

Dr. Lukács László¹

A FAROBBANTÁS SZABÁLYAINAK ÉS MÓDSZEREINEK FEJLŐDÉSE A HONI KATONAI ROBBANTÁSTECHNIKÁBAN²

BEVEZETÉS

A fa, mint építőanyag, a katonai gyakorlat szerves részét képezte évszázadokon át. Ebből következően, a fából készült építmények (különös tekintettel a hidak) rombolása, fontos szerepet foglalt el a katonai robbantástechnikában. De az élő fák kidöntése torlaszképzés céljából szintén jelentős harcászati feladat volt, és ennek nagy mennyiségben, váratlanul, rövid idő alatt történő végrehajtása az akadályképzésen kívül, az ellenség meglepésében, előre nyomulásának feltartóztatásában is jelentős szerepet játszott. A robbanóanyagok megfelelő alkalmazásával lehetett egyedül végrehajtani ezt a feladatot. És végezetül: a már kivágott fák után megmaradt tuskók akadályai voltak úgy a gépjárművekkel történő mozgásnak, mint akár egy építési tevékenységnek. Ma már, az egyre modernebb és nagyobb teljesítményű földmunkagépekkel rutin műveletté vált ez, a korábban bizony nagy jelentőségű műszaki feladat³, de visszagondolva csak az elmúlt néhány évtized távlatába, bizony számtalan esetben kellett a robbanóanyag nyújtotta lehetőségekhez nyúlni úgy a civil, mint a katonai gyakorlatban a tuskók tömeges méretű eltávolításához.

A cikk alapjául az egyes korok robbantási szabályzatainak, farobbantással foglalkozó részei szolgáltak, melyeket feladat centrikusan próbálok összefoglalni, bemutatva azok fejlődését, változását is. A tanulmány végén néhány javaslatot is megfogalmazok, a farobbantási feladatok, mai körülmények közötti végrehajtásának lehetőségeivel kapcsolatban.

Az irodalomjegyzék anyagai közül, az alábbi szabályzatok, utasítások adták a fejlődéstörténeti áttekintés vázát:

- Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához, 1899. (a továbbiakban Vezérfonal);
- E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utásai számára, 1902.;
- Schaffer Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve, Pallas Rt., Budapest, 1903. (a továbbiakban Kézikönyv);
- E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I-II. rész + Mellékletek, 1928-1929. (a továbbiakban Műszaki oktatás);
- Robbantási segédlet, 1950.;
- E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás, 1950.;
- Robbantások, Honvédelmi Minisztérium, 1953.;
- Mú/2. Robbantási utasítás, 1965.;
- Mú/213. Robbantási utasítás, 1971.

¹ A hadtudomány kandidátusa, nyugalmazott egyetemi tanár.

² Bírálta: Dr. Kovács Zoltán okl. mk. alezredes, egyetemi docens, NKE HHK.

³ Elég, ha csak a Kézikönyvben (1903) részletesen bemutatott (286. oldal), a margitszigeti Nagyszálló alapozási munkái során talált nagyméretű tuskók kirobbantására utalunk, melyet a „cs. kir. műszaki ezred” budai zászlóalja végzett el.

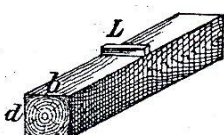
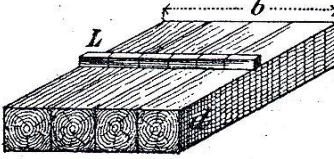
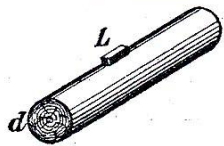
A dolgozatban az egyes fogalmak és anyagok nevei többféle formában, és helyesírással szerepelnek. Ennek oka az, hogy a különböző szakirodalmakban így jelentek meg, ezért – a történeti hűség okán – nem alkalmaztam a ma elfogadott megnevezéseket.⁴

FA SZERKEZETI ELEMEL ROBBANTÁSA

Az 1899-es Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához (a továbbiakban Vezérfonal) (1) a fa szerkezeti elemek robbantását az 1. számú táblázat szerint tárgyalta (az alkalmazott robbanóanyag ekrazit).

1. számú táblázat

A gerendák, gerendafalak és gömbölyű fák robbantó-módjainak összeállítása (1)

Akna- telepítés	A f a		M a g y a r á z ó á b r a	A töltet képlete	M a g y a r á z a t	A töltet összeállítása és elhelyezése
	alakja	neme				
Szabadon felfektetett töltetek	gerenda	puha		$L=0.05bd^2$	L grammokban b és d centiméterekben. Ha $b < d$, akkor a képletben $b=d$ teendő. Ha puha fánál a számítás szerint $L < \text{mint } 0.5 \text{ kgr.}$ és kemény fánál $L < \text{mint } 1 \text{ kgr.}$, akkor töltetük első esetben $L=0.5 \text{ kgr.}$, utóbbiban pedig $L=1.0 \text{ kgr.}$ veendő.	Körülbelül \square keresztmetszetűvé átalakítva. A hosszúság körülbelül = legyen a fa átmérőjével. A töltet hosszirányával a fa hosszirányába fektetendő.
		kemény		$L=0.1bd^2$		
	gerendafal	puha		$L=0.05bd^2$		
		kemény		$L=0.1bd^2$		
	gömbölyű fa	puha		$L=0.05bd^3$		
		kemény		$L=0.1d^3$		

A szöveges részben kiegészítésként olvasható, hogy „ha lehet, a töltetek homokkal megrakott zsákokkal, gyeptarabokkal befedendők; a robbanás hatását mindez fokozza” (196. old.).

Az 1903-as, A gyakorlati robbantó technika kézikönyve (13) (a továbbiakban Kézikönyv) a fentieknek megfelelő szabályokat fogalmazza meg a fa szerkezeti elemek, szabadon felfektetett töltetekkel való robbantására, csak a képletben alkalmazott betűjelzések változtak:

- keményfa esetén: $T = \alpha * s * m^2$ [1]
- puhafa esetén: $T = \beta * s * m^2$, [2]

ahol T - a „dynamittöltés” értéke grammokban;
 α és β - a fa szilárdságától függő tényező (0,1 illetve 0.05 az értéke);
s - a gerenda szélessége cm-ben;
m - a gerenda magassága cm-ben.

A gerenda szélességének minden esetben azon felület szélességét kellett tekinteni, melyre a „töltést” ráhelyezték.

⁴ Ahol ezt (a könnyebb érthetőség kedvéért) szükségesnek éreztem, ott lábjegyzetben utalok a ma ismert megnevezésre.

A képletben foglaltak abban az esetben igazak, ha /s/ értéke nem kisebb /m/-nél. Ha $s < m$, akkor az alábbi képletek alkalmazandók:

- keményfa esetén: $T = 0.1 * m^3$ [3]
- puhafa esetén: $T = 0.05 * m^3$. [4]

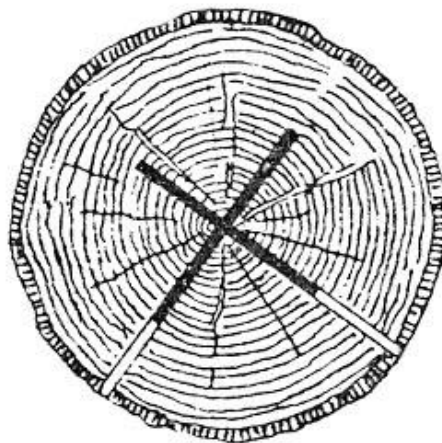
Gömbfa robbantása esetén is érvényesek a képletek előírásai, csak ebben az esetben $s = m$ -mel. A fojtás alkalmazásának előnyeit ez a Kézikönyv is kiemelte, a Vezérfonalhoz hasonlóan.

Előrelépést jelentett a Kézikönyvben a fák fűrt lyukban elhelyezett, belső töltetekkel való robbantása. Példaként említi, hogy „Trauzl Izidor mérnök, tartalékos műszaki százados, hadászati szempontból igen fontosnak tartja, a dynamittal való fadöntést”.(281. oldal.)

A hadsereg fadöntésnél szerzett gyakorlati tapasztalatai alapján az alábbi eljárást ajánlja:

- 0,25-0,5 m faátmérő esetén, 4 cm-es amerikai csavarfűróval, sugárirányban kell a fát megfűrni vastagságának 2/3-áig, és a lyuk 1/3-át kell „dynamittal” feltölteni, a többi részt fűrészporral vagy földdel fojtva;
- 0.5-0.65 m faátmérő esetén, a fűrást a vastagság 3/4-éig végezzük, és a lyukat a feléig töltjük robbanóanyaggal;
- a 0.65 m-nél nagyobb átmérőjű fák esetén két, egymást keresztező lyukat fűrünk, melyeket az előbb említett módon töltünk robbanóanyaggal, de gyutacsot csak az egyik lyukba kell tenni (1.számú ábra); „a robbantás majdnem simára letöri a fatörzset”. (282. oldal.)

