

ESCANDE L. a francia Tudományos Akadémia tagja

A VIZÉPÍTÉSI MŰTÁRGYAK KÖRÜLI ÁRAMLÁS MEGJAVÍTÁSA SZIVORÉSEKKEL*

BEVEZETÉS

Bukógáták vizsgálata során gondoltunk első alkalommal arra, hogy nagyobb vízépítési műtárgyakon alkalmazzunk egy egyébként klasszikus eljárást: a leválásokat a határreteg megszívásával küszöböljük ki.

A következőkben röviden emlékeztetbe idézzük a bukógáták kialakításának fejlődését, és kimutatjuk, miként ösztönzött ez a fejlődés a határreteg kiküszöbölésével járó jelentős tulajdonságok felhasználására.

A bukógáták esetében elért főbb előnyök megvilágítása után röviden ismertetjük azokat a széleskörű kísérleteket, amelyek a szivórések sokoldalú alkalmazási lehetőségére és számos nagyobb vízépítési műtárgy hidraulikai viszonyai megjavításának lehetőségére mutattak rá.

I. A BUKÓGÁTÁK ELMÉLETÉNEK FEJLŐDÉSE

Szivóréses bukógáták

Az ismertetendő vizsgálatok színhelye a Toulouse-i École Nationale Supérieure d'Électrotechnique et d'Hydraulique (Hidraulikai és Elektrotechnikai Főiskola) laboratóriuma, illetőleg az Intézet Banlève-i fiók-laboratóriuma volt.

A Banlève-i laboratórium (1. ábra) a Garonne két ága között fekszik, amelyek között a szintkülönbség 3,8 m. Aerodinamikai szélesatorna (2. ábra), szabadtéri modellek építésére alkalmas terület (5. ábra), és két nagy csatorna tartozik hozzá. Az utóbbiak felső és alsó zsilipjük nyitásával, a fent említett vízlépcsőt kihasználva, 25 m³/s-ot meghaladó vízhozammal táplálhatók a Garonne-ból. Az egyik 117 m hosszú egyenes csatorna 4 m széles és 4,20 m mély (3. ábra); felső és alsó zsilipjének lezárása esetében vízsebességmérő szárnyak hitelesítésére vagy hajóvontatási kísérletekre alkalmas medencét alkot, amely fölött 50 Le-s motorral vontatott koci szalad (4. ábra). A motornál beiktatott Hele-Shaww berendezés lehetővé teszi 0,1 és 6,5 m/s között bármilyen egyenletes haladási sebesség $\pm 1\%$ -ra pontos beállítását.

*Escande L. professzornak Budapesten, a Magyar Tudományos Akadémián 1959. október 26-án tartott előadása.



1. ábra. A Banlève-i laboratórium távlati képe

Közönséges Creager-szelvényű bukók

A bukógátakon végzett legelső kísérleteink során, amelyeket a Tarn folyón levő Pinet-gát és a Hérault-on levő Puéchabon duzzasztómű építésével kapcsolatban 1925—29 között végeztünk, a nem hidraulikus szelvényű gát koronáján, illetőleg hátfalán, jelentős depresszió kialakulását tapasztaltuk (6. ábra).

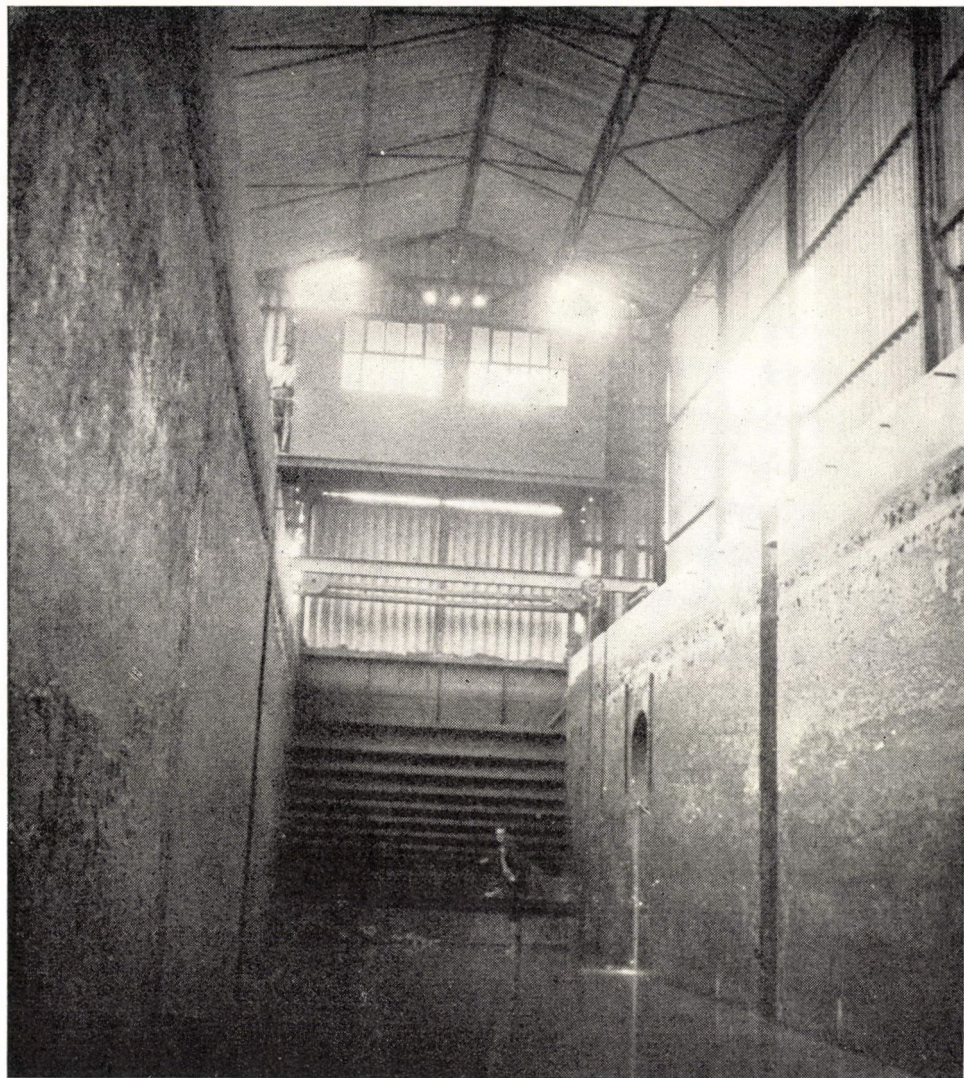
A depresszió bizonyos esetekben a szívásnak, illetőleg a külső levegő magával rántásának váltakozása folytán instabillá teszi a víz emésztését, és ez a jelenség veszélyes rezgések előidézője lehet. Arra a megállapításra jutottunk tehát, hogy olyan bukógátakat kellene kialakítani, amelyeknek hátoldalán depresszió nem léphet fel.



2. ábra. Aerodinamikai laboratórium

A kísérletek az elméleti feltevésekkel összhangban kimutatták azt is, hogy ha a bukógát hátfalán és ennek folytán az átbukó réteg belsejében levő nyomás nő, a bukógát vízszállítása csökken. Igyekeznünk kell tehát a bukóra ható nyomást csökkenteni, s ha el akarjuk kerülni a depressziót, olyan bukógátat kell kialakítani, amelynek felületén a nyomás minden pontban zérus.

Így jutottunk arra, hogy a bukógát legkedvezőbb szelvényének a *Creager-szelvényt* tekintjük. Tudvalevő, hogy ez a szelvény az élesszélű bukón alulról hatásosan levegőztetett szabadon átbukó vízszög alsó határvonalát követi (7. ábra), amiért a nyomás a Creager-szelvény minden pontjában gyakorlatilag az atmoszferikus nyomással egyenlő, azaz a túlnyomás zérus. A valóságban



