

# ERDÉSZETI LAPOK

AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

LI. ÉVF.

## KÖZLÖNYE

17. FÜZET.

KIADJA: AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

Szerkeszti:

BUND KÁROLY

Megjelenik minden hó 1-én és 15-én. ☉ Előfizetési díj egy évre 16 korona.

Az Orsz. Erd. Egyes. oly alapító tagjai, kik legalább 300 kor. alapítványt tettek, valamint a rendes tagok is 16 kor. évi tagsági díj fejében ingyen kapják. Azok az alapító tagok, kik 300 koronánál kevesebbet alapítottak, 6 kor. kedvezményes árért járathatják.

Szerkesztőség és kiadóhivatal: Budapest, Lipótváros, Alkotmány-utca 6. sz. II. em.

☞ A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt díjért közölhetnek. ☞

(Telefon: 37—22.)

## A csuszató utak.

Irta: *Jankó Sándor* főisk. r. tanár.

### *Általános jellemzés.*

**A** *csuszató utak* azok közé az erdei szállítási berendezések közé tartoznak, melyek egyszerűségüknél, olcsóságüknél és annál a körülménynél fogva, hogy különösen a túlmerek hegyoldalokról igen nehéz terepviszonyok között teszik lehetővé a fatermékeknek olcsó elszállítását, különösebb figyelmet és — bár e lapok hasábjain is volt már róluk szó\*) — ismételt méltatást érdemelnek különösen most, amikor az intenzivebb házi kezeléssel kapcsolatos kihasználások a lehetőleg egyszerű, olcsó és mégis megfelelő szállítási berendezések között való körültekintésre biztatnak bennünket.

Rövid jellemzésük a következőkben foglalhatók össze: *A csuszató utak, mesterséges pályák, melyeken a faanyag külön vonó-*

\*) L. az 1904. évi VII—X. füzetekben *Kubelka Á.*: A csuszató ut, mint a magashegység fát szállító berendezése. Ford. *Székely J.*

*erő és szállítási eszköz igénybevétele nélkül, a pályára helyezve, ezzel közvetlen érintkezésben a nehézségi erő segítségével halad tovább.*

Annál a jellemző körülménynél fogva, hogy külön vonóerőt nem alkalmazunk, hanem a nehézségi erőt használjuk föl a pályán a fának továbbszállítására, a nehézségi erő pedig ebből a szempontból csak a vízszintestől elhajló irányban érvényesülhet, a csuszató ut csak lejtős pálya lehet, tehát csakis hegyvidéken és itt is erős (10—30<sup>0</sup>/o-nál, vagyis 6—10<sup>0</sup>-nál nagyobb) hajlás mellett alkalmazható; mivel továbbá a nehézségi erőből származó az az eleven erő, mely a fának a pályán való továbbmozgását hozza létre, egyenes arányban áll a faanyag súlyával és a pálya hajlásával következik, hogy a kisebb súlyú faanyagok mozgásba hozatalához és mozgásban tartásához szükséges ugyanazon eleven erő nyérése végezt nagyobb hajlásra van szükségünk, vagyis pl. a tűzifa-választék sokkal nagyobb esésű pályát igényel, mint a szálfa. Mint-hogy pedig még magashegységben is ritkán adható meg a pályának az az esés, mely mellett a tűzi-, hasáb- vagy dorongfa akadálytalanul lecsuszatható lenne, azért a csuszató utakat leginkább szálfáknak, valamint 4 m és ennél hosszabb rönköknek lecsuszatására építik és használják; az alábbiakban tehát a *szálfák* és *rönkök* lecsusztatására szolgáló csuszató utakról szólunk.

A külön vonóerő mellőzése következtében a csuszató utakon *ellenesés* nem fordulhat elő.

Végül általános jellemzésül megemlíthető még az, hogy a csuszató utak csak kivételesen szállítják a fát közvetlenül a fölhasználás helyére; e helyett rendszerint csak a magasabb fekvésű termelési helyek, vágásterületek és a vontató, erdei utak, vasutak, usztató csatornák vagy usztató medrek közötti összeköttetést alkotják. Ennél a körülménynél, valamint annál fogva, hogy használatuk külön vonó-, fuvarerőt egyáltalában nem, kézimunkaerőt is keveset igényel, a folyton emelkedő munka- és fuvarbérek és a fokozódó munkashiány mellett a házi kezeléssel kapcsolatos kihasználásnak igen fontos szervei gyanánt tekinthetők, melyek előnyösen használhatók föl arra, hogy hegyvidéken a fát a magasabb fekvésű termelési helyekről a vontató-, erdei utak, erdei vasutak stb. melletti rakodókra hozhassuk.



### A csusztató utak szerkezete.

A csusztató utakat szerkezetileg az jellemzi, hogy a pályát tulajdonképpen a talajba félig beágyazott 8—15 cm vastag bükk dorong- vagy ágfából készített gömbölyű ászokfák alkotják, melyeknek célja az, hogy a csuszó fának a talajjal való közvetlen érintkezését és ezáltal lekoptatását, lehorzsolását megakadályozzák és hogy a szálfák, rönkök lecsuszását elősegítsék, kisebb hajlású pályán is lehetővé tegyék. Egyébként a csusztató utak kétféle szerkezettel bírnak aszerint, amint a pálya keresztmetszetben egyenes vagy árokszerű és ezen az alapon megkülönbözteljük:

A) az *utszerű* vagy *egybordás* és

B) az *árokszerű* vagy *kétbordás* csusztató utakat.

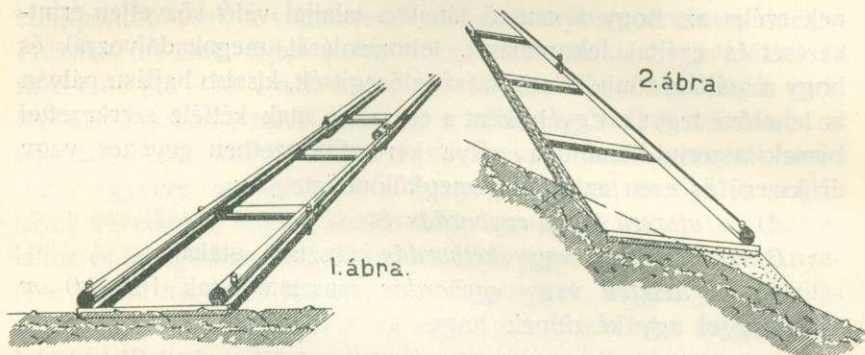
A) Az *utszerű* vagy *egybordás* csusztató utak 1·2—2·0 m szélességgel úgy készülnek, hogy

a *főlejtő* irányában haladó pályába eső fákat, tuskókat, bokrokat, köveket eltávolítva és a talajt elegyengetve, az *egyenes* irányú pályaszakaszokon a pálya tengelyvonalára *merőlegesen* ágyazzák be félig a talajba az ászokfákat egymástól a lecsusztatandó szálfák vagy rönkök hosszának  $\frac{1}{3}$ -ad résznyi távolában, vagyis úgy, hogy a csuszó törzsek minden pillanatban legalább is 2—2 ászokfán feküdjenek föl; az ászokfák végeire mindkét oldalon 20—40 cm vastag *szegély-* vagy *háritófákat* helyeznek a pálya tengelyvonalával párhuzamosan, vastagabb végükkel a pálya esése felé fordítva, vékonyabb végük pedig 1—1·5 m hosszúságban a következő felső háritófa vastag végének külső oldalán helyeztetik el, vagy a felső háritófa alsó vastagabb végébe be lesz eresztve; a háritófák a rajtuk keresztül vagy a külső oldalon melljük vert czövekekkel, karókkal állandósíttatnak helyzetükben, az utóbbi esetben még a háritófákon keresztül menő guzskötelekkel köttetnek a czövekekhez, karókhöz (l. az 1. ábrát\*);