A Kézikönyv kiemeli, hogy „a robbantások következtében a fák azon irányban dőlnek el, amerre természetes hajlásuk van; nem lehet tehát arra dönteni, amerre akarjuk, bármiként fűrjük is a lyukakat.” (282. old.)



1. számú ábra: Vastag fák fűrtlyukas robbantása (13)

A fák fűrtlyukas robbantásához, a fenti módszerhez ajánlja a Kézikönyv az alábbi képletet:

$$T = 0.0003 * a^2, \quad [5]$$

ahol: T - a töltés mennyisége kilogrammokban;
a - a fatörzs átmérője cm-ben.

A Kézikönyv ugyanakkor értelmetlennek tartja a fadöntés végrehajtását külső (szabadon felfektetett) összpontosított, vagy gyűrűs töltettel, tekintve, hogy a robbanóanyag felhasználás a nyolcszorosára növekszik, a belső töltethez képest.

Az 1928-as Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára 2. Füzet - Robbantások – I. rész (5) (a továbbiakban Műszaki oktatás) szerint „Fákat vagy faszerkezeteket háromféleképpen robbanthatunk:

- a) szabadon felfektetett töltetekkel,
- b) víz alatti közbehelyezett töltetekkel,
- c) fűrt lövésekkel.”(127. old.)

A szabadon felfektetett töltet nagyságát az alábbi képlet szerint számították:

$$T = 2 * sz * v \quad [6]$$

- ahol T - a töltet mennyisége grammokban;
sz - a keresztmetszet leghosszabb oldala cm-ben;
v - a fa átütendő vastagsága cm-ben.

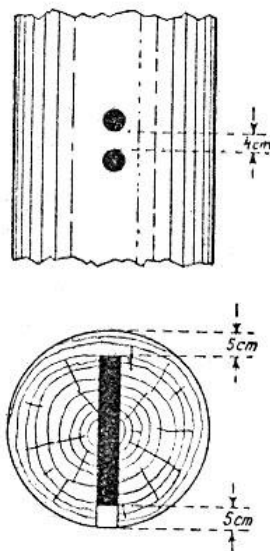
Gömbfák esetén $sz = v = d$, a keresztmetszet átmérőjével, így ebben az esetben:

$$T = 2 * d^2 \quad [7]$$

A Műszaki oktatás e képletei kemény, illetve nedves fák esetén adják meg az alkalmazandó ekrazit töltet mennyiségét. Száraz, puha fák esetén a kiszámított töltet tömegét a felére rendeli csökkenteni a szabályzat.

A robbanóanyaggal való takarékoság céljából (ha az előkészítésre fordítandó - megnövekedett- időszükséglet nem okoz gondot) alkalmazható a „fűrt lövésekkel való farobbantás”. A lyukakat 35 mm-es amerikai fűróval kell elkészíteni (65 cm mély lyuk fűrási ideje 15-20 perc). A készítendő furatok számát a gerenda (gömbfa) szélessége (átmérője) határozza meg: minden 35 cm szélességre 1 lyuk szükséges. A lyuk mélysége: az átrobantandó fa szerkezet vastagsága, mínusz 5 cm. Ezt követően a furatot addig töltjük robbanóanyag töltényekkel, hogy 5 cm maradjon ki fojtásnak. A 0.1 kg-os ekrazit robbantótöltényt alkalmazva, ez töltényenként 10 cm töltési hosszat jelentett (31.5 mm volt a töltény külső átmérője, így a 35 mm-es furat töltése nem okozott gondot).

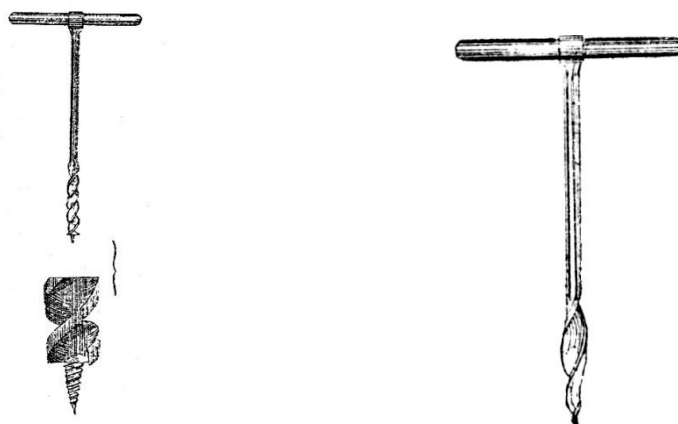
Több lyuk alkalmazása esetén a furatok egymástól való távolsága a fa tengelyvonalában 4 cm (2. sz. ábra).



2. számú ábra: Farobbantás fűrt lövésekkel (5)

A már többször említett amerikai fűró és az egyszerű csigafűró közötti különbséget a 3. számú ábra mutatja be. Hogy milyen jelentősége volt az adott korban egy ilyen, ma már egyszerűnek tekinthető segédeszköznek, azt mi sem bizonyítja jobban, hogy bevezetéséről az 1911. 10. 24-

én kelt, 99771/7. számú rendelet intézkedett⁵, kimondva, hogy a gyalogságnál minden honvéd gyalogezred részére 1 db 35 mm-es amerikai fűrő, a lovasságnál honvéd huszárezredenként 1 db 26 mm-es csigafűrő kerül rendszeresítésre, 10 év „szabványos viselési időtartammal”.






3. számú ábra: Amerikai csavarfűrő és csigafűrő (5)

1926-ban kiadásra került egy műszaki szabályzat, a nem műszaki alegységek részére is, Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára (tervezet) (4) címen (a továbbiakban Műszaki oktatás-nmúsz). Ebben a robbantási feladatok végzését a többi honvédségi alakulat részére, a rendszeresített kézigránátok felhasználásával rendelik el. Ezen belül a német „nyeles kézigránát” és az „L-18 M. (Goldmann- féle) kézigránát” robbantásokra való alkalmazását engedélyezi, míg az ún. „egyesített csapódógyújtós Goldmann-féle kézigránát” ilyen célú felhasználását (a fejnek a nyéltől való elválasztásának életveszélyes volta miatt) szigorúan megtiltja. A kézigránátok töltete 300-330 g „trotyl vagy dynamon” volt. „Hatás tekintetében kb. 5 db kézigránát-fej egy csomagban egyszerre robbantva megfelel 1 kg ekrazit hatásának.” (138. old.)

A szükséges kézigránátfejek számát a 2. számú táblázat szerint kellett meghatározni.

2. számú táblázat

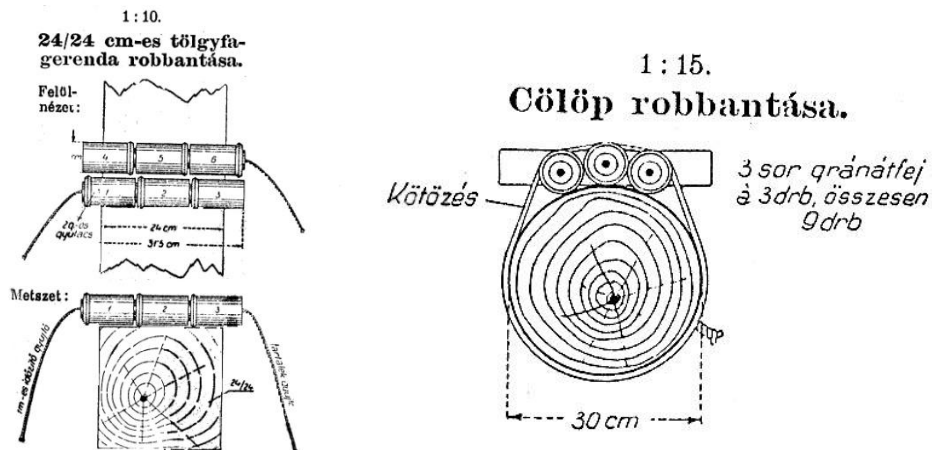
Fa robbantásához szükséges töltetek (4)

G er e n d a	3:4-hez lefaragva: keresztmetszete cm-ben	12/16	14/21	21/28	27/38	
	négyzetes keresztmetszet- tel, azaz a szélessége = vastagságával = cm:	14	17	24	31	
Gömbölyű szálfá (cölöp) átmérője cm-ben		14	17	24	31	
Töltet	ekrazit kg-ban	0·4	0·6	1·2	2·0	le- kerekítve
	kézigránát-fej dbb szám	2	3	6	10	

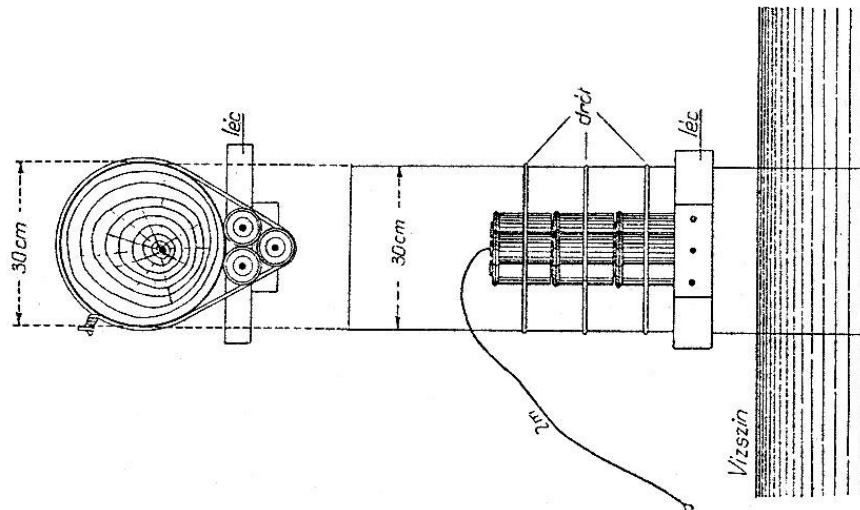
⁵ Műszaki felszereléshez új cikkek rendszeresítése.

