

## Fából való hidfők különleges szerkezete.

Irta: g. *Kayser Sándor* kir. főerdész, erdőmérnök.

**A**z erdei munkák és különösen az erdei építkezések, műtárgyak célszerű létesítésének alapföltételei: a szerkezetet jellemző legmesszebb menő egyszerűség és a lehetőleg helyben rendelkezésre álló legolcsóbb, de mindazonáltal a műszaki czélnak megfelelő anyag.

Ehhez képest műszaki és gazdasági szempontból csak az olyan tervek mondhatók „életképesek”-nek, amelyek megszerkesztésénél a most jelzett alapföltételek gondos figyelemben részesültek.

Közismert dolog, hogy kivált az erdei szállítási eszközök építésénél a főszerepet rendszerint a rendelkezésre álló költségek játsszák. Ezekről függ első sorban, vajjon a tervezett építés egyáltalában kivitelre juthat-e vagy sem. Akárhányszor megesik, hogy egyébként jól megszerkesztett építési tervek, daczára megvalósításuk sürgősségének, nem kerülhetnek kivitelre, mert a rendelkezésre álló anyagi eszközök nem elegendők. A rendelkezésre álló eszközöket azonban elégtelen voltuk miatt egyáltalán fel nem használni, megint csak elhibázott dolog volna. Ilyen esetben természetesen nem marad más hátra, mint a tervnek olyképpen módosítása, mely az eredeti rendeltetés megváltoztatása nélkül a szükségesnek mutakozó tetemes költségmegtakarítást eredményezi.

A következőkben igyekszem utmutatás és tájékoztatás céljából az ilyenfajta feladatok egyikének megoldását ismertetni, úgy vélvén, hogy ezáltal némileg hasznára lehetek szaktársaimnak, annyival is inkább, mert az alább leirt építmények az életben rendeltetésüknek teljesen megfeleltek.

Az erdőtől való kifuvarozás gyakran előforduló akadályait patakok, mélyen beárkolt vízjárások és szakadékok képezik, amelyek a fának rendeltetési helyére való szállítását a legrövidebb irányban a terepalakulás következtében lehetetlenné teszik.

Nem szenved kétséget, hogy egy ily többé-kevésbé ideiglenes hid, melynek szerkezete kell hogy a lehető legegyszerűbb legyen, kivétel nélkül fából fog készülni, mert daczára annak, hogy a vas alkalmazása mellett igen nyomós okok szólnak, mindíg döntő befolyással fog birni a gazdasági haszon, t. i. az a körül-

mény, hogy a fa a számbavehető valamennyi építési anyag közt ily esetben a legolcsóbb, mert eltekintve kis fajsúlyától, rendszeren nagyobb mennyiségben található az építési helyhez közel és a munka azonnal kivihető, állván a megmunkálásra szükséges és azt értő munkaerő (erdei munkások) mindenütt helyben rendelkezésre. Ez utóbbi körülmények alig megbecsülhető előnyt nyújtanak más építőanyagokkal szemben.

Ha a viszonyok, melyek között valamely patak felett 10 *m*-ig való szabad nyílással fahid építendő, rendesek, úgy a kivitel semmi különös nehézségbe nem ütközik. Azonban rendes viszonyok mindenekelőtt csak akkor forognak fenn, ha a jó alapozás lehetséges, különösen ami a hidfőket illeti, minek utána a meder a hid alatt változatlanul megtartható. Csakhogy a viszonyok kedvezőtlen voltánál fogva ritka esetben oldható meg a feladat nehézségek nélkül. Rendszerint már a hidtervezés előmunkálatainak végzése alkalmával kétségtelenül kiderül, hogy a partok nem elég szilárdak és különben sem alkalmasak arra, hogy a hidat — ha az mindjárt időleges is — minden hidfő mellőzésével megépíthetjük, hanem okvetlenül szükséges mind a két part oldalán erős hidfőket alkalmazni. Ezek a hidfők vannak első sorban hivatva arra, hogy az egész hid állékonyosságát és szilárdságát biztosítsák. Ezért alapozásuk és egész szerkezetük a legnagyobb gonddal eszközlendő, nehogy — különösen árvíz idején, amikor éppen a legnagyobb szükség van a hidra — a rohamosan zugó áram áldozatává essék a hid. Nem ritka eset, hogy az áthidalandó meder aránylag csekély mélységben nagyobb kiterjedésben sziklás vagy azon vízszintesen elfekvő, esetleg csekély lejtésű sziklarétegek kerülnek el, melyek a rendszeren használt hidfő és szárnyfalak czölöpeinek beverését lehetetlenné teszik; és ha mindehhez az is járul, hogy kőszekrényes hidfőket nem alkalmazhatunk, eltekintve azok általános hátrányaitól, mert a meder szélességét nem szűkíthetjük s mert azonfelül az alámosás, illetve elmosás veszélyének is ki vannak téve, és ha egyéb költségesebb szerkezetek is ki vannak zárva, akkor kénytelenek leszünk a fahidfők építésénél különleges szerkezeteket és alapozási módokat megkísérlni. Minthogy az általam a most említett esetben alkalmazott különleges szerkezet, illetve alapozási mód az idők folyamán teljesen bevált, míg a

