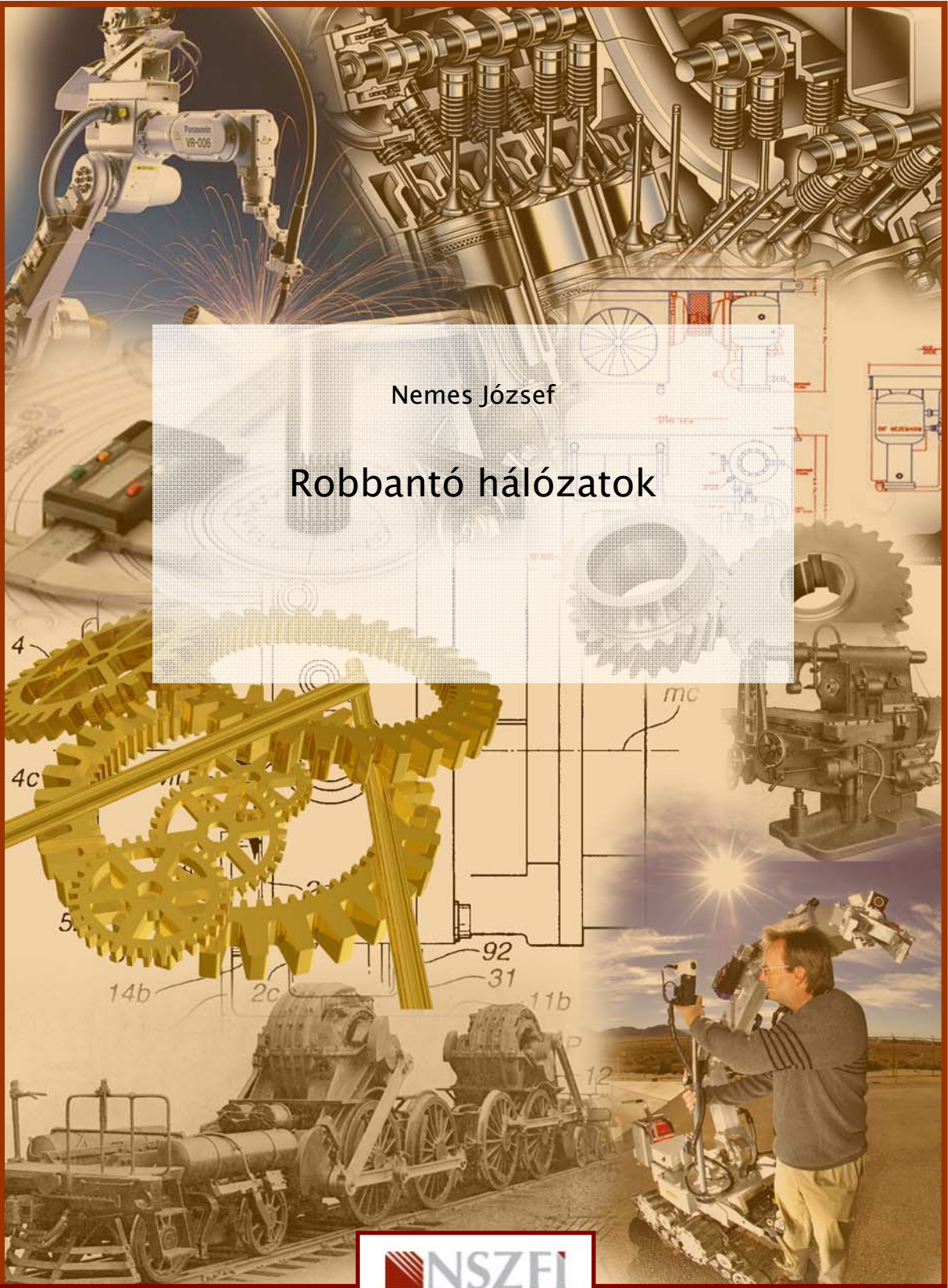




Nemes József

Robbantó hálózatok

NSZFI
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:
Robbantás környezeti hatásai I.

A követelménymodul száma: 0022-06 A tartalelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-009-30

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELE- MEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁ- LÓZATOK)

MUNKAHELYZET-ESETFELVETÉS

Kalandfilmek nem ritka, izgalmas eleme a sistergő kanóc keltetette feszültség, az egymást követő villamások, robbanások lángja, füstje, robaja. Számos ipari robbantási feladat kivitelezése alkalmával tapasztalható lenyűgöző látvány a robbanóanyag energiájának felszabadulása következtében végzett munka. A laikusban is tiszteletet ébreszt az érezhetően átgon-
dolt rendben felrobbanó, jól megválasztott méretű robbanó töltetek működésének sorozata. Ugyanakkor nem egyszer láthatunk a médiában képsorozatokot, felvétel részleteket korlátozott sikeres robbantásokról, ahol érzékelhetően valami rendellenesség mutatkozott a töltetek összekötésével, azaz a robbantóhálózattal. A szakszerű, tudatos, tervezett, robbantási feladat során, ha már egynél több robbanó töltet koordinált működtetése a cél, adódik a következtetés: az egy kiváltó impulzus hatására elindított folyamat, további közvetlen beavatkozás nélkül, szabályozottan, veszélytelenül és maradéktalanul menjen végbe úgy, hogy a végleges megvalósulásig ne kelljen beavatkozni.