A táblázati értékek „egészséges keményfára” vonatkoznak. Puha- vagy „öreg megviselt keményfa” esetén a meghatározott töltet felét kellett felhasználni. A szabályzathoz külön kiadott Ábrafüzet adott eligazítást a töltetek elkészítésére és felerősítésére vonatkozóan (4. 5. számú ábrák).

Az 1929-es híres „Schmoll-könyv”, a Haditechnikai ismeretek I. kötetében (14) a Műszaki oktatásban található módszereket és képleteket adja meg. Újdonság viszont, hogy bár a „fűrt lövésekkel” végrehajtandó farobbantást a Műszaki oktatás szerint tárgyalja, a fűrtlyukas fadöntésnél a [7] képlet szerint számított robbanóanyag mennyiség tizedét veszi, melyet 2/3 favastagságnyi mélységű furatba helyez.



4. számú ábra: 24/24 cm-es tölgyfagerenda és cölöp robbantása (14)



5. számú ábra: Cölöp robbantása közvetlen a víz felett (14)

Az 1950-es Robbantási segédlet (7) szerint „élőfát, oszlopot, cölöpöt, harckocsi akasztót és gerendát, rendszerint külső töltettel robbantunk. Fűrt lyukban elhelyezett belső töltetet ritkábban alkalmazunk. A külső töltet nagysága ... függ a robbanóanyag hatóerejétől, a fa fajtájától és nedvességétől, valamint a robbantandó elem átütendő vastagságától.” (103. old.)

A külső töltet számítása:

- 40 cm-nél kisebb átmérőjű, közepesen kemény, száraz fa (fenyő, jegenyefenyő), közepes hatóerejű robbanóanyaggal való robbantása esetén, a töltet tömegét (grammokban) az átmérő cm-ekben mért értékének négyzete adja;

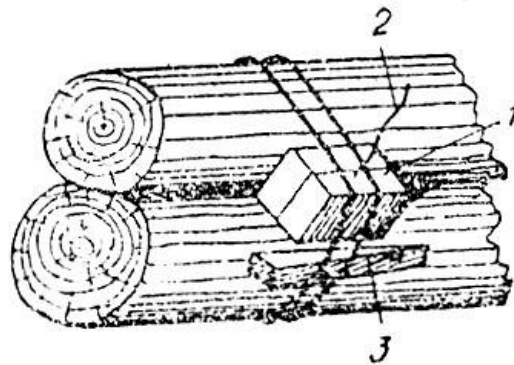
- száraz keményfa (tölgy, juhar, bükk, nyír), minden nyers (lábon álló) fa, valamint 40 cm-nél nagyobb átmérőjű fák esetén a fentiek szerint kiszámított robbanóanyag mennyiség másfél-kétszeresét kell felhasználni;
- alacsony hatóerejű robbanóanyag alkalmazása esetén, a számított töltet kétszeres tömegét kell felhasználni.

Ikertartók robbantásánál a vastagabb fa átmérője alapján számított robbanóanyag mennyiséggel hajtandó végre a robbantás (6. sz. ábra).

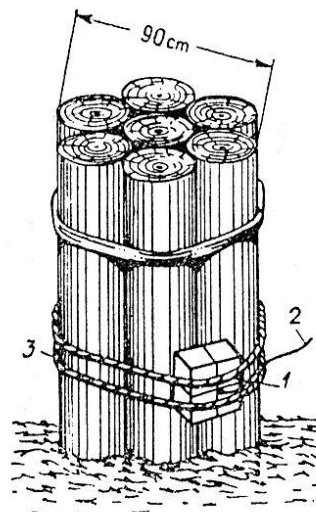
Cölöpköteg, cölöpcsoport robbantásakor a teljes átmérő cm-ben mért értékét 80-nal szorozva, a szükséges töltet tömegét kapjuk grammokban (7. sz. ábra).

Fából készült, ún. „borona falakat” 25 cm vastagságig egy sor, ennél nagyobb vastagság esetén 2 sor kis szelencéből (200 g-os TNT préstest) készült nyújtott töltettel kell robbantani.

Gerendák robbantásakor a keresztmetszet minden cm²-re 1 gramm közepes hatóerejű robbanóanyagot kell számítani. A fa keménységét és nedvességét a gömbfák robbantásánál tárgyaltak szerint kell figyelembe venni.



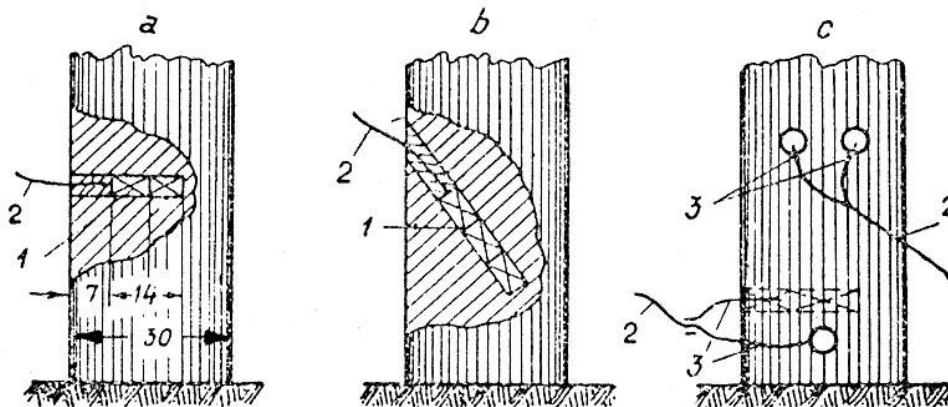
6. számú ábra: Kettős gömbfatartó robbantása (7)
1 - töltet; 2 - szerelt gyutacs; 3 - ék



7. számú ábra: Cölöpnyaláb robbantása víz fölötti összpontosított töltettel (7)

A fűrt lyukba helyezett töltet tömege, a külső töltékként számított érték 1/10-e. A furat mélysége a favastagság 2/3-a, a furatot a felég lehet robbanóanyaggal tölteni. Ha a számított töltet ilyen megkötések mellett nem helyezhető be a merőlegesen fűrt lyukba, akkor ferde lyukat, vagy egymás mellett több lyukat készítünk - a lyuktávolságra utalás nincs (8. sz. ábra).

Az alkalmazott fa-csigafúró átmérője 38 mm, a 75 g-os TNT töltény átmérője 30 mm, hossza 70 mm.



8. számú ábra: Gömbfa robbantása fúrt lyukba helyezett töltettel (7)
 a - merőlegesen fúrt lyuk; b - ferdén fúrt lyuk;
 c - két fúrt lyuk párhuzamos, vagy eltolt merőleges helyzetben
 1 - töltet; 2 - szerelt gyutacs; 3 - durranó gyújtózsínór

Megemlítendő, hogy a Robbantási segédlet, „Élőfák kidöntése és útzáró torlaszok létesítése robbantással” című fejezetében (108-110. oldalak) kiváló munkaszervezést ismertet a jelzett munkára, mely tökéletesen beilleszthető lenne védelmi alapelveinkből fakadó műszaki támogatási feladataink közé.

Az ugyancsak 1950-es keltezésű Ideiglenes robbantási utasítás (E.-mű.1.) (8), a Robbantási segédletben meghatározott módszereket és szabályokat tartalmazza. Egyedüli változás, hogy a töltet-meghatározásnál külön kitér a nyárfa robbantására, melynél a számított értéket 20 %-kal csökkenteni rendeli. Kimaradt viszont a fent említett munkaszervezés, torlaszok létesítése esetén.

Az 1965-ös Robbantási utasítás (Mű-2) (10) szerint „a fa szerkezeti elemek... külső vagy belső töltetekkel robbanthatók” (109. old.).

Gömbfa robbantása szabadon felfektetett külső töltettel:

a./ 30 cm-es faátmérőig

$$C = K * D^2 \quad [8]$$

b./ 30 cm faátmérő felett

$$C = K * D^3/25 \quad [9]$$

ahol C - a közepes hatóerejű robbanóanyag tömege grammokban;

D - a gömbfa átmérője cm-ben;

K - a faanyag fajtájától -szilárdságától- és nedvességétől függő tényező (2. sz. melléklet).

