

# ERDÉSZETI LAPOK

AZ ORSZÁGOS ERDÉSZETI EGYESÜLET

K Ö Z L Ö N Y E.

Kiadó :

Az Országos Erdészeti Egyesület.



Szerkesztő :

Dr. Bedő Albert.

Megjelenik minden hónap 28.-án.

Harmincznyolczadik évf. III. füzet. 1899. márczius hónap.

Előfizetési díj egy évre 8 frt. Az Országos Erdészeti Egyesület oly alapító tagjai, kik legalább 150 frt alapítványt tettek, valamint a rendes tagok is a 3 frt évi tagsági díj fejében, ingyen kapják. Azok az alapító tagok, kik 150 frtnál kevesebbet alapítottak, 3 frt kedvezményes árért járathatják.

— Szerkesztőség és kiadóhivatal Budapest, Lipótváros, Alkotmány-utca, 10. szám. II. emelet. —

*A lap irányával nem ellenkező hirdetések mérsékelt díjért közöltnék.*

## A vízfogó gátak vastagságának elmélete és a viszonylagos anyagszükséglet.

Irta : Csiby Lőrincz, m. kir. erdőtanácsos.

**1.** A vízfogók célja a vizen való szállításhoz szükséges vízállás előállítása és a szállítási időnek meghosszabbítása. Ezt közönségesen az által érik el, hogy a vizen való szállításra kiszemelt és alkalmasnak talált völgyet megfelelő helyen oly építménynyel zárják el, mely a völgy-és mellékágainak vizét felfogja s annyit összegyűjt, hogy annak alkalmas módon való kibocsátása által a viziumentén felhalmozott fakészlet, habár fáradságos munkával is, e víz segítségével rendeltetési helyére szállítható.

A völgyet elzáró építményt, mely a vizet visszatartja és a vízfogó medenczében kellő mennyiségben összegyűjti, «gát»-nak nevezzük. Ez az adott viszonyokhoz képest különféle anyagból készülhet és különböző szerkezettel

birhat s ennek megfelelően aztán alakja és keresztmetszeti méretei is változnak.

A gát magassága és hosszúsága a helyi terepviszonyoktól, a rendelkezésre álló vízmennyiségtől s attól a körülménytől függ, vajjon minő hosszú ideig és mennyi vízzel kell az alsó medret ellátni, tehát mennyi vizet kell a gátudvarban felfogni; a gát vastagsága, kereszt-szelvényének méretei és legczélszerűbb alakja számítás útján állapittatik meg.

A gát alakjának és keresztmetszeti méreteinek helyes meghatározása igen fontos, nemcsak az építőanyag mennyiségének és költségnagyságának, hanem a gát biztonságának szempontjából is. E tekintetben szükséges, hogy a gát vastagsága, fölösleges költségek elkerülése miatt, lehető legkisebb legyen s emellett a víznyomásnak ellentálljon.

A gátnak azt az ellentállását, melyet az általa visszatartott víz nyomásával szemben kifejt, a gát «*állékonyságá*»-nak nevezzük.

**2.** A gátudvarba összegyűjtött víz a gátra jelentékeny oldalnyomást gyakorol s arra háromféle irányban lehet káros hatással:

a) vagy az által, hogy a gátat vízszintes irányban közepén kettészakítja s a felső részt a törés külső éle körül kifordítja;

b) vagy ha összetartása olyan nagy, hogy a gát törése be nem következhetik, azt alapjának külső éle körül fordítja ki;

c) vagy végül az egész gátat alapján tovább csusztatja.

Számítás útján ki lehet mutatni, hogy a gát könnyebben kettészakítható vagy kifordítható, mint tovább csusztható és hogy a kettészakításhoz vagy kifordításhoz



megközelítőleg egyenlő víznyomás szükséges. Ennélfogva elegendő lesz, ha a víznyomásnak azt a hatását vesszük számításba a gát állékonyságának megállapításánál, mely a gátat külső alapéle körül kifordítani törekszik. Ha ezt a hatást ellensúlyoztuk, akkor biztosak lehetünk afelől, hogy a többi káros hatás sem fog bekövetkezni.

A gátat kezdetben, — míg a felfogott víz tükre még alacsony, — mozgó víz támadja meg; ekkor tehát a hidraulikai nyomás jut érvényre, mely tudvalevőleg nagyobb, mint a nyugvó vizé. E nyomásnak azonban a gát csak a duzzasztás legelején van kitéve, míg t. i. a mozgó víz közvetlenül ütközik a gát falába és mivel ez a nyomás a gát nagy tömegéhez és súlyához képest csekély, azért azt minden hiba nélkül a számításoknál figyelmen kívül lehet hagyni. Minél inkább emelkedik a víz tükre a gát előtt, annál nagyobb mértékben érvényesül a hydrostatikai nyomás s annál kevésbé lesz érezhető a mozgó víz hatása, mivel most már nem ütközik közvetlenül a gátfalba, mert beömlési pontját a gáttól többé-kevésbé hosszú, nyugvó víztükör választja el, melyben a beömlő víz hatása teljesen elenyészik. Ennélfogva tehát nem követünk el hibát, ha a gátfal ellentállóképességének kiszámításánál egyedül a hydrostatikai nyomást vesszük figyelembe. Ezt tehetjük annál is inkább, mert nagyobb biztosság végett amugy is a gát részeinek egymáshoz s a hegyoldalokhoz való kapcsolásától teljesen eltekintünk és az állékonyság biztosítása céljából szükséges keresztmetszeti méretek kiszámításánál ama feltevésből indulunk ki, hogy a gát csupán súlyánál és nagy tömegénél fogva áll ellent a telt vízudvar mellett keletkező nagy nyomás kifordító törek-

vésének. A gát méreteinek tehát olyannak kell lenni, hogy eme feltételnek elég legyen téve. A gát magasságát és hosszúságát tetszés szerint választani nem áll módunkban, mert az elsőt a víztükör telt medencze melletti magassága, az utóbbit pedig a helyi terepalakulás szabja meg; így tehát a megfelelő súly csakis a gát vastagsága által érhető el, vagyis a gát állékonysága a gát keresztmetszetének szélessége által biztosítható.

**3.** A *gát vastagságának* kiszámítása céljából ismerni szükséges

a) a víz deréknyomását, vagy a hydrost. nyomás nagyságát;

b) a nyomás támadópontjának fekvését, vagy a deréknyomás középpontját;

c) a gátfal alakját vagy keresztmetszetét;

d) a faltömeg súlyát és végül

e) az építmény biztosságának fokát vagy az állékonysági együtthatót.

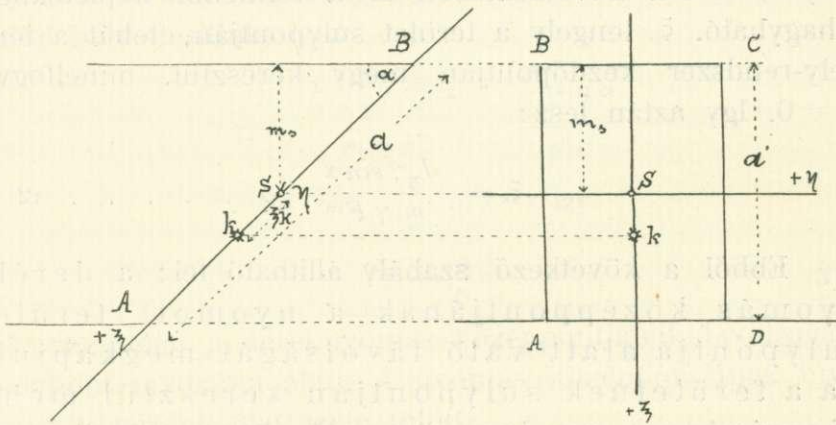
a) A víz deréknyomását a hydrostatika szabályai szerint sikterületre úgy kapjuk, ha a nyomott terület felületét szorozzuk ama feszültséggel, mely a terület súlypontjának nívólapjában uralkodik\*); ha tehát  $m_s$  a siklerület súlypontjának mélysége a víztükör alatt, melyet nagyobb biztosság okáért a gát koronájáig érőnek veszünk (1. ábra),  $\gamma$  a víz köbégységének súlya,  $F$  a nyomott terület felülete és  $N$  a víz deréknyomása, akkor, ha a levegő nyomásától ( $A$ ) eltekintünk, mely amugy is ellensúlyoztatik, a deréknyomás nagysága lesz

$$N = m_s \gamma F \dots \dots \dots (1)$$

\*) V. ö. Herrmann E. Technikai Mechanika. 197. lap.



