

SALAMIN PÁL, a műszaki tudományok kandidátusa

## VÍZLEVEZETÉS ÉS VÍZTÁROZÁS A SÍKVIDÉKI VÍZGYŰJTŐTERÜLETEK FELSZÍNÉN\*

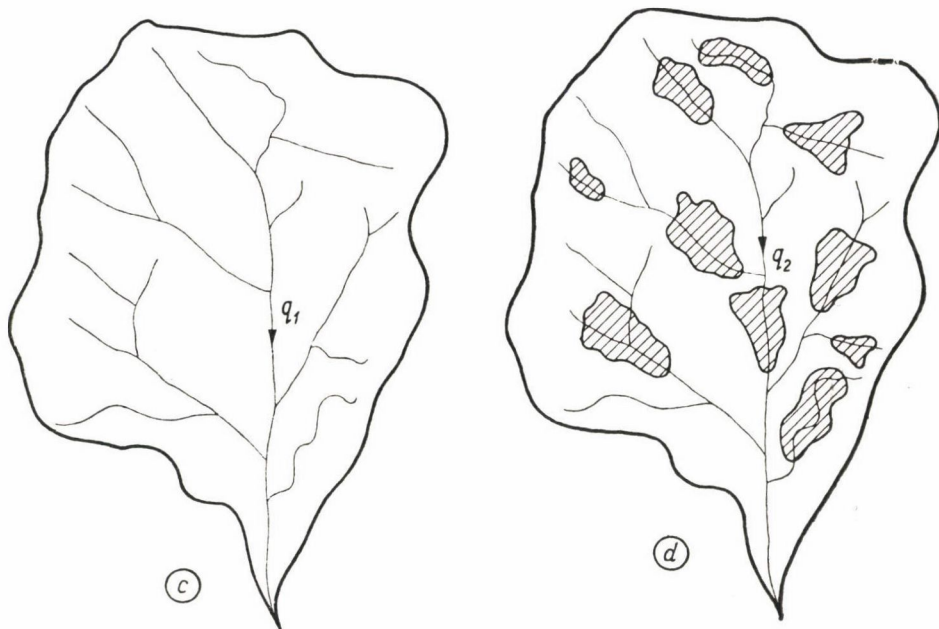
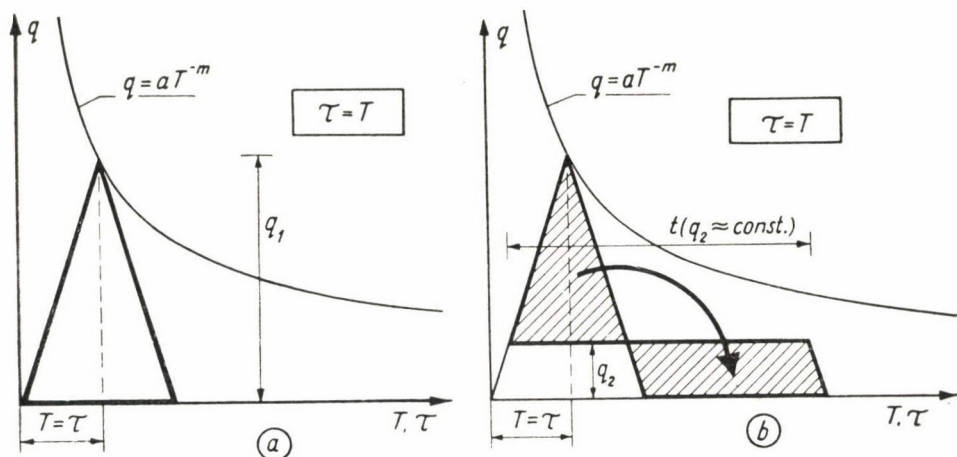
A domb- és hegyvidéki, valamint a síkvidéki vízgyűjtőterületek vízrendezési kérdései lényegesen eltérő feladatok elé állítják a tervezőt és a kutatót.

A domb- és a hegyvidéki vízgyűjtőterületek lejtők, a medrek nagy esésűek, az esés nagyobb kb. 50 cm/km-nél. Ennek megfelelően a lehulló és a talajba be nem szivárgó csapadékvíz általában szabadon, gátlás nélkül gyülekezik össze a terület felszínén, áramlik és rohan a medrekben, tehát az árhullámok szinte akadálytalanul vonulhatnak le, a nem permanens jellegű vízmozgás szabadon alakulhat ki. Ezt a lefolyást talán legközvetlenebbül a víz összegyülekezési folyamatát ábrázoló, leegyszerűsített háromszög alakú ábrával jellemezhetjük (1a ábra). A felszínen nem marad vissza víz (1c ábra) és a víz kártétele elsősorban *romboló, eróziós* jellegű. A talaj nem nedvesedik át túlzott mértékben.

A síkvidéki vízgyűjtőterületek és a domb- és hegyvidék kis kiterjedésű közelítően sík öblözetei alig lejtnek, a vízfolyások és a csatornák kis esésűek. Az esés kisebb 50 cm/km-nél és gyakran 10 cm/km-nél is. A felszínen maradó csapadékvíznek csak egy része gyülekezhet és folyhat le azonnal a kis esésű medrekben, éspedig kvázi-permanens módon. (Kivétel az az eset, amikor a medrek igen nagy méretűek. Nagy méretű medrek kialakítása azonban nem mindig gazdaságos.) A lefolyást ezúttal is leegyszerűsített összegyülekezési ábrával jellemezzük (1b ábra). A felszíni vízmennyiség tekintélyes része (az 1b ábrán vonalkázott háromszöggel jellemzett része) visszamarad a terep mélyedéseiben, az ún. természetes tározókban (1d ábra), és csak akkor folyik le, amikor a medrek már felszabadultak. A felszíni víz kártétele ekkor nem annyira romboló, eróziós, mint inkább a felszínt elárasztó, *a talajt elvizenyősítő* jellegű.

A domb- és hegyvidéki vízgyűjtőterületek szabadon kialakuló vízmozgási jelenségeit aránylag jobban ismerjük. Világszerte kevesebbet foglalkoztak azonban a kutatók a víz alá kerülő, elvizenyősödő síkvidéki vízgyűjtőterületeknek, a jellegzetesen mély fekvésű és ugyanakkor mélyebben bevágódó vízrendszer nélküli alföldeknek vízmozgási kérdéseivel.

\* Az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetem I. Vízépítéstani Tanszékén készült tanulmány. Tanszékvezető: dr. h. c. dr. Németh Endre egyetemi tanár.



1. ábra

Az itt következő tanulmánynak az a *közvetett célja*, hogy ennek az utóbbi, többé-kevésbé ismeretlen, kutatási területnek feltárásához járuljon hozzá. *Közvetlen célja* pedig a következő két alapvető feladat megoldása:

1. *Hogyan határozható meg az adott teljesítőképességű* (azaz az adott fajlagos vízhozamú:  $q_1$ , l/sec km<sup>2</sup>) *csatornahálózat esetében a síkvidéki vízgyűjtőterület mélyedéseit elöntő vízmennyiség várható legnagyobb értéke* (a legnagyobb visszamaradt vagy tározódott vízmennyiség:  $V_{\max}$ , 1000 m<sup>3</sup>)?



2. *Hogyan állapítható meg a növények ún. víztűrési idejének ( $t_0$ ) ismeretében a belvízcsatornahálózat azon teljesítőképessége ( $q_{i\max}$ , l/sec km<sup>2</sup>), amelyre a csatornákat ki kell építeni ahhoz, hogy ne maradjon a víz a tűrési időnél hosszabb ideig ( $t < t_0$ ) a vízgyűjtőterület mélyebb részein?*<sup>1</sup>

Az első feladat megoldása végeredményben megadja az ismert teljesítőképességű csatornahálózat esetére a víz alá kerülő és így elvizenyősödésnek kitett terület felső határát.

A második feladat megoldása pedig lehetővé teszi az olyan csatornahálózat kialakítását, amely biztosítja, hogy az elöntés számottevő kárt ne okozhasson. A „tűrési idő” ugyanis az a tenyészidő során változó időtartam, amely időtartamú elöntés esetében a mezőgazdaságot a talajmunkák vagy a növényzet fejlődése szempontjából még nem éri számottevő kár. Ez a tűrési idő a magyar növénytermesztési körülmények között késő ősszel, télen és kora tavasszal 2—3 hét, késő tavasszal és nyáron 1—2 nap.

Mindkét feladat megoldása numerikusan és grafikusán is megközelíthető. Tanulmányunk a numerikus megoldást mutatja be.

A numerikus megoldáshoz szükséges, hogy ismerjük, mint hidrológiai kiindulási alapot, a vízgyűjtőterület lefolyási viszonyait jellemző következő függvény (2. ábra) állandóit:

$$q_T = a T^{-m}, \quad (1)$$

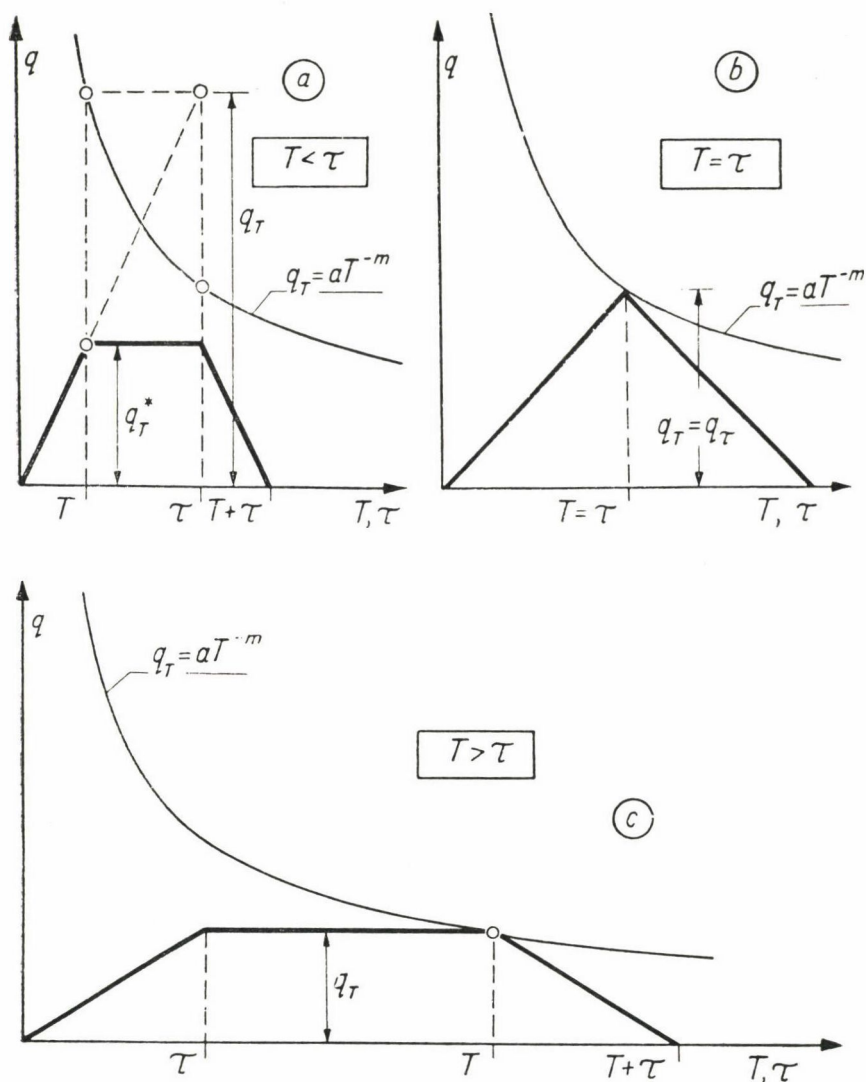
- ahol  $q_T$  a fajlagos vízhozam l/sec km<sup>2</sup>-ben,  
 $T$  annak az esőzésnek vagy olvadásnak az időtartama napban (esetleg órában vagy percben), amelyből keletkező lefolyást vizsgáljuk,  
 $a$  és  $m$  a függvény állandói (ha átlag  $i$  évenként egyszer elért vagy meghaladott  $q_{Ti}$  vízmennyiséget fejez ki a függvény, az  $a$  és  $m$  állandók esetenként más-más  $a_i$  és  $m_i$  értéket vesznek fel).