Alacsony hatóerejű robbanóanyag alkalmazása esetén a számított töltet tömegét 1.5 -tel, magas hatóerejű robbanóanyag esetén pedig 0.75 -tel kell megszorozni.

Gömbfák robbanthatók plasztikus robbanóanyagból készült gyűrűs töltetekkel is, melyek egész kerületükön körül fogják a fát. Ebben az esetben a számított töltet tömegét 1/3-val kell csökkenteni.

Fúrtlyukas robbantás esetén a számított töltet tömege 1/10 -re csökkenthető, elhelyezése megegyező az 1950-es Robbantási segédletben tárgyaltakéval.

Gerenda robbantása szabadon felfektetett külső töltettel:

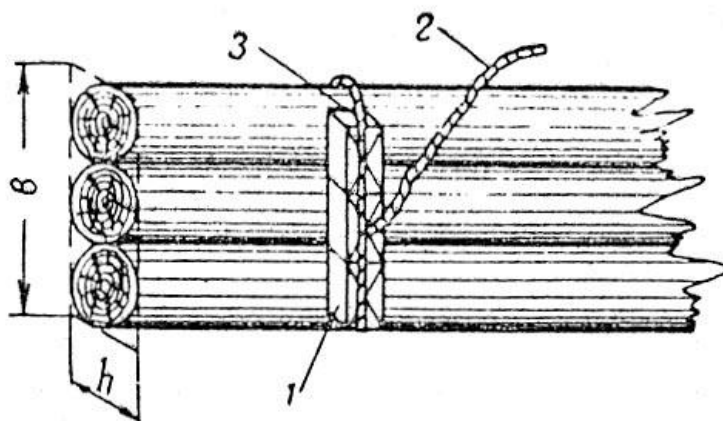
$$C = K * F * h/25 \quad [10]$$

ahol C és K - ugyanaz mint a [9] képletben;

F - a gerenda keresztmetszeti területe cm²-ben;
h - a gerenda vastagsága cm-ben (a robbanás hatásának irányában mérve).

Külön kitér a Mű-2-es a kettős T-szelvényű fatartók idom, illetve összpontosított töltetekkel való robbantására. Az idom tölteteket az egyes alkotó elemekre külön-külön kell meghatározni, a [10] képlet alapján. Az összpontosított töltet tömege az idom töltetének kétszerese, a töltet a gerinclemeznek az alsó, illetve felső övvel alkotott sarkaiban kell elhelyezni.

Több egymásra helyezett gömbfa robbantását szintén a [10] képlet alapján kell megtervezni, a befoglaló méretek alapján (9. sz. ábra).



9. számú ábra: Egymásra helyezett gömbfák robbantása (10)

1 - töltet; 2 - szerelt gyutacs; 3 - drót vagy kötél

Cölöp-köteg robbantásakor a töltet tömegét a [9] képlet alapján kell meghatározni, ahol számítási átmérőként a köteg legnagyobb átmérőjét vesszük alapul (a töltet elhelyezése a 7. sz. ábra szerint).

Az 1971-es Robbantási utasítás (Mű/213) (11) szerint „a faszerkezetek elemeit külső töltetekkel robbantjuk” (92. o.).

Gömbfa robbantása szabadon felfektetett töltettel:

a./ 30 cm átmérőig:

$$C = K * D^2 \quad [11]$$

b./ 30 cm átmérő felett:

$$C = K * D^3/30 \quad [12]$$

Ahol C - K - D értékei a [8] és [9] tárgyalta szerint.

A gömbfák robbantásánál ugyancsak említi a plasztikus robbanóanyagból készült gyűrűs töltetet, de ebben az esetben a töltet tömegét 1/3 -ra rendeli csökkenteni (szemben a Mű-2 1/3-val való csökkentésével).

Gerenda robbantása szabadon felfektetett töltettel:

a./ 30 cm vastagságig (h):

$$C = K * F \quad [13]$$

b./ 30 cm vastagság felett:

$$C = K * F * h/30 \quad [14]$$

ahol C - K - F - h értékei a [10] képletnél tárgyalta szerint.

Cölöpcsoportok, „T”-szelvényű fatartók és egymásra helyezett gömbfák robbantási szabályai megegyezők a Mű-2 utasításban tárgyaltakkal. Újból ismerteti a Mű/213 a két, egymásra helyezett rönk robbantásánál követendő szabályokat, megegyezően a Robbantási segédletben foglaltakkal.

FA SZERKEZETI ELEMEK ROBBANTÁSA KÖZBEHELYEZETT ÖSSZPONTOSÍTOTT TÖLTETEKSEL

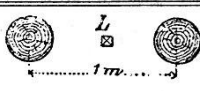

A robbantástechnikában már rég ismert az a tény, hogy rombolást nem csak a robbantandó szerkezet felületére (külső szabadon felfektetett), vagy abba elkészített különböző furatokban, kamrákban elhelyezett (belső) töltetekkel lehet végrehajtani, hanem a robbanóanyag lökőhullámának erejét kihasználó, az objektumtól bizonyos távolságra elhelyezett, ún. közbehelyezett töltetekkel is. Ezek a töltetek minden esetben összpontosított töltetek⁶ robbantásával is. Az időtakarékos, viszont robbanóanyag pazarló és a környezeti hatásokkal egyáltalán nem számoló módszer, elsősorban a katonai robbantástechnikában terjedt el, de égő olajkutak lángjának „elfújásához” is alkalmazták, alkalmaznak ilyen tölteteket.

Fa szerkezeti elemek esetében, az alacsony- és magasvízi fahidak cölöp aljzatainak, illetve a felépítmény robbantására alkalmazták a közbehelyezett összpontosított tölteteket, az alábbi szabályok szerint.

Az 1899-es Vezérfonal a 3. sz. táblázat szerint rögzíti a cölöpök közbehelyezett összpontosított töltettel való rombolását.

3. számú táblázat

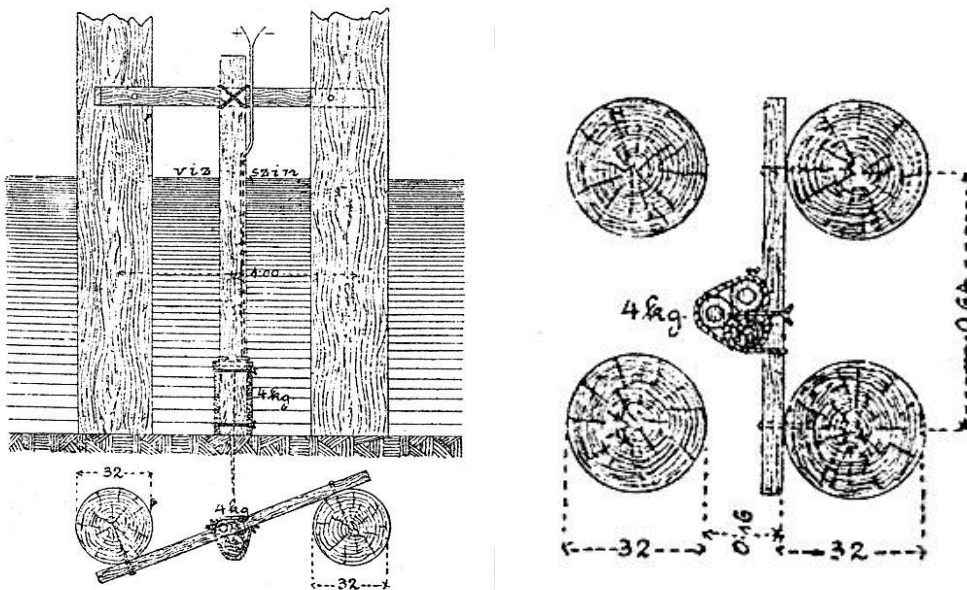
A gerendák, gerendafalak és gömbölyű fák robbantó-módjainak összeállítása II. (1)

Akna-telepítés	A f a		M a g y a r á z ó á b r a	A töltet képlete	M a g y a r á z a t	A töltet összeállítása és elhelyezése	
	alakja	neme					
II	Víz alá süllyesztett töltetek, melyek a robbantandó tárgyat nem érintik	örvínk					
		gömbölyű fa (cölöpök)	puha	Mint I. alatt	$L=0.05d^3$	L, grammokban L, cm.-ekben	Mint I. alatt
			kemény		$L=0.1d^3$		
			puha				Egy 4 kg.-nyi töltet 30—40 cm. erős cölöpöket képes elrombolni, ha a töltet a cölöpök közepétől tovább mint 50 cm.-re nem áll
kemény		az utolsó három ábra szerint	$L=0.1d^3$	Egy 8 kg.-nyi töltet 30—40 cm. erős cölöpöket képes szétrombolni, ha a töltet a cölöpök (cölöp csoport) közepétől tovább mint 75 cm.-re nem áll			
		kemény			A töltet itt kétszer oly nagy, mint puha fánál	A töltet lehető mélyen helyezendő el; minden esetre azonban legalább is oly mélyre, hogy a töltet felső széle a víz tükre alatt 50 cm.-nyire legyen.	