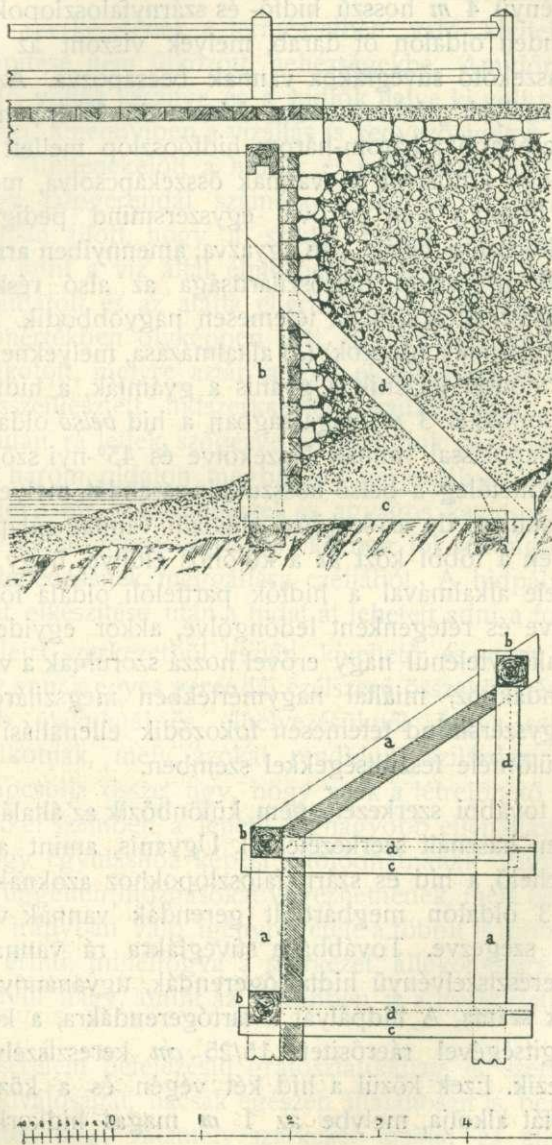


közelben levő más szerkezetű fahidakat az árviz elsodorta, úgy a következőkben közlöm annak leírását.

Az építendő 4 *m* széles hid helye az átlag 6 *m* széles patakon át adva volt és főképpen a szomszédos nagyobb értékkel bíró gazdasági telkek miatt nem volt eltolható vagy másutt választható. A patak medre, mely széles völgy közepette vette folyását, annyiban normálisnak mutatkozott, amennyiben az építési helyen egyenes volt, a víz tehát, mely különben sem szolgált semmiféle szállításra, akadálytalanul lefolyhatott. E körülmény alapján és a vízszin különféle állásainak ismerete után a hid szabad nyílása 6 *m*-ben, a magassága pedig a partokat és egyéb körülményeket tekintetbe véve, 4 *m*-ben lett megállapítva, mely magasság mellett az esetleges árviz a velesodort ágakkal és fadarabokkal együtt még szabadon lefolyhatott. A szárnyfalak hossza 4 *m*-rel, hajlási szögük a hidfőkhöz 40°-kal állapított meg és pedig azért ily tompa szög alatt, mert a hidpályát magasabbra kellett tervezni a partoknál. A legcsekélyebb vizállás mellett eszközölt talajvizsgálódások alapján (próbaásatások) a mederfenék és partok talajának minőségét illetőleg kétségtelenül megállapított, hogy a 30—50 *cm* vastag kavics- és agyagréteg előtt hatalmas, csekély lejtésű sziklaréteg van, melyre a hidfőket a szárnyfalakkal együtt alapozni kellett.