Az  $m$  állandó értéke a magyar Alföld 5—180 perces időtartamú esői esetében 0,75 körüli, 1—6 napos időtartamú esők és olvadások esetében 0,62 körüli. Általában 0,50 és 0,75 között változónak vehetjük fel. Ugyanakkor  $a$  értéke a mértékadó lefolyási helyzetekben, kb. 80—100 km<sup>2</sup>-nél nagyobb alföldi vízgyűjtőterületeink esetében, 50 és 200 között ingadozhat.

A numerikus megoldás esetében még néhány egyszerűsítő feltevést is teszünk [2, 4—6]. Feltételezzük, hogy a lefolyást kiváltó esőzés vagy olvadás az időben és térben egyenletesen eloszló vízmennyiséget ad, azaz a felszínen az időegységben jelentkező vízmennyiség és a lefolyási tényező időben és térben állandó. Feltételezzük továbbá azt is, hogy a vízgyűjtőterület egyes részei egyenletesen kapcsolódnak be a vízzállításba. Ezeknek a feltételeknek megfelelően valamely vizsgált csatornaszelvényen átfolyó vízmennyiség időbeli változása trapézzal, vagy ha az esőzés vagy olvadás időtartama ( $T$ , nap) éppen egyenlő az összegyülekezési idővel ( $\tau$ , nap), háromszöggel ábrázolható (2. ábra).

Vizsgáljuk meg a továbbiakban a felvetett feladatok numerikus megoldását.

<sup>1</sup> A növények víztűrésének figyelembevételét a vízrendezési munkáknál 1953-ban javasolta már a szerző [2]. A tűrési idő figyelembevételére az első eljárást 1956-ban dolgozta ki Budavári Kurt és Kovács György [1].



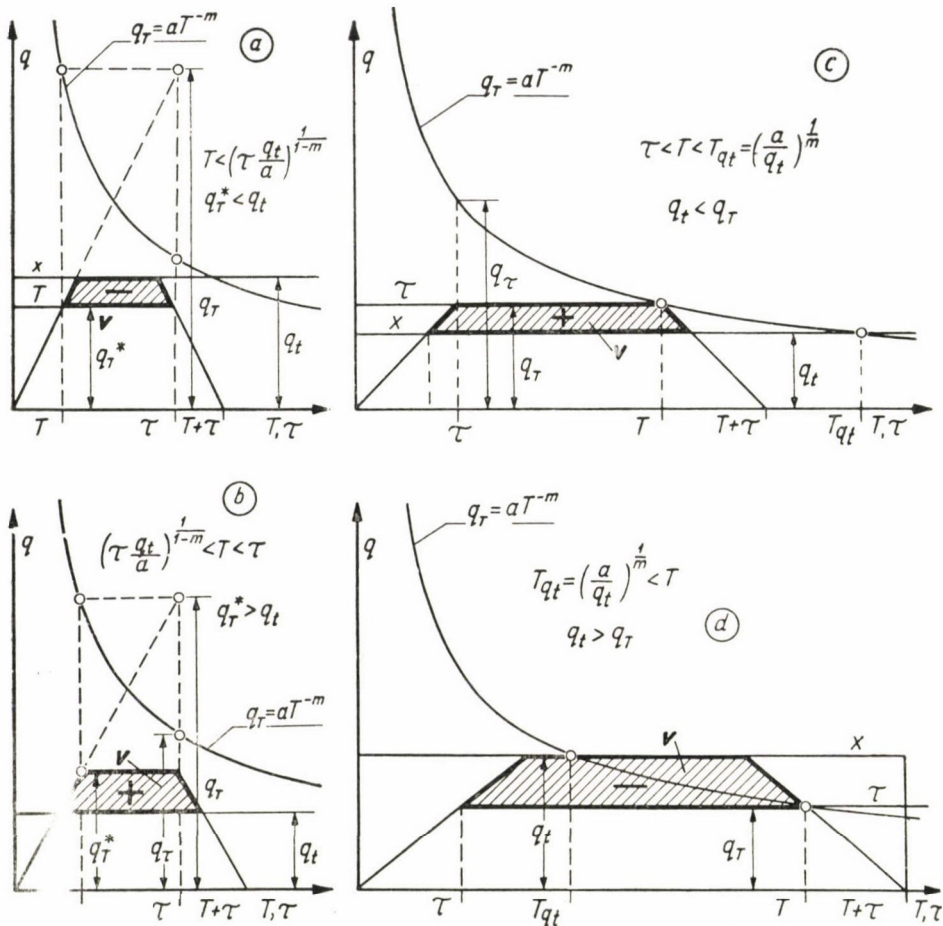
2. ábra

### 1. A legnagyobb tározandó vízmennyiség meghatározása

Feladatunk megoldásához feltételezzük, hogy a vizsgált csatornahálózat teljesítőképességét jellemző fajlagos vízhozamot ( $q_t$ , 1/sec km<sup>2</sup>) ismerjük (tapasztalati adatok alapján felvesszük vagy a 2. pontban leírtak szerint számítjuk).

Ábrázoljuk a 3. ábrán az (1) egyenlet szerinti függvényt, az adott  $q_t$  értékkel meghatározott egyenest, valamint a különböző jellegzetes  $T$  időtartamú esőzésekhez és olvadásokhoz tartozó összegyülekezési ábrát (trapéz). A tározandó vízmennyiséget az egyes részábrákon a vonalkázott terület





3. ábra

jelképezi (lásd még az 1b ábrát is), mert ez adja meg a felszínen jelentkező és a csatornában azonnal levezethető víz mennyiségének a különbségét, azaz a felszínen visszamaradó víz mennyiségét. Ez a vízmennyiség a vízgyűjtőterület ( $F$ , km<sup>2</sup>) egységnyi részére általános esetben a következőképpen határozható meg (3c ábra):

$$v = q_T T - q_t \tau - q_t T + \frac{q_t^2}{q_T} \tau \quad (2)$$

és összevonással:

$$v = (q_T - q_t) T + \left( \frac{q_t}{q_T} - 1 \right) q_t \tau, \quad (2a)$$

ahol  $v$  az ún. *fajlagos tározott vízmennyiség* (amelyet a (2) egyenlet (21) alatti alakjában 1000 m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>-ben fejezünk ki),  
 $q_T$  a  $T$  időtartamú esőzéshez és olvadáshoz tartozó fajlagos vízhozam az (1) egyenletnek megfelelően, ugyancsak 1/sec km<sup>2</sup>-ben.

Vizsgáljuk meg először is ezeknek a függvényeknek *fizikai értelmét*  $T = 0$  és  $+\infty$  határok között (3. ábra).

Az *a)* esetben (3a ábra) legyen (lásd a (9) és a (9a) egyenletet) :

$$q_T^* < q_t, \quad (3)$$

ahol  $q_T^*$  a 2a ábrán feltüntetett szerkesztés során kapott fajlagos vízhozam.<sup>2</sup> Ekkor a fajlagos tározott vízmennyiségnek a (2) egyenlet szerint számított értékét a 3a ábrán vonalkázott terület jelképezi. Erre a területre felírható az ábra jelöléseivel :

$$v = q_T^* \tau - q_t \tau - q_t T + x q_t, \quad (4)$$

ahol, miután

$$\begin{aligned} x : T &= q_t : q_T^* : \\ x &= \frac{q_t T}{q_T^*}, \end{aligned} \quad (5)$$

tehát

$$v = q_T^* \tau - q_t \tau - q_t T + \frac{q_t^2 T}{q_T^*}. \quad (6)$$

Ez az egyenlet azonban átalakítható a következő arányosság figyelembevételével :

$$q_T^* : q_T = T : \tau,$$

ahonnan

$$q_T^* = \frac{q_T T}{\tau}. \quad (7)$$

$q_T$  ezen értékének helyettesítésével a (2) egyenletet kapjuk meg, azaz *ez az egyenlet valóban értelmezhető ebben a tartományban is*. Ki kell azonban emelnünk ugyanakkor — amint a 3a ábrából közvetlen szemlélettel is belátható —, hogy a (6) egyenlet jobb oldalának tagjai között a következő egyenlőtlenség áll fenn :

$$q_T^* + \frac{q_t^2 T}{q_T^*} < q_t \tau + q_t T,$$

azaz a *v* térfogat értéke *negatív*, ami fizikailag értelmetlen.<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Ebben az esetben a későbbiekben levezetett (9a) egyenletnek megfelelően :

$$T < \left( \tau \frac{q_t}{a} \right)^{\frac{1}{1-m}}.$$

<sup>3</sup> Ez azt jelenti, hogy előbb tározunk, mielőtt a csapadék a felszínre lehullott, illetőleg a felszínen összegyűlt volna, ami lehetetlen. (Megjegyezhető itt egyben, hogy *v* értéke látszólag  $+$  is lehet ebben a tartományban, de csak azért, mert a (6) egyenlet utolsó tagja által képviselt két háromszög átfedi egymást, s így ugyanaz a terület kétszer is szerepel.)

A (6) egyenlet *alsó határeset*e:

$$T = 0, \quad (8)$$

és *felső határeset*e a:

$$q_T^* = q_t \text{-nek} \quad (9)$$

megfelelő  $T$  érték. Ez az utóbbi  $T$  érték számítható a (7) egyenletből (9) helyettesítésével:

$$T = \tau \frac{q_t}{q_T} = \tau \frac{q_t}{a T^{-m}},$$

illetőleg átrendezés után:

$$T = \left( \tau \frac{q_t}{a} \right)^{\frac{1}{1-m}}. \quad (9a)$$

Az alsó határesetben ( $T = 0$ )  $q_T^*$  zérussal egyenlő [(7) egyenlet] és  $q_t^2 T/q_T^*$  a l'Hôpital szabály értelmében zérushoz tart, ha  $T$  zérushoz tart, tehát:

$$v = -q_t \tau. \quad (10)$$

A felső határesetben ( $q_T^* = q_t$ ):

$$v = 0. \quad (11)$$

A *b) esetben* (3b ábra) legyen:

$$q_T^* > q_t, \quad (12)$$

illetőleg

$$\left( \tau \frac{q_t}{a} \right)^{\frac{1}{1-m}} < T < \tau. \quad (12a)$$

Ekkor ugyancsak a (6), illetőleg átalakítással a (2) egyenlet írható fel (lásd a 3b ábra jelöléseit), azaz a (2) egyenlet ebben a tartományban is érvényes. A  $v$  térfogat értéke ekkor pozitív, tehát a (2) egyenletnek ekkor fizikai értelme is van.