b) A deréknyomás középpontja. A gátra nehezedeő víznyomást vagy deréknyomást számtalan, egymással párhuzamosan ható erők összegének lehet tekinteni, mely erők a gátfalnak, avagy egy részének egyes pontjaira hatnak s amelyek eredőjének támadópontja képezi a deréknyomás középpontját. Vízszintes síknál, hol egyenlő területrészekre egyenlő nyomás is esik, ez a pont az illető felület súlypontjával esik össze; oldalfalnál ellenben, hol a feszültségek a víztükör alatti mélységgel növekednek, a nyomás középpontjának mindig mélyebben kell



1. ábra.

feküdni a terület súlypontjánál. A deréknyomás középpontjában az egész nyomás egyesültnek gondolható; összrendezőinek kiszámítására a következő képletek szolgálnak:

$$\xi_k = \frac{J_\eta \gamma \sin \alpha}{(A + m_s \gamma) F} \quad \text{és} \quad \eta_k = \frac{E \gamma \sin \alpha}{(A + m_s \gamma) F}$$

$\xi_k$  és  $\eta_k$  a deréknyomás középpontjának összrendezői, a nyomott terület súlypontján átmenő és a terület síkjában fekvő tengelyrendszerre vonatkozólag, hol  $\eta$  vízszintes és

$\xi$  erre merőleges és lefelé halad (1. ábra).  $J_\eta$  a nyomott területnek kitartósági vagy tehetetlenségi nyomatéka  $\eta$  tengely körül;  $\gamma$  a víz fajsulya, azaz téremegység sulya;  $\alpha$  az a szög, melyet a nyomott terület a vízszintes sikkal képez;  $A$  az atmoszféra nyomása a területegységre;  $m_s$  a nyomott terület súlypontjának mélysége a víztükör alatt;  $(A + m_s \gamma)$  a terület súlypontjának nivólapjában uralkodó feszültség;  $F$  a nyomott terület felülete;  $E$  a területnek eltérítő nyomatéka. Miután a levegő a terület ellenkező oldalára is nyomást gyakorol, mely  $AF$  nyomást ellensúlyoz, ennek következtében  $A$  a fennebbi képletekben elhagyható.  $\xi_k$  tengely a terület súlypontján, tehát a tengely-rendszer kezdőpontján megy keresztül, minélfogva  $\eta_k = 0$ . Így aztán lesz:

$$\xi_k = \frac{J_\eta \gamma \sin \alpha}{m_s \gamma F} \dots \dots \dots (2)$$

Ebből a következő szabály állítható fel: a deréknyomás középpontjának a nyomott terület súlypontja alatt való távolságát megkapjuk, ha a területnek súlypontján keresztül menő vízszintes tengelyre vonatkoztatott tehetetlenségi vagy kitartósági nyomatékát, a horizonttal képezett szögének sinusát és a folyadéknak fajsúlyát egymással összeszorozva, a szorzatot a súlypont nivólapjában uralkodó feszültségnek és a nyomott terület felületének szorzatával, vagyis a deréknyomással elosztjuk.

A nyomás középpontja összeesik a terület súlypontjával, ha a terület vízszintes, mert akkor  $\alpha = \sin \alpha = 0$ , tehát  $\xi_k = 0$ .

A nyomás középpontja legtávolabb van a súlyponttól, ha a sík függőleges, mert ekkor  $\alpha = 90^\circ$ ,  $\sin \alpha = 1$  és

$$\xi_k = \frac{J_\gamma \gamma}{m_s \gamma F} \dots \dots \dots (3)$$

Ha egyszerűség okáért felvesszük, hogy a nyomott terület derékszögű négyszög, melynek két oldala vízszintes s ezek közül a felső a víz szintjébe esik, akkor annak kitéréségi vagy tehetetlenségi nyomatéka\*)

$$J_\gamma = F \frac{a^2}{12} \dots \dots \dots (4)$$

hol  $a$  a terület magasságát jelenti. Ha ezt az előbbi képletbe helyettesítjük, lesz:

$$\xi_k = \frac{F \frac{a^2}{12} \gamma \sin \alpha}{m_s \gamma F} = \frac{a^2 \sin \alpha}{12 m_s}$$

$$\text{de } m_s = \frac{a}{2} \sin \alpha \text{ s így}$$

$$\xi_k = \frac{a}{6} \dots \dots \dots (5)$$

Ez tehát a deréknyomás középpontjának távolsága a súlypont nivólapja alatt. A nyomás középpontjának nivólapja a terület alsó széle fölött

$$\frac{a}{2} - \frac{a}{6} = \frac{1}{3} a \dots \dots \dots (6)$$

vagyis a nyomás középpontja a nyomott terület magasságának  $\frac{1}{3}$ -ában fekszik alulról számítva.

A víz felszínétől vagy a nyomott terület felső szélé-től a nyomás középpontja

$$\frac{a}{2} + \frac{a}{6} = \frac{2}{3} a \dots \dots \dots (7)$$

\*) V. ö. Herrmann E. Technikai Mechanika. 106. lap.



azaz a deréknyomás középpontja a nyomott terület magasságának  $\frac{2}{3}$ -ában fekszik felülről számítva.

c) A gátfal alakja vagy keresztmetszete. A gátfal keresztmetszetének olyan alakkal kell birnia, mely a víznyomásnak leginkább megfelel; megválasztásánál a gát állékonyságára, az építéshez szükséges anyag mennyiségére, nemére és minőségére, továbbá a gátszerkezetre és az építés kivitelének könnyűségére kell tekintettel lenni.

Allékonyság és anyagszükséglet szempontjából az a gátalak legmegfelelőbb, mely ugyanazon állékonyság mellett legkevesebb építőanyagot igényel vagy ugyanazon anyagfogyasztás mellett legnagyobb állékonyságot nyújt. Ha a vízfogóknál szokásos gátak volumenjeit egyenlő magasság, anyag és állékonyság feltétele mellett meghatározzuk és egymással összehasonlítjuk, azt fogjuk találni, hogy a fent keskeny, lent pedig széles keresztmetszettel bíró gátak a legczélszerűbbek. És ez természetes is, mert a gátnak lent kell a legnagyobb nyomást kiállani, mivel itt a víz feszültsége a legnagyobb; ezek czélszerűsége mellett szól az is, hogy azáltal, hogy a gát fent a koronán keskenyebb, lent az alapon pedig szélesebb, ugyanazon állékonyság mellett jelentékeny anyagmegtakarítás is éretik el. Az ilyen gátak oldalai lejtős síkokból állanak vagy padkásan készülnek és függőleges faluak. Az épszögény keresztmetszetü gát ezek szerint ugyanazon koronaszélesség mellett a legkisebb állékonyságot nyújtja és ha ennél az állékonyságot kellő mértékig fokozni akarjuk, akkor a gátat az alapon kell szélesebbre venni: csakhogy ez sok anyagpazarlással jár, mivel a gát keresztmetszetének alakjánál fogva a koronának nagy szé-



lességet adunk, pedig az itt fellépő csekély nyomásra való tekintettel kevesebb is elegendő.

A gátalak megválasztásánál tekintetbe veendő az anyag neme is, melyből a gát építendő, mert ettől és annak minőségétől függ a gát szerkezete; a szerkezettel pedig ismét a gát alakja van szoros kapcsolatban. A vízfogó gátak építéséhez követ, földet és fát szoktak használni.