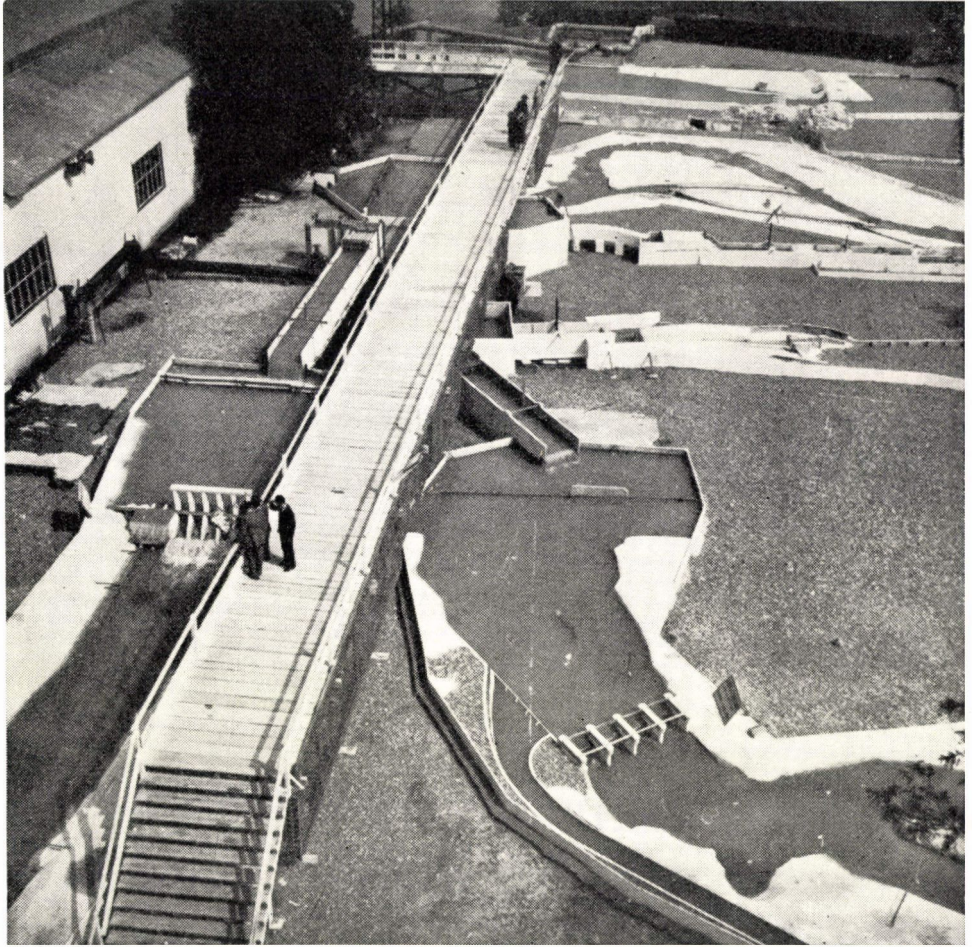
3. ábra. 117 m hosszú, 4 m széles és 4,20 m mély kísérleti csatorna

a Creager-szelvény enyhén belemetsz az élesszélű Bazin-bukón szabadon átbukó vízszög alakjába olymódon, hogy annak minden egyes pontjában *csekély pozitív nyomás* uralkodik (8. ábra).

A Creager-szelvény gyakorlati vízhozam-tényezője 0,50. Valamely H mértékadó maximális átbukási magasságához szerkesztett Creager-szelvényű bukón az átbukás minden $h \leq H$ átbukási magasságesetében teljesen stabil, akár fel van szerelve a gátkorona mozgatható táblákkal (szektor- vagy Stoney-gátak többé-kevésbé felhúzott helyzetben), akár nem.



4. ábra. Mérőköcsi



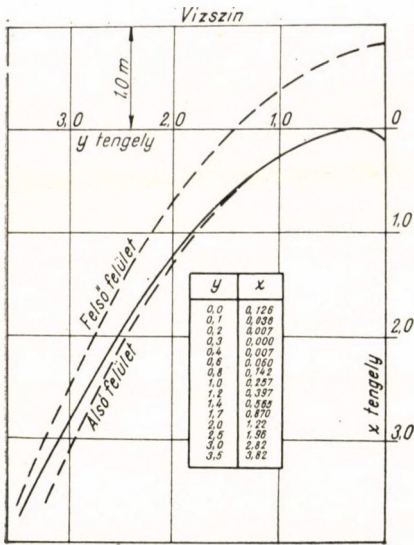
5. ábra. Szabadtéri kísérletek építésére alkalmas terület

Nyomott Creager-szelvényű bukók

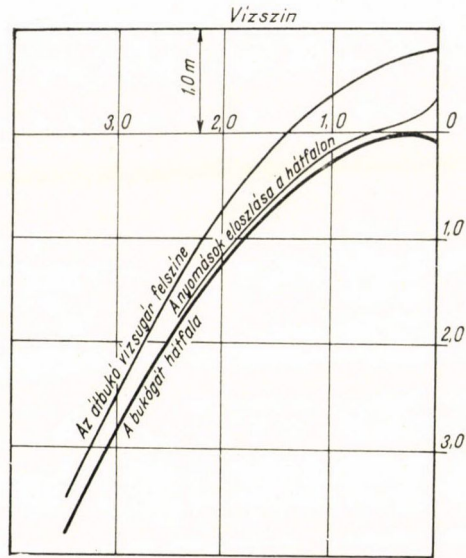
A hidraulikusok igyekezete, hogy a vízi műtárgyak létesítését minél gazdaságosabbá tegyék, a nagyobb vízhozam-tényezőjű bukógátak keresésére vezettek. Mi is számos vizsgálatot végeztünk az ún. „nyomott Creager-szelvényű bukó”-val, amely bukó fölött *a víz olyan h magassággal bukhat át, amely nagyobb, mint a bukó hátfalának méretezésére mértékadó H magasság.*

A vizsgálatokat a 9. ábrán látható kísérleti csatornában végeztük.

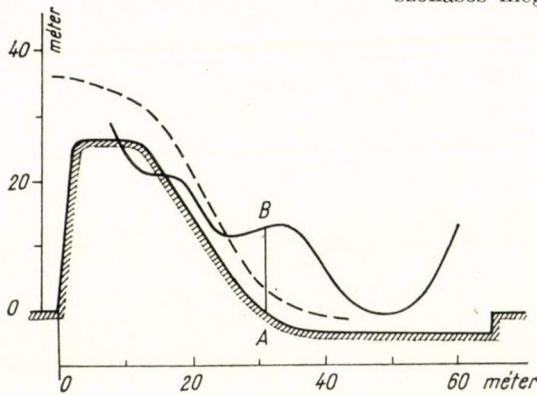
A 10. ábra olyan Creager-szelvényű bukón észlelt nyomáseloszlási vonalakat mutat, amelynél a méretezési átbukási magasság $H = 0,14$ m volt. Mint látható, a H -nál kisebb vagy azzal egyenlő h átbukási magasságnál a bukó bármely pontjában megfigyelhető pozitív nyomások negatívvá vál-



7. ábra. Creager-szelvényű bukógát



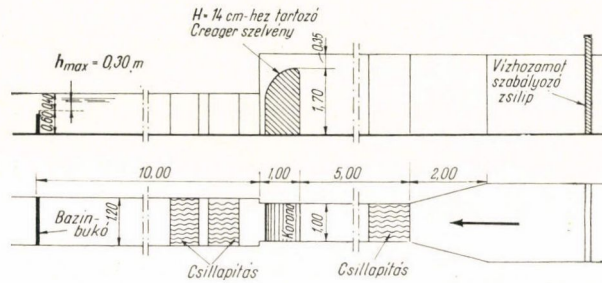
8. ábra. A Creager-szelvényű bukógát szokásos megoldása



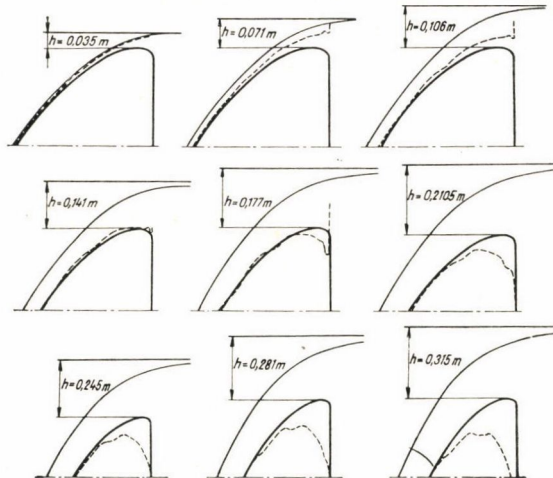
6. ábra. Depresszió kialakulása nem hidraulikus szelvényű bukógát hátfalán

nak a hátfal és a korona mind nagyobb részén akkor, ha a h mind inkább meghaladja a 0,14 m-t. A depresszió abszolút értéke növekszik h növekedésével. A 11. és 12. ábra a Prasil-féle szerkesztést mutatja átbukásnál, 0,141 m és 0,210 m-es h átbukási magasság figyelembevételével. Mind a két esetben a szerkesztésből nyert nyomáseloszlási görbék nagy általánosságban jól összeesnek a kísérleti úton nyert görbékkel. A 13. ábrán bemutatott szerkezeten tanulmányoztuk egy gátkorona fölött elhelyezett szektortáblának egyrészt a nyomáseloszlásra, másrészt a lefolyás stabilitására a hatását. A 14. ábrán láthatók a bukógát előtti különböző h átbukási magassághoz, illetőleg a szektortábla alatti különböző A nyílásokhoz tartozó nyomáseloszlási vonalak. A görbék vizsgálata azt mutatja, hogy a depresszió annál erősebb, minél nagyobb a tábla alatti nyílás és minél magasabb a gát fölötti vízszin.