A (6) egyenlet *alsó határhelyzete* ebben a tartományban az előbb már tárgyalt felső határeset [ $q_T^* = q_t$ , (9) egyenlet], amikor  $v = 0$  (11. egyenlet) és *felső határeset*e a

$$q_T^* = q_T = q_\tau > q_t \text{ eset}, \quad (13)$$

amikor a

$$T = \tau \text{ és így a (6) egyenletből:} \quad (13a)$$

$$v = \tau \left[ q_T^* + q_t \left( \frac{q_t}{q_T^*} - 2 \right) \right] = \tau \left[ q_T + q_t \left( \frac{q_t}{q_T} - 2 \right) \right]. \quad (14)$$

A *c) esetet* (3c ábra), amikor

$$q_\tau > q_T > q_t \text{ és} \quad (15)$$

$$\tau < T < T_{q_t} = \left( \frac{a}{q_t} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (15a)$$

már mint alapesetet vizsgáltuk, itt is érvényes tehát a (2) egyenlet. A  $v$  érték pozitív mennyiség.



A (2) egyenlet határesetei közül az *alsót* jellemzi a már levezetett (13), (13a) és (14) egyenlet, a *felső határesetet* a

$$q_T = q_t, \quad (16)$$

illetőleg

$$T = T_{qt} = \left( \frac{a}{q_t} \right)^{\frac{1}{m}} \quad (16a)$$

feltétel, aminek megfelelően a fajlagos tározott vízmennyiség értéke itt is zérus [(11) egyenlet].

A *d) esetben* (3d ábra) legyen:

$$q_T < q_t, \quad (17)$$

illetőleg

$$T_{qt} < T. \quad (17a)$$

Ekkor *ugyancsak a (2) egyenlet írható fel*, azonban éppen úgy, mint az *a) esetben*, igazolható, és a 3d ábráról közvetlen szemléléssel is belátható, hogy a *v térfogat értéke negatív*, ami fizikailag értelmetlen.

Ebben az esetben is az alsó határérték egyezik az előző esetben vizsgált felső határértékkel. A felső határérték  $T = \infty$ -hez tartozik, amikor is a *v* érték  $-\infty$ -hez tart.

Az előzőekben bemutatott gondolatmenet világosan mutatja, hogy ugyanaz a (2), illetőleg a (3) egyenlet jellemzi a felszínen tározódó fajlagos vízmennyiséget megadó ábrát  $T = 0$ -tól  $+\infty$ -ig, csak a

$$T = \left( \tau \frac{q_t}{a} \right)^{\frac{1}{1-m}}$$

határ [(9a) egyenlet] alatt és a

$$T = T_{qt}$$

határ [(16a) egyenlet] felett fizikailag nincsen értelme, mert negatív tározódás nem képzelhető el.

Vizsgáljuk meg mármost a felszínen tározandó fajlagos vízmennyiség szélső értékének meghatározása végett a (2) egyenletnek szélső értékét  $T$  változása mellett:

$$\frac{dv}{dT} = (1 - m) a T^{-m} - q_t + \tau \frac{q_t^2}{a} m T^{m-1} \quad (18)$$

és így a szélső érték helyén:

$$(1 - m) a T^{-m} - q_t + \tau \frac{q_t^2}{a} m T^{m-1} = 0. \quad (19)$$

Számítsuk ki ebből az egyenletből  $T$  értékét, és pedig első közelítésképpen a harmadik tag elhanyagolásával, a következő közelítő összefüggés szerint:

$$T_1 = \sqrt[m]{\frac{(1 - m) a}{q_t}}, \quad (20)$$

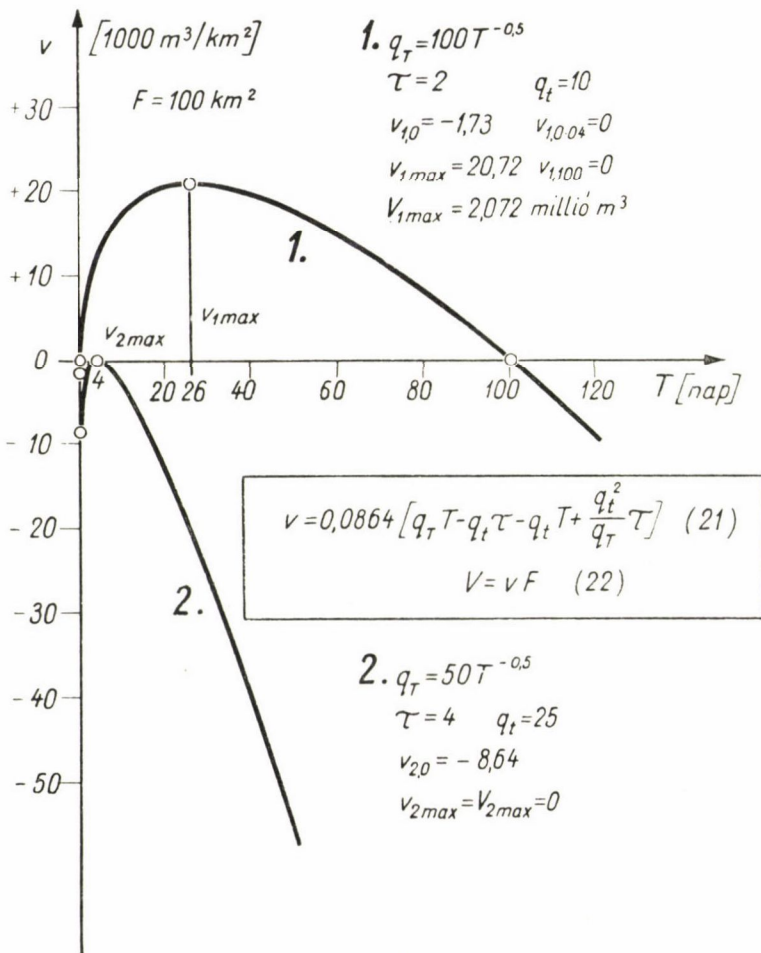
második közelítésképpen pedig ennek felfelé, egész számra kerekített értéke  $T_2$  szerint.

Mindkét értékhez számítva a (19) egyenlet bal oldalát, interpolálással meghatározható az egyenlet zérus helyére  $T$ -nek azon értéke ( $T_{\max}$ ), amelynek a legnagyobb fajlagos tározott vízmennyiség ( $v_{\max}$ ,  $1000 \text{ m}^3/\text{km}^2$ ) felel meg, a következő mértékhelyes egyenlet szerint :

$$v_{\max} = 0,0864 \left( q_T T_{\max} - q_t \tau - q_t T_{\max} + \frac{q_t^2}{q_T} \tau \right). \quad (21)$$

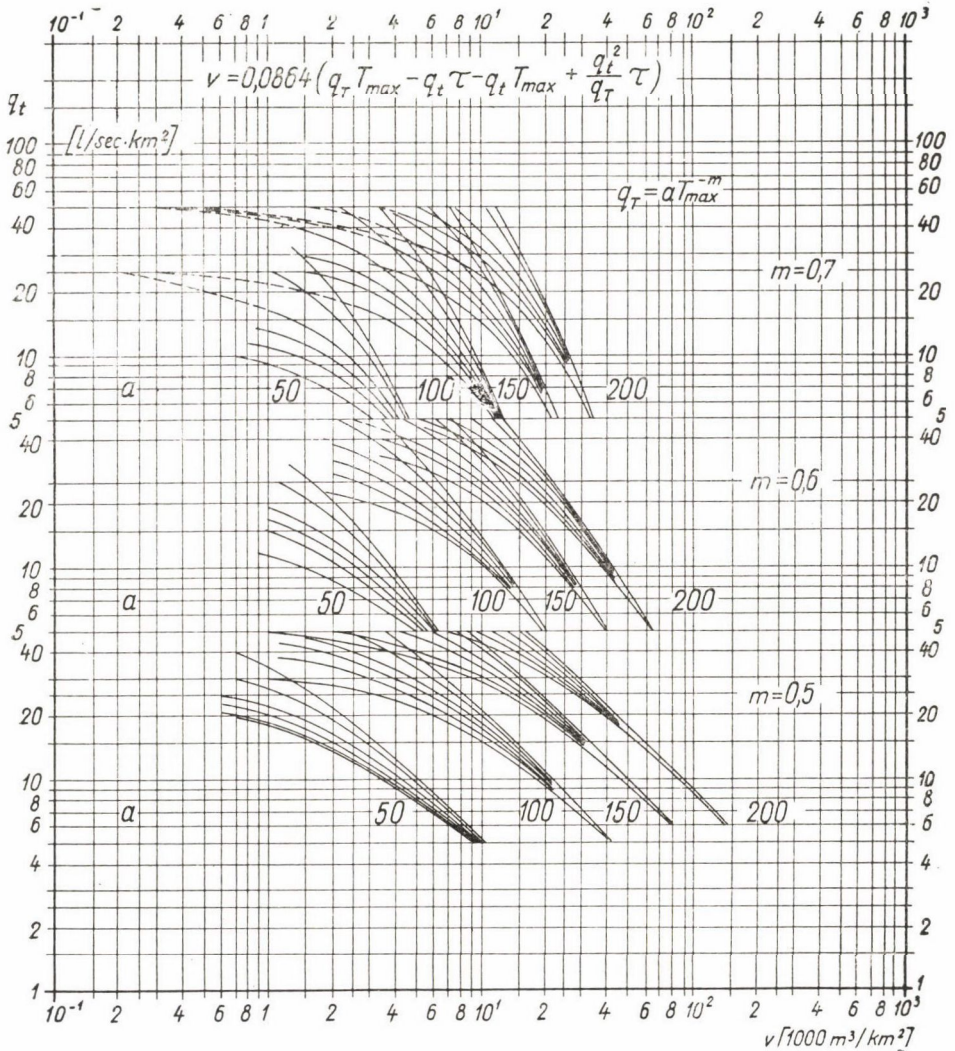
A teljes vízgyűjtőterületre ( $F$ ,  $\text{km}^2$ ) jutó legnagyobb tározott vízmennyiség ( $V_{\max}$ ,  $1000 \text{ m}^3$ ) pedig az előzőek ismeretében a következőképpen számítható :

$$V_{\max} = v_{\max} F. \quad (22)$$



4. ábra

Példaképpen megadjuk a 4. ábrán  $v$  változását két különböző esetre  $T$  változásának függvényében, feltüntetve  $v_{\max}$  és  $V_{\max}$  értékét is. Az első példában (1. görbe)  $v_{\max}$  pozitív, a második példában (2. görbe)  $v_{\max}$  zérus. Az utóbbi esetben természetesen nem beszélhetünk tározásról.



5. ábra. A görbeseregnek egyes görbéi, jobbról balra haladóan, a következő  $\tau$  összegyűlekezési időhöz tartoznak: 0,5-1-2-3-4-6 nap.