Tudjuk, hogy a hidfők szilárdsága több irányban van igénybe véve, amennyiben elsősorban a saját és a hid sulyát, a rajta szállított teherrel együtt kell kibírniok, másodsorban azon tetemes nyomásnak ellenállniok, mely főképpen akkor nyilvánul, ha a hidfők nagyobb magasságuk folytán, azok mögött nagyobb mennyiségű földtömeg van feltöltve és harmadsorban lévén a szárnyfalakkal szoros szerkezeti összefüggésben, az azokra ható nyomás egyrészét szintén felfogják, mely nyomás különösen árviz idején nagyobb mérvű. Mindezen erők a hidfő szerkezetét, különösen czölöpeit megingatni, egyes részeit eltolni, fakötéseit lazítani, nemkülönben végső eredményben azt összességében felfordítani, feldönteni igyekszik. Ezen veszélynek alaposan ellenállani vagy azt kikerülni annál nehezebb és komplikáltabb dolog, minél inkább meg vagyunk fosztva annak a lehetőségétől — mint jelen esetben is — hogy a hidfő és a hozzátartozó szárnyfalak

czölőpeit a talajba biztosan beverhessük. Minthogy pedig a kőszekrényes szerkezetek alkalmazása, mint már fennebb említve volt, szintén ki volt zárva, úgy a következő szerkezet (mely a 65. ábrában be van mutatva) talált alkalmazást.



65. ábra. Czölöpök nélküli hídfő metszete és alaprajza.



A hidfők mindkét oldalon szárnyfalaikkal együtt trapezt alkotó négy  $40/40$  *cm* keresztmetszvényű talpgerendán (*a*) nyugszanak, amelyek egymással rovásos sarok-rálapolással vannak összekötve. Ezen talpgerendákba merőlegesen be vannak csapozva a  $35/35$  *cm* keresztmetszvényű  $4$  *m* hosszú hidfő- és szárnyfaloszlopok (*b*), jelen esetben minden oldalon öt darab, melyek viszont az őket felső végükön összekötő süvegfákba vannak becsapozva. Azok a talpgerendák, amelyek párhuzamosan fekszenek, főképpen fekvésök biztosítása céljából a három-három hidfőoszlop mellett  $30/30$  *cm* vastag egy-egy kötőfával (*c*) vannak összekapcsolva, mely a talpgerendára fogasan van ráróva, egyszersmind pedig oldalvást minden hidfőoszlop beléje van ágyazva, amennyiben arra is rá van róva, miáltal az oszlop nyírószilárdsága az alsó részben, nemkülönben egész állékonysága tetemesen nagyobbodik. Mindehhez járul még a gyámfák (duczok) (*d*) alkalmazása, melyeknek bekötése különleges módon történik. Ugyanis a gyámfák, a hidfő, illetőleg szárnyfaloszlopokkal  $3$  *m* magasságban a hid *belső* oldalán fecskefarkalaku rálapolással vannak összekötve és  $45^\circ$ -nyi szög alatt érik a kötőfákat, illetőleg a *belső* hosszú talpgerendát, melyekre szintén fecskefarkalakulag, de azok *külső* oldalain vannak rálapolva. Ezen elrendezésnek a többi közt az a különös előnye, hogy amikor az építés kivitele alkalmával a hidfők partfelőli oldala földanyaggal fel lesz töltve és rétegenként ledöngölve, akkor egyidejűleg ezen gyámfák önkénytelenül nagy erővel hozzá szorulnak a velük összekötött gerendákhoz, miáltal nagymértékben megszilárdul a szerkezet, de egyszersmind tetemesen fokozódik ellenállási képessége a fellépő különféle feszültségekkel szemben.