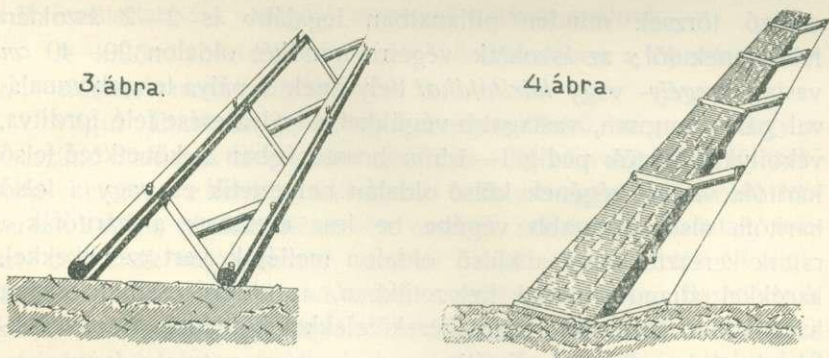
a szegély- vagy háritófák fölött még *nyereg-* vagy *korlátfákat* is alkalmaznak, melyek egymás között ugyanolyan összeköttetést nyerne és helyzetükben is úgy állandósíttatnak, mint a háritófák;

\*) Az 1—4. és 21—23. ábrák keresztmetszetben és távlatilag tüntetik föl a szerkezeteket.

az erősebb hajlású hegyoldalakon vezető pálya számára fél bevágással, fél feltöltéssel uttestet készítünk, melynek koronája a völgy felé 5—10%-os hajlással bír, hogy a csapadéknedvességet a pályáról elvezethessük; az ászokfák a völgy felőli pályaszegélylél a szállítás irányában hegyesedő, 60°—70°-os szöveget alkotva



ágyazandók be félig a pályába (l. a 2. ábrát), hogy ez által a csuszó fák a hegy oldalának a pályával érintkező rézsűjétől el- és a völgy felőli háritó- és nyeregfák felé tereltessenek és a hegy felőli oldalon a háritó- és nyeregfák megtakaríthatók legyenek.



A följöttő irányában haladó egybordás csusztatóutaknál szokás az ászokfákat a pálya tengelyvonalával a csuszás irányában 55°—65° alatt hegyesedő szöggel is elhelyezni, de ebben az esetben az ászokfák közepétől ugyanilyen szög alatt hajló, fél hosszúságú ászokfákat is alkalmaznak (l. a 3. ábra); az ászokfák ezen elrendezésének célja az, hogy a csuszó fát a pálya közepébe tereljék,



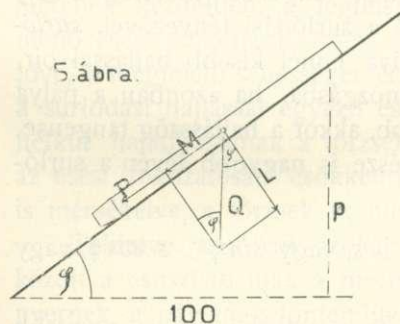
a pálya középvonalában tartásuk s ezzel a nyereg- vagy korlátfákat nélkülözhetőkké tegyék.

B) Az árokszerű vagy kétbordás csuszató utakat 1·7—2·1 m szélességű, 0·24—0·27 m mélységű, háromszög alakú árok alkotja, melynek oldalaiba lesznek az ászokfák a pálya tengelyvonalára merőleges síkban mindig párosával félig beágyazva és egyben alsó végük az árokfenéken a szemközti árokpartba mintegy 20 cm-nyre be is verve; az ászokfák felső végét az esés felőli oldalon mögéjük vert egyszerű vagy horgos cövekek állandósítják. (L. a 4. ábrát.) Az ászokfának egymástól való távolsága ugyanaz itt is, mint az egybordás csuszatóutaknál.

Az árokszerű pálya mellett a szegély- vagy háritófák az egyenes pályaszakaszokon, valamint a 200 m-nél nagyobb sugarú kanyarulatokban is elhagyhatók, miáltal a kétbordás csuszatóutak lényegesen olcsóbbá lesznek, mint az egybordásak.

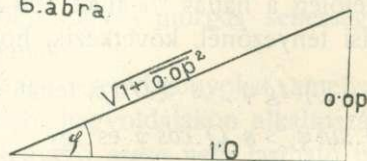
#### A csuszató utak esésviszonyai. Pályatervezés.

Azt az erőt, mely a törzseket a lejtős pályán mozgásba hozza és mozgásban tartja, eleven erőnek nevezzük és kifejezhetjük a (lásd az 5. ábrát).



1.)  $P = Q \cdot \sin \varphi - s \cdot Q \cdot \cos \varphi$  egyenlettel, melyben  $Q$  a törzsek súlya,  $s$  a törzsek és a pálya között fellépő surlódás együtthatója,

6. ábra



$\varphi$  a pálya hajlásszöge (esése),  
 $Q \cdot \sin \varphi = M$  a lejtőn lefelé működő erő,  
 $Q \cdot \cos \varphi = L$  a törzseket a pályához szorító erő  
 $s \cdot Q \cdot \cos \varphi = E$  az ellentálló erő; a lejtőn lefelé működő erő és az ellentállás különbsége szolgáltatja az eleven erőt ( $P$ ), mely a mozgást előidézti.

Hogyha a pálya hajlása  $0\%$ -ban van adva, amikor ugyanis 100 egységnyi vízszintes hosszúságon a pálya  $p$  egységgel emelkedik vagy esik, illetőleg  $100:100 = 1$  egységnyi vízszintes hosszúságon az esés vagy emelkedés  $p:100 = 0.0p$ , a pályarész ferde hossza pedig  $\sqrt{1 + 0.0p^2}$  (l. a 6. ábrát), akkor

$$2.) \sin \varphi = 0.0p : \sqrt{1 + 0.0p^2}$$

$$3.) \cos \varphi = 1 : \sqrt{1 + 0.0p^2}$$

4.)  $tg \varphi = 0.0p$  kifejezések lévén használhatók, a fenti 1. számú egyenletben az eleven erő kifejezhető a pálya  $p\%$ -os hajlásával is és lesz

$$1.) P = Q \cdot \sin \varphi - s \cdot Q \cdot \cos \varphi = (Q \cdot 0.0p - Qs) : \sqrt{1 + 0.0p^2}$$