Végül a *gyakorlati feldolgozáshoz* megadjuk az 5. ábrán az eltérő  $a$ ,  $m$ ,  $\tau$  és  $q_t$  értékekhez görbeseregben  $v_{\max}$  értékét. A kerek  $a$ ,  $m$  és  $\tau$  értékekhez közvetlenül leolvasható az 5. ábrából  $q_t$  függvényében  $v_{\max}$  értéke. Nem kerek  $a$ ,  $m$  és  $\tau$  értékek esetében interpolálással határozható meg a  $v_{\max}$ .



Az így összeállított *görbesereg lehetőségét ad* a gyakorlatban előforduló csatornakiépítési fokok mellett, a

$$q_T = a T^{-m}$$

lefolyást jellemző függvény [(1) egyenlet] ismeretében, a csatorna által azonnal le nem vezethető víz, azaz *a felszínen visszamaradó víz mennyiségének a meghatározására.*

2. *A csatornahálózat jellemző teljesítőképességének meghatározása a növények tûrésí idejének figyelembevételével*

Ennek a feladatnak a megoldásánál, azaz *a csatornahálózat mértékadó fajlagos vízhozamának* ( $q_{Tmax}$ ) meghatározásánál két különböző utat követhetünk. A két út bemutatása előtt vizsgáljuk meg először is, hogy milyen a kapcsolat az összegyülekezési ábra és az elöntés időtartama ( $t$ , nap) között (6. ábra). A 6a és b ábrán egyaránt a baloldali vonalkázott trapéz alakú terület-rész — amint az 1. pontban láttuk — azt a vízmennyiséget mutatja, amely a csatorna elégtelen méretei miatt már nem folyhat le, és így a felszínen tározódik. A jobboldali terület-rész pedig a fokozatosan felszabaduló csatornán utólag lefolyt vízmennyiséget jelenti. Ezt a területet az egyik esetben az összegyülekezési ábra kikapcsolódási vonalával párhuzamosan (6a ábra), a másik esetben függőleges vonallal (6b ábra) zártuk.

Az első esettel akkor találkozunk, amikor az elöntött területek egyenesen oszlanak meg a vízgyűjtőterületen (6c ábra). Ez a gyakoribb eset. A második eset akkor áll elő, amikor az elöntött terület közvetlenül a vizsgált csatornaszelvény fölött található (6d ábra). Ez a ritkább eset. Az elöntési idő ( $t$ ) az ábráról mindkét esetben egyértelműen leolvasható.

Vizsgáljuk meg a két eltérő lezárásnak megfelelő esetet.

a) *A mértékadó fajlagos vízhozam meghatározása az összegyülekezési ábrának megfelelő területlezárás esetében*

Ekkor a 6a ábra nyomán felírható a következő területgyenlőség: ahol  $q_t$  jelenti azt a fajlagos vízhozamot, amelyre a csatornahálózatot kiépítve, az az adott esőzési vagy olvadási folyamat ( $T$  időtartamú folyamat) esetében biztosítja, hogy a terület ne kerülhessen a  $t = t_0$  tûrésí időnél hosszabb ideig víz alá.

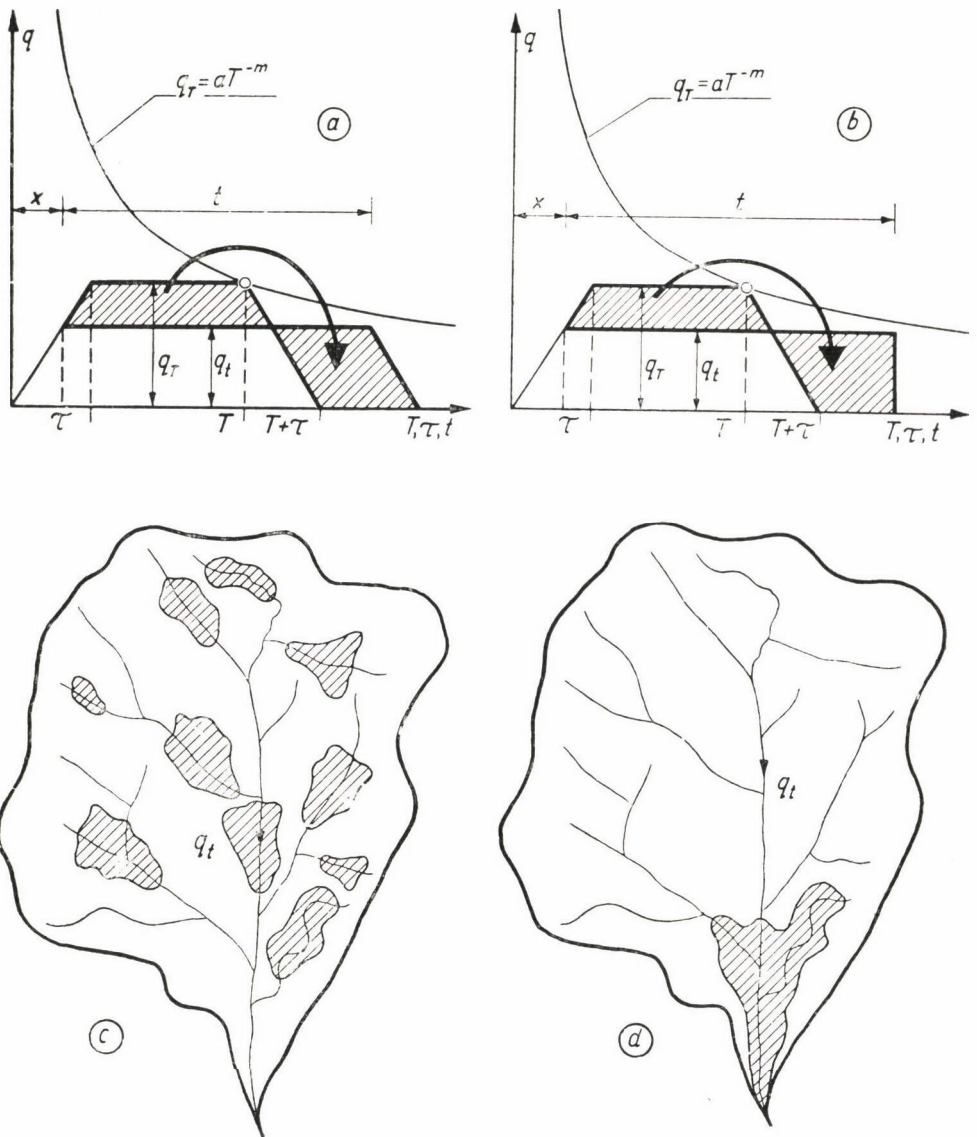
$$T q_T = t q_t + \tau \frac{q_t^2}{q_T}, \quad (23)$$

A (23) egyenletet  $q_T$ -vel osztva és átrendezve:

$$\tau \frac{q_t^2}{q_T^2} + t \frac{q_t}{q_T} - T = 0,$$

ahonnan  $\frac{q_t}{q_T}$  értéke:

$$\frac{q_t}{q_T} = \frac{-t \pm \sqrt{t^2 + 4\tau T}}{2\tau} \quad \text{és} \quad (24)$$



6. ábra

ebből a keresett fajlagos vízhozam értéke :

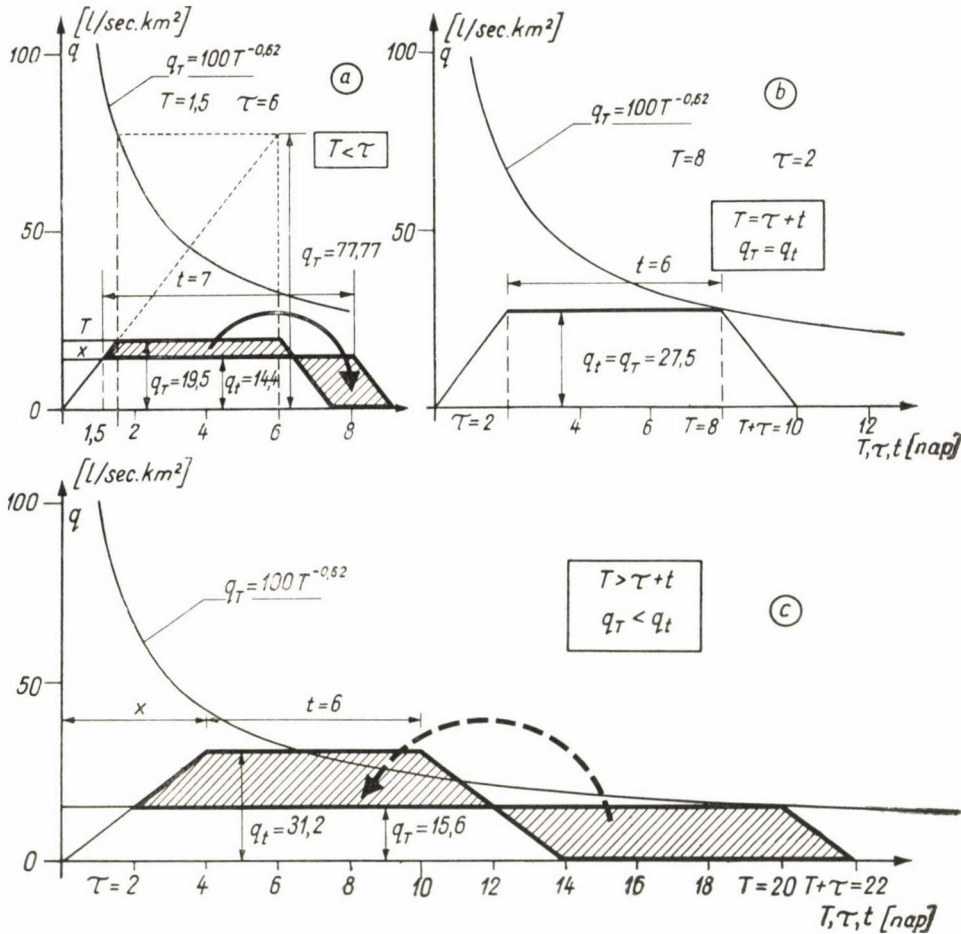
$$q_t = q_r \left[ -\frac{t}{2\tau} \pm \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}} \right] = a T^{-m} \left[ -\frac{t}{2\tau} \pm \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}} \right]. \quad (25)$$

Mivel  $q_t$  csak pozitív lehet, a négyzetgyökös kifejezésnek csak pozitív értékét vehetjük figyelembe.

Vizsgáljuk meg ennek a függvénynek fizikai értelmét  $T$  különböző értékei mellett (7. ábra).

Ha

$$T < \tau, \tag{26}$$



7. ábra

akkor is érvényes a (23) területegyenlőséget kifejező egyenlet és a (25) egyenlet. Ekkor ugyanis felírható az (5) egyenlet és a 7a ábra jelöléseinek figyelembevételével a következő területegyenlőség:

$$\tau q_T^* = t q_t + \frac{T q_t^2}{q_T^*}. \tag{27}$$

Ha ebbe helyettesítjük a (7) egyenlet alapján a  $q_T^*$  értéket, valóban a (23), és az előzőekben vázolt úton, a (25) egyenletet kapjuk.