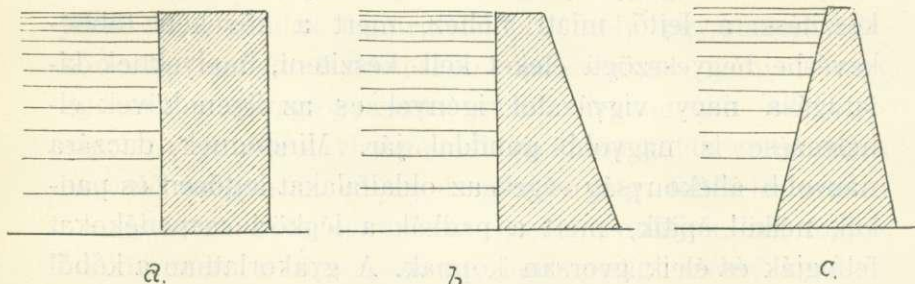
Kőfalazatból való gátaknál kivitel szempontjából legelőnyösebbek azok a gátalakok, melyek függőleges oldalfalakkal bírnak, mert ezekhez derékszögű kövek használhatók s így építésük a legkönnyebb. Lejtős falak készítése a lejtő miatt nehéz, mert a köveken többé-kevésbé hegyesszögű éleket kell készíteni, melyeknek kifaragása nagy vigyázatot igényel és az ilyen kövek elhelyezése is nagyobb gonddal jár. Mindennek daczára nagyobb állékonyság végett az oldalfalakat lejtősen és padkák nélkül építik, mert a padkák a légköri csapadékokat felfogják és éleik gyorsan kopnak. A gyakorlatban a kőből való gátakat nagyobb állékonyság czéljából leggyakrabban trapézalaku keresztmetszettel építik oly módon, hogy a vízfal igen gyenge rézsüvel bír és faragott kőből készül, a hátsó fal rézsüje ellenben nagyobb és terméskőből van építve.

A földgátak szintén trapéz keresztmetszettel készülnek úgy, hogy a vízfal kissé meredekebb, a hátsó fal ellenben lejtősebb.

A kőszekrényes gátaknál, könnyebb kivitele miatt, leginkább az épszögény alaku keresztmetszetet használják, de a kivitel egyszerűsége következtében a trapéz, sőt a padkás alak is talál alkalmazást, úgy azonban, hogy a vízfalat vagy függőlegesen építik, vagy pedig igen meredekre veszik.

Vizfogóknál, a felsoroltaknak megfelelően, az alábbi 2. ábrában bemutatott keresztmetszelynnyel bíró gátak nyernek leginkább alkalmazást.

d) A gátfal sulya. Az építésre használt anyag neme, minősége és a gát szerkezete szerint a gátfal köb-egységének sulya változik; rendszerint ezt közvetlen mérés útján szokták meghatározni. Ebből és a gát szabadon álló részének köbtartalmából a gát összes sulyát ugy számítjuk ki, hogy a köbtartalmat, a köbegység kipuhatolt sulyával szorozzuk. Kő- és földgátak sulya megközelítő-



2. ábra.

leg 2000—2200 kg.-ra-, kőszekrényes gátak sulya pedig 1400—1500 kg.-ra tehető köbméterenkint.

e) Az állékonysági együttható vagy az építmény biztosságának foka. A gyakorlatban nem elegendő a gátnak csakis olyan méreteket adni, hogy az pusztán csak ellensulyozza a víznyomás kifordító hatását, mert így a különböző sulyu anyagból való gátak ellentállóképességi fokát biztosan megítélni nem lehet, hanem megfelelő biztosság elérése céljából még bizonyos biztossági, vagy állékonysági együtthatót kell számításba venni, vagyis a víznyomás kiszámított hatását emez együtt-hatónak megfelelően nagyobbítani.



Ha a gát szilárd és széles alapra, jó anyagból, tömötten és vízátthatatlanul van építve, akkor az állékonysági együttható nagysága gyanánt, tapasztalat szerint, általában 1.5—1.75, kedvezőtlenebb esetekben 2.0—2.5, sőt a körülményekhez képest ennél még több is vehető fel. Olyan völgyekben, hol a gát gyökerei a hegyoldalakon biztos támasztékot találnak s a viszonyok kedvezők, 1.5—1.75 állékonysági együttható a víznyomással szemben, a tapasztalat szerint, mindig megfelelő ellentállást biztosít.

Tényleg azonban a biztossági fok sokkal nagyobb, mert a számításnál a gátak szerkezetét nem vesszük tekintetbe, pedig ez is lényegesen hozzájárul az állékonyság biztosságának emeléséhez, mivel az egyes alkotórészek a lehető legnagyobb pontossággal és szilárdan vannak egymáshoz kapcsolva. A biztosság emelésére szolgál az is, hogy a gátak a vízudvar felőli oldalon többnyire kissé domborúan épülnek s így a gát, mint valami teherhordó boltozat működik, melynek végei a hegyoldalakra támaszkodnak; sőt a gáttest ezenkívül még az alapárókba, valamint a hegyoldalakba is jó mélyen be van eresztve. A biztosságot növeli még az is, hogy a víz csak ritka esetben emelkedik a gát koronájáig, hanem rendszeren 0.5—1.0 *m.*-rel mélyebben marad, a hydrostatikai nyomás kiszámításánál azonban a víztükör a gát koronájáig érőnek vétetik, tehát a gáttest felső (0.5—1.0 *m.*) rétegének súlya szintén az állékonyság javára esik. Az ellentállóképesség emelése végett a gátakat néha mellvédőkkel vagy gyámoszlopokkal is ellátják.

Az állékonysági együtthatót az alábbiakban *s*-sel jelöljük.

**4.** Ama feltevésből kiindulva, hogy a gátudvarba fel-fogott víznek a gátra nehezedő nyomása azt külső alap-éle körül törekszik kifordítani, a *deréknyomás forgató hatása*

vagy nyomatóka, valamint a gátnak evvel szemben érvényesülő ellentállása vagy állékonysága kiszámítható.

A víz deréknyomásának nyomatókát úgy kapjuk, hogy a nyomás nagyságát (az erő) szorozzuk a külső alapélnek, mint forgási tengelynek, a nyomás közép-pontján áthaladó deréklő irányától való merőleges távolságával (az erő karjával). Ha tehát  $N$  a deréknyomás,  $M$  annak nyomatóka és  $x$  az erő karja, akkor

$$M = N \times x \dots \dots \dots (8)$$

A gát állékonyságát pedig nyerjük, ha a gáttest szabadon álló részének súlyát (az erő) szorozzuk a külső alapélnek a gát súlyvonalától való merőleges (vizzintes) távolságával (az erő karjával). Ha már most  $G$  a gát szabadon álló részének súlya,  $y$  a külső alapélnek a gát súlypontján keresztül haladó függőlegestől (súlyvonalától) való távolsága és  $S$  a gát állékonysága, akkor

$$S = G \times y \dots \dots \dots (9)$$

Az egyensúly feltétele, hogy

$$M = S \dots \dots \dots (10)$$

legyen. Nagyobb biztosság okáért azonban, mint már előbb megemlékeztünk róla, az állékonysági együttható ( $s$ ) mindig számításba veendő  $s$  így az egyensúly feltétele tulajdonképpen

$$s M = S \dots \dots \dots (10a)$$

Az  $x$  és  $y$  értéke a gát alakja szerint változik, minél fogva azt a vízfogóknál közönségesen alkalmazásba jövő keresztmetszeteknek megfelelően külön-külön kell meghatározni.

A mint már láttuk, vízfogó-gátaknál az épszögény- és a trapézalaku keresztmetszetet szokták alkalmazni közönségesen  $s$  ehez képest aztán

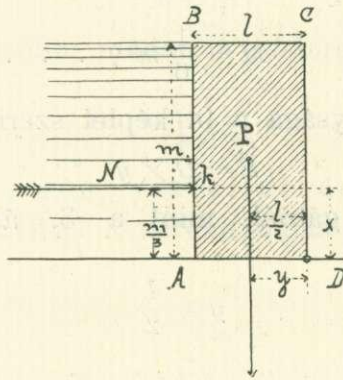


- a) függélyes oldalfalu (2. ábra a),
- b) csak a vízudvar felől függélyes oldalu (2. ábra b),
- c) mindkét felől lejtős és egymás felé hajló oldalu (2. ábra c) gátakat különböztetünk meg, melyek *vastagságainak* kiszámítása az alábbiak szerint történik.

a) A függőleges oldalu gátnál (3. ábra) legyen  $AB = m$  a gát magassága,  $BC = l$  a gátkoronaszélesség vagy gátvastagság,  $DF = x$ ,  $PG$  a súlyvonal és  $DG = y$ . Az 1. képlet szerint a deréknyomás

$$N = m_s \gamma F$$

Jelen esetben, ha egyszerűség okáért csak 1 méter



3. ábra.

hosszu gátfalat veszünk,  $m_s = \frac{m}{2}$  és  $F = m \times 1 = m$  s így a deréknyomás nagysága

$$N = \frac{1}{2} m^2 \gamma \dots \dots \dots (11)$$

hol  $\gamma$  a víz köbességének súlyát jelenti.