A törzs a pályán éppen egyensúlyban van, amikor

$$5.) P = 0 = Q \cdot \sin \varphi - s \cdot Q \cdot \cos \varphi, \text{ tehát} \\ Q \cdot \sin \varphi = s \cdot Q \cdot \cos \varphi \text{ vagy}$$

$$6.) s = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} = tg \varphi = 0.0p, \text{ vagyis amikor a pályának olyan}$$

az esése, hogy a hajlásszög tangens függvénye, illetőleg a hajlás  $0\%$ -ának 100-ad része egyenlő a surlódási tényezővel; a pályának azt a hajlását, mely mellett a pályán lévő törzs éppen nyugalomban van, vagyis amely hajlásszögnek tangense, illetőleg amely hajlás  $0\%$ -nak 100-ad része egyenlő a surlódási tényezővel, *surlódási hajlásnak* nevezzük. Ha a pálya ennél kisebb hajlással bír, akkor a törzs még kevésbé jöhet mozgásba, ha azonban a pálya hajlása a surlódási hajlásnál nagyobb, akkor a hajlásszög tangense, illetőleg a hajlás  $0\%$ -ának 100-ad része is nagyobb lévén a surlódási tényezőnél, következik, hogy:

$$7.) tg \varphi > s < 0.0p, \text{ tehát } \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} > s, \text{ vagy } \sin \varphi > s \cdot \cos \varphi, \text{ vagy} \\ Q \cdot \sin \varphi > s \cdot Q \cdot \cos \varphi \text{ és így}$$

8.)  $P = Q \cdot \sin \varphi - s \cdot Q \cdot \cos \varphi > 0$  az eleven erő is nagyobb lesz 0-nál, tehát működésbe lépve, a törzs is mozgásba, csuszásba jön.

A csuszató utaknak tehát a surlódási hajlásnál nagyobb hajlással, eséssel kell bírniok; a surlódási hajlás azonban, mint láttuk, a surlódási tényezőtől ( $s$ ) függ; minél nagyobb a surlódási tényező, annál nagyobb a 6.) egyenlet szerint a  $tg \varphi$ , tehát maga a  $\varphi$  hajlásszög, illetőleg a  $0.0p$ , tehát a  $p\%$  értéke is; viszont a surlódási



tényező a csuszó anyagok és a csusztató pályák szerint, ugyanazon csusztató pályán pedig a pálya állapota (száraz, nedves, havas vagy jeges) és a csuszó fa választéka szerint más és más; a csusztató utak leginkább szálfá- és rönköcsusztatásra használtatván, erre vonatkozólag már megbízható tapasztalati adatok állanak rendelkezésre, melyek szerint a lekérgezett szálfáknál és rönköknél (l. Kubelka Á. előlidézett munkáját):

száraz csusztató utakon ... ..  $s = 0.3^*$

nedves, havas csusztató utakon ... ..  $s = 0.2$

jeges csusztató utakon ... ..  $s = 0.1$

vagyis a 6.) egyenlet alapján a surlódási hajlás szöge, illetőleg  $\varphi_0$ -a lesz:

száraz pályán ... ..  $\varphi = 16^\circ 42'$   $p = 30\%$

nedves, havas pályán  $\varphi = 11^\circ 19'$   $p = 20\%$

jeges pályán ... ..  $\varphi = 5^\circ 43'$   $p = 10\%$

Aszerint tehát, amint száraz, nedves, havas vagy jeges állapotban való használatra szánva tervezzük a csusztató utakat, kell a fönt elősorolt eséseknél nagyobb esést adnunk a pályának, hogy használható legyen.

Esés szempontjából a legeszményibb csusztatópálya az lenne, melynek kezdetben, a legfelső részen 25—50%-ig (14°—27°-ig) menő esést adhatnánk, hogy a törzsek ezen a szakaszon mozgásba jöve, a megfelelő sebességet érnék el, — a pálya közbenső részén a surlódási hajlással egyező esést, hogy itt a sebesség növekedése nélkül haladhassanak a törzsek tovább és a pálya alsó vége felé az esést fokozatosan csökkenthetnők, hogy a mozgás sebességét is mérsékelve, a törzsek itt megálljanak.

Tekintve azonban azokat a nehéz terepviszonyokat, amelyek között a csusztató utak a meredekebb hegyoldalakon alkalmazást nyernek, a pályának főntemlitett, kedvező esése nem tartható be, mert az egyik helyen valamely meredek sziklafalat, a másik helyen csuszásos, görgeteges területet kell elkerülnünk, miáltal a pálya esése is változóvá, ingadozóvá lesz; de a fönti, eszményi eséstől el is térhetünk és a gyakorlatban a pályának kezdeténél mintegy

\*) A surlódási tényező egyébként, mint később látni fogjuk, bármely pályára és bármely választékra kísérleti uton meg is határozható.

200 *m*-nyi hosszúságban 25—60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os esést adunk (25<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osat a jeges, 30—35<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osat a nedves, havas és 50—60<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-osat a száraz állapotban használandó pályának), a pálya közbenső részén változhatik az esés 5—90<sup>0</sup>/<sub>0</sub> (2<sup>0</sup>—42<sup>0</sup>) között, a pálya alsó végénél pedig az utosóelőtti, mintegy 100 méternyi hosszú szakasznak 5—7<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-os (2—4<sup>0</sup>-os) esést adunk, hogy a csuszó fák mozgási sebessége mérsékeltesék s végül az utolsó szakasz 150—200 *m* hosszúságban vízintesen, sőt kisebb hosszúság mellett emelkedésbe (ellenesés) is vezethető, hogy itt a leérkező törzsek önmaguktól megálljanak.

Hogy azonban a középső részén erősen váltakozó esésű pálya a tervbe vett célnak megfelel-e, a pálya tengely- vagy nyomvonalának fölkeresése, helyszini kijelölése, térszíni fölvétele után, de még a pálya kiépítése, sőt további tervezése előtt szükséges a pálya nyomvonalát megvizsgálunk arra nézve, vajjon nem fog-e valahol fönnakadni a lecsusztatandó törzs, tehát mozgási sebessége nem enyészik-e el, vagy pedig nem vesznek-e föl a lecsusztatandó törzsek túlnagy, a pálya és a törzsek épségét veszélyeztető sebességet?

A pálya nyomvonalának a jelzett szempontokból való megvizsgálására a lecsusztatandó törzsek által a különböző esésű pályaszakaszok végén elérendő végsebességeket számítjuk ki a lejtős pályán mozgó tárgyak végsebességét szolgáltató:

$$9.) \quad v = \sqrt{c^2 + 2 \cdot g \cdot h \cdot [\sin \varphi - s \cdot \cos \varphi]} = \sqrt{c^2 + 2g \cdot (m - s l)} = \\ = \sqrt{c^2 + 2 \cdot g \cdot h \cdot \frac{0 \cdot 0 p - s}{1 + 0 \cdot 0 p^2}} *) \text{ alakban ismeretes egyenlet segítségével,}$$

lyével, melyben

*c* = a mozgó tárgynak a pályaszakasz kezdetén meglévő mozgási sebessége = kezdő sebesség,

*g* = 9·8088 *mkgr*, a szabad esés gyorsulása,

*h* = az egyes, egyenletes esésű pályaszakaszok ferde hossza,

$\varphi$  illetőleg *p* az egyes „*h*” ferde hosszúságú pályaszakasz esése fok, illetőleg ‰ értékben,

\*) A végsebesség kiszámításához bármelyik egyenletet használhatjuk a szerint, amint a ferdehossz (*h*) és a hajlásszög ( $\varphi$ ), — a vízinteshossz (*l*) és a szintkülönbség (*m*), — vagy a ferdehossz és a hajlás ‰-a ismeretesek.