Az ipari robbantástechnika a XXI. századig végbement fejlődése során érdekes technikatörténeti tény, hogy a feketelőport a világon először hazánkban használták a bányászatban „jövesztésre”, azaz a kövek leválasztására, Weindl Gáspár meghonosodott tiroli bányamester révén 1627. február 8-án, a selmecbányai Felsőbiber aknában. Módszerét később egész Európában átvették. Az ily módon írásban is dokumentált jövesztés céljából végzett egyedi robbantástól napjainkig eljutottunk a gyakorlatilag végtelen számban is összekapcsolható robbanás sorozat kiváltásának lehetőségéig. A robbanást előidéző tűz közvetítése gyújtózsinórral történt. Több ilyen elem rendszerbe foglalása, egymáshoz kapcsolása már hálózatként fogható fel.

A szakterületen ugyancsak nem ismeretlen név, Alfred Nobel alapította robbanóanyag ipari gyár jogutódjainak fejlesztése a nagy pontosságú, külső késleltetésű kapcsolóelemek megjelenése egy új korszakot nyitott a robbanóhálózatok tervezése és kivitelezése terén.

Az informatika térhódítása ezen a területen is érezteti hatását, így ma már nem utópia az elektronikus vezérlésű, egyedi beállítású gyutacsok rendszerbe kötése sem.



1. kép Robbanótöltetek iniciálására szolgáló gyújtási lánc közvetítő eleme a gyújtózsínór



2. kép NONEL (Nem elektromos) rendszerű iniciálást közvetítő "robbanó zsinór" gyutaccsal



3. kép Korszerű, külső késleltetésű NONEL kapcsolóelemek



4. kép Egyenként szabályozható késleltetési idejű elektronikus gyutacsok és beszabályozó egység

INFORMÁCIÓTARTALOM

A több, különálló robbanótöltet, meghatározott rendben történő felrobbanása csakis valamilyen összeköttetési rendszeren alapulhat, ez a robbantó hálózat. A robbantóhálózatokat elsősorban működési elvük, az alkalmazott fizikai jelenség, az energiaközvetítő anyag sajátosságai, tulajdonságai, jellemzői alapján különböztethetők meg.

A robbantó hálózatok lehetnek:	
Iniciálás módja	Robbantóhálózat típusa
Gyújtózsínóros iniciálás esetén	robbanózsínóros robbantó hálózatok
Elektromos iniciálás esetén	villamos robbantó hálózatok elektronikus robbantóhálózatok
Nem elektromos (NONEL) iniciálás esetén	NONEL robbantó hálózatok

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

A robbantóhálózatok kialakítását a robbantási feladat adottságai, a rendelkezésre álló eszközök határozzák meg. Közös jellemzőjük, hogy műszaki megoldást kínálnak az egyszeri indítás és a több végponton történő egyidejű, vagy időben eltolts, késleltetett robbanás kiváltására. Amíg a gyújtószinóros gyújtás alkalmazásakor a gyújtószinór égési ideje alatt biztosított eltávolodás lehetősége teremti meg a feltételt a gyújtó részére a biztonságos, védett hely elfoglalására, addig a villamos és NONEL robbantó hálózatok esetében a vezetékek végpontját vezetik a fedezéket biztosító robbantóállomáshoz.

Valamennyi esetben megtalálhatóak és beazonosíthatóak a gyújtási lánc elemei az iniciálás kezdetétől a detonáció kialakulásáig.

Gyújtás: a robbanóanyag felrobbantásának több fokozatból álló folyamata, mely a teljes gyújtóláncot magába foglalja: az indító impulzus közlésével kezdődik, és a robbanóanyagot felrobbantó robbantó impulzus leadásával ér véget.



5. kép Gyújtási lánc elemei gyújtószinóros gyújtás esetén a tűzgyújtás analógiájával

ROBBANÓZSINÓROS ROBBANTÓHÁLÓZATOK

A gyújtózsínóros robbantás során a gyújtózsínór indítási végén történő meggyújtása eredményeképpen, a jellemzőinek megfelelő sebességgel halad végig az égési folyamat, majd a gyújtózsínór másik végén szűrőláng formájában jelenik meg és hozza működésbe az arra érzékeny gyutacsot.

Gyújtózsínór: a szereletlen gyutacs begyújtására alkalmas, meghatározott égési sebességű vékony lőportöltet, melyet szigetelő védőréteg vesz körül.

A gyutacs hüvelyébe préselt primer és szekunder robbanóanyag felrobbanása keltette robbanási hullámfront energiája hozza működésbe az arra érzékeny robbanóanyagot. Ilyen tulajdonságú robbanóanyag (pl.: hexogén, (RDX)) található kordszálak között a műanyag burkolatú robbanózsínórban.

Gyutacs: a robbanóanyag detonációjának kiváltására alkalmas eszköz, amely védőhüvelybe préselt iniciáló és szekunder robbanóanyag töltetet tartalmaz.

A gyújtózsínóros robbantással egyedi töltetek robbanthatók fel. Ez élesített töltet a gyújtózsínórra erősített, – arra alkalmas célszerszámmal: gyutacsszorító fogóval rázúzott – robbantógyutacs hozza működésbe. Ilyen egyedi robbantások lehetnek például batározás, – azaz méreten felüli tömbök aprítása – alkalmával tervezett robbantások, vagy árvédekezés során használatos úgynevezett: dobótöltetek. Valamennyi alkalmazási módot a technológiai előírásban rögzítik.