Megállapítottuk, hogy minden h_{\max} átbukási magasságnál működő nyomott Creager-szelvényű bukógátnál, ahol a szelvény $H \geq 0,6 h_{\max}$ mértékadó átbukási magasságnak megfelelő alakú, a hátfalon keletkező depresszió javítja a vízhozam-tényezőt anélkül, hogy megzavarná a lefolyás stabilitását.



9. ábra. A nyomott Creager-szelvényű bukógát kísérleti berendezése

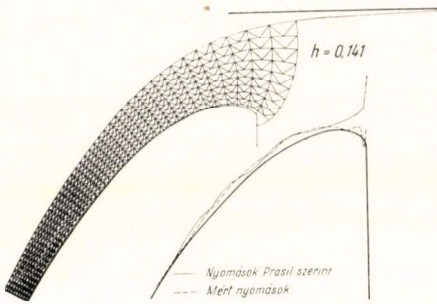


10. ábra. A Creager-szelvényű bukógáton észlelt nyomáseloszlás az átbukási magasság változtatása esetében

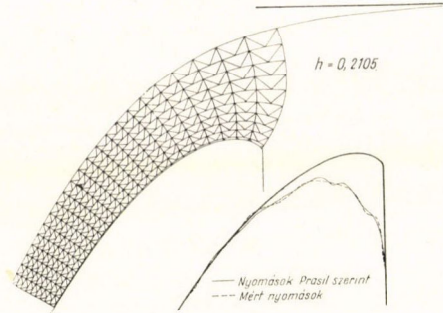
Mind az egyszerű bukógátnál, mind pedig a mozgatható táblákkal ellátott gátnál a vízszállítás stabil, továbbá rezgésektől, leválásoktól vagy levegő beszívásától mentes marad mindaddig, míg a bukógát fölötti h átbukási magasság alatta marad, vagy legfeljebb eléri a h_{\max} magasságot.

A $h = h_{\max}$ és $H = 0,6 h_{\max}$ határesetnél a vízhozam-tényező eléri az $m = 0,54$ értéket, ami 8%-os nyereséget jelent a műtárgy vízszállító képességében, a közönséges Creager-szelvénynek megfelelőhöz képest. Ugyanezen körülmények között a bukógáton keletkező depresszió, akár vannak, akár nincsenek mozgó táblák a bukógát fölött, nem haladja meg h_{\max} értékét.

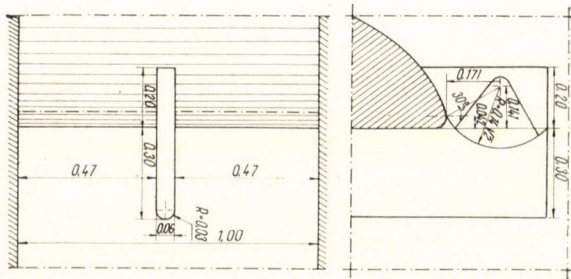
Ilyen bukógátak tehát elméletileg kavitáció veszélye nélkül alkalmazhatók 10 m-t elérő h_{\max} nyomások esetére. Biztonságból azonban javasolható, hogy a h_{\max} -t 8–9 m körüli értékre korlátozzuk, legalábbis a megvalósítás első fokozatában.



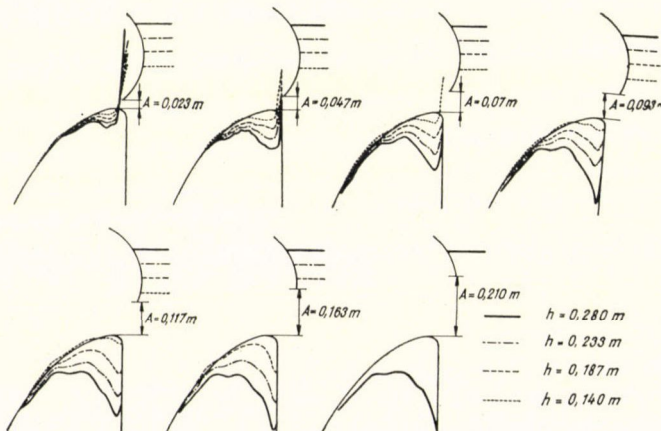
11. ábra. A Prasil-féle szerkesztés Creager-szelvényű bukógátnál



12. ábra. A Prasil-féle szerkesztés Creager-szelvényű bukógátnál



13. ábra. Bukógátra helyezett szektortábla szerkezeti rajza

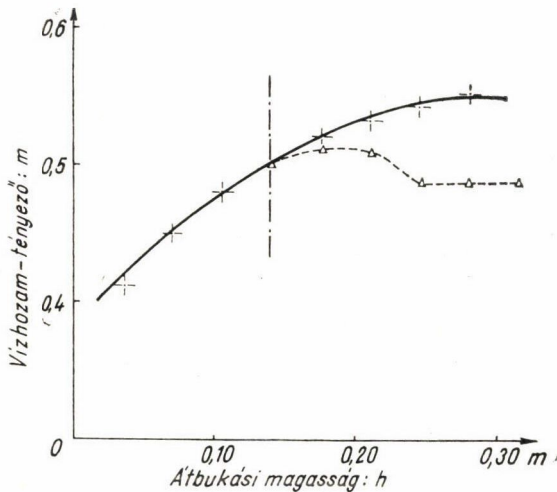


14. ábra. Nyomáseloszlás vizsgálata bukógát fölött üzemeltetett szektortábla esetében

Leválás és határréteg

Bukógátakon végzett kísérleteinknél megállapítottuk, ha az átbukási magasságot a depressziót már kiváltó érték fölé tovább növeljük, a vízhozam-tényező mind lassabban nagyobbodik és végül az illető bukóra nézve gyakorlatilag állandó értékhez tart (15. ábra).

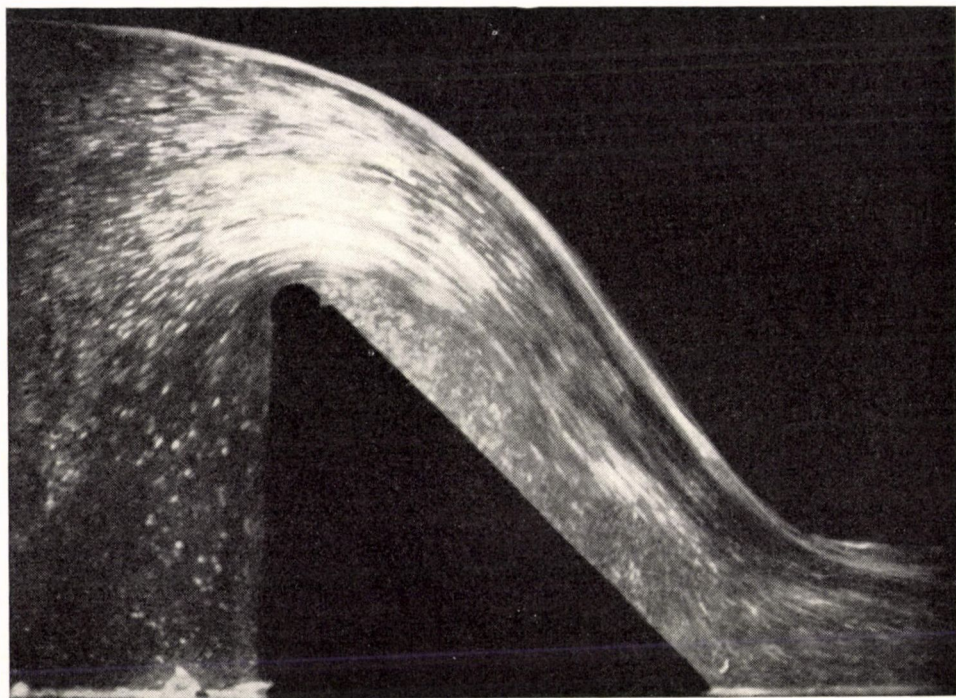
A lefolyásnak kronofotografikus megfigyelése megadja ennek a jelenségnek a magyarázatát. A folyadékszálak, miután az átbukási magasságnak egy bizonyos értékéig a koronához símultak, többé-kevésbé fokozatosan leválnak a gátfalról; görbületük ekkor kisebb lesz, mint a hátfalé, amelytől a nagy sebességű áramlást örvénylő zóna határolja el (16. ábra). A folyadékszálak görbületének ez a csökkenése megakadályozza, a sebességnövekedés ellenére, a depresszió növekedését és a vízhozam-tényező állandósul. Ennek az utóbbinak a növelésére növelni kell a depressziót és meg kell akadályozni ugyanakkor a folyadékszálak leválását.