$m = h \cdot \sin \varphi$ , a  $h$  ferde hosszúságu pályaszakasz két végpontja közötti magasság (szintkülönbség),

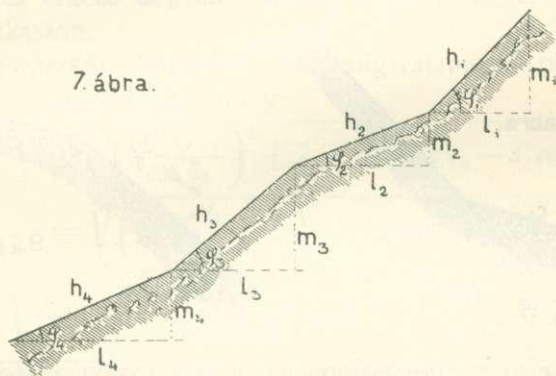
$l = h \cdot \cos \varphi = \sqrt{h^2 - m^2}$ , a  $h$  ferde hosszúságu pályaszakasz vízszintes hossza,

$s =$  a surlódási tényező (0,3, 0,2, 0,1 a szálfák, rönkök csusztatására száraz, nedves vagy havas, illetőleg jeges állapotban használandó csuszató utakon).

A végsebességek számítását a legfelső szakaszon kezdjük, amikor a törzs nyugalmi helyzetéből, tehát

$c_1 = 0$  kezdősebességgel megindulva, a  $h_1$  hosszúságu,  $\varphi_1^\circ$ , illetőleg  $\rho_1^\circ$  esésű pályaszakasz végére.

7. ábra.



$$9a.) \quad v_1 = \sqrt{0 + 2 \cdot g \cdot h_1 (\sin \varphi_1 - s \cdot \cos \varphi_1)} = \sqrt{2 g \cdot (m_1 - s \cdot l_1)} = \\ = \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1 \frac{0 \cdot 0 \rho_1 - s}{1 + 0 \cdot 0 \rho_1^{-2}}} \quad \text{végsebességgel jut.}$$

A második szakasz (l. a 7. ábra) végén lesz a végsebesség:

$$9b.) \quad v_2 = \sqrt{c_2^2 + 2 \cdot g \cdot h_2 (\sin \varphi_2 - s \cdot \cos \varphi_2)} = \\ = \sqrt{c_2^2 + 2 \cdot g \cdot h_2 \cdot \frac{0 \cdot 0 \rho_2 - s}{1 \times 0 \cdot 0 \rho_2^{-2}}}$$

A második szakasz elején a kezdősebességet a megelőző szakasz végsebességével fejezhetjük ki, amennyiben a 8., illetőleg a 9. ábra szerint:

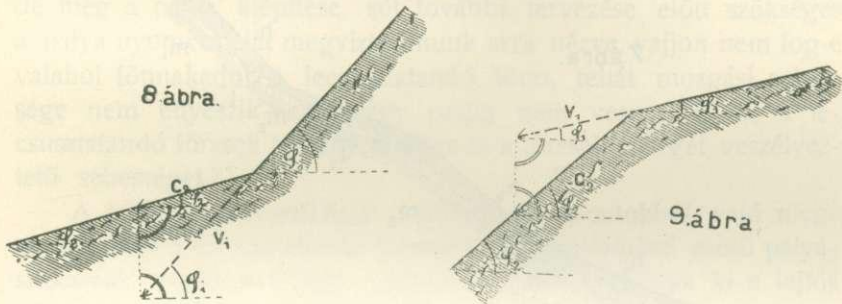
$$10.) \quad c_2 = v_1 \cdot \frac{\sin[90 \pm \varphi_1]}{\sin[90 \pm \varphi_2]} = v_1 \cdot \frac{\cos \varphi_1}{\cos \varphi_2} = v_1 \cdot \sqrt{\frac{1 + 0 \cdot 0 \rho_2^{-2}}{1 + 0 \cdot 0 \rho_1^{-2}}} = v_1 \cdot \frac{l_1 h_2}{l_2 h_1}$$

vagyis ezek segélyével:

$$\begin{aligned}
 9c.) \quad v_2 &= \sqrt{v_1^2 \cdot \left( \frac{\cos \varphi_1}{\sin \varphi_2} \right)^2 + 2 \cdot g \cdot h_2 (\sin \varphi_2 - s \cdot \cos \varphi_2)} = \\
 &= \sqrt{\left( v_1 \cdot \frac{l_1 \cdot h_2}{l_2 \cdot h_1} \right)^2 + 2 g (m_2 - s \cdot l_2)} = \\
 &= \sqrt{v_1^2 \cdot \frac{1 + 0.0 p_2^2}{1 + 0.0 p_1^2} + 2 \cdot g \cdot h_2 \frac{0.0 p_2 - s}{\sqrt{1 + 0.0 p_2^2}}}
 \end{aligned}$$

lesz a második szakasz végén jelentkező végsebesség.

Ezután hasonló módon számítjuk egymásután a pályaszakaszok végén jelentkező végsebességeket, mely számításokhoz általában a következő általános alakú egyenletet használhatjuk:



$$\begin{aligned}
 9d.) \quad v_n &= \sqrt{v_{n-1}^2 \cdot \left( \frac{\cos \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} \right)^2 + 2 \cdot g \cdot h_n \cdot (\sin \varphi_n - s \cdot \cos \varphi_n)} = \\
 &= \sqrt{\left( v_{n-1} \cdot \frac{l_{n-1} \cdot h_n}{l_n \cdot h_{n-1}} \right)^2 + 2 g (m_n - s \cdot l_n)} = \\
 &= \sqrt{v_{n-1}^2 \cdot \frac{1 + 0.0 p_n^2}{1 + 0.0 p_{n-1}^2} + 2 \cdot g \cdot h_n \frac{0.0 p_n - s}{\sqrt{1 + 0.0 p_n^2}}}
 \end{aligned}$$

valamely következő pályaszakasz végén jelentkező végsebesség megállapítására, fölhasználva a megelőző szakasz végén jelentkező végsebességet, a pályaszakasznak az előzetes fölmérés alkalmával megismert ferde hosszát és esését, vagy vízszintes hosszát ( $l$ ) és két végpontjának szintkülönbségét ( $m$ ).

*A végsebesség változatlanul maradása.* Ha ezen számításaink közben valamelyik, pl. az  $i$ -ik szakasznál azt találjuk, hogy



$$11.) \quad v_i = \sqrt{c_i^2 + 2 \cdot g \cdot h_i (\sin \varphi_i - s \cdot \cos \varphi_i)} = \\ = \sqrt{c_i^2 + 2g(m_i - s \cdot l_i)} = c_i$$

vagyis az  $i$ -ik szakasz végén jelentkező végsebesség ugyanakkora, mint volt ennek a szakasznak elején a kezdősebesség, tehát a kezdősebesség a szakasz végéig nem változott, ez azt jelenti, hogy a gyökjel alatti mennyiségek közül a  $\sin \varphi_i = s \cdot \cos \varphi_i$ ; tehát 6.)  $tg \varphi_i = s = 0 \cdot 0 p_i$ , vagyis hogy a kérdéses pályaszakasz hajlása a surlódási hajlással egyenlő, amelyen tehát a csuszó törzsek változatlan sebességgel haladnak át; a pálya surlódási hajlását ennél fogva nemcsak az jellemzi, hogy az ezzel egyenlő esésű pályaszakaszon a nyugalomban lévő tárgyak nyugalomban is maradnak, hanem az is, hogy a bizonyos kezdősebességgel ennek a szakasznak elejéhez érkező tárgyak változatlan sebességgel haladnak át ezen a szakaszon.