A hid további szerkezete nem különbözik az általában ismert, ily esetekben használt szerkezetektől. Ugyanis, amint a mellékelt rajzból kivehető, a hid és szárnyfaloszlopokhoz azoknak partfelőli oldalukon  $3$  oldalon megbárdolt gerendák vannak vízszintesen egymásfölé szegezve. Továbbá a süvegfákra rá vannak róva a  $24/34$  *cm* keresztmetszvényű hidtartógerendák, ugyanannyi, amennyi az oszlopok száma. A hidpályát a tartógerendákra, a két szegélygerenda segítségével ráerősített  $15/25$  *cm* keresztmetszvényű hidpallók képezik. Ezek közül a hid két végén és a közepén levő, a korláttalpát alkotja, melybe az  $1$  *m* magas hidkorlátozószlopok

és az azokat gyámolító korlátduczok vannak becsapozva. Végre a közbenső és a hidon túl a szárnyfalak végén lévő végső korlátoszlopok közt vannak a 10/10 *cm* vastag négyélű gerendákból alkotott korlátkarfák és hevederek csapos kötéssel elhelyezve.

A hid szerkezetének a természetben való kivitele és egyáltalában építése nem ütközött nehézségekbe. Amidőn az építőanyagok elő voltak készítve és a hidfők helye ki volt tűzve, hozzá lehetett fogni, amennyiben a vízállás is kedvező volt, a földmunkák kiviteléhez. Mindenekelőtt a hidfők és szárnyfalak említett, trapez alakotó négy talpgerendái számára kellett az alapozást végezni, mely annyiban állott, hogy a sziklát borító 30—50 *cm* vastag kavicsréteg, mint a víz által elmosható, egyáltalában nem alkalmas talaj eltávolított és az alatta elterülő szikla felülete a szükséges helyen és mértékben olyképpen lett egyengetve, hogy vízszintes felületet alkotott, melyre aztán a már előbb megácsolt és próbaképpen összeillesztett hidszerkezetet akadálytalanul fel lehetett állítani. Ezután rá lettek szögezve az oszlopok partfelőli oldalukra az említett három oldalon megbárdolt gerendák és egyidejűleg a mögöttük levő tér kötőrmelékkal és agyagos kavicscsal rétegesen feltöltve a kellő magasságra és közben jól ledöngölve, annak utólagos ülepedésének meggátlása céljából. A hidpálya lerakása és hidkorlát elkészítése után a hidat át lehetett adni a forgalomnak.

A most leirt szerkezetből tisztán kivehető és nem fér kétség hozzá, hogy annak egyes gerendái czélszerű összeköttetésüknél, legalkalmasabb alakuknál és elhelyezésüknél fogva szilárd szögrendszert alkotnak, mely azokat rendkívül szilárdan összefüggő egészszé kapcsolja össze, úgy, hogy azok a létrejöhethő nagymérvű feszültségekkel szemben a lehető legnagyobb ellenállást kifejthetik anélkül, hogy egymáshoz képest eltolódhatnának vagy egyáltalán egymástól független mozgásokat végezhetnének, mert bármelyiknek akármilyen irányban való igénybevétele a többit is többé-kevésbé egyformán érinti, minélfogva a szerkezet állékonysága és szilárdsága rendkívül nagy, amint azt különben is a gyakorlati tapasztalat beigazolta.

Megkisérelem befejezésül grafosztatikailag is szerkezetemnek felemlített kiválóságát, ha csak egészen általánosan is, bebizonyítani.

Ismeretes, hogy valamely szerkezet alakját és alkatrészeinek



elrendezését a különféle támadó erők hatása alatt csak akkor tartja meg állandóan és teljes biztonsággal, ha a szerkezetet támadó, vagyis külső erők az általuk előidézett ellenálló, vagyis belső erőkkel (feszültségekkel) teljesen egyensúlyban vannak. Az erők ezen egyensúlya tudvalevőleg grafosztatikailag akkor áll elő, ha az egy síkban működő erőkkel alkotott erőpolygon zárva van.