A gyújtózsínóros iniciálás esetén több töltet egyidejű robbantása robbanózsínóros robbantóhálózat alkalmazásával biztosítható. (A robbanózsínóros hálózat egyéb típusú gyutacssal, vagy robbanó töltettel is működtethető.) A robbanózsínórban végbemenő robbanás közvetíti a hozzá erősített robbanó gyutacs energiáját tovább. Amennyiben az így kialakított rendszer többszörözik, azaz az egymáshoz kötött robbanózsínórok láncolata újabb és újabb robbanások kiváltására alkalmas. Attól függően, hogy milyen geometriai elrendezést alakítanak ki, a robbanózsínóros hálózatok lehetnek:

- Soros,
 - Párhuzamos,
 - Vegyes
- kialakításúak

A Robbantási Technológiai Előírásban (RTE), vagy a robbantási terv műszaki mellékletéből, a robbantómester a részére készült kivonatból, szövegesen és grafikusán is megismerheti a meghatározott robbantóhálózattal kapcsolatos műszaki követelményeket.

- A kialakítandó robbantóhálózat típusát;
- A leágazások számát;
- A felhasználandó anyag mennyiségét;
- A csatlakozási, kapcsolási módokat;

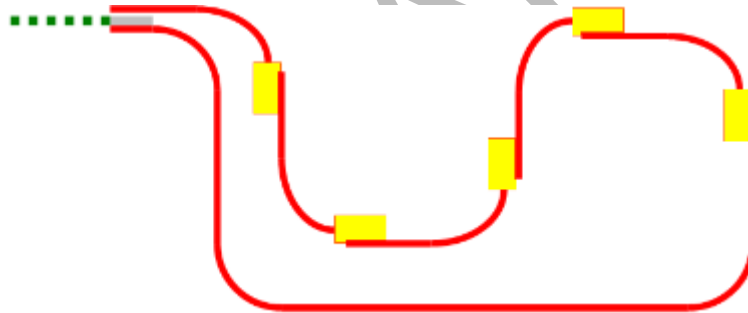
KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

- Az iniciálás módját.

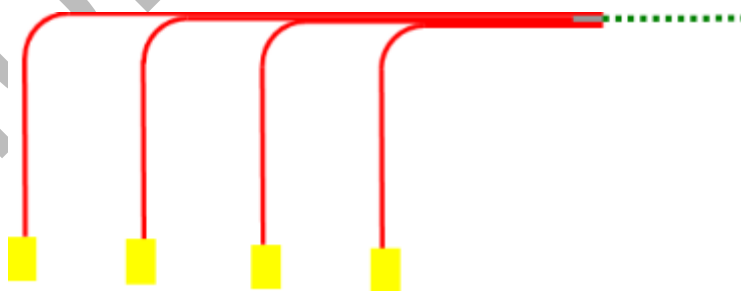
A robbanózsínóros robbantóhálózatokat napjainkban elsősorban a mélyfúrási technológiák-nál alkalmazzák a perforátorok összekötésére. Ez a megoldás egy tipikus soros kialakítású robbanózsínóros robbantóhálózat. A robbanózsínór használata előfordulhat például a külszíni kőzetjövésztés célját robbantások során, amikor a töltetoszlop biztos elrobbantása érdekében vezetik végig a robbanózsínórt a töltetüregben. Speciális robbantási feladatok során kábel töltetek iniciálásakor is alkalmazott technológiai megoldás a robbanózsínór használata.



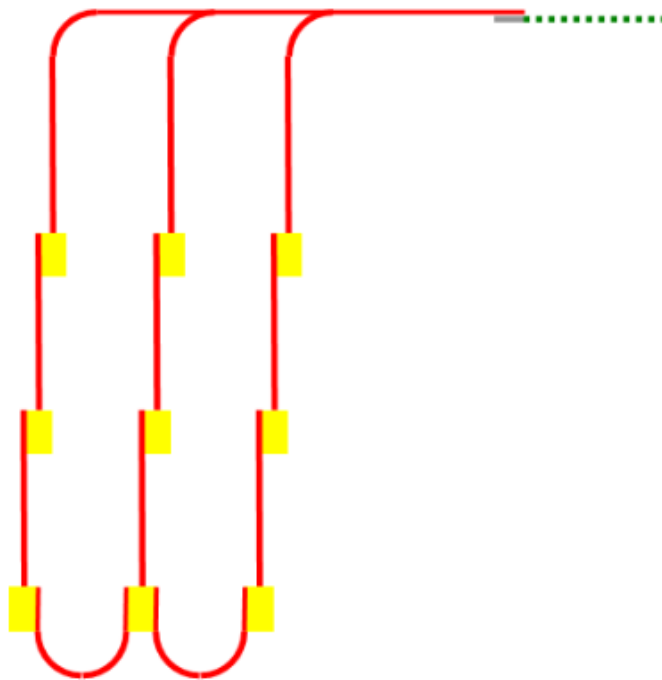
6. kép Robbanózsínórral összekötött perforátorok



7. kép Soros robbanózsínóros hálózat elvi vázlata



8. kép Párhuzamos robbanózsínóros hálózat elvi vázlata



9. kép Soros robbanózsínóros hálózat elvi vázlata

VILLAMOS ROBBANTÓHÁLÓZATOK

A több helyen és egyidejű robbanás kiváltása időben meghatározott pontossága megkövetelte, hogy a másodperc tört része alatt egységesen következzen be a töltetek iniciálása. Ennek alkalmas eszközei a villamos gyutacsok. Felépítésükből adódóan, a gyutacsokba préselt érzékeny primer robbanóanyag iniciálását az izzógyújtóban keresztül folyó elektromos áram hőhatása váltja ki. Így működnek a pillanat hatású villamos gyutacsok. A bányaipar és egyéb követelmények kielégítésére a töltetek egymáshoz közel eső, de határozottan elkülönülő időpillanatban történő felrobbantását oldották meg a késleltető elemek beépítésével, amely lehetővé tette, hogy az azonos fokozatszámú gyutacsokkal szerelt töltetek adott határon belül egyszerre robbanjanak fel.