A

$$\tau < T < T_{qT} \quad (28)$$

tartományban a (25) egyenlet külön vizsgálatot nem kíván, mert a 6a ábra közvetlenül erre a szakaszra vonatkozik.

A

$$T = \tau + t \quad (29)$$

esetben (7b ábra)

$$q_t = q_T. \quad (30)$$

Ekkor ugyanis a (25) egyenlet zárójeles tényezője a következőképpen alakul:

$$\begin{aligned} -\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}} &= -\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{\tau+t}{\tau}} = \\ &= -\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\frac{t^2 + 4\tau^2 + 4\tau t}{4\tau^2}} = \frac{2\tau}{2\tau} = 1, \end{aligned}$$

azaz a (25) egyenletből:

$$q_t = q_T \cdot 1 = q_T.$$

(Hasonlóképpen igazolható a  $T < \tau$  tartományban — lásd a (26) egyenletet —, hogy a  $T = \tau - t$  esetben  $q_t = q_T^*$ .)

A

$$T > \tau + t \quad (31)$$

esetben ugyancsak levezethető a 7c ábrán bejelölt terület egyenlőség figyelembevételével a (23), illetőleg a (25) egyenlet, azaz matematikailag vizsgálható ez a tartomány is. Fizikailag azonban értelmetlenek a kifejezések, mert a (25) egyenletben szereplő

$$-\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}}$$

kifejezés egynél nagyobbá válik, aminek következtében

$$q_t > q_T. \quad (32)$$

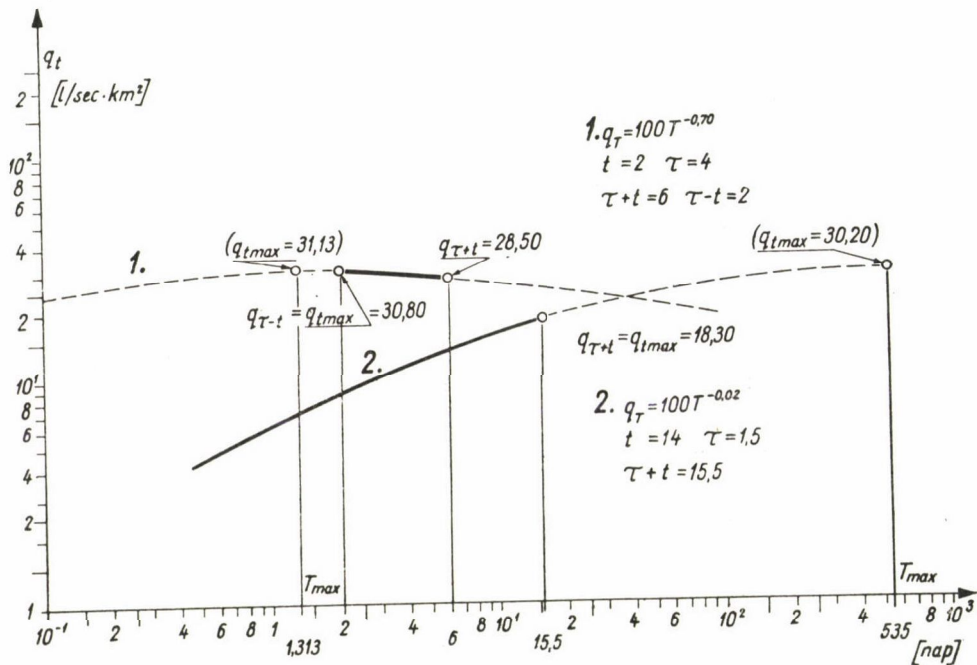
Ez azt jelentené, hogy a tározott vizet még a tározást megelőzően kellene levezetni, ami nyilvánvaló lehetetlenség. (Ugyanígy igazolható, hogy ha  $T < \tau - t$ ,  $q_t < q_T^*$ , és így fizikailag ez a tartomány is értelmetlen.)

Ábrázoljuk példaképpen (8. ábra)  $q_t$  változását  $T$  függvényében a (25) egyenlet felhasználásával két különböző esetben. Az ábra világosan mutatja az előbbieken összefoglalt tételeket.

Határozzuk meg most már a mértékadó fajlagos vízhozamot, azaz keressük meg  $q_t$  szélső értékét ( $q_{t\max}$ )  $T$  változásának függvényében. Az így megkapott  $q_{t\max}$  érték megadja majd azt a legnagyobb csatornakiépítési fokot, amelynél az előntési idő még nem haladja meg a növények tűrés idejét ( $t \leq t_0$ ).

A szélső érték meghatározására képezzük először is a (25) egyenletből kiindulva a következő kifejezést:

$$\frac{dq_t}{dT} = -amT^{-m-1} \left[ -\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}} \right] + aT^{-m} \frac{1}{2\tau \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}}}. \quad (33)$$



8. ábra

A szélső érték helyén a jobb oldal zérussal egyenlő, vagyis egyszerűsítés után:

$$m \frac{\tau}{T} \left[ -\frac{t}{2\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}} - \frac{1}{2 \sqrt{\left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 + \frac{T}{\tau}}} \right] = 0. \quad (34)$$

Vezessük be a következő jelöléseket:

$$\frac{t}{2\tau} = h, \quad (35)$$

$$\frac{T}{\tau} = x \quad \text{és} \quad (36)$$

$$\sqrt{h^2 + x} = z, \quad \text{illetőleg} \quad (37)$$

$$x = z^2 - h^2. \quad (38)$$

A (35) és (36) jelölés figyelembevételével:

$$\frac{m}{x} (-h + \sqrt{h^2 + x}) - \frac{1}{2\sqrt{h^2 + x}} = 0, \quad (39)$$

amiből a (37) és (38) értéket behelyettesítve:

$$m \frac{(z - h)}{z^2 - h^2} - \frac{1}{2z} = 0, \quad (40)$$

vagy másképpen:

$$m \frac{(z - h)}{(z + h)(z - h)} - \frac{1}{2z} = 0. \quad (41)$$

Az utóbbi egyenletből  $z$  kifejezhető:

$$z = \frac{h}{2m - 1}. \quad (42)$$

Visszahelyettesítéssel megkaphatjuk  $x$ , illetőleg  $T$  értékét [(38), (37), (36) és (35) egyenlet]:

$$\begin{aligned} x = z^2 - h^2 &= \frac{h^2}{(2m - 1)^2} - h^2 = \frac{h^2 - (2m - 1)^2 h^2}{(2m - 1)^2} = \\ &= \frac{h^2 [1 - (2m - 1)^2]}{(2m - 1)^2} = \frac{4m h^2 (1 - m)}{(2m - 1)^2} = \frac{T}{\tau}, \end{aligned} \quad (43)$$

ahonnan a szélső érték helyén:

$$T = \tau \frac{4m \left(\frac{t}{2\tau}\right)^2 (1 - m)}{(2m - 1)^2} = \frac{mt^2 (1 - m)}{\tau (2m - 1)^2}. \quad (44)$$

Állapítsuk meg még a következő számítások kedvéért, hogy abban az esetben, ha  $T$  zérushoz közeledik, hová tart a (25) egyenlet szerint meghatározott  $q_t$ . A l'Hôpital szabályt alkalmazva igazolható, hogy:

$$\lim_{T \rightarrow 0} q_t(T) = 0. \quad (45)$$

Megismerve  $T$  szélső értékének és zérus értékének a helyét, továbbá  $q_t$  változását  $T$  függvényében, számítható a (44) és a (25) egyenlet segítségével  $q_t$  legnagyobb, mértékadó értéke ( $q_{t\max}$ ). Rá kell azonban ugyanakkor mutatni arra is, hogy a (25) egyenlettel csak akkor számolhatunk, ha  $T < \tau + t$  (8. ábra: 1. vonal), mert amint láttuk, fizikailag csak ekkor értelmezhető a (25) egyenlet. Ha viszont  $T \geq \tau + t$ , a  $q_{t\max}$  értéket:

$$q_{t\max} = a T^{-m} = a (\tau + t)^{-m} \quad (46)$$



adja meg, mert a (25) egyenlettel kifejezett  $q_t$  érték, a  $T = 0$  helytől zérusról [(45) egyenlet] folytonosan növekedvén, a  $T = \tau + t$  helyen éri el a még fizikailag értelmezhető legnagyobb értékét (lásd a 8. ábrán feltüntetett 2. görbét).

Vizsgáljuk meg mármost különböző  $m$  kitevők (0,5—0,6—0,7) esetére a (44) egyenlet segítségével: milyen kapcsolatnak kell  $\tau$  és  $t$  között fennállnia ahhoz, hogy az egyszerűsített (46) egyenlettel számolhassunk.

$m = 0,5$  esetében:

$$T = \frac{0,5 t^2 (1 - 0,5)}{\tau (2 \cdot 0,5 - 1)^2} = \infty, \quad (47)$$

azaz ekkor minden esetben a (46) egyszerűsített egyenlettel számolhatunk.

$m = 0,6$  esetben, a  $T = \tau + t$  határhelyzetben:

$$T = \frac{0,6 t^2 (1 - 0,6)}{\tau (2 \cdot 0,6 - 1)^2} = 6 \frac{t^2}{\tau} = \tau + t, \quad (48)$$

amely egyenletet  $t$ -re megoldva kapjuk, hogy:

$$t = \frac{\tau + \sqrt{\tau^2 + 24 \tau^2}}{12} = \frac{\tau}{2} \quad (49)$$

(a négyzetgyökös kifejezés előtt negatív jel nem lehet, mert  $t$  nem vehet fel negatív értéket). Minden olyan esetben, amikor  $t \geq \frac{\tau}{2}$ , a (46) egyszerűsített

összefüggéssel, ha  $t < \frac{\tau}{2}$ , a (44) és a (45) egyenlettel számítjuk  $q_{t\max}$  értékét.