A *végsebesség elenyészése*. Ha pedig valamelyik pl. a  $k$ -ik szakasznál azt találtuk volna, hogy:

$$12.) \quad v_k = \sqrt{v_{k-1}^2 \cdot \left( \frac{\cos \varphi_{k-1}}{\cos \varphi_k} \right)^2 + 2 \cdot g \cdot h_k \cdot (\sin \varphi_k - s \cdot \cos \varphi_k)} = \\ = \sqrt{\left( v_{k-1} \cdot \frac{l_{k-1} \cdot h_k}{l_k \cdot h_{k-1}} \right)^2 + 2g(m_k - s \cdot l_k)} = \\ = \sqrt{v_{k-1}^2 \cdot \frac{1 + 0 \cdot 0 p_k^2}{1 + 0 \cdot 0 p_{k-1}^2} + 2 \cdot g \cdot h_k \cdot \frac{0 \cdot 0 p_k - s}{1 + 0 \cdot 0 p_k^2}} = 0$$

vagyis a  $k$ -ik szakasz végén a végsebesség éppen 0, ez azt jelenti, hogy az illető szakasz végén a sebesség elenyészik, a csuszó törzs tehát fönnakad, megáll; a végsebesség pedig azáltal vált 0-vá, mert a gyökjel alatti mennyiségek közül a tagadó előjelűek nagysága akkora lett, mint a pozitív előjelűeké együttvéve; de fönnakad, megáll a törzs akkor is, hogyha a végsebességre vonatkozólag kiszámított érték a gyökjel alatt tagadó jelű (imaginär) mennyiség, vagyis amikor a gyökjel alatti tagadó jelű mennyiségek értéke nagyobb a pozitív előjelűekénél, tehát:

$$2 \cdot g \cdot h_k \cdot s \cdot \cos \varphi_k \equiv 2 \cdot g \cdot h_k \cdot \sin \varphi_k + c_{k-1}^2$$

vagy

$$s \equiv tg \varphi_k + \frac{c_{k-1}^2}{2 \cdot g \cdot h_k \cdot \cos \varphi_k}$$

illetőleg

$$tg \varphi_k \equiv s - \frac{c_{k-1}^2}{2 \cdot g \cdot h_k \cdot \cos \varphi_k}$$

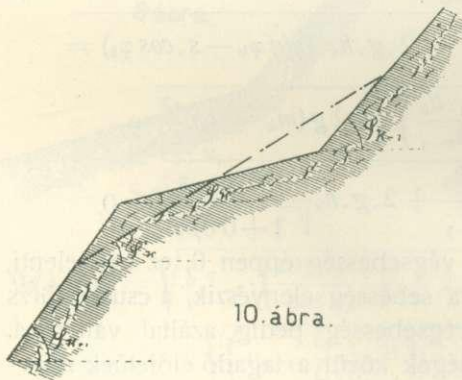
vagyis amikor az illető pályaszakasz esése oly csekély, hogy a hajlásszög tangense a jelentékenyen kisebbitett surlódási tényezővel egyenlő, vagy még ennél is kisebb; az előbbeni esetben a sebesség a pályaszakasz végén, az utóbbi esetben ennek valamely közbenső, a szakasz felső végétől számított  $x$  távolságban válik 0-vá; az  $x$  távolságot is kiszámíthatjuk a

$$13.) \quad 0 = \sqrt{c_k^2 - 2 \cdot g \cdot x \cdot [s \cdot \cos \varphi_k - \sin \varphi_k]} = \\ = \sqrt{c_k^2 - 2 \cdot g \cdot x \left( \frac{s \cdot l_k - m_k}{h_k} \right)}$$

segélyével és lesz:

$$14.) \quad x = \frac{c_k^2}{2 \cdot g \cdot [s \cdot \cos \varphi_k - \sin \varphi_k]} = \frac{c_k^2 \cdot h_k}{2 \cdot g \cdot [s \cdot l_k - m_k]} = \\ = \frac{v_{k-1}^2 \cdot (1 + 0 \cdot 0 p_k^2) \cdot \sqrt{1 + 0 \cdot 0 p_k^2}}{(1 + 0 \cdot 0 p_{k-1}^2) \cdot 2 \cdot g \cdot (s - 0 \cdot 0 p_k)}$$

egyenlet segítségével.



10. ábra.

Az ilyen esetekben a pálya esését meg kell változtatnunk, még pedig vagy azáltal, hogy a szakasz felső végén feltöltést, alsó végén bevágást (l. a 10. ábra) alkalmazunk, vagy pedig azáltal, hogy az alaprajzilag kanyargós pályát egyenesre véve, megrövidítjük és ezáltal esését fokozzuk.

*A tulnagy végsebesség.* Ha végül valamelyik, pl. az  $m$ -ik szakasznál azt tapasztaljuk, hogy

$$15.) \quad v_m = \sqrt{c_m^2 + 2 \cdot g \cdot h_m \cdot [\sin \varphi_m - s \cdot \cos \varphi_m]} = \\ = \sqrt{c_m^2 + 2g(m_m - s \cdot l_m)} = \sqrt{c_m^2 + 2 \cdot g \cdot h_m \cdot [0 \cdot 0 p_m - s]} : \sqrt{1 + 0 \cdot 0 p_m^2}$$

$> v_{max}$  vagyis az  $m$ -ik szakasz végén kiszámított végsebesség nagyobb, mint a megengedhető maximális sebesség és pedig a 4–8 m hosszú és 30 cm-nél vastagabb rönköknél 20–25 m-t, a hosszabb szálfáknál 10–15 m-t másodpercenként meghalad, akkor ez azt jelenti, hogy a pálya esése tulnagy, vagyis a gyökjel alatti



mennyiségek közül a tagadó jelű jelentékenyen kisebb a pozitívekkel szemben, ilyen esetben tehát a pálya esését csökkentenünk kell, hogy a túlnagy sebességet ezáltal mérsékelhessük; a pályaszakasz esését csökkenthetjük azáltal, hogyha a szakasz felső végénél bevágást, alsó végénél feltöltést (l. ugyancsak a 10. ábrát) alkalmazunk, vagy pedig a pályát ezen a részen oldalt elkanyarintva hosszabbá tesszük, miáltal esése csökkenni fog.

A kérdéses pályaszakasznak azt a pontját, amelytől kezdve az esést meg kell változtatnunk, fölkereshetjük, hogyha kiszámítjuk a szakasz felső végétől azt a  $X$  távolságot, amelynek végénél a sebesség éppen a maximális sebességgel egyenlő, vagyis

$$15a.) \quad v_{max} = \sqrt{c_m^2 + 2 \cdot g \cdot X \cdot (\sin \varphi_m - s \cdot \cos \varphi_m)}$$

$$= \sqrt{c_m^2 + 2 g X \frac{m_m - s \cdot l_m}{h_m}}$$

ebből

$$16.) \quad X = \frac{v_{max}^2 - c_m^2}{2 \cdot g \cdot [\sin \varphi_m - s \cdot \cos \varphi_m]} = \frac{(v_{max}^2 - c_m^2) \cdot h_m}{2 g (m_m - s \cdot l_m)} =$$

$$= \frac{[v_{max}^2 - c_m^2] \cdot \sqrt{1 + 0 \cdot 0 \rho_m^2}}{2 \cdot g \cdot [0 \cdot 0 \rho_m - s]}$$

A kiszámított  $X$  távolságban kezdjük meg az esés mérséklését.