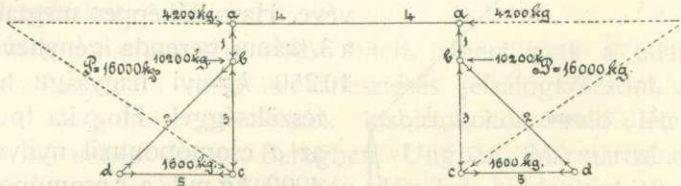
E célból határozzuk meg mindenekelőtt a külső erőket és egyúttal azoknak nagyságát, irányát és támadási pontjukat. A külső erőkhez tartozik első sorban a szerkezet saját súlya. Jelen esetben az összes hidalkatrészek tömege kerek  $46 m^3$ , ezt megszorozván a szárazfa átlag fajsúlyával, azaz  $0.7$ -del, kapjuk a hid teljes súlyát, vagyis  $32$  ezer  $kg$ -ot  $= 32.2$  tonna. Azonban ebből csak mintegy  $7200 kg$  (a süvegfákon fölötti rész) képezi azt a súlyt, mely a hidfőszerkezetre nyomást gyakorol, vagyis  $24 m^2$  területű hidpallózat mellett  $m^2$ -kint  $300 kg$ . Ha ehhez hozzáadjuk a szintén külső erőt képező mozgó terhelést, mely tapasztalati adatok szerint ily fajta hidaknál  $m^2$ -kint  $300 kg$ -ra tehető, úgy tudjuk, hogy kerek  $14.000 kg$ -nyi (minden oldalon  $7000 kg$ ) erő veszi igénybe fölülről támadva a hidszerkezet tartógerendáit hajlító, illetőleg közvetve a többi alkatrészeket összenyomó szilárdságra. Mint idegen teher, tehát szintén külső erő hat továbbá a hidfőoszlopok mögött feltöltött földtömeg súlya. Ez minden oldalon háromoldalú prizma, melynek köbtartalma kereken számítva  $50 m^3$ , súlya pedig (szorozva a kavicsos agyagföldnek fajsúlyával,  $1.5$ -del)  $75.000 kg$  egy-egy oldalon. Ezen súlyból azonban a surlódás és adhaezió következtében legfeljebb egyharmad rész, azaz  $25.000 kg$  gyakorol oldalnyomást a hidfőkre, a többi  $50.000 kg$  fenéknymásra esik és így közvetve hozzájárul ezen specziális hidfőszerkezet állékonyosságának biztosításához.

Hátra van még az árvíz melletti víznyomás okozta külső erő hatása. Minthogy jelen esetben a megfigyelt legnagyobb vizállás  $2 m$ , úgy az egy-egy szárnyfalon jelentkező nyomás, a hydroztatika törvényei szerint,  $2500 kg$  hozzáadva  $100\%$ -ot, a sebes folyású víz lökő- (sodró) ereje fejében, tehát összesen  $5000 kg$ . Az összes külső erő tehát, mely a szerkezetre hat, egy-egy oldalon  $7000 + 25000 + 5000 = 37000 kg$ . Ha e három, most már ismert erőből grafosztatikailag megszerkesztjük az eredőt, úgy arra

az eredményre jutunk, hogy mindegyik hídfőre kerek  $25600\text{ kg}$ -nyi erő gyakorol oldalnyomást, mely annak szerkezetét megingatni, egyes részeit eltolni, fakötéseit lazítani, nemkülönbön végső eredményben azt összességében felfordítani, feldönteni igyekszik.

Ezen erő nagyságából egyszersmind kiviláglik, hogy a hid saját és mozgó súlyából eredő, nemkülönbön a hidrosztatikai nyomás, aránylag csak igen kis mértékben növeli a földtömeg sulya által előidézett oldalnyomást, amint az különben ezen erők támadási pontjához, irányához és nagyságához képest természetes.

Ismervén tehát pontosan a támadó erőt, meghatározhatjuk egyszersmind azon relativ szilárd pontoknak visszhatásait, melyek a szerkezetet gyámolítják, melyeknek ismerete után egyidejűleg kipuhatolhatjuk grafikai uton a szerkezet egyes részeinek mikép-



66. ábra. A czölöpnélküli hidra ható erők vázlatja.

