Hydr. Publ. 59. 131–143. Symp. of Bari. 1962.
- [3] HORTON, R. E.: Erosional development of streams and drainage basins. Bull. Geol. Soc. Amer. 56. 1945.
- [4] Koppányvölgy talajhasznosítási terve. OMMI Meliorációs osztály. Terv. Dok. (Kézirat). 1961.

*Érkezett: 1966. január 12.*

## Determination of the Optimum Amount of Technical Constructions Interrupting Superficial Runoff in Arable Land

### I. ALFÖLDI

„IPARTERV” Planning Bureau for Industrial and Agricultural Buildings, Budapest

#### Summary

The study presents an exact mathematical and/or empiric graphical method to determine the most economic amount — as a function of agronomical protection — of constructions interrupting the superficial runoff in arable land.

The procedure is based on the calculation formula of Horton's section length free of erosion ( $X_c$ )

$$X_c = \frac{36}{q_s^n} \cdot \left( \frac{R_f}{f(s)} \right)^{5/3}$$

in the sense of which the section lengths free of erosion ( $X_c$ ) which signifies also the distance from each other of the constructions interrupting superficial runoff can be written down as a function of soil resistance to erosion ( $R_f$ ) per slope inclinations or slope category domains respectively.

The examinations indicated that the territorial extension per slope category domain of each catchment area or farm significantly influences the developments of the expenditures of constructions interrupting superficial runoff, depending upon what value of soil resistance to erosion the slope category domain of the given extent obtains in the course of agronomical planning. Although in the major part of cases occurring in the practice the principle can be accepted that crops of good soil protecting effect should be placed on the steeper, while those of poor soil protecting action on the plainer slope sections, still great differences may occur depending on the actual distribution of slope category domains and these cannot be determined with examinations of the qualitative type.

The exact solution presented offers the possibility of determining for the territories of given slope category domain distribution of a catchment area or farm an investment measuring number which can be regarded as most economic.

The graphical solution elaborated, however, in the case of repeated essay, does not only supply the investment measuring number which can be regarded as most economic, but makes also possible to examine how far the amount of constructions interrupting the necessary superficial runoff deviates from the optimum in the case of cropping systems planned on the basis of other considerations (farm management, national economy).

The procedure can be used both in farm dimensions and in the establishment of soil protection plans of larger catchment areas.

*Fig. 1.* Determination of erosion-free section lengths ( $X_c$ ) as a function of the soil resistance factor ( $R_i$ ) in the catchment area of the Koppány streamlet.

*Fig. 2.* Determination of mould length per slope category ( $Z_i = \frac{F_i}{x_i}$ ) as a function of soil resistance to erosion ( $R_i$ ).

*Fig. 3.* An aid for the distribution per slope category domains of soil resistance to mean erosion in the catchment area of the Koppány streamlet. 1. Optimum distribution of  $R_i$  values. 2. Uniform distribution of  $R_i$  values.

*Table 1.* Distribution of catchment areas per slope category domains (on the basis of 1 : 25 000 scale elaboration). (1) Slope category domain. (2) Hangony streamlet cad. hold, per cent. (3) Koppány streamlet cad. hold, per cent. (4) Vadász—Vasonca streamlet, cad. hold, per cent.

*Table 2.* Soil resistance factors to mean erosion planned by slope categories in the catchment area of the Koppány streamlet. (1) Slope category domains per cent, (2) Area of the slope category domain in per cent of total arable land ( $F_i$ ). (3) Value of soil resistance to mean erosion prescribed in the plan for the slope category domain ( $R_i$ ) kg/m<sup>2</sup>.

*Table 3.* Calculation scheme of the combined value ( $K_i$ ) of constants involved in the formula for Horton's (3) erosion-free section ( $X_c$ ) in the catchment area of the Koppány streamlet. (1) Steps of the calculation a) Relevant angle of inclination, (2) Number and interval of slope categories, per cent.

## Détermination de la quantité optimale des installations techniques pour interrompre le ruissellement superficiel dans les champs labourés

I. ALFÖLDI

Bureau d'Etude des Bâtiments Industriels et Agricoles, (IPARTERV), Budapest

### Résumé

Cette étude présente une méthode exacte, ainsi qu'une méthode graphique à essais pour déterminer en fonction de la production agronomique la quantité optimale des installations servant à interrompre le ruissellement superficiel dans les terrains à terre labourable.