Az esés mérséklésére azt az eljárást alkalmazva, hogy a szakasz felső,  $X$  távolságba eső végétől kezdődőleg leását, alsó végénél feltöltést végezzünk, a leásással és a feltöltéssel addig mehetünk, míg vízszintes szakaszt nyerünk, vagyis a sebesség mérséklésére *vízszintes* szakaszt iktatunk közbe; a vízszintes szakasz erősen mérsékli a csuszó törzsek mozgási sebességét, azért csak rövid lehet és hosszát „ $y$ “-t, meghatározhatjuk abból a föltevésből indulva ki, hogy a maximális sebességet egy tetszőszerinti kisebb „ $v$ “ sebességre kell az „ $y$ “ hosszúságu vízszintesnek csökkentenie, minélfogva

$$17.) \quad v = \sqrt{v_{max}^2 \cdot \cos^2 \varphi_m - 2 \cdot g \cdot y \cdot s} = \sqrt{v_{max}^2 \cdot \frac{l_m^2}{h_m^2} - 2 g \cdot y \cdot s}$$

lesz, mely egyenletben a vízszintest megelőző  $X$  hosszúságu szakasz hajlása  $\varphi_m$ , az  $y$  hosszúságu vízszintes szakasz hajlása pedig 0; lesz tehát

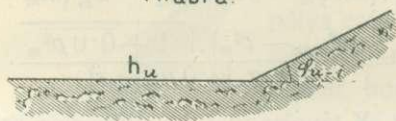
$$18.) \quad y = \frac{v_{max}^2 \cdot \cos^2 \varphi_m - v^2}{2 \cdot g \cdot s} = \frac{v_{max}^2 \cdot l_m^2 - v^2 \cdot h_m^2}{2 \cdot g \cdot s \cdot h_m^2} = \\ = \frac{v_{max}^2 - v^2 \cdot (1 + 0.0 p_m^2)}{2 \cdot g \cdot s \cdot (1 + 0.0 p_m^2)}$$

Ugyanennek az egyenletnek alapján állapítható meg a pálya utolsó szakaszának hossza, ha azt vízszintesen képezhetjük ki, csakhogy az egyenletben a  $v_{max}$  helyett az utolsó előtti szakaszon jelentkező végsebesség szerepel és az utolsó szakasz végén a törzseknek meg kell állaniok, végsebességük tehát 0 lesz; ennél fogva az utolsó, vízszintes szakasz hossza lesz (l. a 11. ábrát):

$$19.) \quad h_n = \frac{v_{n-1}^2 \cdot \cos^2 \varphi_{n-1}}{2 g \cdot s} = \frac{v_{n-1}^2 \cdot l_{n-1}^2}{2 g \cdot s \cdot h_{n-1}^2} = \frac{v_{n-1}^2}{2 \cdot g \cdot s \cdot (1 + 0.0 p_{n-1}^2)}$$

Hogyha azonban az utolsó vízszintes szakasz a kiszámított hosszúsággal a terepviszonyok miatt nem képezhető ki, akkor

11. ábra.



enyhe, 5<sup>0</sup>/<sub>0</sub>-ig menő emelkedésbe vezetjük a pályát és az utolsó, emelkedő szakasz hosszát azon az alapon határozhatjuk meg, hogy ennek a szakasznak a végén a törzseknek ugyancsak meg kell állaniok, végsebességük tehát 0 lesz, az emelkedés hajlásszögét pedig az eséssel bíró szakaszok hajlásszögével szemben tagadó előjellel, illetőleg 360<sup>0</sup> —  $\varphi_n$  értékkel vesszük; ennél fogva lesz:

$$20.) \quad v_n = 0 = \sqrt{v_{n-1}^2 \cdot \left[ \frac{\cos \varphi_{n-1}}{\cos(-\varphi_n)} \right]^2 + 2g \cdot h'_n \cdot [\sin(-\varphi_n) - s \cdot \cos(-\varphi_n)]} = \\ = \sqrt{v_{n-1}^2 \cdot \left[ \frac{\cos \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} \right]^2 - 2g \cdot h'_n \cdot [\sin \varphi_n + s \cdot \cos \varphi_n]}$$

és ebből:

$$21.) \quad h'_n = \frac{v_{n-1}^2 \cdot \left( \frac{\cos \varphi_{n-1}}{\cos \varphi_n} \right)^2}{2g \cdot (\sin \varphi_n + s \cdot \cos \varphi_n)} =$$



$$= \frac{v_{n-1}^2 (1 + 0.0 p_n^2)}{2g(0.0 p_n + s)} \cdot \sqrt{\frac{1 + 0.0 p_n^2}{1 + 0.0 p_{n-1}^2}} =$$

$$= \frac{v_{n-1}^2 \cdot \sqrt{(1 + 0.0 p_n^2)^3}}{2g(0.0 p_n + s) \sqrt{1 + 0.0 p_{n-1}^2}}$$

illetőleg, hogyha az utolsóelőtti szakaszt vízszintesre vettük, akkor

$$21a.) \quad h_n'' = \frac{v_{n-1}^2}{2g(\sin \varphi_n + s \cdot \cos \varphi_n) \cdot \cos^2 \varphi_n} = \frac{v_{n-1}^2 \cdot \sqrt{(1 + 0.0 p_n^2)^3}}{2g \cdot (0.0 p_n + s)}$$

lesz az emelkedő utolsó pályaszakasz hossza (l. a 12. ábrát).

A tervezett pályára a 9a.—9d. egyenletek szerinti végsebesség, a 19—21a. alatti egyenletekkel a végső szakasz hosszának számításait elvégezve, meggyőződhetünk arról, vajjon a tervezett pálya előzetesen fölkeresett és kitűzött nyomvonala helyes, megfelelő-e? s ha nem lenne az, akkor a kiigazításokat az esés megváltoz-



12. ábra.

tatására vonatkozó 12—18. számú egyenletek szerint végzendő számítások segélyével állapíthatjuk meg.

*Tekintve azt, hogy a pálya kezdetén a csuszátó utakra bocsátott, tehát kezünkből mintegy kieresztett jelentékeny méretű, sulyu és értékű törzsek mozgására, haladására és kellő épségben a célhoz való megérkezésére a pálya két végpontja között csakis a pálya megfelelő berendezésével gyakorolhatunk befolyást, nyilvánvaló az, hogy kifogástalanul működő csuszátó utakra csak úgy lehet kilátásunk, ha a fenti számításokat elvégeztük és az ezek alapján szükségesnek talált módosításokat a pályán megtettük.*

#### Kiegyenlítő kanyarok.

A pálya esési viszonyainak, illetőleg a fentiek szerinti helyes hosszszelvényének megállapítása után ezt a hosszszelvényt nem tekinthetjük még teljesen kifogástalannak, mert ebben a hosszszelvényben 2—2 szomszédos, különböző esésű szakasz között

nincsen meg az a sima átmenet, mely a csuszó törzseket egyik szakaszból a másikra zavartalanul átvezetné.