$m = 0,7$  esetben ugyancsak a  $T = \tau + t$  határhelyzetben:

$$T = \frac{0,7 t^2 (1 - 0,7)}{\tau (2 \cdot 0,7 - 1)^2} = 1,3125 \frac{t^2}{\tau} = t + \tau, \quad (50)$$

amely egyenletet  $t$ -re megoldva kapjuk, hogy

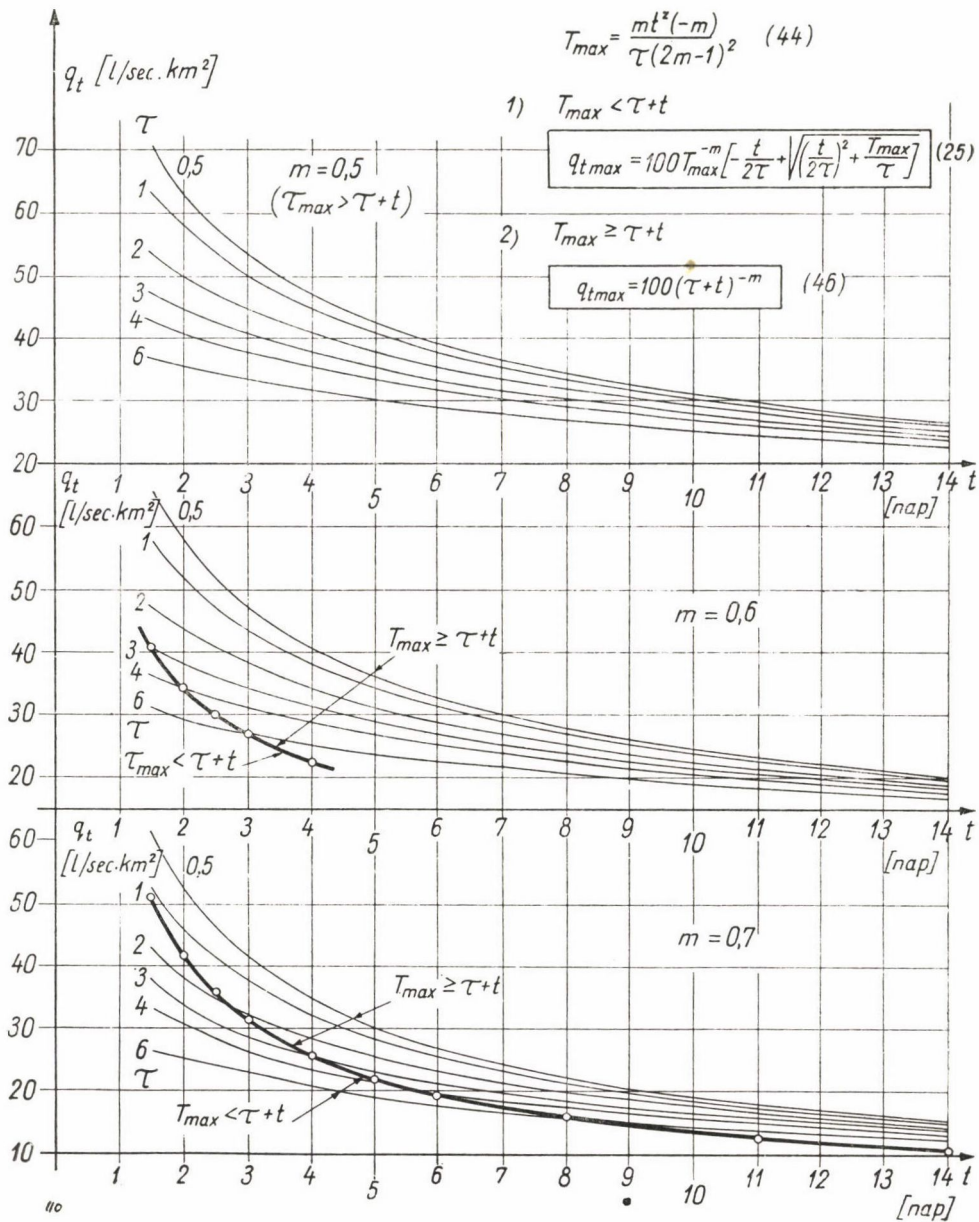
$$t = \frac{\tau + \sqrt{\tau^2 + 5,25 \tau^2}}{2,625} = 1,3 \tau. \quad (51)$$

Minden olyan esetben, amikor  $t \geq 1,3 \tau$ , a (46) egyszerűsített összefüggéssel ha  $t < 1,3 \tau$ , a (44) és a (25) egyenlettel számítjuk  $q_{t\max}$  értékét.

Az előző gondolatmenettel és számítással arra a rendkívül fontos gyakorlati megállapításra jutottunk, hogy a *gyakorlati esetek igen nagy többségében  $q_{t\max}$  értékét a (46) egyszerűsített összefüggéssel számíthatjuk.*

Végül a *gyakorlati feldolgozás céljaira a 9. ábrán* görbeseregben adjuk meg az  $i = 100$ -hoz és eltérő  $m$ ,  $\tau$  és  $t$  értékekhez  $q_{t\max}$  értékét. A kerek  $m$  értékekhez közvetlenül leolvashatók a 9. ábráról  $t$  és  $\tau$  függvényében a  $q_{t\max}$  értékek. Nem kerek  $m$  értékek esetében interpolálással határozható meg a  $q_{t\max}$ .

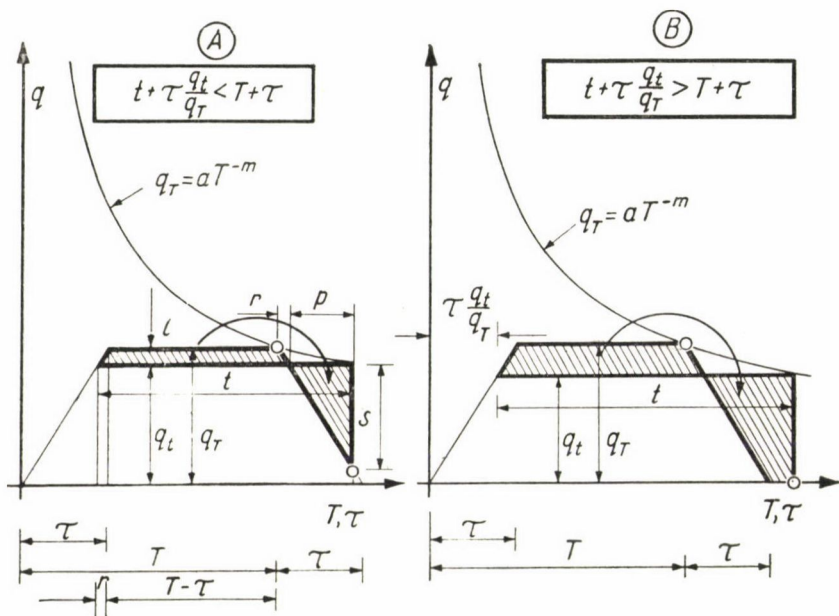
Az így összeállított *görbesereg tehát lehetőséget ad, a növények tűrésí idejének figyelembevételével, azon legnagyobb fajlagos vízhozamérték meghatározására, amelyre méretezve a felszínen nem tározódik a megengedett tűrésí időnél hosszabb ideig víz.*



9. abra

b) *A mértékadó fajlagos vízhozam meghatározása függőleges területlezárási esetében*

Ekkor Kovács Gy. és Budavári K. [1] nyomán,<sup>4</sup> figyelemmel a 10. ábra jelöléseire, a következő feltételek egyenletek írhatók fel, attól függően, hogy a  $t$  elöntési idő túlnyúlik-e az összegyülekező vízhozam idő szerinti változását feltüntető ábra  $\tau + T$  sarokpontján vagy sem:



10. ábra

A) ha

$$t + \tau \frac{q_{tA}}{q_T} < T + \tau \quad (10A \text{ ábra}), \quad (52)$$

akkor a

$$(T - \tau + r) l = \frac{p \cdot s}{2} \quad (53)$$

területegyenlőségi feltétel és a 10A ábráról megállapítható geometriai összefüggések nyomán levezethető, hogy:

$$q_{tA} = q_T \left[ 1 - \frac{t}{\tau} + \frac{T - \tau}{2\tau} + \frac{1}{\tau} \sqrt{\frac{t^2}{2} - \left( \frac{T - \tau}{2} \right)^2} \right], \quad (54)$$

<sup>4</sup> Az (52–57), a (62), (64) és (71) egyenlet Kovács Gy. és Budavári K. tanulmányából való [1].

B) ha

$$t + \tau \frac{q_{tB}}{q_T} > T + \tau \quad (10B \text{ ábra}), \quad (55)$$

akkor a

$$Tq_T = tq_{tB} + \frac{\tau}{2} \frac{q_{tB}^2}{q_T} \quad (56)$$

területegyenlőségi feltétel figyelembevételével levezethető, hogy :

$$q_{tB} = q_T \left[ -\frac{t}{\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{\tau}\right)^2 + 2\frac{T}{\tau}} \right]. \quad (57)$$

A feltételi egyenletek ismeretében meghatározzuk erre az esetre is a mértékadó fajlagos vízhozamot, azaz megkeressük  $q_t$  szélső értékét ( $q_{t\max}$ )  $T$  változásának függvényében. Most azonban nem az előző úton, a szélső érték szabatos meghatározásával, hanem — figyelembe véve a két alapegyenlet [(54) és (57)] párhuzamos vizsgálatának bonyolultságát —, különböző jellemző  $T$  értékekhez tartozó fajlagos vízhozamok számszerű tanulmányozásával határozzuk meg a mértékadó fajlagos vízhozamot. A jellemző  $T$  értékek legyenek a következők :

$$\begin{aligned} T_1 & \text{ a 11. ábrán feltüntetett határesetet megszabó időtartam,} \\ T_2 & = \tau, \\ T_3 & = t \quad \text{és} \\ T_4 & = \tau + t. \end{aligned}$$

A  $T_1$  esetben vizsgálatunknál az (52) és az (55) egyenlőtlenségek közötti határt megadó alábbi egyenlőségből indulunk ki :

$$t + \tau \frac{q_{t1}}{q_1} = T_1 + \tau, \quad (58)$$

ahonnan

$$T_1 = t - \tau + \tau \frac{q_{t1}}{q_1}. \quad (59)$$

Ennek a feltételi egyenletnek a figyelembevételével akár az (53), akár az (56) egyenletből levezethető a  $T_1$ -hez tartozó  $q_{t1}$  érték. Az (56) egyenletből kiindulva és helyettesítve  $T_1$  fenti értékét, kapjuk például, hogy

$$\left(t - \tau + \tau \frac{q_{t1}}{q_1}\right) q_1 = tq_{t1} + \frac{\tau}{2} \frac{q_{t1}^2}{q_1}$$

és ebből :

$$q_{t1} = q_1 \left[ 1 - \frac{t}{\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{\tau}\right)^2 - 1} \right]. \quad (60)$$

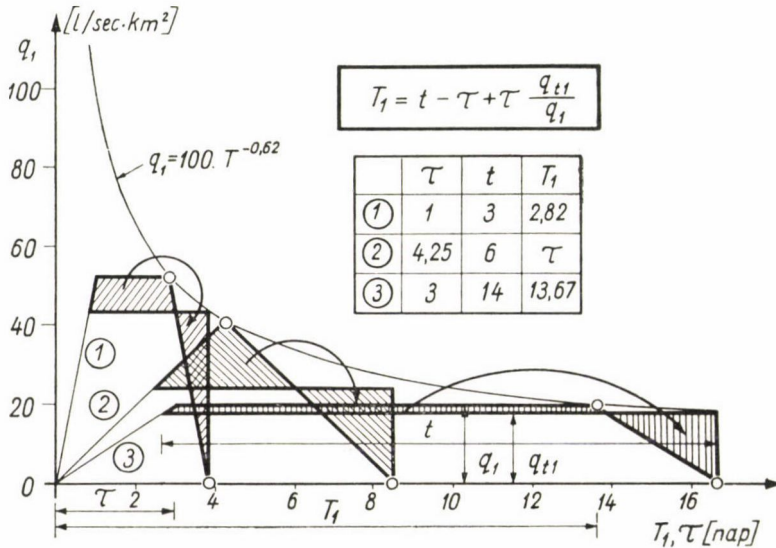
vagy

$$q_{t1} = a \left(t - \tau + \tau \frac{q_{t1}}{q_1}\right)^{-m} \left[ 1 - \frac{t}{\tau} + \sqrt{\left(\frac{t}{\tau}\right)^2 - 1} \right]. \quad (61)$$



A (60) egyenletből meghatározható  $q_{t1}/q_1$  és ennek ismeretében a (61) egyenletből  $q_{t1}$  értéke.