Le procédé est basé sur la formule de Horton pour calculer la longueur de la zone non soumise à l'érosion.  $X_c = \frac{36}{q_s n} \cdot \left( \frac{R_i}{f(s)} \right)^{3/4}$ . Cette formule dit que la longueur de la zone exemptée d'érosion ( $X_c$ ), qui signifie aussi la distance entre les installations servant à interrompre le ruissellement superficiel, peut être exprimée comme fonction de la résistance



du sol à l'érosion ( $R_i$ ) par déclivité de la pente, respectivement par domaines de catégories de pentes.

Les essais ont montré, que l'extension par domaines de catégories de pentes d'un terrain de réception ou d'une exploitation agricole a une influence considérable sur les frais des installations servant à interrompre le ruissellement superficiel, en fonction de la valeur obtenue, au cours de l'établissement du plan agronomique, pour la résistance contre l'érosion du sol du domaine de catégories de pentes de l'étendue donnée. Bien que l'on puisse admettre comme fondamental, dans la plupart des cas occurents dans la pratique, le principe qu'il faut mettre les plantes protégeant bien le sol contre l'érosion dans les zones plus escarpées des pentes, tandis que les plantes offrant une protection moindre ont leur place dans les zones moins raides, pourtant il peut y avoir de grandes différences dans la répartition effective des domaines de catégories de pentes que l'on ne peut pas établir par des examinations de caractère qualitatif.

La solution exacte présentée rend possible la détermination d'un chiffre que l'on peut considérer comme le plus économique pour un collecteur d'eau ou exploitation à une certaine répartition des domaines de catégories de pentes.

La solution graphique élaborée ne nous donne pas seulement, par des coups d'essai, l'index d'investitition que l'on puisse considérer comme le plus économique, mais rend aussi possible d'étudier la question quel sera l'écart de l'optimal de la quantité des installations nécessaires pour interrompre le ruissellement superficiel dans le cas d'un changement de la structure des semailles projeté selon d'autres considérations (organisation de la production, économie politique).

L'on peut se servir du procédé pour construire des plans pour la protection du sol aussi bien dans les dimensions des exploitations que dans le cas des récepteurs d'eau plus considérables.

*Fig. 1.* Détermination de la longueur des zones sans érosion ( $X_c$ ) en fonction du facteur de la résistance du sol ( $R_i$ ) dans le bassin de réception du ruisseau Koppány.

*Fig. 2.* Détermination de la longueur des remparts ( $Z_1 = \frac{F_i}{x_i}$ ) par catégories de pentes en fonction de la résistance du sol envers l'érosion ( $R_i$ ).

*Fig. 3.* Répartition selon les domaines de catégories de pentes de la résistance du sol envers l'érosion moyenne dans le bassin de réception du ruisseau Koppány. 1. Répartition optimale des valeurs  $R_i$ . 2. Répartition uniforme des valeurs  $R_i$ .

*Tableau 1.* Répartition des terrains de réception selon les domaines de catégories de pentes (d'après un dépouillement à l'échelle de 1:25 000). (1) Domaine de catégories de pentes. (2) Ruisseau Hangony, arpents % (l'arpent = 0.56 ha). (3) Ruisseau Koppány, arpents %. (4) Ruisseau Vadász-Vasonca, arpents %.

*Tableau 2.* Facteurs de la résistance du sol envers une érosion moyenne envisagée selon les catégories de pentes dans le bassin de réception du ruisseau Koppány. (1) Domaines de catégories de pentes %. (2) Superficie du domaine de catégories de pentes en pour cent du terrain labouré total ( $F_i$ ). (3) Valeur de la résistance du sol envers l'érosion moyenne prévue dans le plan pour le domaine de catégories de pentes ( $R_i$ ) kg/m<sup>2</sup>.

*Tableau 3.* Schéma du calcul de la valeur réduite des constantes figurant dans la formule de Horton [3] pour la longueur de la zone non soumise à l'érosion ( $X_c$ ), dans le bassin de réception du ruisseau Koppány. (1) Marches du calcul:  $\alpha$ ) angle d'inclinaison. (2) Nombre des catégories des pentes et leurs intervalles %.