Ha ugyanis a 8-ik ábra szerint az erősebb esésű szakaszra következő enyhébb esésű szakaszt vesszük szemügyre, az erősebb esésű szakaszból nagy sebességgel leérkező törzsek mellső végükkel az enyhébb esésű szakasz kezdetén a pályába ütődnek, sőt ebbe befuródnak, miáltal a pályát megrongálják, maguk a törzsek is összetörhetnek és a pályán a csusztatás főnnakadhat; ha viszont a 9. ábra szerint enyhébb esésű szakaszra erősebb esésű következik, a csuszó törzsek a felső szakaszon nyert eleven erőnél fogva ennek a szakasznak irányát követik és a szakasz elhagyása után könnyen elhagyhatják a pályát is, vagyis a levegőbe emelkedve, rövidebb-hosszabb utat az alsó szakasz fölött repülve tesznek meg, majd lezuhanva, vagy a pályára esnek, ezt megrongálva, vagy a pályán kívül zuhannak le és haladnak a hegylétőkön a kitűzött céltól eltérő irányban, miáltal ugyancsak üzemi zavarok és különleges költségek merülnek föl.

Szükséges tehát a két szomszédos, különböző esésű pályaszakasz között a csuszó törzsek számára zavartalan, sima átmenetet biztosítani, vagyis az eséskülönbséget kiegyenlíteni, amit az u. n. *kiegyenlítő kanyarok* közbeiktatásával érhetünk el.

A *kiegyenlítő kanyarok* enyhe, nagy görbületi sugárral kiképezett körívek, melyeknek görbületi sugara akkor, amikor a csuszató uton 30 m hosszú vagy ennél rövidebb szálfákat, rönköket csusztatunk, 200 m legyen; az ettől eltérő, nagyobb hosszúságú szálfák számára szükséges kiegyenlítő kanyar sugarát az  $R:H = 200:30$  viszonyból állapíthatjuk meg:

$$22.) \quad R = H \cdot 200 : 30 = 6.666 \cdot H$$

A kiegyenlítő kanyar sugarát ismerve, meg kell állapítanunk a két szomszédos szakaszon a kanyar kezdő- vagy kiinduló- és végpontjának, illetőleg a kanyar érintési pontjainak fekvését; az érintési pontok fekvését a két szomszédos szakasz közös pontjától kiegyenlítő kanyarhoz képzelte érintők „t” hossza (lásd a 13. ábra) szolgáltatja; az érintők hosszát pedig, miután ezek egymással  $\varphi_2 - \varphi_1$  (3) szöveget zárják be és ugyanezt a szöveget zárják be egymással az érintési pontokban az érintőkre merőlegesen álló



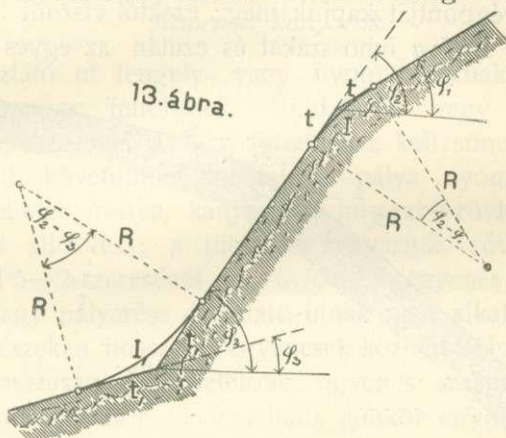
kanyarulati sugarak is, a

23.)  $t = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{2}$  egyenlet segítségével számíthatjuk ki.

Az érintési pontok fekvésének meghatározása után, minthogy a pályát a kiegyenlítő kanyar ívén kell vezetnünk, ki kell még számítanunk a kanyarnak

24.)  $I = \frac{2 \cdot R \cdot I}{360^\circ} \cdot [\varphi_2 - \varphi_{1(3)}]$  ivhosszát, valamint ezt  $n$  egyenlő

(legfeljebb azonban 4  $m$  hosszú) részekre osztva, az egyes ivrészek hajlását, esését is; az egyes ivrészek hajlását úgy nyerhetjük, hogy a két szomszédos szakasz eséskülönbségét  $n-1$  egyenlő



részre osztjuk és az így nyert  $\delta = \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1}$  szögértéknek felével változtatjuk meg az érintési pontokig jövő pályaszakaszok esését, hogy az első ivrész esését kaphassuk, az ezután következő ivrészek hajlását pedig azáltal kapjuk, hogy a megelőző ivrész esését mindig egy-egy újabb  $\delta$  szögértékkel változtatjuk meg, a megváltoztatást hozzáadással végezve, hogyha a kisebb esésű pályaszakasztól a nagyobb esésű felé haladóan, és kivonással, ha a nagyobb esésű pályaszakasztól az enyhébb esésű felé haladva keressük az ivrészek esését; ennél fogva az egyes ivrészek esése lenne:

$$\alpha_1 = \varphi_{1(3)} + \frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1} \quad \text{vagy} \quad \alpha_1' = \varphi_2 - \frac{1}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1}$$

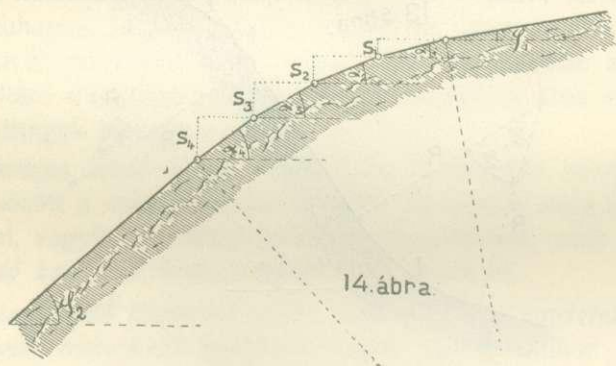
$$\alpha_2 = \varphi_{1(3)} + \frac{3}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1} \quad \text{vagy} \quad \alpha_2' = \varphi_2 - \frac{3}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1}$$

$$\alpha_3 = \varphi_{1(3)} + \frac{5}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1} \quad \text{vagy} \quad \alpha_3' = \varphi_2 - \frac{5}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1}$$

általánosságban:

$$25.) \alpha_n = \varphi_{1(3)} + \frac{2 \cdot n - 1}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1} \quad \text{vagy} \quad \alpha_n' = \varphi_2 - \frac{2 \cdot n - 1}{2} \cdot \frac{\varphi_2 - \varphi_{1(3)}}{n-1}$$

Az így nyert adatokkal a kiegyenlítő kanyar már kiképezhető, amennyiben a helyszínén a törési ponttól kimérjük a két szomszédos szakaszra a kiszámított érintő hosszát „ $t$ ”, miáltal a kanyar kiinduló és végpontját kapjuk meg; ezektől viszont a törési pont felé kimérjük az  $I:n$  ivhosszakat és ezután az egyes ivrészeket a



nekik megfelelő hajlással tűzzük ki, még pedig magassági körös műszert használva, ennek magassági körét a megállapított  $\alpha$  hajlásszögre állítjuk be és így végezzük a kijelölést, vagy pedig szintező műszer használata esetén minden egyes ivszakasz két végpontja közötti szintkülönbséget határozva előbb meg, a 14. ábra szerint nyerhető

$$26.) S_n = \frac{I}{n} \cdot \sin \alpha_n \quad \text{egyenlet segítségével; az így nyert szint-}$$

különbség levonva az ivszakasz két végében fölállított szintező léczen nyert leolvasások különbségéből, szolgáltatja az egyes ivszakaszok végén alkalmazandó bevágásnak, illetőleg feltöltésnek nagyságát; a bevágást, illetőleg a feltöltést kiképezve, nyerjük a kiegyenlítő kanyart.