A víznyomást képviselő számtalan párhuzamos erő iránya merőleges a nyomott felületre s eredője, vagyis a

deréklő a nyomás középpontján, tehát az alapéltől a magasság  $\frac{1}{3}$ -ában támad (l. 6. képlet); a gát keresztmetszete épszögény, miből következik, de a 3. ábrából is világosan látható, hogy

$$x = \frac{1}{3} m$$

mit, ha a deréknyomás nyomatékának képletébe (8. képlet) helyettesítünk, lesz

$$M = N \frac{m}{3} \dots \dots \dots (12)$$

vagy a 11. képletben kiszámított értéket is behelyettesítve, lesz a viz deréknyomásának forgató hatása vagy nyomatéka :

$$M = \frac{1}{6} m^3 \gamma \dots \dots \dots (13)$$

A gát állékonysága a 9. képlet szerint

$$S = G \times y$$

Függélyes oldalú gátnál, mint a 3. ábrából világosan kivehető

$$y = \frac{l}{2}$$

s így

$$S = G \times \frac{l}{2} \dots \dots \dots (14)$$

Egy méter hosszú gát sulya

$$G = m l \gamma_1 \dots \dots \dots (15)$$

hol  $\gamma_1$  a gát köbegységének a sulya; ezt az előbbi (14.) képletbe helyettesítve, nyerjük a gát állékonyságát, mely

$$S = m l \gamma_1 \times \frac{l}{2}$$

$$S = \frac{1}{2} m \gamma_1 l^2 \dots \dots \dots (16)$$



A mint láttuk, a 10. képlet szerint egyensúly esetén

$$M = S$$

$$\frac{1}{6} m^3 \gamma = \frac{1}{2} m \gamma_1 l^2$$

a miből aztán a *gátkorona szélessége* lesz

$$l = m \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1}} \dots \dots \dots (17)$$

Nagyobb biztosság okáért az előzők szerint (10a. képlet) azonban az állékonysági együtthatót (*s*) is számításba kell venni s így *M* helyett mindig *sM*-et veszünk úgy, hogy az egyensúly képlete tulajdonképen

$$sM = S$$

miből aztán az előbbi módon a *gátkoronaszélesség* lesz

$$l = m \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1} s} \dots \dots \dots (18)$$

b) Függőleges vízfalal és lejtős hátsó fallal bíró gátnál a deréknymás nagysága 1 méter hosszú gátfalra itt is

$$N = \frac{1}{2} m^2 \gamma$$

hasonlóképen

$$x = \frac{1}{3} m$$

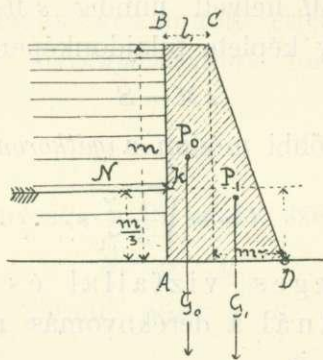
tehát a *víznyomás forgató nyomatéka*, mint az előbbi gátnál (13. képlet)

$$M = \frac{1}{6} m^3 \gamma$$

Legyen a 4. ábra szerint  $\overline{BC} = l_1$  a koronaszélesség;  $\frac{\overline{DE}}{\overline{CE}} = r$ ; a hátsó oldal rézsűje, vagyis, miután

$\overline{CE} = m$ , tehát  $\overline{DE} = mr$ ;  $P_0$  és  $P_1$  a keresztmetszet súlypontjai;  $P_0G_0$  és  $P_1G_1$  a súlyvonalak;  $\overline{G_0D} = \left(\frac{l_1}{2} + mr\right)$  és  $\overline{G_1D} = \frac{2}{3}mr$  a súlyvonalaknak a külső alapéltől való távolsága és végül  $G_0 + G_1$  egy folyóméter gát súlya; akkor a gát állékonysága lesz

$$S_1 = G_0 \left( \frac{l_1}{2} + mr \right) + G_1 mr.$$



4. ábra.

Ha  $\gamma_1$  a gátfal köbégységének súlya, akkor  $G_0 = m l_1 \gamma_1$  és  $G_1 = \frac{m^2 r}{2} \gamma_1$ , melyet ha behelyettesítünk és az összevonásokat végrehajtjuk, lesz a gát állékonysága

$$S_1 = m \gamma_1 \left( \frac{m^2 r^2}{3} + l_1 m r + \frac{1}{2} l_1^2 \right) \dots (19)$$

Az egyensúly feltétele

$$s M = S_1$$

vagyis

$$\frac{1}{6} m^3 \gamma s = m \gamma_1 \left( \frac{m^2 r^2}{3} + l_1 m r + \frac{1}{2} l_1^2 \right)$$

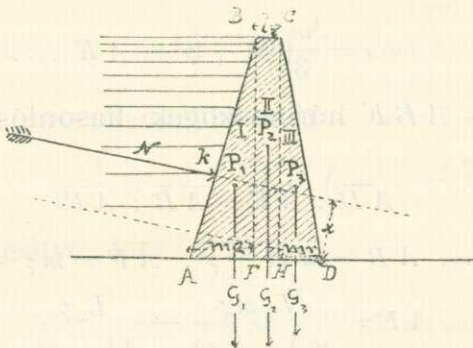


melyet ha  $l_1$  szerint rendezünk és megoldunk, nyerjük a függőleges vízfalal és a hátsó oldalon rézsűvel ( $r$ ) bíró gátkorona szélességét,

$$l_1 = m \left[ \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{\gamma}{\gamma_1} s + r^2 \right)} - r \right] \dots \dots (20)$$

Ha a gát talpának szélességét  $L_1$ -lel jelöljük, akkor

$$L_1 = l_1 + m r \dots \dots \dots (21)$$



5. ábra.

c) Lejtős oldalakkal bíró gátnál (5. ábra), ha annak magassága az alapfaltól  $\overline{BF} = m$ , szélessége fent a koronán  $\overline{BC} = l_2$ , az alapfalon pedig  $\overline{AD} = L_2$ ; továbbá, ha a vízfal rézsűje  $\frac{\overline{AF}}{m} = \rho$  és a hátsó fal rézsűje  $\frac{\overline{DH}}{m} = r$ , tehát  $\overline{AF} = m\rho$  és  $\overline{DH} = mr$ , akkor a deréknymás vagyis az erőknek a deréklő ( $\overline{NK}$ ) irányában való szállító hatása a vízfal egy méter hosszú részére lesz

$$N = \overline{AB} \frac{m}{2} \gamma;$$

azonban  $\overline{AB}^2 = m^2 + \rho^2 m^2$ , tehát  $\overline{AB} = m \sqrt{1 + \rho^2}$  s így aztán

$$N = \frac{m^2 \gamma}{2} \sqrt{1 + \rho^2} \dots \dots \dots (22)$$

A víznyomás nyomatóka vagy forgató hatása a 8. képlet szerint  $M = Nx$ , ahol  $x = \overline{DJ}$  az  $N$  erő karját képezi a gátfal külső alapélére vonatkozólag; ezt úgy találjuk, ha  $D$  ponttól  $\overline{KJ}$  deréklő irányával párhuzamost húzunk s e két párhuzamos merőleges távolságát ( $\overline{DJ} = x$ ) keressük.  $x = \overline{AK} - \overline{AE}$ , de  $\overline{AK} = \frac{1}{3} \overline{AB}$  és  $\overline{AB} = m \sqrt{1 + \rho^2}$  s ezek alapján

$$x = \frac{m}{3} \sqrt{1 + \rho^2} - \overline{AE} \dots \dots \dots (23)$$

$ADE$  és  $ABF$  háromszögek hasonlóságából következik, hogy

$$\overline{AD} : \overline{AE} = \overline{AB} : \overline{AF}$$

ebben  $\overline{AD} = L_2$ ,  $\overline{AB} = m \sqrt{1 + \rho^2}$ ,  $\overline{AF} = m \rho$  s így aztán lesz

$$\overline{AE} = \frac{L_2 m \rho}{m \sqrt{1 + \rho^2}} = \frac{L_2 \rho}{\sqrt{1 + \rho^2}}$$

melyet a 23. képletbe helyettesítve, lesz

$$x = \frac{m}{3} \sqrt{1 + \rho^2} - \frac{L_2 \rho}{\sqrt{1 + \rho^2}} = \frac{m(1 + \rho^2) - 3 L_2 \rho}{3 \sqrt{1 + \rho^2}}$$