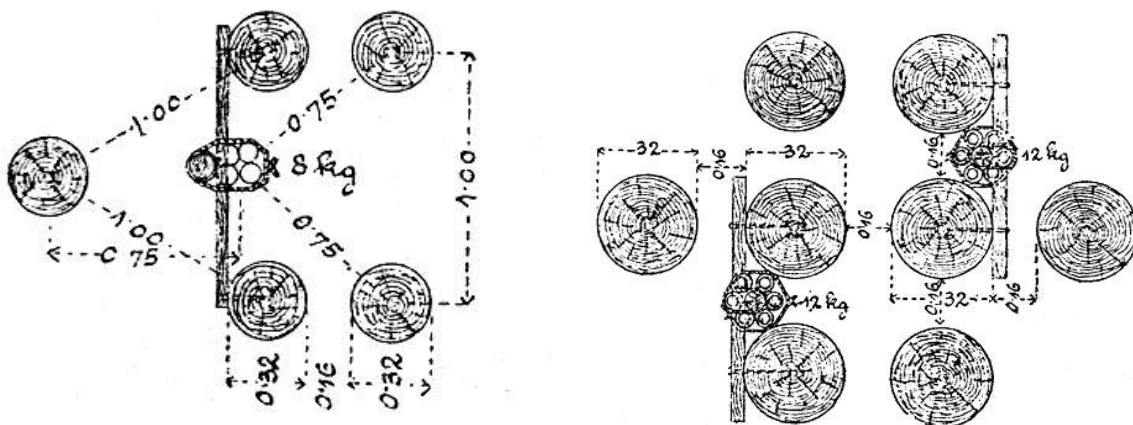
Az 1903-as Kézikönyv (13) szintén konkrét töltettömegeket határoz meg a „hídjármok” robbantására:

⁶ Alakjuk megközelítőleg kocka, de hosszuk semmiképpen sem haladja meg keresztmetszeti méretük ötszörösét. (Kivéve a föld- és sziklarobbanásnál alkalmazott hosszú töltetknél, ahol ez az arányszám 30.)

- „egyszerű hídjáromnál, melynek cölöpei 1.0 m-re vannak egymástól, két-két pilota robbantására elegendő egy 4.0 kg-os I. osztályú dynamittöltés” (10/a. sz. ábra);
- „kettős járomnál, hol a cölöpsorok szintén csak 1.0 m-re vannak, négy-négy pilota robbantására ugyancsak 4.0 kg-os töltés szükséges, mely mindegyik cölöptől egyenlő távolságban kell hogy legyen” (10/b. sz. ábra);
- „öt cölöpből álló csoport robbantására 8 kg I. osztályú dynamittöltés szükséges” (11/a. sz. ábra);
- „nyolc cölöpből álló csoportnak felrobbantására két 12 kg-os töltés szükséges” (258 - 259. old.) (11/b. sz. ábra).

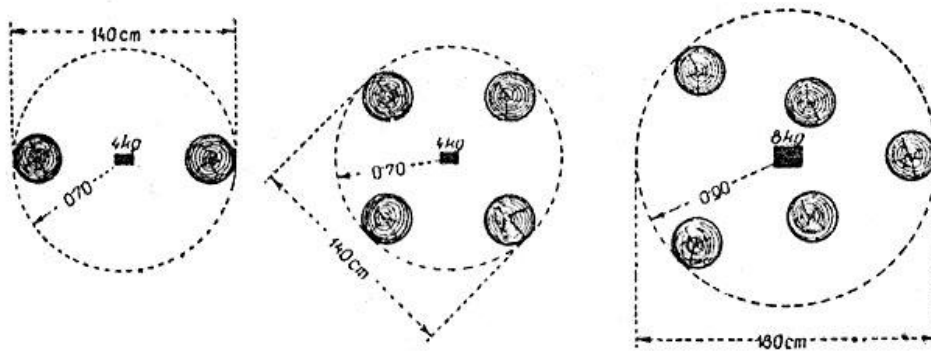


10. számú ábra: Kettős (a) és négyes (b) cölöpcsoport víz alatti robbantása (13)



11. számú ábra: Ötös (a) és nyolcas (b) cölöpcsoport víz alatti robbantása (13)

Az 1928-as Műszaki oktatás (5) szerint „egymástól 140 cm távolságra lévő cölöpök 4 kg-os, 180 cm távolságra levők pedig 8 kg-os közbehelyezett (ekrazit)töltettel robbanthatók teljes biztossággal” (131. old.). „Az olyan cölöpöket, amelyek 180 cm-nél nagyobb távolságra vannak egymástól, csoportokra kell felosztanunk és ezeket külön-külön kell robbantanunk az előbb leírt módon” (132. old.). A töltetek elhelyezését a 12. sz. ábra szemlélteti.

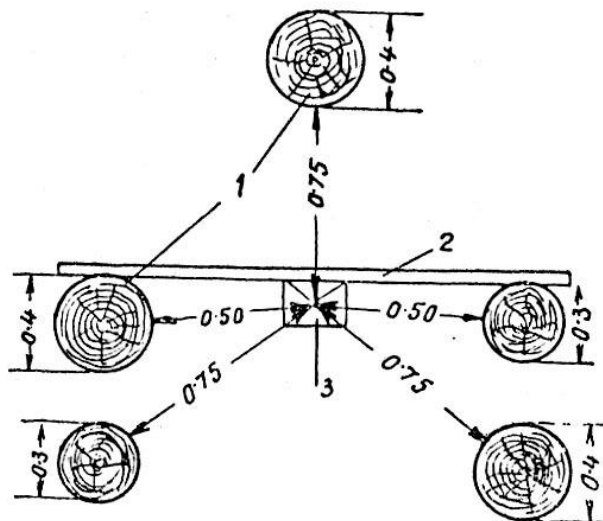


12. számú ábra : Közbehelyezett töltetekkel, víz alatt való farobbantás (5)

Az 1926-os, Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára (4) nem, az 1929-es, Schmoll-féle Haditechnikai alapismeretek I. (14) pedig, a Műszaki oktatásban (5) foglaltak szerint tárgyalja a közbehelyezett töltetekkel való robbantást.

Az 1950-es Robbantási segédlet (7) nem tesz említést közbehelyezett töltetek alkalmazásáról. A példaként bemutatott fahíd rombolási tervében is minden szerkezeti elemet egyenként robbant szabadon felfektetett töltetekkel, a robbantási keresztmetszetekben (121-126. old.).

Az ugyancsak 1950-ben kiadott Ideiglenes robbantási utasítás (8) már megemlíti a víz alatti közbehelyezett töltetet, de csak egymástól kis távolságra lévő cölöpök esetén javasolja a használatát. Amennyiben a töltet és a cölöp közötti távolság nem nagyobb 0.5 m-nél úgy 4 kg, max. 0.75 m távolsáig pedig, 8 kg közepes hatóerejű robbanóanyag alkalmazását javasolja (13. sz. ábra). Ugyanakkor a fahidak rombolásánál minden egyes cölöpöt külön-külön robbantat fel.



13. számú ábra: Cölöpcsoport robbantása, cölöpök közé helyezett (közbehelyezett) összpontosított töltettel (8)

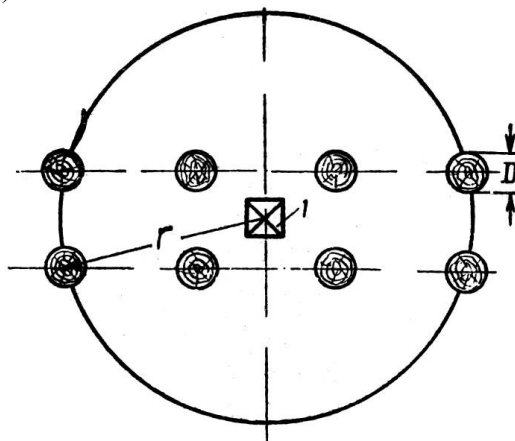
1 - cölöp; 2 - lécs a töltet felerősítéséhez; 3 - összpontosított töltet (8 kg TNT)

Az 1965-ös Mű-2 Robbantási utasításban (10) találkozunk először, a felrobbantandó elemek csoportjának középpontjában elhelyezendő közbehelyezett összpontosított töltet jelenleg is ismert képletével, mely abban az esetben alkalmazható, ha $r \geq 2 D$:

$$C = 30 * K * D * r^2 \quad [15]$$

ahol C - a közepes hatóerejű robbanóanyag-töltet tömege kg-ban;
 K - értékei a [9] képletnél tárgyaltak szerint;
 D - a legtávolabbi felrobbantandó elem átmérője (vastagsága) m-ben;
 r - a töltet középpontjától a legtávolabbi robbolandó elem tengelyvonaláig terjedő távolság m-ben.

Az 1971-es Mű/213. Robbantási utasítás (11) ugyanezt a képletet adja meg, az egymástól különböző távolságra elhelyezett cölöpök (cölöp csoportok) közbehelyezett töltettel való robbolásához (14. sz. ábra).