Hogyha a pályaszakaszok hajlása nem fokértékekben, hanem  $0/0$ -okban volna adva, akkor a 4. egyenlet alapján

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = 0.0 p_1, \quad \operatorname{tg} \varphi_2 = 0.0 p_2, \quad \operatorname{tg} \varphi_3 = 0.0 p_3$$

kiszámítjuk a pályaszakaszok hajlásszögét, hogy a fenti számításokat is elvégezhessük.

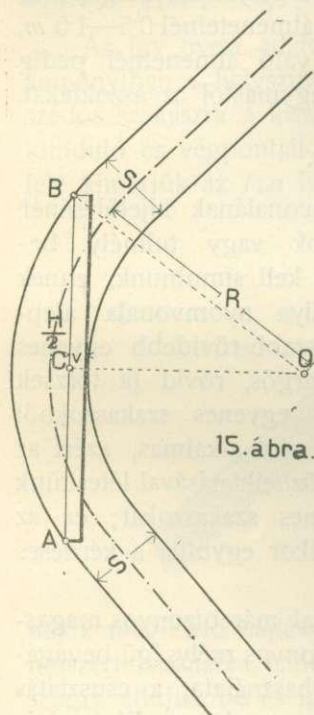
A kiegyenlítő kanyarokban az ászokfákat sűrítjük, hogy a csuszó törzsek könnyebben simulhassanak a pályához; még pedig az enyhébb esésből az erősebb esésbe való átmenetelnél  $0.5$ — $1.0 m$ , az erősebb esésből az enyhébb esésbe való átmenetnél pedig legföljebb  $0.5 m$  távolságra helyezük el egymástól az ászokfákat.

### *Átmeneti kanyarok.*

A csuszató ut tengely- vagy nyomvonalának kijelölésénél, nehogy tulmagas feltöltések, áthidalások vagy túlmély bevágások keletkezzenek, a talaj fölszínéhez kell simulnunk, ennek hajlásait kell követnünk, miáltal a pálya nyomvonala alaprajzilag is változó irányú, kanyargós, hosszabb-rövidebb egyenes szakaszokból álló lesz; a tulságos kanyargós, rövid (a törzsek hosszának  $1.5$ — $2$ -szeresénél is rövidebb) egyenes szakaszokból álló pálya vagy pályarész csuszató utnak nem alkalmas, azért az ilyen pályarészek hosszabb egyenesek közbeiktatásával létesítünk nagyobb hosszúságú, megfelelőbb egyenes szakaszokat; ez az eljárás különösen akkor alkalmazható, amikor egyúttal a kérdéses pályarész esését is fokozni akarjuk.

A hosszabb egyenesek közbeiktatásával már bizonyos magasságu feltöltésekre, áthidalásokra illetőleg bizonyos mélységű bevágásokra szükség leend, de viszont a pálya használata, a csusztatás lesz zavartalanabb, nyugodtabb. Azonban ezzel az eljárással is csak addig mehetünk, míg tulmagas feltöltések, áthidalások vagy túlmély bevágások nem keletkeznek, minélfogva a pálya irányát teljesen egyenessé nem tehetjük, hanem az több, most már kevésbé rövid és hosszabb egyenes szakaszokból fog állani, melyek egymással hegyes vagy homoru szöget alkotva, közöttük alaprajzban körivalaku átmenetet kell létesítenünk, hogy a nagyobb hosszukterjedésű törzsek egyik szakaszról a másikkra főnnakadás nélkül átjuthassanak; ezeket a körivalaku átmeneteket nevezzük: *átmeneti kanyaroknak*.

Az átmeneti kanyarok a csuszató utakon laposak, enyhék, tehát nagy görbületi sugárral bírók legyenek; a nagyon lapos kanyarok azonban magában a kanyarulatban igen magas feltöltést, áthidalást vagy túlnagy bevágást idéznek elő, minél-  
fogva szükséges megállapítani azt a legkisebb görbületi sugarat, mely mellett a pályán lecsusztatandó leghosszabb törzsek is



15. ábra.

akadálytalanul haladhatnak át a kanyarulatban és a kanyar kiképzésével együtt járó feltöltés vagy bevágás az előbb említett feltétel mellett a legkisebb leendő. A legkisebb kanyarulati sugár megállapítása céljából úgy képzeljük a lecsusztatandó leghosszabb törzset a kanyarulatban elhelyezkedőnek, hogy amikor a törzs két vége a pálya külső szélét, ugyanakkor közepe a pálya belső szélét érintse; ebben az esetben a  $H$  hosszúságú,  $V$  közép-vastagságú törzseknél az  $S$  szélességű pályára a 15. ábra szerint a következő egyenlet állítható föl:

$$\overline{BO}^2 = \overline{CB}^2 + \overline{CO}^2$$

$$\text{de } \overline{BO} = R + S/2, \overline{CB} = \overline{AB}/2 = H/2$$

$$\text{és } \overline{CO} = R - S/2 + V$$

tehát

$$[R + S/2]^2 = \frac{H^2}{4} + [R - S/2 + V]^2$$

$$\text{vagy } R^2 + R \cdot S + \frac{S^2}{4} = \frac{H^2}{4} + R^2 - R \cdot S + \frac{S^2}{4} + 2R \cdot V - S \cdot V + V^2$$

ebből

$$2R \cdot [S - V] = \frac{H^2}{4} - V \cdot [S - V] \text{ és}$$

27.)

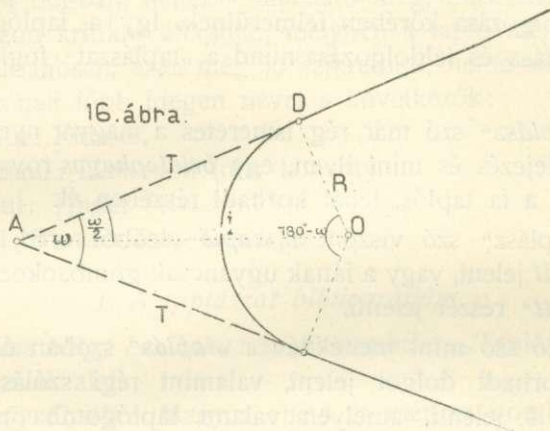
$$R = \frac{H^2}{8 \cdot [S - V]} - \frac{V}{2}$$

lesz a nyomvonal legkisebb kanyarulati sugara, mely mellett a pálya szélessége a kanyarulatban ugyanolyan, mint az egyenes pályaszakaszokon; a pálya szélességét a csuszató utak kanyarulatai-



ban csak csekély értékkel lehet nagyobbítani, még pedig legfőljebb a csusztatandó törzsek vastagságának megfelelő értékkel, nehogy a nagyobb szélesítés a csusztatási územre káros, zavaró befolyással lehessen.

A kanyarulati sugár hosszát megállapítva, kiszámítható a kanyar kezdő- és végpontjának, vagyis az érintési ( $D$  és  $D_1$ , l. a 16. ábra)



pontoknak  $T$  távolsága a két irány közös metszéspontjától ( $A$ -tól) és lesz:

28.)  $T = R \cdot \cotg \frac{\omega}{2}$ , ha a két irány áltai közbezárt szög  $\omega$ ; a kiszámított hosszúságot a helyszínen a két irányra ezek közös vagy metszéspontjától kimérve, nyerjük a kanyar kezdő- és végpontjának fekvését, melyet a kanyar további kijelöléséhez felhasználhatunk.

(Folyt. köv.)