A különböző célú robbantástechnológiák tervezése során a villamos gyutacsok jellemzőit és tulajdonságait figyelembe véve tervezik meg az elektromos robbantóhálózatot. E robbantási terv elemeit tartalmazza az RTE, vagy a robbantási engedély műszaki melléklete, amellyel a robbantómester munkája során találkozik. A műszaki dokumentumrészlet alapján meghatározhatja:

- Az elektromos robbantóhálózat kialakításának rendszerét, típusát;
- Az alkalmazott elektromos gyutacsok mennyiségét fokozatszám szerint;
- A felhasznált elektromos vezetékek hosszát;
- Az elektromos robbantóhálózat működtetéséhez szükséges áramforrást;
- A robbantóállomás helyét;

A robbantóhálózat kialakítása, ellenőrzése, robbantógépre kapcsolása, a robbantógép működőképességének ellenőrzése, a robbantógép működtetése csak robbantómester által végezhető feladat.

Az elektromos robbantóhálózat esetében a gyújtási lánc elemei:

- Áramforrás
- Fővezeték
- Összekötő vezetékek (hosszabbítás)
- Villamos gyutacsok
- *Detonátor*
- *Indítótöltet*
- *Főtöltet*

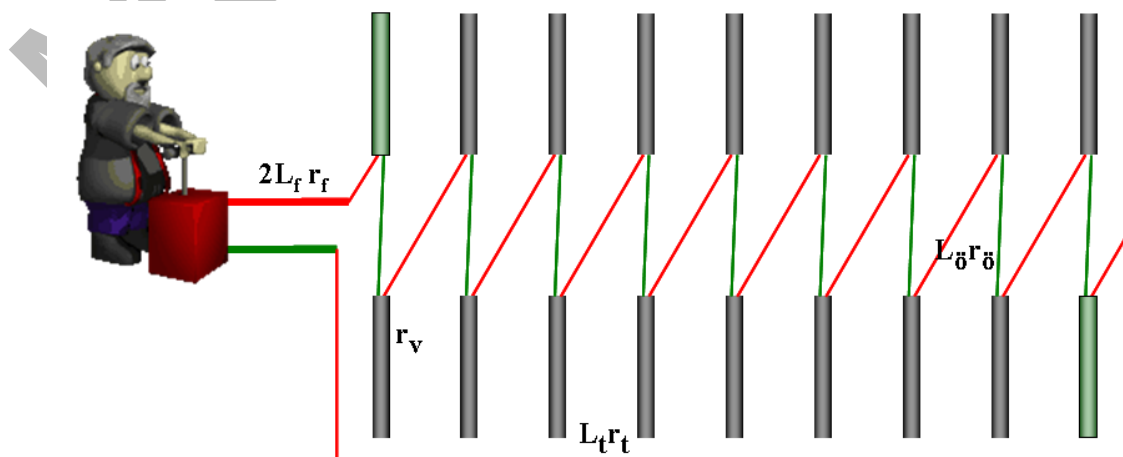
A villamos gyutacsok és a robbantóvezetékek az indítóáram áthaladásakor elektromos ellenállásnak tekinthetők. Kapcsolásuk az elektromos ellenállásoknál megszokott módon történhet, így beszélhetünk a villamos gyutacsok:

Soros Párhuzamos Vegyes
kialakításáról

1. Izzógyújtóval szerelt (hagyományos) villamos gyutacsokból kialakított robbantóhálózatok

Az elektromos robbantóhálózatok leggyakrabban alkalmazott típusa a soros elrendezésű kialakítás. A kötés módja a legegyszerűbb, a "karácsonyfa izzósorhoz" hasonló. Amennyiben pontatlan kötés, vagy hibás gyutacs akad a rendszerben – hasonlóan a fenyő izzósorhoz" a hálózaton nem folyik áram, azaz nem működik. Ez a tulajdonság megkönnyíti az elektromos ellenállásmérésen alapuló ellenőrzést. A szakadást végtelen ellenállás jelzi.

A potenciálisan helyesen kialakított soros robbantóhálózatban nem alakul ki nagy feszültségkülönbség a vezeték végek között, ezért az ilyen módon telepített elektromos robbantóhálózatok működőképessége a legvalószínűbb.



10. kép Potenciálisan helyesen kialakított elektromos robbantóhálózat vázlata

Ebben az esetben a hálózat ellenállás értéke (R), a gyújtási lánc elemeinek összegzett ellenállásértékéből adódik és az alábbi egyszerű képlettel számítható:

$$R_e = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Az alkalmazott robbantógépek szempontjából ez a megoldás energiaigény szempontjából a legkedvezőbb. Párhuzamos, vagy vegyes elrendezésű elektromos robbantóhálózatok energiaigénye, a nagy átfolyó áramszükséglet miatt általában nehezen elégíthető ki. Ugyanakkor, igen fontos, hogy az egyes hálózati ágak közel azonos ellenállás értékűek legyenek. Abban az esetben, ha 5–6 %-nál nagyobb különbség mutatkozik, könnyen előfordulhat, hogy a kisebb ellenállású ágakba szerelt gyutacsok elrobbannak, míg a nagyobb ellenállású ágon állva maradás következik be. A robbantómester feladata, hogy a robbantási tervben részére meghatározott módon kialakított elektromos robbantóhálózatot a betartandó biztonsági előírások figyelembe vételével ellenőrizze és veszélytelenség esetén szakszerűen működtesse.

$$R_e = \frac{R_{gy}}{m_p} + R_{f\ddot{o}}, ohm$$

$$R_{ev} = \frac{n_v R_{gy}}{m_v} + R_{f\ddot{o}}, ohm$$

Ahol:

- R_i – Sorba kapcsolt gyutacsok ellenállása, OHM ($R_1 \neq R_2 \neq \dots \neq R_n$)
- R_{gy} – Párhuzamosan kapcsolt gyutacsok ellenállása, OHM ($R_1 = R_2 = \dots = R_n$)
- $R_{f\ddot{o}}$ – A fővezeték ellenállása
- m_p – Párhuzamosan kapcsolt gyutacsok száma, db.
- n_v – Vegyes kapcsolásnál a sorba kötött gyutacsok száma, db.
- m_v – Vegyes kapcsolásnál az ágak száma, db

Nagyszámú villamos gyutacsot tartalmazó elektromos robbantóhálózatok működtetésére fejlesztett ki az NTR 1000, 2000, 3000, 4000, 12.000 robbantógép családot. Használata elterjedt. Az eszköz alkalmas 1, 2, 3, 4 vagy 12 db egyenként 1000 ohm ellenállású, egyenként soros, a gépre csillag elágazásszerűen, párhuzamosan kapcsolt, kiegyenlített ellenállás értékű robbantóhálózat működtetésére. Itt is, minden elektromos robbantógépnél figyelembe kell venni azt az alapelvet, hogy ne terheljük a gépet a névleges teljesítménye 80 %-nál nagyobb mértékben.

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

Az ellenőrzéseket csak olyan, a szakhatóság által jóváhagyott mérőeszközzel szabad végrehajtani, amelynek a mérőárama többszörösen kisebb, mint ami a gyutacsok elműködtetéséhez szükséges.



11. kép Digitális kijelzésű elektromos ellenállásmérő

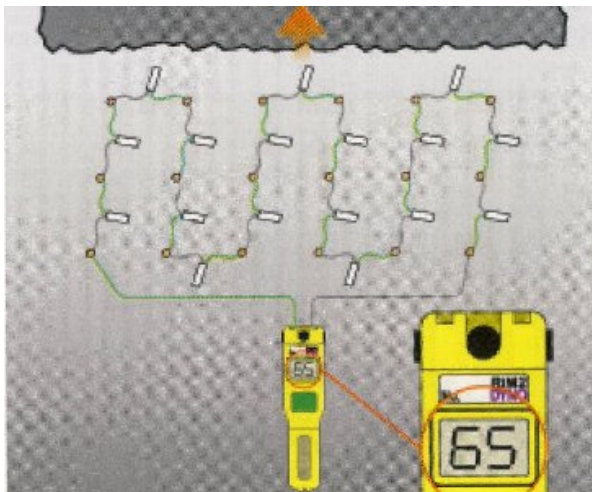
Az ellenőrzés során a mért és a leírásban szereplő értékeket összehasonlítja. Az összehasonlítás alkalmával egyszerű ellenőrző számvetést végezhet, vagy a kontroll érdekében előre becsült értékkel számol. Ehhez ismerni kell a fővezeték, a felhasznált hosszabbító vezeték, az alkalmazott villamos gyutacsok ellenállás értékeit. Általános szabály, hogy a rézvezeték jobb vezető az órozott acélvezetékénél és a kisebb átmérőjű vezetéknek nagyobb az elektromos ellenállása, mint a nagyobbak. Az mennyiben az ellenőrzés során a számítottól, vagy a tervezettől jelentős eltérést tapasztal, minden esetben rendellenességre kell gondolnia és fel kell tárni a hiba okát. Ilyenek lehetnek pl.:

- Szálszakadás, nem érintkező kötés, (pl.: gatyára kötés, amikor a csupaszolt vezetékvéget, a szigetelt vezetékvégre kötik, és nem jön létre elektromos kontaktus);
- Nem kellően szigetelt elektromos csatlakozás helyén nedvesség, vagy fémes érintkezés hatására "letestel" a hálózat;
- A nem szakszerűen összesodort vezetékpár csak egy ponton érintkezik;

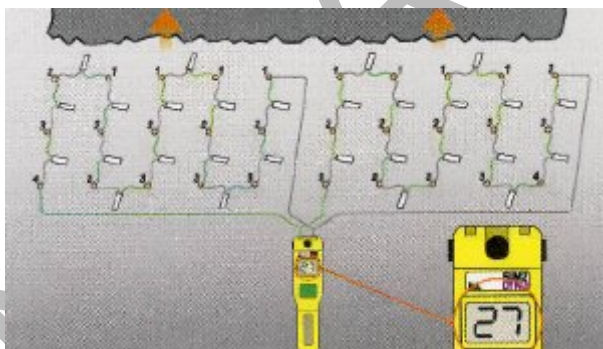


12. kép Megfelelő elektromos kontaktust biztosító kötés mód a gyutacsvezetéken a fokozat számot jelző zászlóval

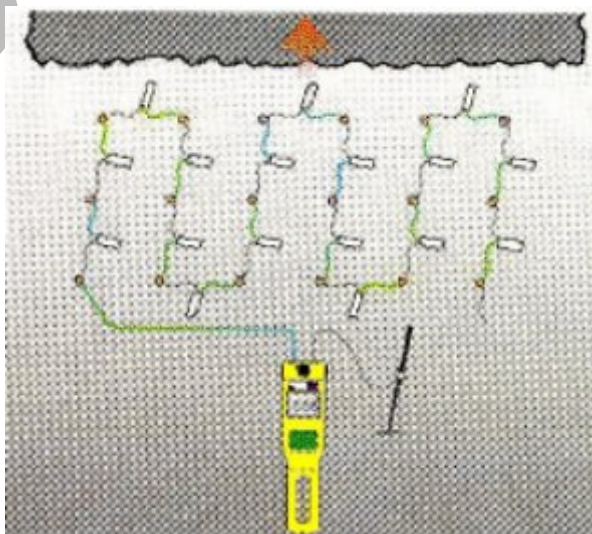
Az 2–3 cm hosszan, szorosan összesodort és hurokban visszahajtott, lecsípett végű gyutacsvezeték biztos elektromos kapcsolatot jelent. A vezetékekre kötött csomó (hurok) lehetővé teszi, hogy az esetleges húzó igénybevétel ne az elektromos kötéshely vegye fel. A Fehér zászló a gyutacs típust és fokozat számot mutatja.