14. számú ábra: Egymástól különböző távolságra elhelyezkedő cölöpök robbantása közbehelyezett töltettel (11)
 1 - a közbehelyezett töltet; r és D - a képlet szerint;

FA SZERKEZETI ELEMEK VÍZ ALATTI ROBBANTÁSA

A fa szerkezeti elemek víz alatti robbantását egy külön speciális helyzetként értékelem, ezért tárgyalom külön alpontban és nem az egyes korok farobbantási szabályaival együtt.

Az 1899-es Vezérfonal a szabadon felfektetett töltetek vonatkozásában nem tesz különbséget (az alkalmazandó töltetmennyiséget illetően) víz alatti és feletti töltetek tekintetében (lásd 1. és 3. számú táblázatok). A közbehelyezett összpontosított töltetek alkalmazását viszont csak „legalább 50 cm mélyen ...víz alá süllyesztett töltetek” formájában engedélyezi meg (4. számú táblázat).

Az 1903-as Kézikönyv a közbehelyezett összpontosított tölteteket szintén csak víz alatti töltetként tartja alkalmazhatónak (10. és 11. számú ábrák). Nagyobb vízsebesség esetén a „hídjármok” cölöpjeinek egyenkénti robbantásához ajánlja a vízfolyás ellenében elhelyezett „szabadon ráhelyezett töltetet”, melynek tömege kisebb lesz mint az [1]-[4] képletek szerint számított mennyiség „a mi akként magyarázható, hogy a víz szorosán körülzárja a robbanó töltést és fojtásként szerepelve, sokkal nagyobb ellenállást gyakorol, mint szabadon feltett töltéseknél a levegő” (259. old.). Példaként említi (mivel a csökkentés viszonyszámára nem tesz utalást), hogy „ily elrendezéssel 30-40 cm átmérőjű keményfa pilotákat egyenként 0.75-1.0 kg-os I-ső osztályú dynamittöltéssel szét lehet robbantani”.

Az 1928-as Műszaki oktatás a közbehelyezett összpontosított töltetek alkalmazását szintén csak víz alatti töltetként tárgyalja (12. sz. ábra). Ugyanakkor a szabadon felfektetett töltetek esetében, ha azok a víz színe alatt legalább 50 cm-re -de még jobb ha a fenék talajára kerülnek elhelyezésre, a [6]és [7] képletek szerint számított ekrazit töltetek tömege a felére csökkenthető.

Az 1926-os Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára, nem engedélyezi a víz alatti töltetek alkalmazását a harcoló (nem műszaki) csapatok számára.

Érdekesség, hogy Schmoll Endre a Haditechnikai alapismeretek 1929-ben kiadott I. kötetében csak a közbehelyezett tölteteket említi, mint víz alatti farobbantási módot (a Műszaki oktatásban foglaltak szerint), míg az 1933-ban kiadott III. kötetben (15) már a Műszaki oktatás által említett teljes ismeretanyagot közli.

Az 1950-es Robbantási segédlet a cölöpök víz alatti robbantása esetén, a számított szabadon felfektetett töltet tömegének felét határozza meg, viszont az alfejezetben nem található említés a töltet víz alatti elhelyezésének mértékére vonatkozóan. Csak a Segédlet figyelmes tanulmányozása után (11 oldallal később), a fahidak rombolását tárgyaló alfejezetben elrejtve történik utalás a töltetnek fél méterrel a víz felszíne alá történő elhelyezésére (115. old).

Az Ideiglenes robbantási utasítás (1950) 124. pontjában a víz alatti szabadon felfektetett töltetek tömegét a felszínen elhelyezettének felében határozza meg, de a víz alá süllyesztés mértékére itt sem történik utalás. Ugyancsak „elfelejt” erről a fontos adatról említést tenni a 125. pontban, ahol a közbehelyezett töltetet (mint csak víz alatt elhelyezhető) tárgyalja. Végül két alfejezettel később, a fahidak rombolásánál olvasható a 130. pontban hogy „a cölöpöket szabály szerint legalább 0.5 m mélyen a víz felszíne alatt kell robbantani” (143. old.).

A Mű-2. Robbantási utasítás (1965) szerint a [9] és [10] képletekkel meghatározott töltetek tömege a felére csökkenthető, ha a „töltet a felrobbantandó elem kétszeres vastagságával egyenlő, vagy annál nagyobb vízmélységben van elhelyezve” (114. old. 143. pont). A közbehelyezett összpontosított töltetek esetén, amennyiben a töltet „vízbe való bemerülési mélysége az r / számítási távolság felével egyenlő, vagy annál nagyobb”, a [15] képlet szerint számított érték szintén a felére csökkenthető (116. old. 144. pont).

A Mű/213. Robbantási utasítás (1971) a Mű-2.-ben foglaltak szerint tárgyalja a szabadon felfektetett és a közbehelyezett víz alatti összpontosított töltetek témakörét.

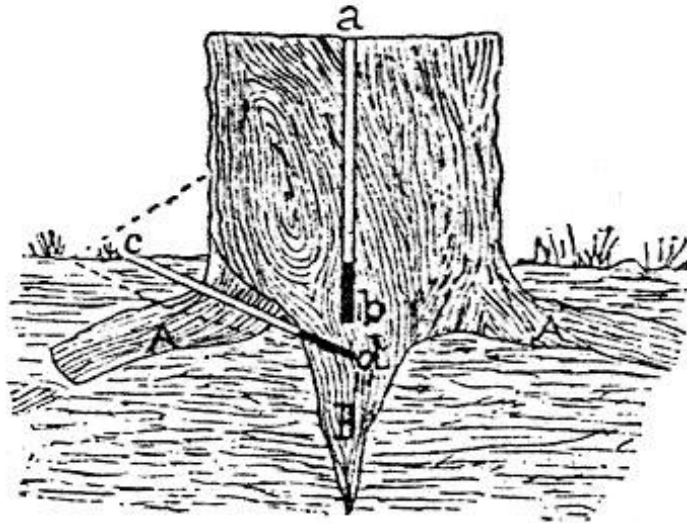
TUSKÓROBBANTÁS

A farobbantás egyik speciális területe a tuskórobbantás, mellyel műszaki támogatási feladatként (pl. erdős-hegyes terepen való erődítési berendezés során) ugyanúgy találkozhatunk, mint békeidőszakban végzendő robbantási munkánál. Bár a mai korszerű, nagyteljesítményű földmunkagépek sok tekintetben képesek kiváltani a tuskók eltávolításának ezt a módszerét, véleményem szerint, egy műszaki katona soha nem felejtheti el azokat a szabályokat, melyek segítségével egy adott helyzetben képes rendszeresített robbantóanyagait segítségével megbirkózni ezzel a feladattal is.

A Vezérfonal (1899) nem tárgyalja a tuskórobbantást bár az első, dinamittal Saarburgban (Poroszország) végzett kísérletekről 1869-ben a cs. kir. műszaki bizottság részéről éppen egy katona, Trauzl Izidor százados számolt be (13).

A Kézikönyv (1903) viszont annál részletesebben ír a tuskórobbantási kísérletek eredményeiről, közölve többek között a margitszigeti Nagyszálló alapozási munkái során talált nagyméretű tuskók kirobbantásakor, a cs. kir. műszaki ezred budai zászlóalja által szerzett tapasztalatokat is.

A Kézikönyv szerint a tuskókat felülről a fába fűrt lyukakba töltött dinamit töltetekkel kell felrobbantani. „A lyuk mélysége függ a tuskó átmérőjétől, magasságától, a gyökércsomó fekvésétől és a főgyökerek erősségétől. ... Általában csak olyan mélyre fúrhatunk, hogy a lyuk fenekének távolsága a földtől a kisakna hosszának $1/5$ - $1/6$ -a legyen.” (290. old.). Ha „a tengelybe fúrandó kisakna kisebb volna a törzs átmérőjének $1/3$ -ánál, akkor célszerűbb a tuskót oldalt megfúrni” (291. old.) (15. sz. ábra).



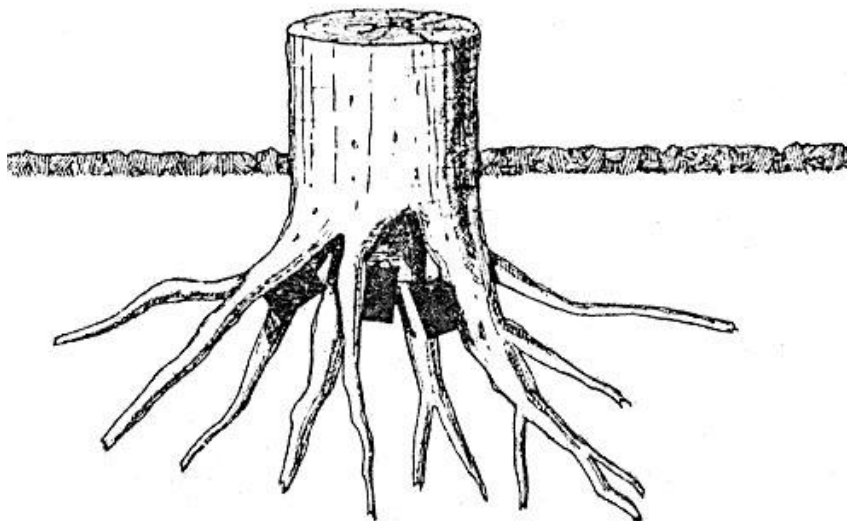
15. számú ábra: A felszínhez közel elvágott tuskó robbantása (13)

A gyakorlati robbantások összegzett tapasztalatai alapján:

- „jól feltárt fatuskók robbantására annyi gramm II. osztályú dynamitot veszünk töltésül, ahány centiméter a tuskó átmérője; irtott tuskókra 10%-kal kisebb töltés is elégséges”;
- „fel nem tárt tuskók robbantására kétszer nagyobb töltés szükséges” (292. old.).