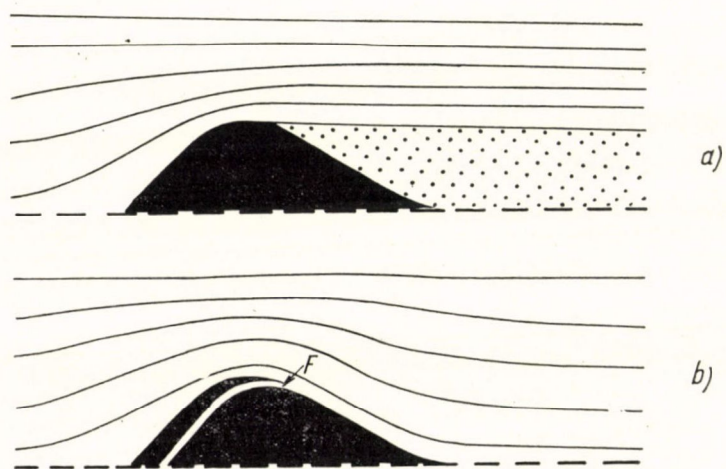
15. ábra. A vízhozam-tényező változása bukógátaknál az átbukási magasság változásának függvényében

Vizsgálatainknak ez volt az a pontja, ahol visszatértünk a *határréteg* alapvető tulajdonságaihoz. Ismeretes, hogy ha egy kis viszkozitású folyadék szilárd fallal érintkezve áramlik (17. ábra), a súrlódás nagyon vékony rétegre, a folyadék és fal érintkezésénél levő határrétegre korlátozódik. A visszaáramlás, amely a határréteg belsejében keletkezik, nagy görbületű falnál leválásokat és örvényeket idéz elő; ezek belsejében levő folyadék nem vesz részt az áramlás egészében.

Ha egy rés (F) teljes hosszában megszívják valamilyen módszerrel a határréteget, eltűnnek az örvények, és a vízszálak a falhoz tapadnak (17b. ábra). A határréteg megszívásának ez a tulajdonsága jól ismert és az *aerodinamikában* számos alkalmazásra talált repülőgépek szárnyánál (réses szárnyak) és a szélesatornáknál (réses diffúzorok). Ugyanilyen érdekes eredményeket lehetne elérni — véleményünk szerint —, ha ezt a módszert a *vízépítési műtárgyaknál*, de ezek között is elsősorban a *bukógátaknál* általánosan használnánk.



16. ábra. Örvénylő zóna kialakítása bukógát koronáján és hátfalán nagy átbukási magasságnál

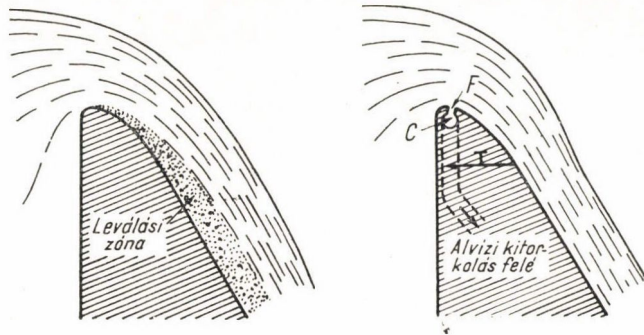


17. ábra. Leválás eltüntetése megszívással

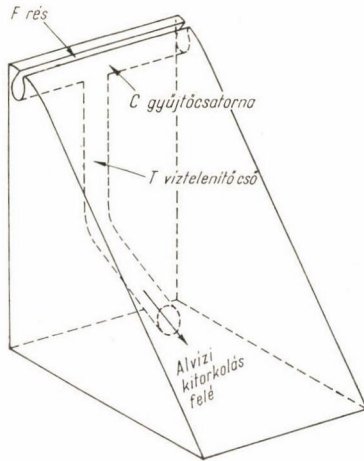
Szívórése bukógátak

A leválás a bukógátak hátfalán a határréteg felső részének megszívásával már eltüntethető. Erre megfelel egy, a küszöb egész szélességében végigfutó szívórése (*F*, 18. ábra), amely gyűjtőcsatornába (*C*) torkollik.

A megszívást laboratóriumi vizsgálatainknál számos esetben *kézi szivattyúval* hajtottuk végre. A gyakorlatban felesleges azonban külső energiaforráshoz folyamodni, hanem felhasználható a *nehézségi erő hatása*. Amint ezt a 19. ábra mutatja, elégséges a *C* gyűjtőcsatornát a *T* víztelenítő csővel, s ezen az úton az alvízi medencével összekötni úgy, hogy az utóbbi cső vége az alvízi



18. ábra. Leválás eltüntetése bukógáton szívóréssel



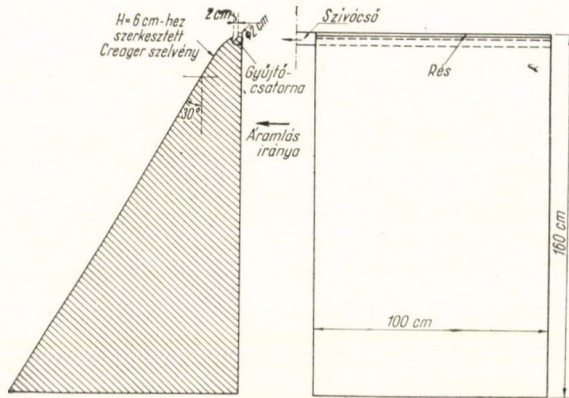
19. ábra. Szívórése és a teljes szívórendszer kialakítása bukógáton

vízszin alatt torkollják ki. A küszöb fölött átbukó víz behatol a résbe, megtölti a *C* gyűjtőcsatornát, illetőleg a *T* ürítőcsövet olymódon, hogy az egész csőrendszer mintegy szifonként fog működni, és a megkívánt vízmennyiséget beszívja az *F* résen. A 18a. és a 18b. ábrán látható a lefolyás két módozata szívórése bukógáton: a 18a. ábra esetében a szívórendszer el van zárva úgy, hogy jelentős leválás keletkezik, ellentétben a 18b. ábrán láthatóval, midőn az *F* szívórése megszívja a határréteget.

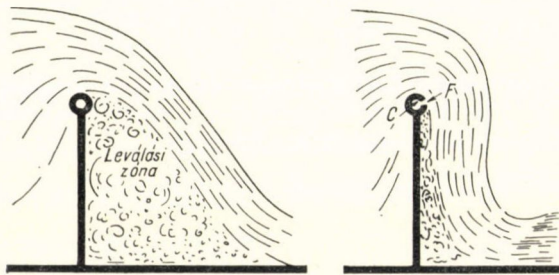
A réses bukógát elvét megismerve, összefoglaljuk azokat a főbb követelményeket, amelyeket egy jó gáttal szemben támasztunk: a lehető legnagyobb vízhozam-tényező, korlátolt depresszió-maximum és az áramlás stabilitása.

A kavitációs jelenségek elkerülésére, összhangban a megengedett depresszió-maximummal, megkivánjuk, hogy a bukógátat mindig csak adott átbukási magasságnál kisebb érték mellett működtessük, amely magasság annál inkább növelhető, minél gyengébb a keletkező depressziók relatív értéke.

Egyébként fontos, hogy a lefolyás stabil legyen, ne jelentkeznek rezgéseket kiváltó és a szivórendszert víztelenítő légbeszívás. A víztelenítéssel kapcsolatban megállapíthattuk több általunk tanulmányozott bukógátnál, hogy ha



20. ábra. Creager-szelvényű bukógát szívóréssel



21. ábra. Élesszélű bukógát szívórés nélkül és szívóréssel

mesterségesen juttattunk levegőt az átbukó víztest alá és így ennek leválását, illetőleg ezzel együtt a szívórés víztelenedését (18b. ábra) idéztük elő, a szivórendszer üzembehelyeződése mindenféle külső beavatkozás nélkül megindult egy bizonyos idő múlva; az átbukó víz fokozatosan elragadta a levegőt, majd fokozódó mértékben táplálta a szivórendszert addig a pillanatig, míg az teljesen üzembehelyeződött. Ennek eredményeképpen a leválás örvénylő zónája eltűnt, és így az átbukó vízszög újból közvetlenül a hátfalhoz ragadt.

A 20. ábrán látható bukógáttal 0,69-es vízhozam-tényezőt érhattünk el, azaz 18%-kal magasabbat, mint a közöséges Creager-szelvényé. A depressziónak



22. ábra. Folyami duzzasztóműhöz kapcsolódó vízkivételi mű távlati képe

magas értéke miatt korlátozni kell az ilyen bukógát alkalmazását 5 m-es átbukási magasságnál alacsonyabb értékekre.

A 21. ábrának megfelelő típusú élesszélű bukóknál a vízhozamtényező eléri a 0,7 értéket, ami 40%-kal magasabb, mint a közönséges Creager-féle szelvényé, de a sugár nem tapad újból vissza a bukógát falához, ha esetleg levegő jut be hozzá.