A gát talpának szélessége azonban kifejezhető a korona-szélesség és a rézsük által, azaz

$$L_2 = l_2 + m \rho + m r \dots \dots \dots (24)$$

melyet helyettesítve, lesz

$$x = \frac{m(1 - 2\rho^2 - 3\rho r) - 3 l_2 \rho}{3 \sqrt{1 + \rho^2}} \dots \dots \dots (25)$$

Ha most a 8. képletbe ( $M = Nx$ ) a 22. és 25. képletek szerint talált értékeket írjuk, akkor nyerjük a deréknyomás forgató hatását vagy nyomatókát:



$$M = \frac{m^2 \gamma}{2} \sqrt{1 + \rho^2} \times \frac{m(1 - 2\rho^2 - 3\rho r) - 3l_2 \rho}{3\sqrt{1 + \rho^2}}$$

rövidítve s rendezve, lesz a deréknyomás nyomatóka:

$$M = \frac{m^3 \gamma}{2} \left( \frac{1 - 2\rho^2}{3} - \rho r \right) - \frac{m^2 \gamma l_2 \rho}{2} \dots \dots (26)$$

A gát állékonysága egy méter hosszúságra, ha  $G_1$  az I. rész,  $G_2$  a II. rész és  $G_3$  a III. rész sulya, a következő:

$$S_2 = G_1 \left( \frac{1}{3} m \rho + l_2 + m r \right) + G_2 \left( \frac{l_2}{2} + m r \right) + G_3 \times \frac{2}{3} m r$$

Ha  $\gamma_1 =$  a gát köbégységének sulya, akkor

$$G_1 = \frac{1}{2} m \rho m \gamma_1 = \frac{1}{2} m^2 \rho \gamma_1; \quad G_2 = l_2 m \gamma_1 \quad \text{és} \quad G_3 = \frac{1}{2} m^2 r \gamma_1$$

ezeket helyettesítve, lesz

$$S_2 = \frac{1}{6} m^3 \rho^2 \gamma_1 + \frac{1}{2} m^2 \rho l_2 \gamma_1 + \frac{1}{2} m^3 \rho r \gamma_1 + \frac{1}{2} m \gamma_1 l_2^2 + \\ + m^2 r \gamma_1 l + \frac{1}{3} m^3 r^2 \gamma_1$$

vagy összevonva és rendezve nyerjük a gát állékonyságát, amely

$$S_2 = \frac{m^3 \gamma_1}{2} \left( \frac{2}{3} r^2 + r \rho + \frac{1}{3} \rho^2 \right) + m^2 \gamma_1 \left( r + \frac{1}{2} \rho \right) l_2 + \\ + \frac{1}{2} m \gamma_1 l_2^2 \dots \dots \dots (27)$$

Egyensúly esetén kellő biztosság mellett

$$s M = S_2$$

kell lenni. Evvel az állékonysággal azonban a gát csak akkor fog birni, ha vastagsága, illetve koronájának szélessége ennek megfelel, miért is eme feltevésből kiindulva kell azt az egyensúly egyenletéből kiszámítani. Ha az

előbbi egyenletbe  $M$  és  $S_2$  helyett a 26. és 27. egyenlet szerint talált értékeket írjuk, akkor

$$\frac{m^3 \gamma s}{2} \left( \frac{1-2\rho^2}{3} - r\rho \right) - \frac{m^2 \gamma s \rho}{2} l_2 = \frac{m^3 \gamma_1}{2} \left( \frac{2}{3} r^2 + r\rho + \frac{1}{3} \rho^2 \right) + \\ + m^2 \gamma_1 \left( r + \frac{1}{2} \rho \right) l_2 + \frac{m \gamma_1}{2} l_2^2$$

$m$  és  $\gamma_1$ -val osztva, 2-vel szorozva és  $l_2$  szerint rendezve, lesz:

$$l_2^2 + l_2 \left[ 2r + \rho \left( 1 + \frac{\gamma s}{\gamma_1} \right) \right] m = m^2 \left[ \left( \frac{1-2\rho^2}{3} - r\rho \right) \frac{\gamma s}{\gamma_1} - \right. \\ \left. - \left( \frac{2r^2 + \rho^2}{3} + r\rho \right) \right]$$

legyen 
$$\left[ 2r + \rho \left( 1 + \frac{\gamma s}{\gamma_1} \right) \right] = \alpha;$$

továbbá 
$$\left( \frac{1-2\rho^2}{3} - r\rho \right) \frac{\gamma s}{\gamma_1} - \left( \frac{2r^2 + \rho^2}{3} + r\rho \right) = \beta;$$
 akkor

$$l_2^2 + l_2 \alpha m = m^2 \beta$$

és a *gátkoronaszélesség*

$$l_2 = -\frac{\alpha m}{2} \pm \sqrt{\left( \frac{\alpha m}{2} \right)^2 + m^2 \beta} = -\frac{\alpha m}{2} \pm m \sqrt{\left( \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \beta}$$

vagy csak a  $+$  jelt tartva meg a  $m$ -et, mint közös szorzót kiemelve

$$l_2 = m \left[ \sqrt{\left( \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \beta} - \frac{\alpha}{2} \right] \dots \dots (28)$$

A *gát talpának szélessége* a 24. képlet alapján

$$L_2 = l_2 + m(\rho + r) \dots \dots (29)$$

**5.** A gát állékonyságának kellő biztosítására szükséges gátvasztás megállapítása az előadott elvek szerint történik nemcsak a kő- és földgátaknál, hanem a kőszekrényes gátaknál is, mivel szerkezetüknél fogva ezek is



teljesen összefüggő egészet képeznek és hasonlóan súlyokkal állanak ellent a víznyomás hatásának.

A kőszekrényes gátakat rendszeren az építés könnyebb kivitele végett függélyes oldalfalakkal és épszögény keresztmetszettel építik; ezek állékonysága tehát, ha  $G =$  a gát szabadon álló részének sulya és  $l =$  annak vastagsága, a 14. képlet szerint

$$S = G \frac{l}{2}$$

a víznyomás nyomatóka pedig a 12. képlet szerint

$$M = N \frac{m}{3}$$

hol  $N$  a deréknyomás és  $m$  a gát magassága az alaptól mérve.

A kellő ellentállás létrehozása céljából, különösen kőszekrényes gátaknál úgy is szoktak eljárni, hogy a gát szabadon álló részének sulyát, a ránehezedő nyomás háromszorosára veszik, azaz

$$G = 3N$$

Hogy meggyőződjunk arról, vajjon eme feltétel mellett mekkora a gát állékonysága, számítsuk ki az állékonysági együttható értékét.

Az egyensúly feltétele itt is a kellő szilárdság mellett

$$sM = S$$

vagy

$$sN \frac{m}{3} = G \frac{l}{2}$$

ha most  $G$  helyett  $3N$ -t írunk  $s$   $l$ -nek a 17. képlet szerint meghatározott értékét  $l = m \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1}}$  veszszük, akkor

$$s = 3 N \frac{m}{2} \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1}}$$

$$s = 4.5 \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1}}$$

Ha  $\gamma = 1000 \text{ kg.}$ -nak és ama viszonyoknak megfelelően, melyben a fa és kőtölteléknek sulya a kő- vagy földgátak sulyához áll,  $\gamma_1 = 1400 \text{ kg.}$ -nak vesszük, akkor

$$s = 2.20$$

Az ilyen feltételek mellett készült kőszekrényes gátak tehát *nem csekély* állékonysági együtthatóval bírnak s ezenkívül minden más ellentállás számításán kívül marad, amit pl. egyrészt a gáttestnek az alapfallal való szilárd kapcsolása, másrészt pedig a gát gyökereinek a völgy két oldalába való beépítése stb. idéz elő, mert a számításnál az van feltételezve, hogy a gát csakis saját sulya által képes ellentállani a víznyomás kifordító törekvésének. E körülmények természetesen lényeges befolyást gyakorolnak az egész építmény szilárdságának és állékonyságának fokozására s ennél fogva a háromszoros vagy még nagyobb biztossági fok felvétele az építési költségek czél-talan emelése lenne.