A számszerű vizsgálatnál számos  $\tau$  és  $t$  értékhez számítottuk a (60) és (61) egyenlet felhasználásával, továbbá  $a = 100$  és  $m = 0,62$  felvételével a  $q_1$  értékeket. A kiszámított értékeket az I. táblázatban tüntettük fel, néhány esetet pedig példaképpen a 11. ábrán vázoltunk.



11. ábra

A  $T_2 = \tau$  esetre a két vázolt tartománynak megfelelően az (54) és (57) egyenletből kiindulva a  $T_2 = \tau$  helyettesítéssel levezethetők a következő egyenletek (12. ábra):

$$q_{tA2} = q_2 \left[ 1 - \frac{t}{\tau} \left( 1 - \sqrt{\frac{1}{2}} \right) \right], \quad (62)$$

vagy

$$q_{tA2} = a \tau^{-m} \left( 1 - 0,293 \frac{t}{\tau} \right) \quad (63)$$

és

$$q_{tB2} = q_2 \left[ -\frac{t}{\tau} + \sqrt{\left( \frac{t}{\tau} \right)^2 + 2} \right], \quad (64)$$

vagy

$$t_{tB2} = a \tau^{-m} \left[ -\frac{t}{\tau} + \sqrt{\left( \frac{t}{\tau} \right)^2 + 2} \right]. \quad (65)$$

$t = 1,5$ nap									
$\tau$	$T = T_1$			$T_2 = \tau$		$T_3 = t$		$T_4 = \tau + t$	
	$T_1$	$q_t/q_1$	$q_t$	$q_t/q_2$	$q_t$	$q_t/q_3$	$q_t$	$q_t/q_4$	$q_t$
0,5	1,41	0,82	66,3	0,31	47,7	0,87	68,5	1,0	65,1
1,0	1,12	0,62	57,7	0,56	56,0	0,78	61,5	1,0	56,7
1,06	1,06	0,59	56,8	0,59	56,8				
1,5				0,71	55,0	0,71	55,0	1,0	50,6
2,0				0,78	50,7			1,0	46,1
2,5				0,82	46,6			1,0	42,4
3,0				0,85	43,2			1,0	39,4
3,5				0,87	40,2			1,0	36,9
4,0				0,89	37,7			1,0	34,7

$t = 2,0$ nap									
0,5	1,94	0,87	57,7	0,24	36,9	0,90	58,6	1,0	56,7
1,0	1,73	0,73	52,0	0,45	45,0	0,82	53,4	1,0	50,6
1,42	1,42	0,59	47,7	0,59	47,7				
1,5				0,61	47,5	0,76	49,5	1,0	46,1
2,0				0,71	46,0	0,71	46,0	1,0	42,4
2,5				0,77	43,4			1,0	39,4
3,0				0,80	40,6			1,0	36,9
3,5				0,83	38,4			1,0	34,7
4,0				0,85	36,1			1,0	33,0

$t = 2,5$ nap									
0,5	2,45	0,90	51,6	0,20	30,8	0,91	51,6	1,0	50,6
1,0	2,29	0,79	47,2	0,37	37,0	0,85	48,2	1,0	46,1
1,5	2,05	0,70	44,8	0,51	39,7	0,80	45,4	1,0	42,4
2,77	1,77	0,59	41,4	0,59	41,4				
2,0				0,63	41,2	0,75	42,5	1,0	39,4
2,5				0,71	40,0	0,71	40,0	1,0	36,9
3,0				0,76	38,2			1,0	34,7
3,5				0,79	36,4			1,0	33,0
4,0				0,82	34,6			1,0	31,4

$t = 3,0$ nap									
0,5	2,96	0,91	46,5	0,16	24,6	0,92	46,6	1,0	46,1
1,0	2,82	0,82	43,2	0,32	32,0	0,87	44,0	1,0	42,4
1,5	2,59	0,73	40,5	0,45	35,0	0,82	41,5	1,0	39,4
2,0	2,24	0,62	37,6	0,56	36,5	0,78	39,5	1,0	36,9
2,13	2,13	0,59	36,9	0,59	36,9				
2,5				0,65	36,7	0,74	37,4	1,0	34,7
3,0				0,71	35,7	0,71	35,7	1,0	33,0
3,5				0,75	34,5			1,0	31,4
4,0				0,78	33,0			1,0	29,9

$t = 4,0$ nap									
$\tau$	$T = T_1$			$T_2 = \tau$		$T_3 = t$		$T_4 = \tau + t$	
	$T_1$	$q_t/q_1$	$q_t$	$q_t/q_2$	$q_t$	$q_t/q_3$	$q_t$	$q_t/q_4$	$q_t$
0,5	3,97	0,93	39,7	0,12	18,4	0,95	40,3	1,0	39,4
1,0	3,87	0,87	37,7	0,24	24,0	0,90	38,1	1,0	36,9
1,5	3,70	0,80	35,6	0,35	27,2	0,86	36,5	1,0	34,7
2,0	3,46	0,73	33,8	0,45	29,3	0,82	34,8	1,0	33,0
2,5	3,13	0,65	32,0	0,53	30,0	0,79	33,5	1,0	31,4
2,84	2,84	0,59	30,8	0,59	30,8				
3,0				0,61	30,8	0,76	32,2	1,0	29,9
3,5				0,67	30,6	0,73	30,9	1,0	28,7
4,0				0,71	29,9	0,71	29,9	1,0	27,5

$t = 5,0$ nap									
0,5	4,98	0,95	35,2	0,10	15,4	0,96	35,4	1,0	34,7
1,0	4,90	0,90	33,7	0,20	20,0	0,92	33,9	1,0	33,0
1,5	4,78	0,85	32,3	0,29	22,6	0,88	32,5	1,0	31,4
2,0	4,58	0,79	30,7	0,37	24,1	0,85	31,3	1,0	29,9
2,5	4,33	0,73	29,4	0,45	25,5	0,82	30,2	1,0	28,7
3,0	4,01	0,67	28,3	0,52	26,3	0,80	29,5	1,0	27,5
3,5	3,56	0,59	26,8	0,58	26,7	0,77	28,4	1,0	26,6
3,55	3,55	0,59	26,9	0,59	26,9				
4,0				0,63	26,8	0,75	27,6	1,0	25,6

$t = 6,0$ nap									
0,5	5,98	0,96	31,7	0,08	12,3	0,96	31,7	1,0	31,4
1,0	5,91	0,91	30,3	0,16	16,0	0,93	30,7	1,0	29,9
1,5	5,80	0,87	29,3	0,24	18,6	0,90	29,7	1,0	28,7
2,0	5,64	0,82	28,0	0,32	20,8	0,87	28,7	1,0	27,5
2,5	5,45	0,78	27,3	0,38	21,5	0,84	27,7	1,0	26,6
3,0	5,19	0,73	26,3	0,45	22,8	0,82	27,1	1,0	25,6
3,5	4,85	0,67	25,2	0,50	23,0	0,80	26,4	1,0	24,8
4,0	4,48	0,62	24,5	0,56	23,7	0,78	25,7	1,0	24,0
4,25	4,25	0,59	24,0	0,59	24,0				

$t = 8,0$ nap									
0,5	7,98	0,96	26,6	0,06	9,2	0,97	26,6	1,0	26,6
1,0	7,94	0,94	25,9	0,12	12,0	0,94	25,9	1,0	25,6
1,5	7,85	0,90	25,1	0,18	14,0	0,92	25,3	1,0	24,8
2,0	7,74	0,87	24,5	0,24	15,6	0,90	24,7	1,0	24,0
2,5	7,60	0,84	23,9	0,30	17,0	0,88	24,2	1,0	23,3
3,0	7,40	0,80	23,2	0,35	17,7	0,86	23,6	1,0	22,7
3,5	7,20	0,77	22,6	0,40	18,4	0,84	23,1	1,0	21,9
4,0	6,92	0,73	21,9	0,45	19,1	0,82	22,5	1,0	21,5

$t = 14$ nap									
$\tau$	$T = T_1$			$T_2 = \tau$		$T_3 = t$		$T = \tau + t$	
	$T_1$	$q_1/q_1$	$q_t$	$q_1/q_2$	$q_t$	$q_1/q_3$	$q_t$	$q_1/q_4$	$q_t$
0,5	13,98	0,96	18,7	—	—	0,97	18,9	1,0	19,1
1,0	13,95	0,95	18,5	0,05	5,0	0,96	18,7	1,0	18,7
1,5	13,91	0,94	18,3	0,10	7,8	0,95	18,5	1,0	18,3
2,0	13,84	0,92	18,0	0,13	8,5	0,94	18,3	1,0	18,0
2,5	13,75	0,90	17,7	0,17	9,6	0,93	18,0	1,0	17,6
3,0	13,67	0,89	17,6	0,20	10,1	0,91	17,7	1,0	17,3
3,5	13,55	0,87	17,3	0,24	11,1	0,90	17,5	1,0	16,9
4,0	13,40	0,85	17,0	0,28	11,8	0,89	17,2	1,0	16,7

A két tartomány határára páronként a (60) és (62), a (60) és (64), vagy a (62) és (64) egyenletekből levezethető, hogy

$$t = 1,41 \tau, \quad (66)$$

illetőleg az (59) egyenletbe  $T_2 = \tau - t$  helyettesítve

$$\tau = t - \tau + \tau \frac{q_{t2}}{q_2},$$

amiből a (66) egyenlet figyelembevételével a két tartomány határán

$$\frac{q_{t2}}{q_2} = 0,59. \quad (67)$$

Igazoljuk a (66) egyenletet például a (60) és a (64) egyenletek egyenlővé tételével:

$$1 - \frac{t}{\tau} \left( 1 - \sqrt{\frac{1}{2}} \right) = 1 - \frac{t}{\tau} + \sqrt{\left( \frac{t}{\tau} \right)^2 - 1}, \quad (68)$$

ahonnan

$$\frac{t}{\tau} \sqrt{\frac{1}{2}} = \sqrt{\left( \frac{t}{\tau} \right)^2 - 1}.$$