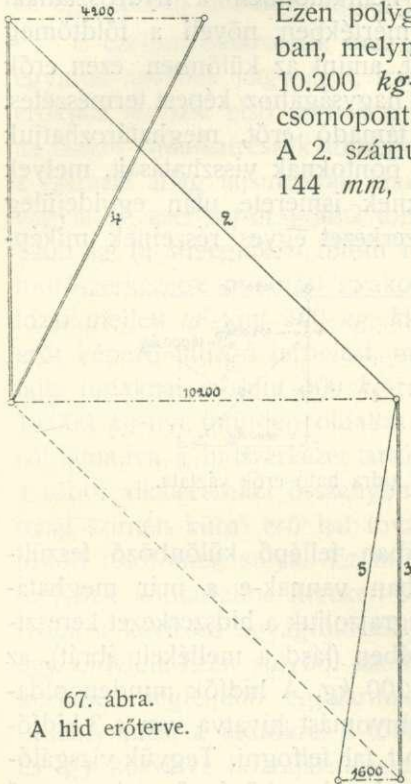
peni igénybevételét, azaz az azokban fellépő különböző feszültségeket és vajjon azok egyensulyban vannak-e a már meghatározott külső erővel. E czélból megrajzoljuk a hidszerkezet keresztmetszetének vázlatát  $1:200$  mérczében (lásd a mellékelt ábrát), az erőmérték pedig legyen  $1\text{ mm} = 200\text{ kg}$ . A hídfők minden oldalán nyilvánuló  $25600\text{ kg}$ -nyi oldalnyomást hivatva van a 3 hídfőoszlop, illetve az általuk támogatott fal felfogni. Tegyük vizsgálódásunk tárgyává a  $25600\text{ kg}$ -nyi sulynak a középső oszlopra eső részét, amely az említett földprizma tömegének elosztása következtében a legnagyobb, vagyis mintegy  $16000\text{ kg}$ -ot tesz ki.

Az illető hidoszlop három ponton (lásd a 66. ábrát) van gyámolítva, t. i. az  $a$ ,  $b$  (illetve  $d$ ) és  $c$  ugynevezett csomópontoknál. A szilárdságtan alapelveinek alkalmazása mellett könnyen kiszámíthatjuk, hogy a  $16.000\text{ kg}$  megterhelésnél az említett három relative szilárdpont visszhatásai a következők: ugyanis

$$a = 4200\text{ kg}, b = 10200\text{ kg}, c = 1600\text{ kg}, \text{összesen } 16000\text{ kg}.$$



Ezekután most már hozzáfoghatunk a szükséges erőterv (lásd a 67-ik ábrát) megszerkesztéséhez. Evégből nézzük először is a legnagyobb mérvben igénybe vett  $b$  csomópontnál véghezmenő erőelosztást. A  $10.200\text{ kg}$ -nyi erő felbontása által az 1 és 2 irányba zárt erőháromszög vagy általában erőpolygon származik.



67. ábra.  
A hid erőterve.

Ezen polygon szerint az 1. számú gerendában, melynek grafikai hossza  $102\text{ mm}$ , tehát  $10.200\text{ kg}$ -nyi hajlítási (az irány nyila a csomópont felé mutat) feszültség keletkezik.

A 2. számú gerenda grafikai hossza pedig  $144\text{ mm}$ , vagyis  $144.00\text{ kg}$ -nyi húzási (az irány nyila a csomóponttól elmutat) feszültség által van igénybevéve.

Hasonlóképpen megtaláljuk a 3. számú gerenda igénybevételét  $10.250\text{ kg}$ -nyi nagyságú hajlító feszültséggel. Hogyha továbbá az  $a$  csomópontnál nyilvánuló  $4200\text{ kg}$ -nyi, a  $c$  csomópontnál pedig  $1600\text{ kg}$ -nyi erőt ugyanily uton felbontjuk, úgy a grafikai eredmény mutatja, hogy a 4. számú gerenda fele  $11.450\text{ kg}$ -nyi nyomási, az 5. számú gerenda pedig  $10.250\text{ kg}$ -nyi húzási feszültséggel van igénybevéve. Ugyanezeket az adatokat kapjuk az átellenben lévő hidfő

ezen szerkezet részére nézve is, lévén a két rész teljesen azonos.

Amint az így keletkezett erőtervből tisztán kivehető, az egy síkban működő erőkkal alkotott polygonok mind zártak, mely körülmény kétségtelenül bizonyítja, hogy a külső erők teljes egyensúlyban vannak az általuk előidézett belső erőkkel és így a szerkezet alakját és alkatrészeinek elrendezését az erők legnagyobb hatása alatt is, állandóan és teljes biztonsággal meg fogja tarthatni.