**6.** A tárgyalt háromféle alaku gátak vastagságának kiszámítására szolgáló és az előbbieken levezetett képletekből könnyen ki lehet mutatni, hogy egyenlő állékonysági együttható mellett, a különböző magasságu gátaknál, ha azok egyenlő anyagból készülnek, egyforma keresztmetszettel, egyenlő rézsükkal és szerkezettel bírnak, a koronaszélességek a magasságokkal arányosak. Ha tehát  $l$  és  $m$  valamely gátnek vastagsága, illetve koronaszélessége és magassága,  $l'$  és  $m'$  ugyanolyan anyag-

ból való és szerkezettel bíró másik gát vastagsága, illetve koronaszélessége és magassága, akkor

$$l : l' = m : m' \dots \dots \dots (30)$$

mert a 18. képlet alapján

$$l : l' = m \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1} s} : m' \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma}{\gamma_1} s};$$

a 20. képlet alapján

$$l_1 : l_1' = m \left[ \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{\gamma}{\gamma_1} s + r^2 \right)} - r \right] : m' \left[ \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{\gamma}{\gamma_1} s + r^2 \right)} - r \right]$$

és végül a 28. képlet alapján

$$l_2 : l_2' = m \left[ \sqrt{\left( \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \beta} - \frac{\alpha}{2} \right] : m' \left[ \sqrt{\left( \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \beta} - \frac{\alpha}{2} \right].$$

E tétel szerint egy már létező gát magasságából és vastagságából, illetve koronaszélességéből valamely tervbe vett gát koronaszélességét összehasonlítás útján kényelmesen megállapíthatjuk, ha magasságát megelőzőleg már kipuhítottuk, mert a fennebbiek alapján

$$l' = \frac{l}{m} m' \dots \dots \dots (31)$$

7. A koronaszélesség és gátmagasság közötti viszony. Az eddig levezetett (18., 20. és 28.) képletekből az is következik, hogy a koronaszélesség és a gát magassága között, a gátalak és biztonsági fok szerint változó viszony áll fenn, melyet — adott magasság mellett, — ama feltétel alapján, hogy a gát a víznyomás hatásának még biztosan képes legyen ellentállani, a leginkább használatos gátalakokra vonatkozólag meg lehet állapítani.

a) Függőleges oldalu gátnál a koronaszélesség és magasság közötti viszony a 18. képlet alapján



$$\frac{l}{m} = \sqrt{\frac{1}{3} \frac{\gamma s}{\gamma_1}}$$

Kedvező körülmények között  $s = 1.5$  vehető  $s$  ha most  $\gamma = 1000 \text{ kg.}$  és az építőanyag súlyát  $\gamma_1 = 2000 \text{ kg.}$  vesszük, akkor

$$l = 0.5 m = \frac{m}{2} \dots \dots \dots (32)$$

azaz, ha azt akarjuk, hogy a függőleges oldallakkal bíró gát a víznyomás hatásának még biztosan ellentálljon, akkor a koronaszélességet a gátmagasság felénél kisebbre vennünk nem szabad.

b) Függőleges vízfalal és lejtős hátsó fallal bíró gátnál a szélesség és magasság közötti viszony a 20. képletnek megfelelőleg

$$\frac{l_1}{m} = \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{\gamma s}{\gamma_1} + r^2 \right)} - r$$

Hogy  $\frac{l_1}{m}$  pozitív mennyiség legyen, okvetlen szükséges, hogy

$$r < \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{\gamma s}{\gamma_1} + r^2 \right)}$$

legyen, miből következik, hogy

$$r < \sqrt{\frac{1}{2} \frac{\gamma s}{\gamma_1}}$$

Vegyük itt is  $s = 1.5$ ,  $\gamma = 1000 \text{ kg.}$  és  $\gamma_1 = 2000 \text{ kg.}$ , akkor lesz:

$$r < \sqrt{\frac{1}{2} \frac{1000 \times 1.5}{2000}}$$

$$r < 0.6$$

Miután azonban a gyakorlatban úgy találjuk, hogy a hátsó fal rézsüje ( $r$ ) 0.08—0.25-ig, sőt 0.33 is vétetik, vegyük itt is  $r=0.33$ -nak, akkor

$$\frac{l_1}{m} = \sqrt{\frac{1}{3} \left( \frac{15}{20} + 0.33^2 \right)} - 0.33$$

$$\frac{l_1}{m} = 0.20$$

tehát

$$l_1 = 0.2 m = \frac{m}{5} \dots \dots \dots (33)$$

vagyis a függőleges vízfalal és hátul rézsüvel bíró gát a víznyomással szemben elegendő ellentállást fejt ki, ha a koronaszélességet a a gát magasságának legkevesebb ötödrészeire vesszük.

c) Lejtős oldalakkal bíró gátnál a koronaszélesség és gátmagasság közötti viszony a 28. képlet alapján:

$$\frac{l_2}{m} = \sqrt{\left( \frac{\alpha}{2} \right)^2 + \beta} - \frac{\alpha}{2}$$

ahol

$$\alpha = 2r + \rho \left( 1 + \frac{\gamma_s}{\gamma_1} \right) \text{ és}$$

$$\beta = \left( \frac{1 - 2\rho^2}{3} - r\rho \right) \frac{\gamma_s}{\gamma_1} - \left( \frac{2r^2 + \rho^2}{3} + r\rho \right)$$

Ha egyenlő rézsüket veszünk, tehát ha  $r = \rho = r_2$  veszünk, akkor

$$\alpha = 3r_2 + \frac{\gamma_s}{\gamma_1} r_2 \text{ és } \frac{\alpha}{2} = \frac{3r_2}{2} + \frac{\gamma_s r_2}{\gamma_1 2}$$

$$\beta = \frac{1}{3} \frac{\gamma_s}{\gamma_1} - \frac{5r_2^2 \gamma_s}{3 \gamma_1} - 2r_2^2$$

ha ezeket az értékeket behelyettesítjük, találjuk, hogy

$$\frac{l_2}{m} = \sqrt{\left(\frac{3r_2}{2} + \frac{r_2 \gamma s}{2 \gamma_1}\right)^2 + \frac{1}{3} \frac{\gamma s}{\gamma_1} - \frac{5r_2^2 \gamma s}{3 \gamma_1} - 2r_2^2} - \left(\frac{3r_2}{2} + \frac{r_2 \gamma s}{2 \gamma_1}\right)$$

Hogy  $\frac{l_2}{m}$  pozitív értékű legyen, okvetlen szükséges, hogy

$$\left(\frac{3r_2}{2} + \frac{r_2 \gamma s}{2 \gamma_1}\right) < \sqrt{\left(\frac{3r_2}{2} + \frac{r_2 \gamma s}{2 \gamma_1}\right)^2 + \frac{1}{3} \frac{\gamma s}{\gamma_1} - \frac{5r_2^2 \gamma s}{3 \gamma_1} - 2r_2^2}$$

legyen, miből azután következik, hogy

$$r_2 < \sqrt{\frac{\gamma s}{5\gamma s + 6\gamma_1}}$$

Ha itt is  $s = 1.5$ ,  $\gamma = 1000$  kg. és  $\gamma_1 = 2000$  kg.-nak vesz-  
szük s ezeket helyettesítjük, akkor lesz

$$r_2 < \sqrt{\frac{1000 \times 1.5}{5 \times 1000 \times 1.5 + 6 \times 2000}}$$

vagyis  $r_2 < 0.28$  kell lenni. Vegyük fel  $r_2 = 0.2$ , akkor az  
előbbi adatokkal számítva

$$\frac{l_2}{m} = 0.1$$

vagy

$$l_2 = 0.1 m = \frac{m}{10} \dots \dots \dots (34)$$

azaz, ha a gáttest lejtős oldalakkal bír, ele-  
gendő állékonysága lesz már akkor is, ha a  
koronaszélesség a gátmagasságnak tizedr-  
szét teszi.