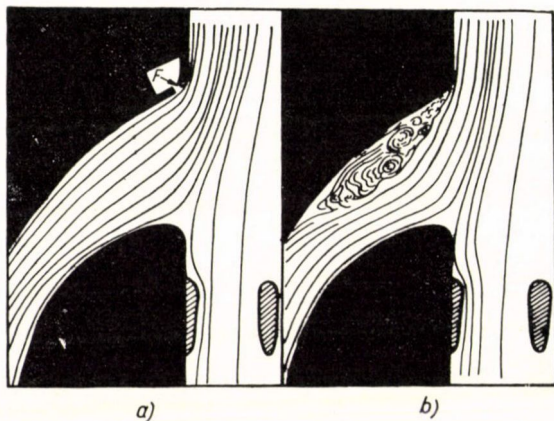
II. A HATÁRRÉTEG MEGSZÍVÁSA KÜLÖNBÖZŐ VÍZÉPÍTÉSI MŰTÁRGYAKNÁL

Vízkivételi művek

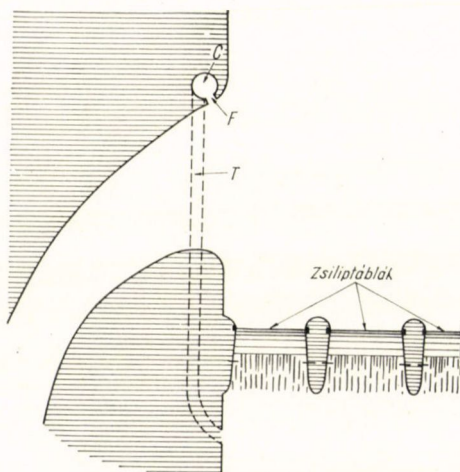
Vizsgáljunk meg egy folyami duzzasztóműhöz kapcsolódó vízkivételi művet (22. ábra).

Viszonylag könnyű kis veszteséget okozó vízkivételi művet tervezni, ha nem kell árvízre figyelembe venni, és a duzzasztómű összes nyílása teljesen zártnak tekinthető, azaz az egész vízhozamot a vízkivételi művön át a vízhasznosító üzem emésztí. Ezzel szemben árvizek esetére, amikor a táblák fel vannak emelve, és a vízhozam nagyobb része a duzzasztóművön keresztül távozik el, a nagy érkezési sebesség a vízkivételi mű felső végénél leválást és gyakran nagy kiterjedésű örvénylő teret okoz (23a. ábra).

Ezt a hátrányt kiküszöbölhetjük általában úgy, hogy a vízkivételi mű felső végét és a partvonalat igen enyhe ívvel illesztjük össze, ami azonban maga után vonja a műtárgynak árelleni kiterjesztését. Ezt az utóbbi hátrányt viszont úgy szüntethetjük meg, hogy egy alkalmasan elhelyezett *szívóréssel* megakadályozzuk a leválást (23b. ábra). A szívóréss aknából kiágazó és a duzzasztó mű alaplemeze alatt vezetett csővel (24. ábra) csatlakozik az alvízi mederhez.

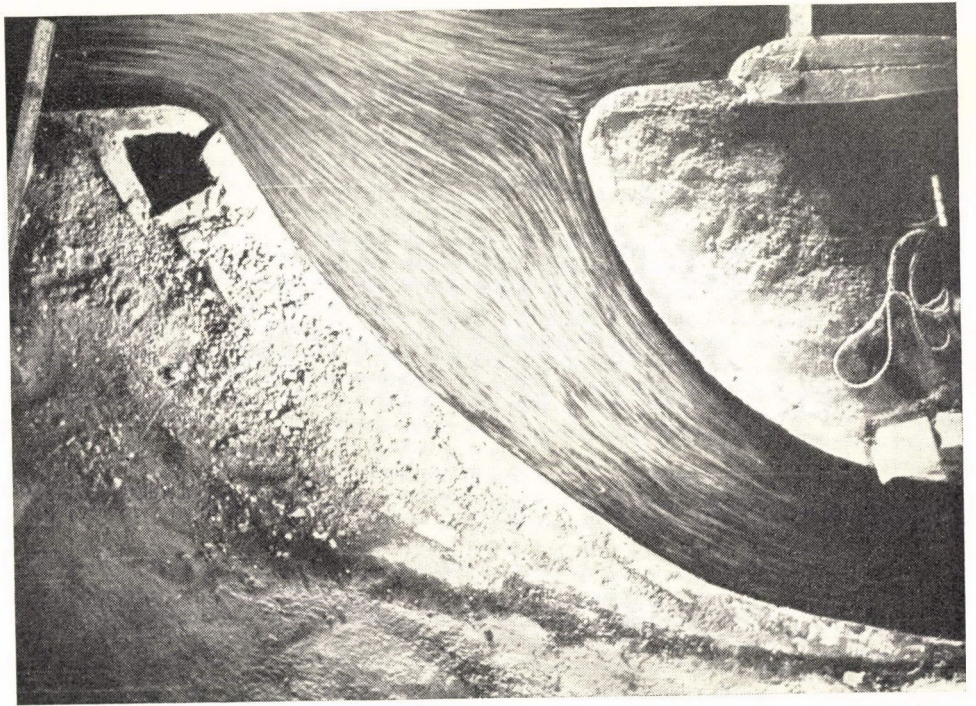


23. ábra. Áramkép vízkivételi műnél megszívással és megszívás nélkül



24. ábra. Szívórendszer kialakítása vízkivételi műnél

A szívórendszer csak árvizek idején működik, amikor külső energiaforrás nélkül, a nehézségi erő hatására, elszívja így az amúgy is felesleges víz kis részét. Ha nincsen árvíz, akkor az összekötő csőre szerelt tolózárrel gátolják meg a vízvesztéséget.



A 25. ábra az árvíz alkalmával megfigyelhető áramlási képet mutatja egy vízkivételi mű torkolatánál akkor, ha a szívórés el van zárva. Látható a képen az örvénylő tér, amelynek kétszeres hátránya van; egyrészt mert rendellenesen nagy esésvesztéset idéz elő a vízkivételnél, másrészt mert lerakódást okoz árvizek idején.

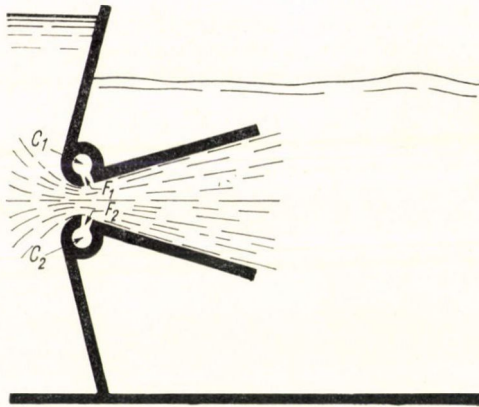
Ha a szívórés működik, az örvénytér eltűnik és a vízszálak felveszik a fal alakját, amint ezt a 26. ábra mutatja.

A továbbiakban közlünk néhány adatot, amelyek egy 1 : 40 méretarányú modellen tanulmányozott példára vonatkoznak:

| | | |
|----------------------|-------|------------------------|
| a kivett vízhozam | | 120 m ³ /s, |
| az árvízi hozam | | 2000 „ |
| a szívórés emésztése | | 12 „ |

Megjegyezzük, hogy eddig két vízkivételi műnél alkalmazták ezt a berendezést:

Marokkóban az Oued Massa-i öntözés vízkivételi művénél és a Pireneusokban levő Soueix üzem 25 m³/s-os vízkivételi művénél.



27. ábra. Kettős szívórés elhelyezése síkbeli diffuzornál

Diffúzorok

A diffúzorok — mint ismeretes — minden előnyüket elvesztik, ha az oldalfalak hajlásszöge 10°-nál nagyobbá válik; ekkor ugyanis könnyen leválnak a folyadékszálak a falról.

A síkbeli diffuzornál sikerült két, a torok két oldalán a 27. ábra szerint elhelyezett szívórésszel kiküszöbölni a leválást mindazokban az esetekben, amikor a diffúzor oldalfalainak hajlásszöge legfelsőbb értéként 60°-ig növekedett.