13. kép Soros hálózaton mért elektromos ellenállás



14. kép Párhuzamos elektromos hálózaton mért elektromos ellenállás



15. kép Szakadás esetén a talaj is lehet vezető

A 13. kép és 14. kép ábrája egy illetve kétszoros hálózatot szemléltet. A 14. képen látható hálózat kétszer akkora, mint a 13. képen bemutatott, a mért ellenállás mégis kb. fele az elsőnek, mivel a hálózat rendszere párhuzamos. Ugyanakkor Ohm-törvénye alapján az áramerősség igény jelentősen megnövekszik, amelyet a robbantógép nem biztos, hogy képes leadni.

A robbantómester részére meghatározott technológiai utasításban megnevezik az alkalmazásra kerülő robbantógép típusát, amelyet az alkalmazott technológia követelményeinek megfelelően választottak ki. Rendszeresen néhány gyutacs elműködtetéséhez kisebb teljesítményű robbantógép is elegendő. Nagy energiaigényű, akár több soros robbantóhálózat egyidejű működtetéséhez nagyobb teljesítményű robbantógép alkalmazása elengedhetetlen. Mindenképpen szükséges azonban a robbantógép működőképességek ellenőrzése a robbantási feladat megkezdése előtt, valamint a szükséges energia leadó képességének vizsgálata a gyújtás előtt. Általános elv, hogy a robbantóhálózat biztonságos működtetéséhez a rendelkezzen a robbantógép 20 % energiatartalékkal, azaz a névleges teljesítménye haladja meg a hálózat eredő ellenállása és a kondenzátoros robbantógép sajátosságaiból számított energiaszükségletét.

$$E = \frac{U_0^2 C}{2R_{ei}} \left(1 - e^{\frac{-2t}{R_{ei} C}} \right), J / ohm$$

Ahol:

- U_0 - A robbantógép kondenzátorának feszültség: V;
- C - A robbantógép kondenzátorának kapacitása: F;
- R_{ei} - Kapcsolási módoktól függően az eredő ellenállás: ohm;
- t - Az energiaközlés ideje: t (4*10⁻³).



16. kép Kondenzátoros robbantógép

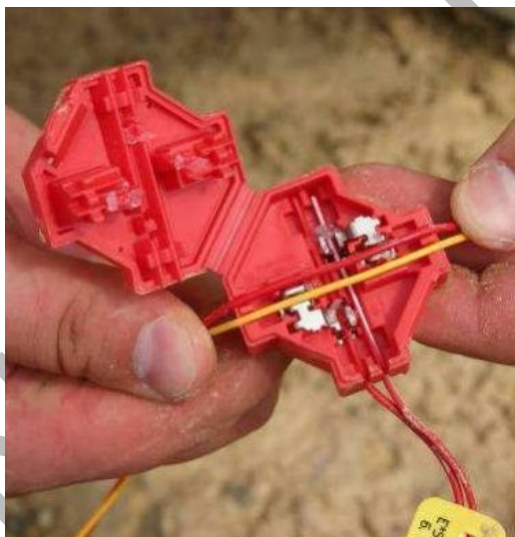


17. kép Dinamó-elektromos robbantógép (korszerűtlen)

2. Elektronikus gyutacsokból kialakított robbantóhálózatok

A robbantástechnológiák fejlődése az iniciáló eszközöket sem kerülte el. A késleltetési pontosság követelményeit az elektrotechnikából ismert vezérlőelem, a chip, gyutacsba történő beépítésével oldották meg. Az elektronikus egység nagyságrenddel nagyobb késleltetési pontosságot biztosít, mint a korábbi megoldások és egyesileg szabályozható, programozható. A számítógéppel tervezett késleltetési rendszer minden egyes elemét, arra alkalmas adattárolóval, egyesével lehet beállítani, a robbantási feladat jellegének (aprítás, kőzetfajta, lyukkiosztás, stb..) megfelelően.

- A rendszer elemei feleslegessé teszik a hagyományos elektromos kötések kialakítását, mert a gyutacsokhoz olyan külső patent elemek tartoznak, amelyek a kapcsolással együtt, a szigetelés egy ponton történő felmetszésével, elektromos kontaktus teremtenek a fő áramkör és a gyutacsvezeték között;
- a hálózat kialakítás egyszerű, az áramforrástól – speciális robbantógép – vezetett elektromos érpárt párhuzamosan csatlakoztatják a külön programozható gyutacsokhoz a kapcsoló elemekkel.



18. kép Elektronikus gyutacs kapcsolóelem

- a gyutacsok programozása a terepen használható úgynevezett "Logger"-rel történik, amely alkalmas korábban a memóriájába elraktározott adatok bevitelére, vagy a jegyzék alapján egyesével történő adatfeltöltésre.

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE
(ROBBANTÓHÁLÓZATOK)



19. kép Az elektronikus gyutacsok programozására szolgáló berendezés (Logger)

- a gyutacsok egyenkénti ellenőrzését egy külön teszterrel végzik, amit a hálózat megon-
tása nélkül lehet a kapcsolóhoz csatlakoztatni.