Tuskórobbantás végrehajtásához ajánlja a Kézikönyv a 4. számú mellékletben található töltési táblázatot.

A Műszaki oktatás (1928) szerint „fatönköket, fatuskókat és élőfákat úgy is robbanthatunk, hogy a töltetet a főgyökér alá helyezzük és erősen lefojtjuk”(135. old. 176. p.) (16. sz. ábra). A töltetek nagyságát próbarobbantással kell meghatározni. Tuskók esetében az alkalmazandó töltet tömege 1/5-1/8 része, élőfa esetében pedig, 1/4-e a szabadon felfektetett töltetének, melyet a [6] és [7] képletekkel határozhatunk meg.

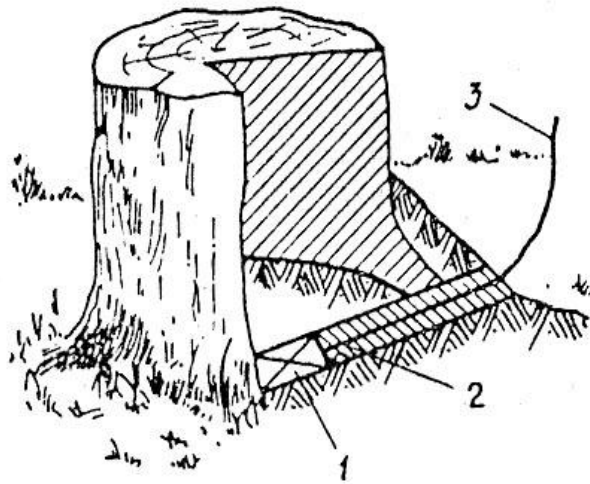


16. számú ábra: Tuskórobbantás a főgyökér alá helyezett töltetekkel (5)

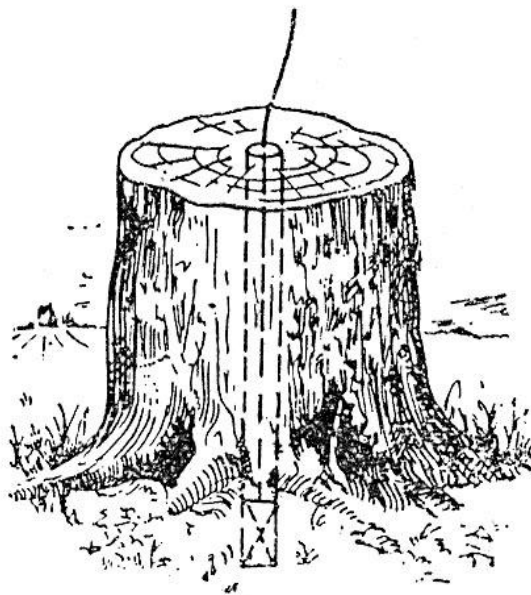
Tuskórobbantásról sem a Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára, sem pedig a Haditechnikai alapismeretek I. és III. része nem tesz említést.

A Robbantási segédlet (1950) szerint „a tönk kirobbantásához szükséges töltet nagysága függ a fa fajtájától, a talajnemtől, a tönk kivágásának idejétől és a fa átmérőjétől” (110. old.). A „tönk” robbantásához a vágási felületen mért átmérő minden cm-ére 10-20 gramm közepes hatóerejű robbanóanyagot kell számolni, melyet a tönk közepe alatt olyan mélységben kell elhelyezni, hogy a töltet és a tönk alja közötti távolság megegyezzen a mért átmérővel. A töltetet fojtani kell (17. sz. ábra).

A Segédlet szerint, utak építése során nem mindig célszerű a tuskó teljes kirobbantása (a keletkező tölcsért újból be kell tömni). Ilyen esetben elégséges a tuskó talaj feletti részének szétrobbantása, a fába függőlegesen fűrt lyukba töltött robbanóanyag segítségével. A furat mélységének 10-15 cm-rel a föld felszíne alá kell érnie. A tuskó 40 cm-es átmérőjéig 1 db., a feletti átmérő esetén 1.5-2 db 75 grammos robbanó töltényt kell (középkemény fa esetén) a furatba tenni, a fennmaradó részt pedig homokos agyaggal kell fojtani (18. sz. ábra).



17. számú ábra: Fatönk kirobbantása (7)
1 - töltet; 2 - fojtás; 3 - szerelt gyutacs



18. számú ábra: Fatönk darabolása fűrt lyukban elhelyezett töltettel (7)

Az E.-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás (1950) a Robbantási segédletben foglaltaknak megfelelően tárgyalja a tuskók („tönkök”) kirobbantását. Egyedüli változás e robbantási módnál az, hogy kitételként megszabja: a lyukat legfeljebb hosszának egy harmadáig töltjük meg; ha a töltet egy lyukba nem fér bele, akkor 2 lyukat kell készíteni és azokat egy tűzben robbantani (140. old. 126. pont).

A fatönkök széthasogatásánál viszont már változás tapasztalható. Az E.-mű.1. két módszert közöl:

- 80 g-os töltetek helyezhetők el „a tönk gyökerei vagy vágási felülete felől a tönk nagysága szerint 20-50 cm mélyre fűrt lyukakba”;
- a tönk átmérőjének minden cm-ére 8 g robbanóanyagot számolunk, ha a töltet részére a gyökerek elágazásainál baltával fészket vágunk; „ilyenkor a töltetet feltétlenül fojtani kell”. (140. old.)

A Mű.2. Robbantási utasítás (1965) az E.-mű.1.-ben ismertetett módon határozza meg a tuskók kirobbantását. Ugyanakkor a tuskók széthasogatásáról egyáltalán nem tesz említést.

A Mű/213. Robbantási utasítás (1971) szintén nem foglalkozik a tuskók széthasításával, csak kirobbantásával. Az E.-mű.1.-ben foglaltaktól annyi csak az eltérés, hogy az átmérő minden cm-ére 10 - 15 g közepes hatóerejű robbanóanyag felhasználását határozza meg, melyet a tuskó középpontja alá, az átmérő 1-1.5 mélységére kell elhelyezni.

ÖSSZEFOGLALÁS

A fa szerkezeti elemek robbantásának szabályai, a töltetek elhelyezésének módjai gyakorlati tapasztalatok alapján alakultak ki. A külső, szabadon felfektetett töltetekkel való robbantás végrehajtása lényegében hasonló elvek szerint történik az 1880-as évek végétől, napjainkig. Jelenleg alkalmazott számítási eljárásunk annyiban tekinthető pontosabbnak, hogy a fa fajtáját és állapotát nagyobb pontossággal igyekszik figyelembe venni, mint ahogy azt elődei tették. A plasztikus robbanóanyag megjelenésével adottá vált a lehetőség gyűrűs töltet készítésére, mely a töltet mennyiségének csökkentésén túl a nagyobb pontosságú robbantást is lehetővé teszi. A Mű.2. és Mű/213. Robbantási utasításokban található eltérés (a töltet tömegének csökkentését illetően) fordítási hiba, és nem új felismerés következménye.

A fa szerkezeti elemek fűrt lyukas robbantási módszere is régóta ismert. A felhasználandó robbanóanyag mennyiségének, a szabadon felfektetett töltethez képest történő csökkenésében is lényegében azonos elvek tapasztalhatóak (1903-ban 1/8-a, 1929-ben, 1950-ben és 1964-ben 1/10-e). Sajnálatos, hogy ez a robbantási módszer a M/213-ból már kimaradt, bár az 1980-as években rendszeresített Robbantó felszerelés kombinált gyűjtáshoz készlet részét képezte egy megfelelő átmérőjű csigafúró, a töltet furatok elkészítéséhez.

Fa szerkezetek harchelyzetben való robbantása esetén nagy jelentőségűek lehetnek a közbehelyezett összpontosított töltetek. Érdekes, hogy ezek alkalmazását sokáig csak víz alatti töltétként tudták elfogadni, és ezt is csak kis távolságban lévő elemek esetén. Feltehetően, a robbanás léglökési hullámának nem kellő ismerete akadályozta ilyen sokáig (az 1965-ös Mű.2. említi először), a felszíni alkalmazás kimunkálását.