Előző oldalon :

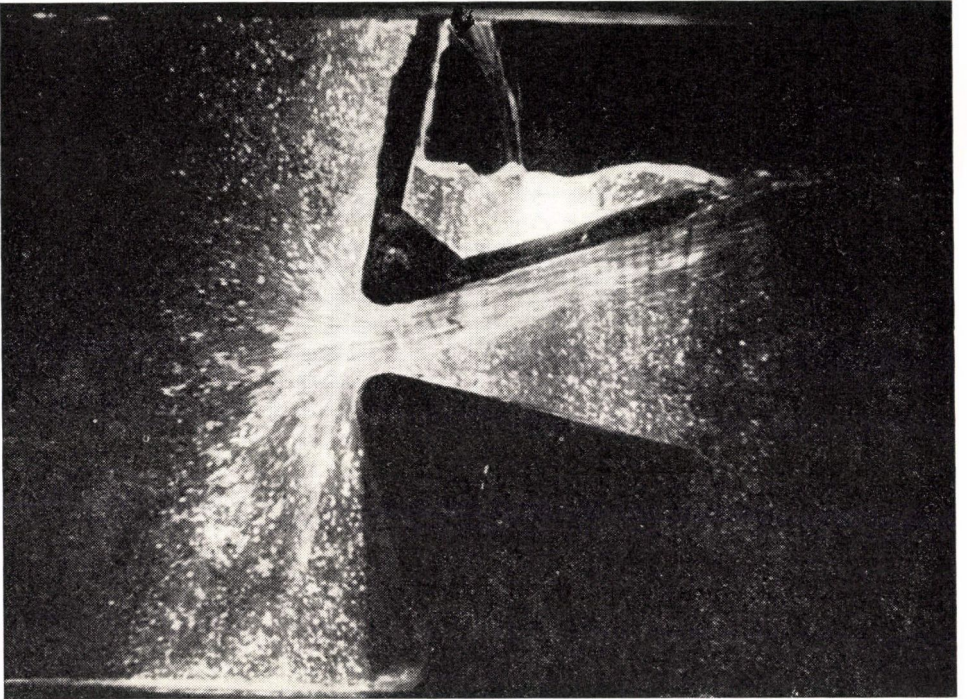
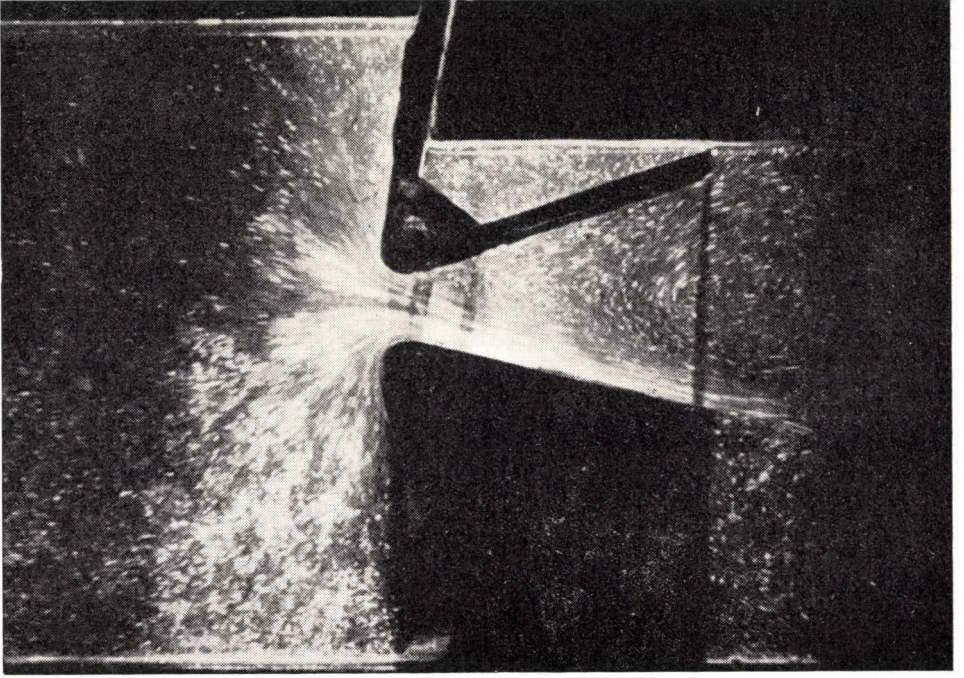
25. ábra. Áramkép vízkivételi műnél megszívás nélkül

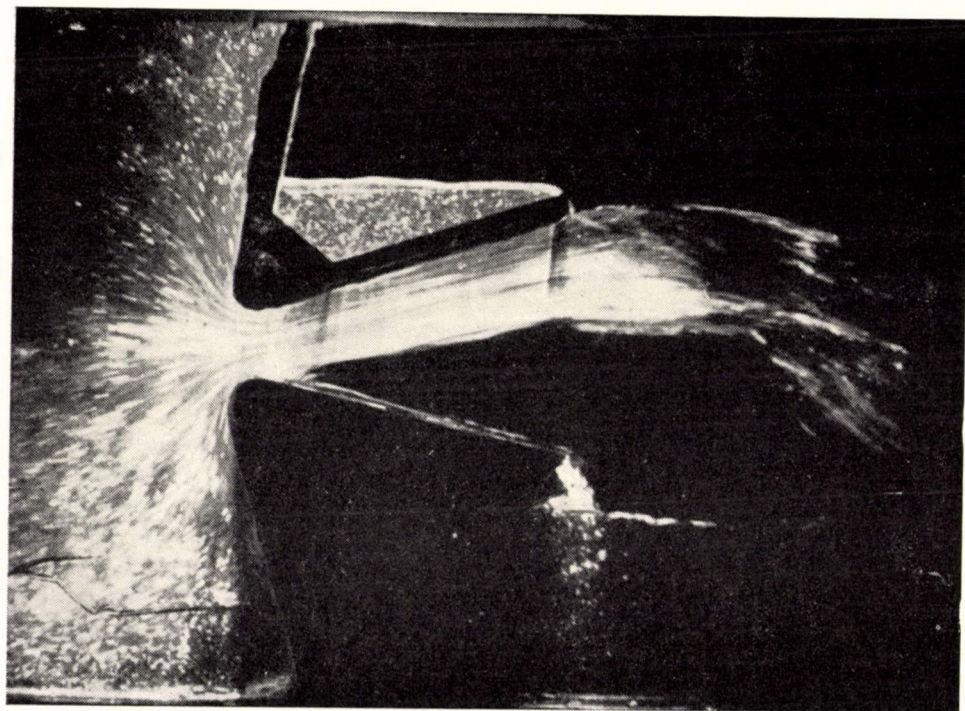
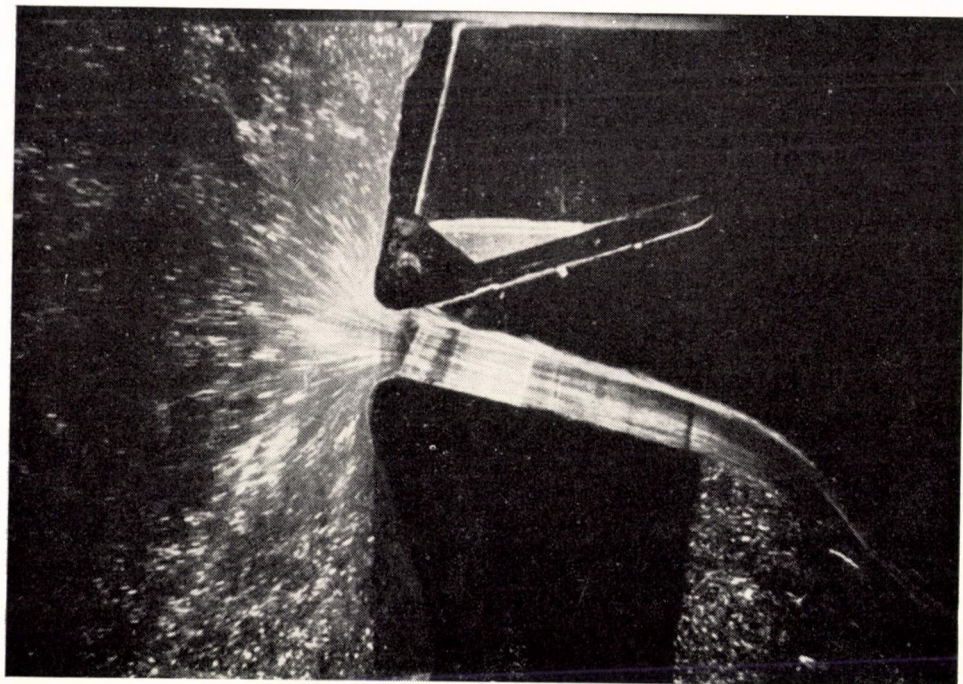
26. ábra. Áramkép vízkivételi műnél megszívással

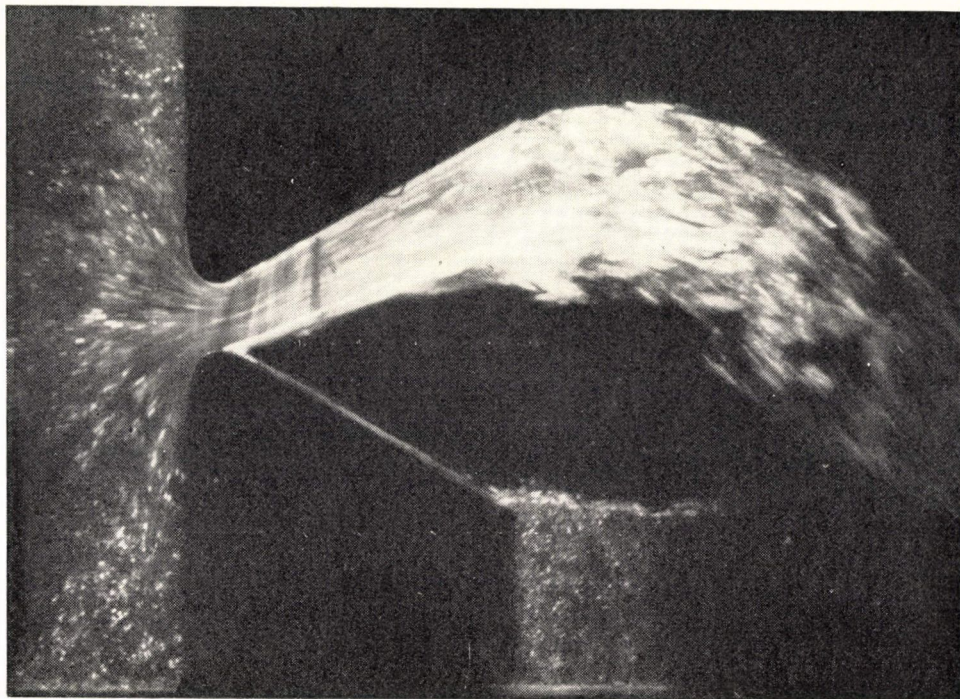
Következő oldalon :