20. kép Elektronikus gyutacs ellenőrző teszter

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE
(ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

- a hálózat megbontása nélkül használható csatlakoztató adapterrel valamennyi gyutacs hozzáférhető ellenőrzés céljából



21. kép Csatlakozó adapter és az ellenőrző teszter

- a kialakított robbantóhálózatot speciális robbantógéppel indítják



22. kép Elektronikus robbantóhálózat indítására alkalmas robbanógép

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

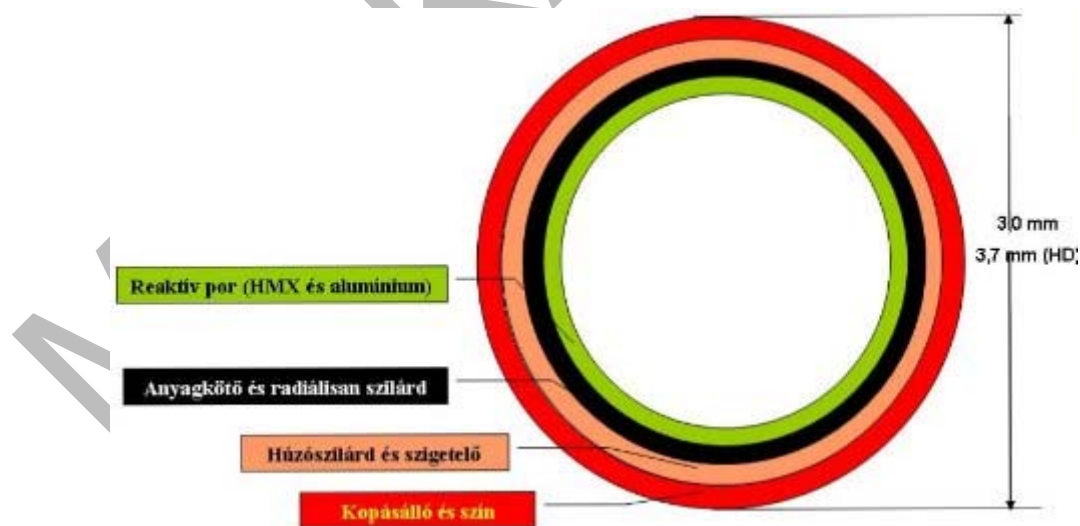
A rendszer alkalmazása során elkerülhető egy sor, a hagyományos elektromos robbantóhálózatok kialakítása során előforduló kötésbeli hiba. Az elektronikus késleltetés beállításával rugalmasan változtatható az iniciálási rendszer a technológia megkövetelte feltételek alapján. A robbantóhálózat telepítése egyszerű és áttekinthető, az alkalmazott eszközök kezelése rövid időn belül elsajátítható. Növekszik az ellenőrzés pontossága.

NEM ELEKTROMOS (NONEL) ROBBANTÓHÁLÓZATOK

Az iniciálási rendszerek fejlődésének jelentős állomása a nem elektromos, idegen kifejezéssel – NONEL – rendszerek megjelenése. A kezelésbiztosság és a nagy késleltetési pontosság, valamint a környezetvédelem követelményeinek megfelelően fejlesztették ki. A rendszer elemei:

- NONEL vezeték
- Gyutacs és külső késleltető kapcsoló
- Hurkos kapcsoló,
- Műanyag klipsz a robbanózsínór és NONEL vezeték összekapcsolására
- NONEL vezeték toldócső
- NONEL robbantógépek

A NONEL rendszer sajátossága, hogy a NONEL gyutacsok működtetéséhez, indításához szükséges indító impulzust egy 3–3,7 mm vastag, 3 rétegű műanyag cső falára felvitt robbanóanyag keverék (HMX és Alumínium keveréke) közvetíti oly módon, hogy a kb. 2000 m/s robbanási sebesség mellett a cső nem semmisül meg.



23. kép NONEL robbantóvezeték szerkezete

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

A NONEL vezeték alkalmas a robbantóhálózat kialakítására a robbantó állomás és a robbantás helye között. (Fővezeték). Ugyanakkor a késleltetést biztosító kapcsolók és a detonációt kiváltó gyutacsok, vagy ezek kombinációi is ezzel vannak szerelve. A NONEL vezeték 3 rétege az alábbi funkciókat látja el:

- Külső: kopásállóság és megkülönböztető szín biztosítása
- Középső: Húzószilárdság és szigetelés biztosítása
- Belső: Radiális szilárdság és anyagmegkötés biztosítása (Erre a rétegre hordják fel a robbanást közvetítő anyagot)