**8.** A különböző alakú gátak anyagszükségletének össze-  
hasonlítása egyenlő állékonyság mellett. Legyen a gát magas-  
sága =  $m$ , hosszúsága =  $h$ , köbegrésének sulya =  $\gamma_1$ ,  
akkor

a) a függőleges oldalakkal bíró gátnak volu-  
menje, ha  $l$  = a gátkoronaszélesség:

$$V = m l h \dots \dots \dots (35)$$



és állékonysága  $h$  hosszúságra a 16. képlet szerint

$$S = \frac{1}{2} m \gamma_1 l^2 h \dots \dots \dots (36)$$

b) A függőleges vízfalu és hátul rézsüvel ( $r$ ) bíró gát volumenje, ha  $l_1 = a$  koronaszélesség:

$$V_1 = m h \left( l_1 + \frac{m r}{2} \right) \dots \dots \dots (37)$$

állékonysága,  $h$  hosszúságra a 19. képlet szerint

$$S_1 = m h \gamma_1 \left( \frac{m^2 r^2}{3} + l_1 m r + \frac{1}{2} l_1^2 \right) \dots \dots \dots (38)$$

A két gátalaknál egyenlő állékonyságot tételezve fel

$$S = S_1$$

kell lenni, vagyis

$$\frac{1}{2} m \gamma_1 l^2 h = m h \gamma_1 \left( \frac{m^2 r^2}{3} + l_1 m r + \frac{1}{2} l_1^2 \right)$$

ha ezt kellő módon rövidítjük és  $l_1$  szerint megoldjuk, lesz:

$$l_1 = \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}} - m r \dots \dots \dots (39)$$

helyettesítve ezt a 37. képletbe:

$$V_1 = m h \left( \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}} - \frac{r m}{2} \right) \dots \dots \dots (40)$$

A két volumen közötti különbség adja az anyagmegtakarítást, vagyis

$$V - V_1 = m h \left[ l - \left( \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}} - \frac{m r}{2} \right) \right]$$

$$V - V_1 = m h \left( l + \frac{m r}{2} - \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}} \right)$$

A különbség akkor lesz pozitív, ha

$$l + \frac{m r}{2} > \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}}$$

azaz

$$12 \frac{l}{m} > r$$

vagyis mindaddig, míg a hátsó rézsű a függőleges falu gát vastagsága és magassága közötti viszony tizenkétszeresénél kisebb, a függőleges vizfalú és hátsó rézsűvel biró gátnál anyagmegtakarítás történik.

Hogy a 39. képlet szerint pozitív koronaszélességet nyerhessünk, okvetlen szükséges, hogy

$$m r < \sqrt{l^2 + \frac{m^2 r^2}{3}}$$

legyen, miből következik, hogy

$$m r < 1.2 l$$

kell lenni. (Ha  $m r = l$  veszszük, akkor a 39. képlet alapján

$$l_1 = \sqrt{\frac{4}{3} l^2} - l$$

vagy

$$l_1 = 0.15 l$$

Ezt a 37. képletbe helyettesítve, leend

$$V_1 = m h \left( 0.15 l + \frac{l}{2} \right) = 0.65 m h l \dots (41)$$

és az anyagmegtakarítás, vagyis a 35. és 41. képletek közötti különbség

$$V - V_1 = m h l - 0.65 m h l$$

miből aztán az *anyagmegtakarítás*

$$V - V_1 = 0.35 m h l \dots (42)$$

vagyis a függőleges vizfalú és hátsó rézsűvel biró gát, — egyenlő anyagot, magasságot és állékony-

ságot felvéve, — a függőleges oldalú gáttal szemben 35%-nyi anyagmegtakarítást mutat.

c) Lejtős oldalakkal bíró gátnál a volumen  $h$  hosszúság mellett

$$V_2 = m h \left( l_2 + \frac{m r + m \rho}{2} \right)$$

és az állékonyság a 27. képlet szerint  $h$  hosszúság mellett

$$S_2 = \frac{m^3 h \gamma_1}{2} \left( \frac{2}{3} r^2 + r \rho + \frac{1}{3} \rho^2 \right) + m^2 h \gamma_1 \left( r + \frac{1}{2} \rho \right) l^2 + \frac{1}{2} m h \gamma_1 l_2^2$$

Vegyünk fel egyenlő rézsüket, tehát legyen  $r = \rho = r_2$ , akkor a volumen

$$V_2 = m h (l_2 + m r_2) \quad . \quad . \quad . \quad (43)$$

és a gát állékonysága

$$S_2 = \frac{m h \gamma_1}{2} (2 m^2 r_2^2 + 3 m r_2 l_2 + l_2^2) \quad . \quad . \quad . \quad (44)$$

Hogy a lejtős oldalakkal bíró gát a függőleges falú gáttal egyenlő ellentállást fejthessen ki, az állékonyságoknak egyenlőknek kell lenni, azaz

$$S = S_2$$

vagyis, ha a 36. és 44. képletek szerint ezek értékeit vesszük:

$$\frac{1}{2} m \gamma_1 l^2 h = \frac{1}{2} m \gamma_1 h (2 m^2 r_2^2 + 3 m r_2 l_2 + l_2^2)$$

rövidítve, összevonva és  $l_2$  szerint megoldva, lesz:

$$l_2 = \frac{1}{2} \left[ \sqrt{4 l^2 + m^2 r_2^2} - 3 m r_2 \right] \quad . \quad . \quad . \quad (45)$$



Hogy  $l_2$  pozitív értékű legyen, szükséges, hogy

$$3 m r_2 < \sqrt{4 l^2 + m^2 r_2^2}$$

legyen; miből aztán következik, hogy

$$m r_2 < 0.71 l$$

vagy

$$r_2 < 0.71 \frac{l}{m}$$

kell lenni. Vegyük  $r_2 = 0.7 \frac{l}{m}$ , akkor  $m r_2 = 0.7 l$  s ennél-fogva, ha ezt a 45. képletbe helyettesítjük, lesz:

$$l_2 = \frac{1}{2} \left[ \sqrt{4 l^2 + 0.49 l^2} - 2.1 l \right]$$

$$l_2 = \frac{1}{2} l \left[ \sqrt{4.49} - 2.1 \right]$$

$$l_2 = 0.5 (2.12 - 2.1) l$$

vagy

$$l_2 = 0.01 l.$$

Ha ezt az értéket a 43. képletbe helyettesítjük és ismét  $m r_2 = 0.7 l$ -t veszünk, akkor a volumen lesz

$$V_2 = m h (0.01 l + 0.7 l)$$

$$V_2 = 0.71 m h l \dots \dots \dots (46)$$

Az *anyagmegtakarítás* pedig a 35. és 46. képlet alapján

$$V - V_2 = m h l - 0.71 m h l = m h l (1 - 0.71)$$

azaz

$$V - V_2 = 0.29 m h l \dots \dots \dots (47)$$

Ennélfogva tehát a lejtős oldalakkal biró gát egyenlő minőségű anyag, egyenlő magasság és állékony-ság feltétele mellett, — a függőleges oldalú gáttal szemben 29%-nyi anyagmegtakarítást mutat, de a függőleges vizfalú és hátsó rézsüvel biró gát ellenében az anyagmegtakarítás a 41. és 46. képletek alapján

$$V_2 - V_1 = 0.71 m h l - 0.65 m h l = (0.71 - 0.65) m h l$$

$$V_2 - V_1 = 0.06 m h l \quad \dots \quad (48)$$

6%-kal kevesebb.

Mindezekből következik, hogy az ismertetett gátalakok közül takarékosági és gazdasági szempontból a függőleges vízfalu és hátsó rézsüvel bíró gát a legelőnyösebb, mert ez ugyanazon állékonyság mellett legkevesebb építőanyagot igényel.