28. ábra. Áramkép 30°-os hajlásszögű diffuzornál, az alsó szívórés működése esetében

29. ábra. Áramkép 30°-os hajlásszögű diffuzornál a felső szívórés működése esetében







32. ábra. Áramkép 60°-os hajlásszögű diffúzornál a felső szívórés működése esetében, szabad levegőbe kilövellt vízszugárnál

Például a 30°-os hajlásszögű diffúzor esetében, ha csak az alsó szívórés működik, a vízszugár a 28. ábrán látható módon az alsó falhoz tapad. A felső szívórés működése esetében, a 29. ábrának megfelelően, bizonyos mértékben szimmetrikus állapotot állítunk elő a felső fal mentén. A két szívórés egyidejű működtetésekor a vízszugár szabályosan szétterül a 27. ábrán megfigyelhető módon.

Rámutatunk továbbá egy eléggé érdekes jelenségre, melyet akkor figyelünk meg, amikor az egyik szívórést működtetve, a vízszugarat kiürült alvízi medencébe, azaz a szabad levegőbe lövelltük ki. Ha az alsó szívórés szívott, a vízszugár (30. ábra) az alsó falhoz tapadt és semmi rendellenességet nem mutatott. Ez nem maradt így, ha a felső részt működtettük, 30°-os (31. ábra) vagy 60°-os (32. ábra) nyílásszögű diffúzornál, amikor is a vízszugár a felső falhoz tapadva rohant, mielőtt lezuhant volna a nehézségi erő hatására.

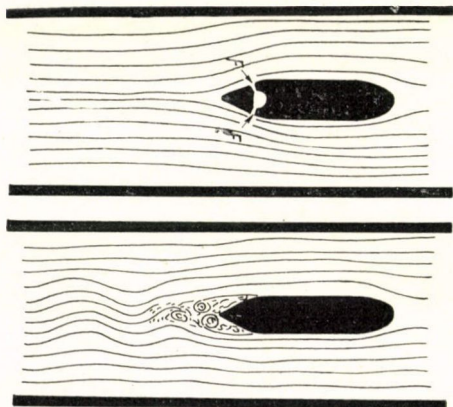
Előző oldalon :

30. ábra. Áramkép 30°-os hajlásszögű diffúzornál, az alsó szívórés működése esetében, szabad levegőbe kilövellt vízszugárnál

31. ábra. Áramkép 30°-os hajlásszögű diffúzornál a felső szívórés működése esetében, szabad levegőbe kilövellt vízszugárnál

Híd vagy duzzasztómű pillérei

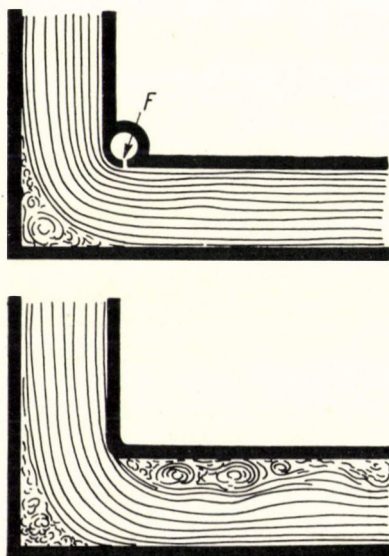
Helytelenül kialakított pilléreknél a *Benard–Karman*-féle örvények keletkeznek a holtterben. *Két szívóablakkal* lehet a leválásokat eltüntetni (33., 35–36. ábra).



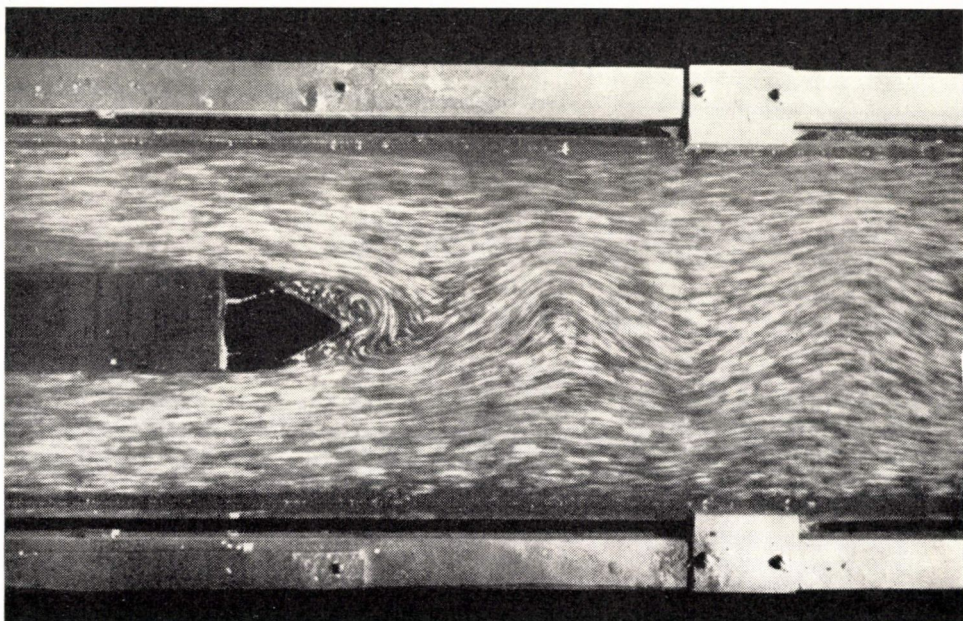
33. ábra. Áramkép kialakulása pillér mellett két szívóablakkal, illetőleg szívóablak nélkül

Nyílt felszínű csatornák derékszögű könyöke

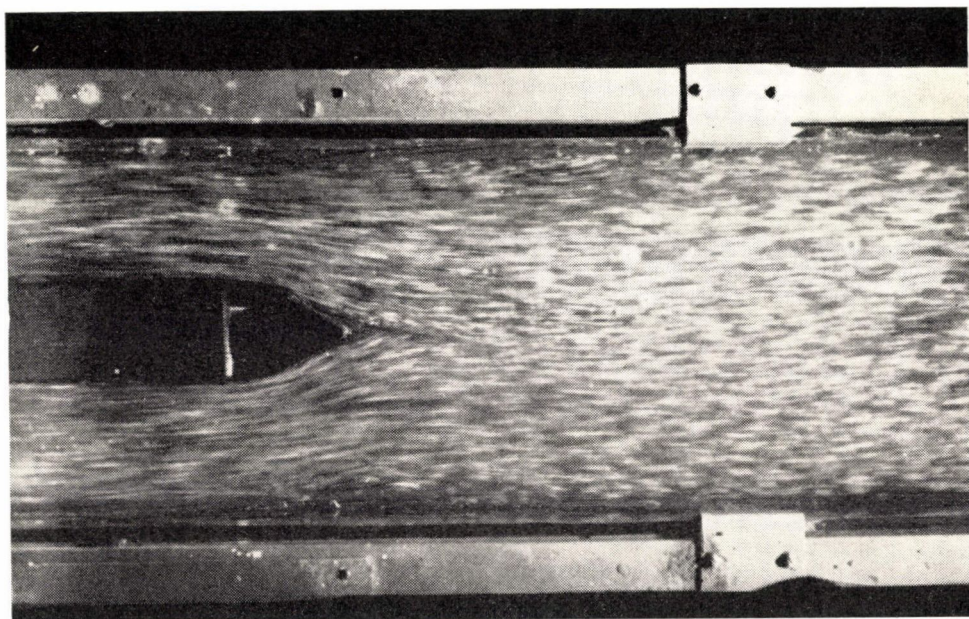
A nyílt felszínű csatorna derékszögű könyökének belső csúcsánál a vízszálak leválnak és kiterjedt örvénytér keletkezik, amely esésvesztéset és lerakódást idéz elő. *Egyetlen szívórésszel* előidézhető a szálaknak a falhoz tapadása (34. ábra).