## Определение оптимального количества технических сооружений, прекращающих поверхностный сток воды на вспаханных территориях

И. АЛФЭЛЬДИ

Проектный Институт Промышленных и Сельскохозяйственных Заданий, Будапешт

### Резюме

Настоящая работа показывает один точный математический метод, и вернее метод пробных графиков для определения самого экономически-выгодного количества — при функциях агрономической защиты — сооружений, прерывающих поверхностный сток воды на пахотных территориях.

Метод основан на вычислении участка, неподверженного эрозии ( $X_c$ ) по формуле Гортона. Исходя из уравнения

$$X_c = \frac{36}{q_s n} \left[ \frac{R_i}{f(s)} \right]^{1/2}$$

длина участков, неподверженных эрозии, что обозначает также расстояние между сооружениями прерывающими поверхностный сток, выражается как функция от устойчивости почвы против эрозии ( $h_i$ ) по отдельным направлениям склонов или же по отдельным категориям склонов.

Данные исследований показали, что территориальное расположение отдельных водосборов или же площадь хозяйства, располагающегося на склонах различных категорий, в значительной мере влияют на стоимость сооружений прерывающих поверхностный сток воды, в зависимости от того, как оценивается территория данной категории склонов с точки зрения устойчивости почвы против эрозии в ходе агрономического проектирования. Хотя по основным принципам — большей частью в практике — можно принять установку, что растения с хорошими почвозащитными свойствами размещают на более крутых, а со слабыми почвозащитными свойствами — на более пологих участках склонов, но все же в зависимости от фактического распределения районов с различными категориями склонов могут получаться большие расхождения, которые не могут быть определены качественными исследованиями.

Приведенный здесь точный метод открывает возможность для определения такого инвестиционного показателя, относящегося к отдельным водосборам или площадям хозяйств, располагающихся на отдельных категориях склонов, который считается самым экономичным.

Разработанный графический метод в случае многократных проб, дает не только инвестиционный показатель, который является самым экономичным, но и открывает возможность к изучению, в какой степени отклоняется от оптимального, при иной структуре посевных площадей, запланированной исходя из других (организационно-хозяйственных, хозяйственно-экономических) соображений, необходимое количество сооружений прерывающих поверхностный сток воды.

Этот метод может применяться при планировании противоэрозионных мероприятий не только в масштабе одного хозяйства, но и для более крупной водосборной территории.

*Табл. 1.* Распределение водосборных территорий по отдельным категориям склонов. (На основании обработки в масштабе 1 : 25 000.) (1) Отдельные категории склонов. (2) Река Хангонь в кат. холд, %. (3) Река Коппань в кат. холд, %. (3) Река Вадас—Вашонца в кат. холд, %.

*Табл. 2.* Запроектированные по отдельным категориям склонов факторы устойчивости почвы против эрозии средней степени в водосборном бассейне реки Коппань. (1) Отдельные категории склонов %. (2) Площадь отдельных категорий склонов в % от общей площади пахотных земель ( $F_i$ ). (3) Предусмотренная в плане величина устойчивости почвы против эрозии средней степени ( $h_i$ ) на отдельные категории склонов, в кг/м<sup>2</sup>.

*Табл. 3.* Схема расчета сводных значений констант ( $k_i$ ) фигурирующих в уравнении Гортона [3] для расчета длины участка неподверженного эрозии в бассейне реки Коппань. (1) Фазы расчета. (2) Число категорий склонов и разница в %.

*Рис. 1.* Определение длины участка, неподверженного эрозии ( $X_c$ ) в зависимости от факторов устойчивости почвы против эрозии ( $R_i$ ) в водосборном бассейне реки Коппань.

*Рис. 2.* Определение удельной длины дамбы по категориям склонов ( $Z_i = \frac{P_i}{x_i}$ ) в зависимости от устойчивости почвы против эрозии ( $R_i$ ).

*Рис. 3.* Справочник распределения устойчивости почвы против эрозии средней степени по отдельным категориям склонов в водосборном бассейне реки Коппань.