**9.** *A leginkább használatos alaku gátak anyagszükségleteinek összehasonlítása a kipuhított minimális koronaszélesség mellett.*

A 7. pont alatt láttuk már, hogy bizonyos minimális gátkoronaszélesség mellett még mindig megfelelő állékonyság érhető el s hogy ez a szélesség a gát magasságával annak alakjától függő viszonyban áll; nevezetesen

a) a függőleges oldalu gátnál a 32. képlet szerint

$$l = \frac{m}{2}$$

b) a függőleges vízfalu és hátsó rézsüvel bíró gátnál, a 33. képlet szerint

$$l_1 = \frac{m}{5}$$

c) a lejtős oldalu gátnál, a 34. képlet szerint

$$l_2 = \frac{m}{10}$$

Hogy e gátak melyikénél és mekkora anyagmegtakarítás mutatkozik, azt megítélhetjük, ha kiszámítjuk egyforma építőanyag, egyenlő magasság s hosszúság és a koronaszélesség előbbi feltétele mellett mindenik gátnak

anyagszükségletét külön-külön és egymással összehasonlítjuk. Az összehasonlítást legegyszerűbben amaz ismert tétel alapján tehetjük, mely szerint egyenlő magasságu és hosszúságu testek volumenjei ugy aránylanak, mint azok keresztmetszeteinek felületei. Az összehasonlítás céljából legyen a gátak közös magassága  $= m$  és hosszúsága  $= h$ ; akkor

a) ha a függőleges oldalú gát vastagsága  $= l$ , keresztmetszetének felülete  $= f$  és volumenje  $= V$ , leend

$$f = ml$$

de a feltétel szerint

$$l = \frac{m}{2}$$

s így

$$f = \frac{m^2}{2} \dots \dots \dots (49)$$

b) a függőleges vízfalu gátnál, ha a keresztmetszet felülete  $= f_1$ , a gátkoronaszélesség  $= l_1$ , a hátsó fal rézsűje  $= r$  és a gát volumenje  $= V_1$ , akkor

$$f_1 = \frac{l_1 + l_1 + mr}{2} m = \left( l_1 + \frac{mr}{2} \right) m$$

s ha a feltétel szerint  $l_1 = \frac{m}{5}$  és  $r = \frac{1}{3}$  veszszük, akkor

$$f_1 = \left( \frac{m}{5} + \frac{1}{3} \frac{m}{2} \right) m = \frac{m^2}{5} + \frac{m^2}{6}$$

vagyis

$$f_1 = \frac{11}{30} m^2 \dots \dots \dots (50)$$

Ismeretes dolog, hogy

$$V : V_1 = f : f_1 = \frac{m^2}{2} : \frac{11}{30} m^2 = \frac{1}{2} : \frac{11}{30}$$



azaz

$$V : V_1 = 0.50 : 0.37$$

miből aztán

$$V_1 = \frac{0.37}{0.50} V$$

vagyis

$$V_1 = 0.74 V \dots \dots \dots (51)$$

Az anyagmegtakarítást a függőleges oldalu gáttal szemben a két volumen közötti különbség adja, mely

$$V - V_1 = V - 0.74 V = (1 - 0.74) V$$

tehát

$$V - V_1 = 0.26 V \dots \dots \dots (52)$$

vagyis, ha a minimális gátkoronaszélességet vesszük számításba, akkor a függőleges vízfalu gát, megfelelő állékonysági fok mellett 26%-nyi anyagmegtakarítást mutat a függőleges oldalu gáttal szemben.

c) Legyen a lejtős oldalakkal bíró gát keresztmetszetének felülete =  $f_2$  és volumenje =  $V_2$ ; egyenlő részüket mellett, ha azokat  $r_2$ -rel s a gátkoronaszélességet  $l_2$ -vel jelöljük, lesz:

$$f_2 = \frac{l_2 + r_2 m}{2} + \frac{l_2 + r_2 m}{2} m = (l_2 + r_2 m) m$$

azonban az előzők szerint

$$l_2 = \frac{m}{10} \quad \text{és} \quad r_2 = 0.24,$$

minélfogva

$$f_2 = \frac{m^2}{10} + 0.24 m^2 = 0.1 m^2 + 0.24 m^2$$

vagyis

$$f_2 = 0.34 m^2 \dots \dots \dots (53)$$

Mint hogy a volumenek és keresztmetszetek felületei egyenes arányban állanak, úgy lesz

$$V : V_2 = f : f_2 = 0.5 m^2 : 0.34 m^2$$

vagyis pedig

$$V : V_2 = 0.50 : 0.34$$

miből aztán

$$V_2 = \frac{0.34}{0.50} V$$

azaz a *volumen*

$$V_2 = 0.68 V \dots \dots \dots (54)$$

A függőleges oldalu gáttal szemben mutatkozó *anyagmegtakarítás*

$$V - V_2 = V - 0.68 V = (1 - 0.68) V$$

minélfogva

$$V - V_2 = 0.32 V \dots \dots \dots (55)$$

A lejtős oldalakkal bíró gát tehát megfelelő állékonyság és a kipuhított minimális koronaszélesség felvétele mellett a függélyes oldalu gáttal szemben 32%-nyi anyagmegtakarítást mutat.

Ha a függőleges vízfalu gáttal hasonlítjuk össze, akkor avval szemben is a lejtős oldalu gátnál *anyagmegtakarítást állapíthatunk meg*, mely az 51. és 54. képletek alapján

$$V_1 - V_2 = 0.74 V - 0.68 V = (0.74 - 0.68) V$$

$$V_1 - V_2 = 0.06 V \dots \dots \dots (56)$$

tehát az anyagmegtakarítás a függőleges vízfalu s hátul rézsüvel bíró gáttal szemben, megfelelő állékonyság mellett 6%-nyi.

Az előbbieket szerint talált eredményekből következik, hogy a *lejtős oldalu gátak* minimális koronaszélesség mel-

lett nemcsak megfelelő állékonyságot biztosítanak, hanem legnagyobb anyagmegtakarítást is nyújtanak s így ezeknek alkalmazása, vízfogó gátaknál különösen ott ajánlható, hol elegendő biztosság mellett még bizonyos takarékoság elérésére is törekedni kell.

**10.** Az előadottak után nem nehéz belátni, — de az állékonyság fogalmából is következik, hogy egyenlő állékonyság mellett, a gátkorona szélességének csökkentésével és a rézsű nagyobbításával az anyagszükséglet apad; tehát gazdasági szempontból előnyösebb a gátkoronát lehető keskenyre, — s ezzel szemben a rézsűt nagyobbra venni. A koronaszélesség apasztásával azonban, — részint az építmény egyes részeinek s az építő anyagnak szilárdabb kapcsolása miatt, részint pedig az időjárás és hőmérsékletváltozás hátrányos befolyásának ellensúlyozása céljából, *bizonyos határon alul menni nem szabad*. A minimális koronaszélesség, még az egészen alacsony gátaknál is, tapasztalat szerint 0·8 m.-nél kisebb nem lehet; magától értetődik, hogy kedvezőtlenebb körülmények között, különösen magasabb gátfalaknál azt a fenforgó viszonyoknak megfelelően nagyobbra — a gátudvarban összegyűlő víz magasságának  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ -ára is szükséges venni, hogy a gát feladatának biztosan megfelelhessen. Egyébként e tekintetben a helyi viszonyokon kívül még az építő anyag sajátosságai, az építés kivitelének mikéntje, a gát keresztmetszeteinek alakja stb. irányadók.

Ha a gátfal rézsűi előlegesen és tetszés szerint vétetnek fel, akkor a koronaszélesség a 4. pont alatt megállapított elvek szerint számíttatik ki; e számítás azonban néha kisebb koronaszélességet eredményez, mint a 7-ik pontban megállapított, vagy a



Tennebb megadott minimális koronaszélesség (0.8 m.). Ebben az esetben előnyös a koronaszélességet és az egyik rézsüt a gyakorlat igényeinek és a fenforgó viszonyoknak megfelelően felvenni s a másik rézsüt (rendesen a hátsót) az egyensúly képletéből  $sM = S_2$ -ből kiszámítani. Különösen alacsony gátaknál megeshetik, hogy a felvett koronaszélesség, vízudvar felőli rézsü és állékonysági együttható mellett, számítás útján *igen csekély, vagy éppen minus előjelű hátsó rézsüt* nyerünk; ez azt jelenti, hogy a gátfalnak, már a minimális koronaszélesség által elegendő vagy nagyobb állékonysága van, mint a minő a felvett állékonysági együttható által kifejezett mértékig megkivántatik s ilyen esetben azután helyesen úgy járunk el, hogy a koronaszélesség és a vízfal rézsűjének csökkentése és az állékonysági együttható nagyobbítása által emeljük a hátsó rézsü értékét a gyakorlat által legjobbnak ismert mértékig. Természetes, hogy e tekintetben is mindig az adott viszonyokkal, az építő anyag tulajdonságaival, az építmény szerkezetével, a gátalakkal stb. kell számot vetni.

## A magyar-román országos határvonal erdészeti jelentősége.

Irta: Hajdu János, járási főerdész.

### II.

A Nagy-Strugánál felállított 186. számú határozalaptól az országos határvonal egy gerinczen a Szohodol község Buksa nevű erdeje felett elterülő havasi legelő mentén északnyugat felé leereszkedik egy 750 m. távolságban fekvő hegynyeregbe a 186/a. határhalmhoz s