34. ábra. Áramkép kialakulása nyílt felszínű csatorna derékszögű könyökénél szívórésszel és szívórész nélkül



35. ábra. Áramkép kialakulása pillér mellett szívóablak nélkül

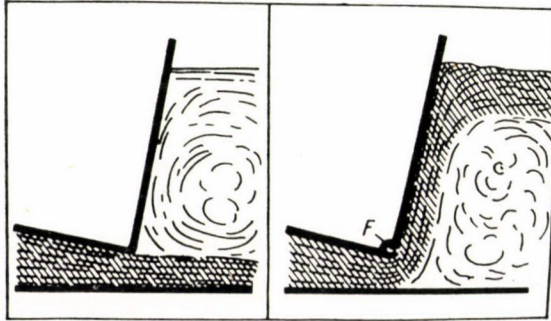


36. ábra. Áramkép kialakulása pillér mellett két szívóablakkal

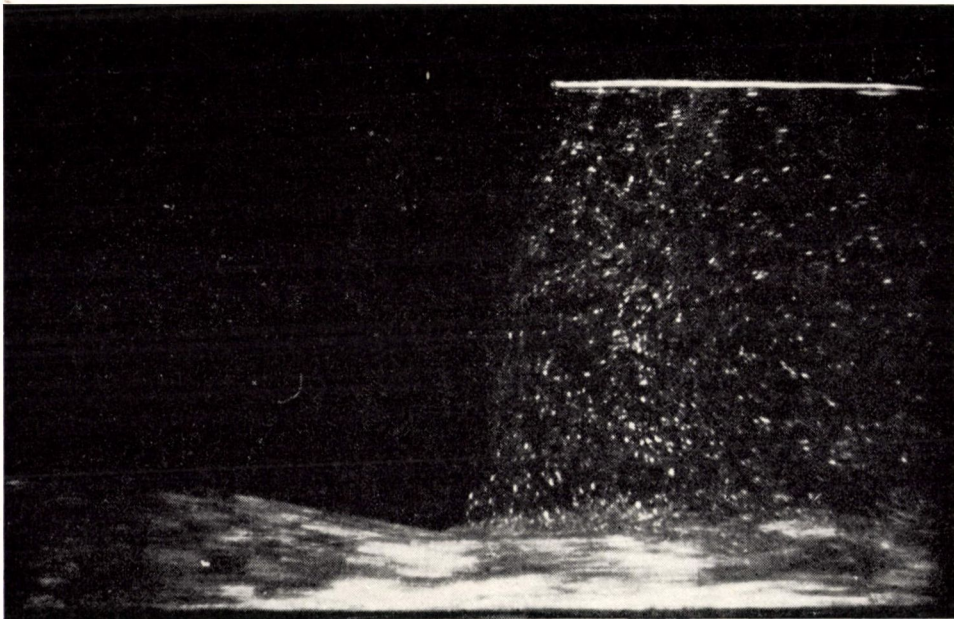
Vízszög eltérítése

Vegyük végül szemügyre a nyomás alatt működő csatornát, amely medencébe torkollik úgy, hogy a medence vízszintes fenéke folytatása a csatorna fenékvonalának (37. ábra).

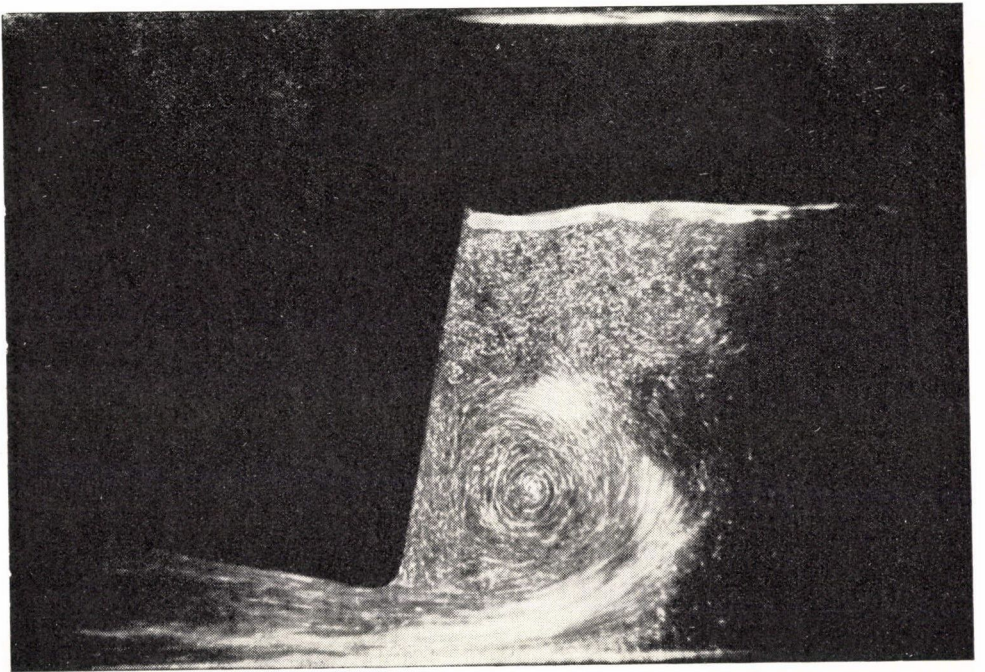
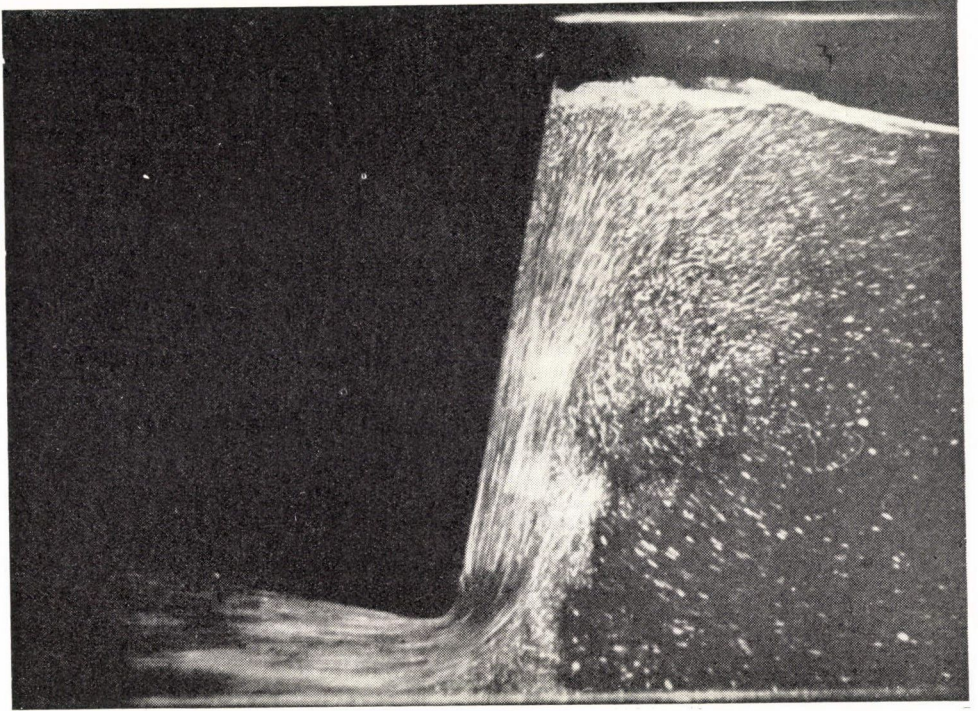
A víz alatti sugár természetes körülmények között a fenékhez tapadva marad, fölötte pedig örvénylő tér keletkezik, amely elválasztja a vízfel-színtől (38. ábra).



37. ábra. Áramkép kialakulása medencébe torkoló csatornánál szívórés nélkül és szívóréssel



38. ábra. Áramkép kialakulása medencébe torkoló csatornánál szívórés nélkül



Alkalmasan elhelyezett *szívóréssel* eltéríthető a vízszög, amely a csatornából való távozáskor így az oldalfalhoz tapadva felfelé áramlik, majd szétterül a szabad felszínen (39. ábra).

A 40. ábrán látható az átmeneti állapot örvénye, amely akkor keletkezik, ha a szívórésszel megszüntetjük a szívást, a vízszög elhagyja a majdnem függőleges útját és lesüllyed a csatorna fenekéhez.

ÖSSZEFOGLALÁS

A néhány példa, amelyet bemutattunk, meggyőzött bennünket arról, hogy a leválások eltüntethetők a határreteg megszívásával, s arról is, hogy ez a módszer széles körben alkalmazható.

Számos megoldás gazdaságos (duzzasztógáták, vízkivételi művek esetében), mások csak egészen kivételes esetekben válhatnak azzá.

Mindenesetre igen kiterjedt és bizonyára termékeny alkalmazási terület nyílik ezeknek az eljárásoknak a használatára a nagy vízépítési műtárgyak létesítésénél.

←

39. ábra. Áramkép kialakulása medencébe torkolló csatornánál szívóréssel
40. ábra. Áramkép átmeneti állapotnál, medencébe torkolló csatornánál