A víz alatti robbantás szabályai sokat változtak az idők során, hiszen az 1899-es Vezérfonal még semmilyen megkülönböztetést nem tesz víz alatti és feletti szabadon felfektetett töltet között, a Mű/213. szerint viszont az alkalmazandó robbanóanyag mennyiség akár a felére is csökkenthető víz alatti töltetek esetén. Jelenlegi szabályozásunk javára írható az is, hogy nagyobb pontossággal határozza meg a víz alatti töltet kritériumát (a robbantandó elem vastagságának legalább kétszerese legyen a víz alatti elhelyezés mértéke) mint elődei („legalább 50 cm-re a víz alatt”).

A tuskórobbantást szintén régen alkalmazzuk a katonai robbantástechnikában. A töltetek elhelyezésében és tömegük számításában szintén tapasztalati eredmények kerültek

hasznosításra. Sajnálatos viszont, hogy az 1950-es Robbantás segédlet azon felismerése, hogy hadiutak építése során nem célszerű a tuskók talajból való kiemelése (hiszen az így keletkező gödröt be is kell tömni), mára feledésbe ment. Így a tuskók robbantásos hasogatását nem tárgyalja a jelenleg érvényben lévő utasításunk.

JAVASLATOK A JELENLEG ÉRVÉNYES KATONAI FAROBBANTÁSI SZABÁLYOK MÓDOSÍTÁSÁVAL KAPCSOLATBAN:

1. Szükséges lenne újra bevezetni, a fűrtlyukas farobbantás módszerét. A védelmi harc során létesítendő erdei fatorlaszok készítésére sokkal eredményesebben lehetne alkalmazni ezt a módszert, mint a külső szabadon felfektetett tölteteket. És itt nem csak a lényegesen kisebb robbanóanyag felhasználásra gondolok, hanem a töltetek (és ez által, az előkészített robbantás) jobb álcázhatóságára, a robbanóanyag és a gyutacs mechanikai behatásokkal szembeni védettségére. Joggal vetődhetnek fel természetesen környezetvédelmi kérdések, nevezetesen hogy mi lesz a fákkal abban az esetben, ha nem kerülne sor a robbantásra? Ezzel kapcsolatban hadd idézzem a Kézikönyvet (1903), mely az erdőgazdasági farobbantással foglalkozó alfejezetében az alábbiakat írja: „A fűrtlyukas fadóntás módszerével „gyakran nagyobb területű erdőt meg lehet kímélni várak közelében, mert ha már az egyes fákat meg is fűrták, az utolsó pillanatig lehet várni a letarolással. Valószínű ugyanis, hogy a robbantás végett megfűrt fák nem pusztulnak el, amennyiben az élő fák sérülései könnyen beforradnak, ha az egészséges részig körülvágják, és tele itatják kátránnyal” (281. old.).

2. Ugyanezzel függ össze az a javaslatom, hogy újra el kellene helyezni a Robbantási utasításban egy olyan munkaszervezést, mely megkönnyíthetné a részlegvezető munkáját, fatorlaszok létesítésének előkészítése során (pl. az 1950-es Robbantási segédletben szereplő, fent említett minta alapján).

3. Szükséges lenne a tuskók robbantásos hasogatásának módszerét feleleveníteni, mint a hadiutak építésénél eredményesen alkalmazható eljárást.

4. A korábbi gyakorlatnak megfelelően meg kell könnyíteni a robbantást tervezők munkáját, egyszerű számítási táblázatok, vagy nomogrammok bevezetésével. 1980-ban, a Kossuth Lajos Katonai Főiskola Műszaki szaktanszékén dolgozó kollégáimmal benyújtottunk egy tanulmányt az MN Műszaki Főnökséghez (17), melyben javaslatot tettünk egy Műszaki tiszt kézikönyve című segédlet megírására. Ebben többek között szerepelt egy-egy táblázat a faszervezeti elemek és a tuskórobbantás tölteteinek meghatározására is. Sajnos (bár a tanulmányunk díjazásra került) a kézikönyv megírását nem rendelték meg előjáróink. A számítógépek korában, pl. az okos telefonokban rejülő lehetőségek ennél is egyszerűbb megoldásokat kínálhatnak, ha a megfelelő anyagok elkészülnének hozzájuk.

5. Saját robbantási gyakorlatomból két módszer alkalmazását javaslom, melyeket az 1986-ban, a Kossuth Lajos Katona Főiskolán kiadott, Tankönyv a műszaki hallgatók harcbiztosítói felkészítéséhez 2. könyv I. rész (16) általam írt I. fejezetéből szeretnék idézni:

- a farobbantáshoz alkalmazott gyűrűs töltet célszerű elhelyezése úgy történik, hogy a fába a robbantandó keresztmetszetenél körkörös szegeket verünk, egymástól 5-8 cm távolságra. Ezután ezekhez a szegekhez, melyek feje kb. 3-4 cm-re áll ki a fából, hozzáerősítjük a 2-3 mm átmérőjű drótot és a drót köré gyurmázzuk a robbanóanyagot, egyenletes vastagságban elosztva az egész területen. A gyutacs elhelyezésének tervezett helyén kissé vastagítsuk meg a töltetet, a könnyebb szerelés érdekében (103. old.);
- a második módszer a tuskók robbantáshoz való előkészítésére vonatkozik, és felejthetetlen emlékü főiskolai robbantás tanárom, néhai Hegyi Ferenc (akkor már nyugállományú) őrnagytól tanultam, aki eredményesen alkalmazta a Budapest körüli légvédelmi rakétarendszer kiépítése során; A műhelyben készíttetni kell 40-50 mm átmérőjű gömbvasból kb. 1.5-1.6 m hosszú, egyik végén kihegyezett rudat. Ezzel a

rúddal megfelelő súlyú kalapács segítségével ki lehet alakítani (ferdén a fa alá verni) a megfelelő hosszúságú töltővájatot. Ennek a töltővájatnak az aljára kell elhelyezni a villamos gyutaccsal szerelt 75 g-os TNT préstestet, vagy 100 g-os PAXIT töltényt, amelyet fojtás nélkül felrobbantunk. A robbantás következtében egy kamra alakul ki a töltetvájat alján, melybe 30 perc szellőzési (hűlési) idő letelte után már behelyezhető és lefojtható a számított robbanóanyag mennyiség. (111. old.).

6. Az elmúlt időszakban megjelentek az építési gyakorlatban a ragasztott fa-provizóriumok, melyek robbantási lehetőségeit, szilárdsági értékeit meg kell határozni egy új Robbantási utasításban.

IRODALOMJEGYZÉK

Szabályzatok, jegyzetek és egyéb dokumentumok

1. Vezérfonal az utászszolgálat oktatásához – fordítás, Pallas Irodalmi és Nyomdai Rt., Budapest, 1899.
2. E-23. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság utász-szakaszai és század-utásai számára, Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1902.
3. E-39,b. Műszaki oktatás a m. kir. honvéd lovasság számára – tervezet, Pallas Irodalmi és Nyomdai Részvénytársaság, Budapest, 1915.
4. E-32 (Műsz. okt.): Műszaki oktatás a nem műszaki csapatok számára + Ábrafüzet, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1926.
5. E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások I. rész, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928.
6. E-34 (Műsz. okt. műsz.): Műszaki oktatás a műszaki csapatok számára, 2. Füzet - Robbantások II. rész + Mellékletek, M. kir. honvédelmi minisztérium, Budapest, 1928-1929.
7. Robbantási segédlet, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
8. E-mű.1. Ideiglenes robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1950.
9. Robbantások, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1953.
10. Mű/2. Robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1965.
11. Mű/213. Robbantási utasítás, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1971.
12. Mű/243. Műszaki szakutasítás a nem műszaki alegységek számára, Honvédelmi Minisztérium, Budapest, 1978.

Könyvek

13. SCHAFFER Antal: A gyakorlati robbantó technika kézikönyve, Pallas Rt., Budapest, 1903.
14. SCHMOLL Endre: Haditechnikai ismeretek I. kötet, a szerző kiadása, Budapest, 1929.
15. SCHMOLL Endre: Haditechnikai ismeretek III. kötet, M. kir. bpesti honv. tiszti szabályzatismertető tanf., Budapest, 1933.
16. Tankönyv a műszaki hallgatók harcbiztosítói felkészítéséhez 2. könyv, I. rész, I. fejezet - Robbantás (Szerző: Lukács László; Kossuth Lajos Katonai Főiskola, Szentendre, 1986.)
17. LUKÁCS L.- HUBINA I.- DEÁK F: Tanulmány a műszaki tisztek kézikönyvének megírásához az MN Műszaki Főnökség részére, Kossuth Katonai Főiskola, Szentendre, 1980.
18. LUKÁCS László: A magyar honvédségnél alkalmazott robbantási eljárások és robbanóanyagok legfontosabb részterületei fejlődésének vizsgálata és a továbbfejlesztés javasolt irányai – kandidátusi disszertáció, ZMKA, Budapest, 1995.