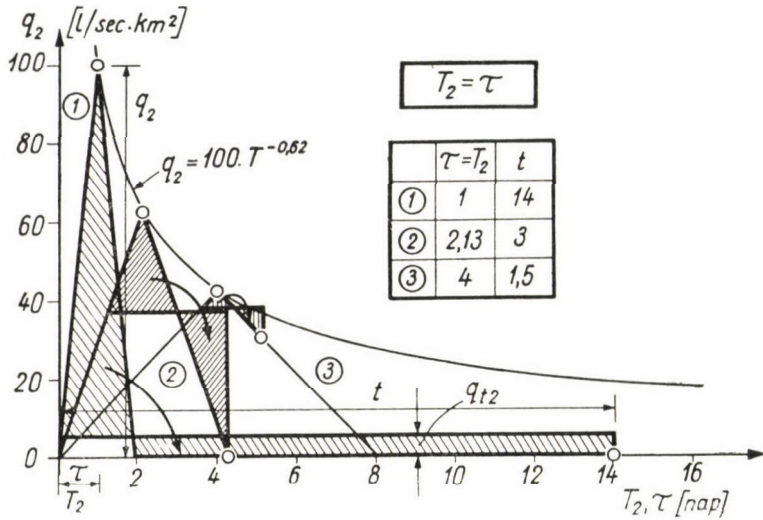
Az utóbbi egyenlet mindkét oldalát négyzetre emelve:

$$\frac{t^2}{2\tau^2} = \frac{t^2}{\tau^2} - 1,$$

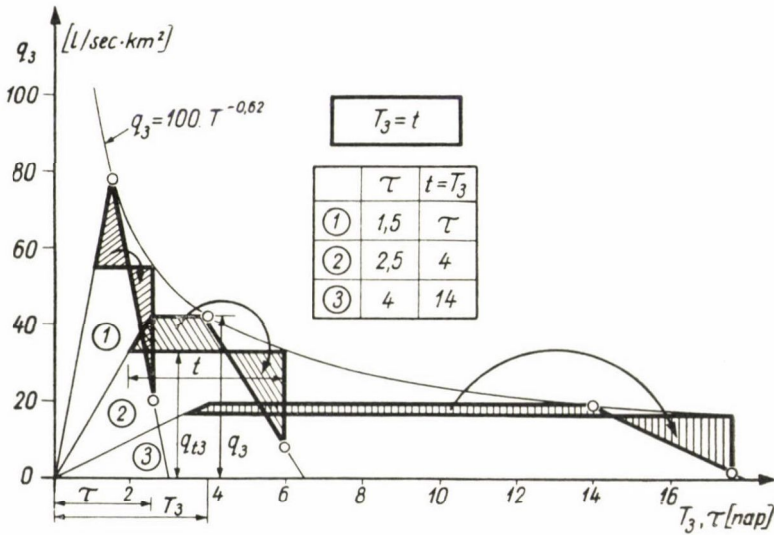
ahonnan valóban  $t = 1,41 \tau$ .

Az  $a = 100$  és  $m = 0,62$  figyelembevételével végzett számszerű vizsgálat eredményeit ugyancsak feltüntettük az I. táblázatban és a 12. ábrán.





12. ábra



13. ábra

A  $T_3 = t$  esetre az A) tartománynak megfelelő (54) egyenletből levezethető a  $T_3 = t$  helyettesítéssel a következő egyenlet (13. ábra):

$$q_{t3} = q_3 \left[ \frac{\tau - t}{2\tau} + \frac{1}{2\tau} \sqrt{(t - \tau)(t + \tau) + 2t\tau} \right], \quad (69)$$

illetőleg

$$q_{t3} = at^{-m} \left[ \frac{\tau - t}{2\tau} + \frac{1}{2\tau} \sqrt{(t - \tau)(t + \tau) + 2t\tau} \right]. \quad (70)$$

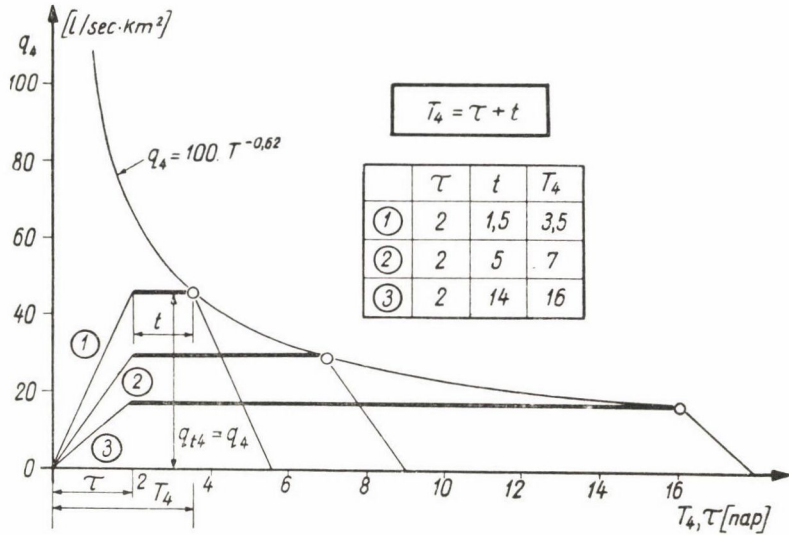
A  $T_3 = t$  eset, az (55) egyenlőtlenségnek megfelelően, a  $B$ ) tartományban nem vizsgálható.

Az  $a = 100$  és  $m = 0,62$  figyelembevételével végzett számszerű vizsgálat eredményeit feltüntettük az I. táblázatban és a 13. ábrán.

A  $T_4 = \tau + t$  esetre ugyancsak az  $A$  tartománynak megfelelő (54) egyenletből levezethető a  $T_4 = \tau + t$  helyettesítésével a következő egyenlet (14. ábra):

$$q_{t4} = q_4 = a(\tau + t)^{-m}. \quad (71)$$

Erre az esetre is feltüntettünk néhány értéket az I. táblázatban, és vázoltunk néhány lefolyási helyzetet a 14. ábrán.



14. ábra

A továbbiakban kiválasztjuk az I. táblázat adatai nyomán az egyes  $t$  értékekhez tartozó legnagyobb  $q_t$  értékeket és ábrázoljuk őket a 15. ábrán. Erről az ábráról közvetlenül leolvasható adott tűresi idő és adott vízgyűjtő-terület (és ezzel adott  $\tau$  idő) esetére a mértékadó fajlagos vízhozam értéke. A táblázat adataiból különben kiolvasható, hogy a  $q_t$  érték a tűresi idő értékének megfelelően a következő egyszerű módon állapítható meg:

ha  $t \geq \tau$ ,

$$q_{t \max} = a t^{-m} \left[ \frac{\tau - t}{2\tau} + \frac{1}{2\tau} \sqrt{(t - \tau)(t + \tau) + 2t\tau} \right] \text{ és} \quad (72)$$

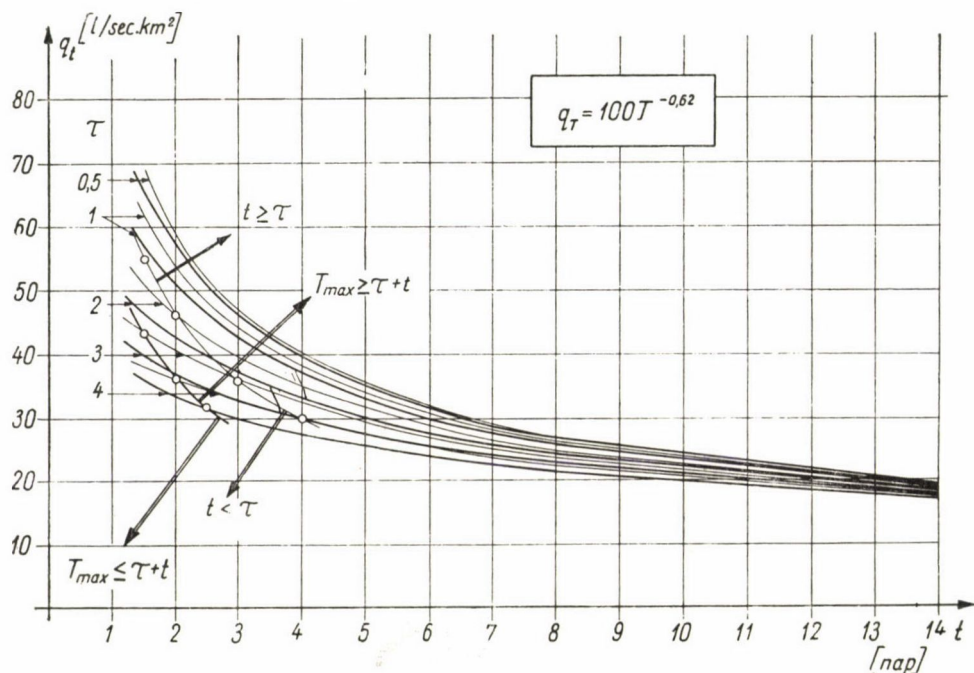
ha  $t < \tau$ ,

$$q_{t \max} = a \tau^{-m} \left[ 1 - 0,293 \frac{t}{\tau} \right]. \quad (73)$$

Az utóbbi egyenletekből, valamint a tűresi időnek a bevezető fejezetben már vázolt értékéből megállapítható, hogy a téli félévben szinte kizárólag a

(72) egyenlettel, a nyári félévben pedig a kisebb vízgyűjtőterületeken a (72), a nagyobb vízgyűjtőterületeken a (73) egyenlettel lehet számolni.

Az a) és b) eljárás összehasonlítása végett ábrázoltuk a 15. ábrán az a) eljárással számított összetartozó  $t$ ,  $\tau$ , és  $q_{tmax}$  értékeket is. Az ábráról megállapítható, hogy az a) eljárás során valamivel kisebb  $q_{tmax}$  értékeket kaptunk, mint a b) eljárásnál, ami természetesen következik a területlezárás jellegeből, azaz az a) eset összegyülekezési folyamatának jobb figyelembevételéből.



15. ábra

A bemutatott elméleti vizsgálati eredményeket természetesen az előtött területek párhuzamos gondos időbeli és térbeli vizsgálatával kell kiegészítenünk, például az összegyülekezési idő gondos tanulmányozásával, amely vizsgálat tárgyalása azonban már túlnő ennek a tanulmánynak a keretein.

\*

A vázolt két feladat megoldása után megismerhetők, a közelítő feltevések pontossági keretein belül, a síkvidéki vízgyűjtőterületek vízlevezetési és víztározási kérdései [3]. A második feladat megoldása nyomán megállapítható a mértékadó fajlagos vízhozam értéke, s ezen érték felhasználásával az első feladat megoldása nyomán kiszámítható a legnagyobb felszínen tározandó vízmennyiség. Ezeknek az adatoknak az ismeretében pedig megtervezhető a vízgyűjtőterület csatornahálózata és tározórendszere, valamint meghatározható, hogy a víz alá kerülő területek egyes részei ideig maradnak víz alatt. Ezzel a vízgyűjtőterület egyes vízzel veszélyeztetett részeinek esetleges elvizenyősödése szempontjából értékes adatokhoz juthatunk.

## IRODALOM

- [1.] BUDAVÁRI K. és KOVÁCS Gy.: A túrési idő figyelembevétele a belvízesatornák mértékadó vízhozamának meghatározásánál. — Hidrológiai Közlöny. 1957/1., 16—23.
- [2.] SALAMIN P., DI GLÉRIA J., HALÁSZ M., RÉTHLY A. és ZIEGLER K.: Belvízgazdálkodás tervezési irányelvei. — Kézirat, 1953.
- [3.] SALAMIN P.: Belvízgazdálkodás, tervezési szempontok. — Építőipari Műszaki Egyetem Tudományos Közleményei. 1955/3., 3—39.
- [4.] SALAMIN P.: A belvízrendszerek tervezésének néhány kérdése. — Hidrológiai Közlöny. 1956/5., 342—350.
- [5.] SALAMIN P.: Belvízrendszerek tervezése (elméleti szempontok). — Mérnöki Továbbképző Intézet. 1956/3633., 1—145.
- [6.] SALAMIN P.: Mouvements d'eau non-permanents sur les bassins versants des plaines basses. — Deuxièmes Journées d'Hydraulique, Bled, 1958.