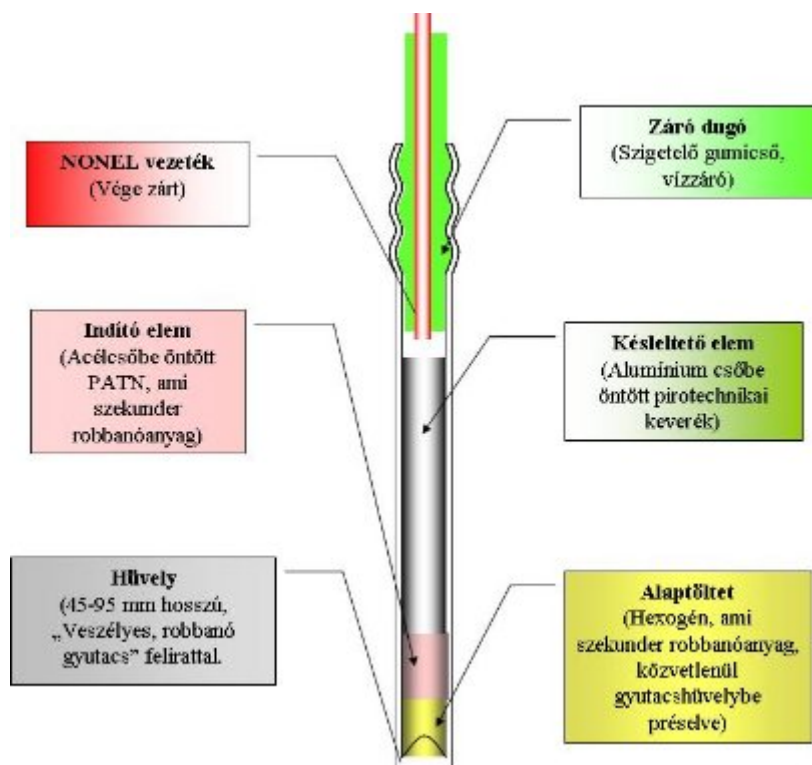
24. kép NONEL vezeték dobon

A NONEL vezeték hosszabbítható, toldható, a vezeték átmérőjének megfelelő, műanyag toldó cső segítségével. A homlokkal egymáshoz illesztett NONEL csőben terjedő robbanás átadódik.



25. kép A toldó csőbe illesztett, merőlegesen vágott NONEL vezeték toldása

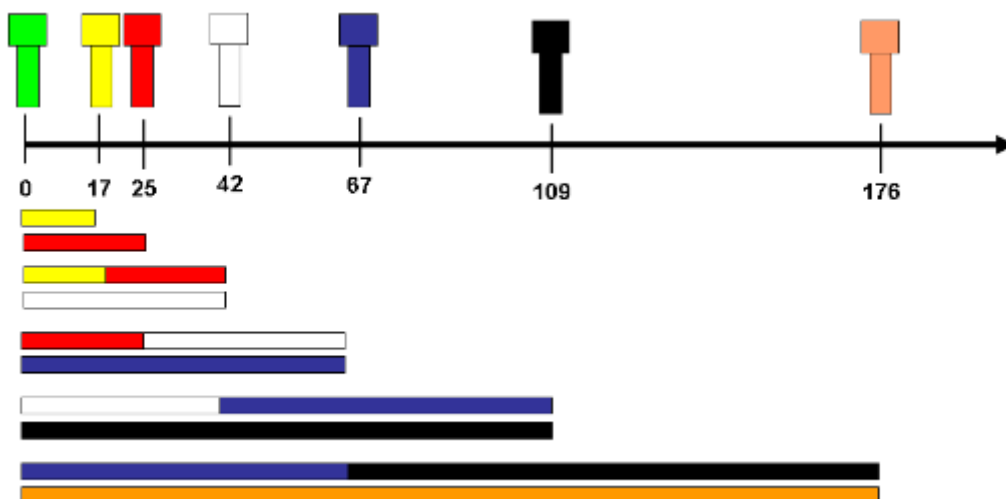
A NONEL gyutacsok sajátossága, hogy nem tartalmaznak primer robbanóanyagot (ólomazid). Ezáltal kevésbé érzékeny a mechanikai behatásokra. Nem okoz gondot a kóboráram veszély, vagy az elektromos kisülés (villám). A beépített késleltető elegy nagy pontosságot biztosít. Nincs nagyteljesítményű robbantó gép igény.



26. kép NONEL gyutacs elvi felépítése

A NONEL vezetékot hasonlóképpen a gyutacshoz, külső késleltető elemekkel is szerelik. A késleltető elemeket jól megkülönböztethető színjelzéssel látják el. A késleltető elemek fokozatait úgy alakítják ki, hogy az egymást követő fokozatok az alattuk levő két fokozat késleltetési idejének összegét adják, ezzel is elősegítve a kompatibilitást. A késleltető elemekhez egyszerű mechanikus kapcsolattal több NONEL vezeték csatlakoztatható, amin keresztül az iniciálási rendnek megfelelően adható tovább a robbantó impulzus.

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)



27. kép NONEL késleltetési lépcső a színekkel megkülönböztetett külső kapcsolókkal (ms)

A külön szerelt gyutacsok sajátossága, hogy viszonylag hosszú késleltetési idővel (450–500 ms) rendelkeznek, ezáltal biztosított, hogy nem következik be töltetamputálás mielőtt a robbanási impulzust valamennyi gyutacs megkapja.

A külső késleltető elemekkel kiküszöbölhetővé vált a magas késleltetési fokozatú elektromos gyutacsok gyártási pontatlanságából eredő hiba (A magasabb névleges késleltetésű (fokozatszámú) gyutacs hamarabb működik el az alacsonyabb késleltetési fokozatúnál, amennyiben kedvezőtlen szélsőséges esetben egy hálózatba kerül egy megengedett felső és alsó gyártási tűrésű gyutacs egyed.) Ezáltal elméletileg lehetővé válik végtelen számú egymás után felrobbanó töltet iniciálása a rendszerrel.



28. kép "Kalapos" külső kapcsoló a késleltető elemhez illesztett NONEL vezetékkel



29. kép Külső késleltető elemmel szerelt NONEL gyutacs



30. kép Külső késleltető elem sorozat szerelt NONEL vezetékkel



31. kép Külső késleltető elem (zöld) kapcsolása további külső késleltetőkhöz (piros, bal oldalt) és gyutacsokhoz piros színű NONEL vezetéken keresztül (jobb) az iniciálás irányával (sárga nyilak)

KIVONAT A ROBBANTÁSI TECHNOLÓGIAI ELŐÍRÁS ELEMEIBŐL A ROBBANTÓMESTER RÉSZÉRE (ROBBANTÓHÁLÓZATOK)

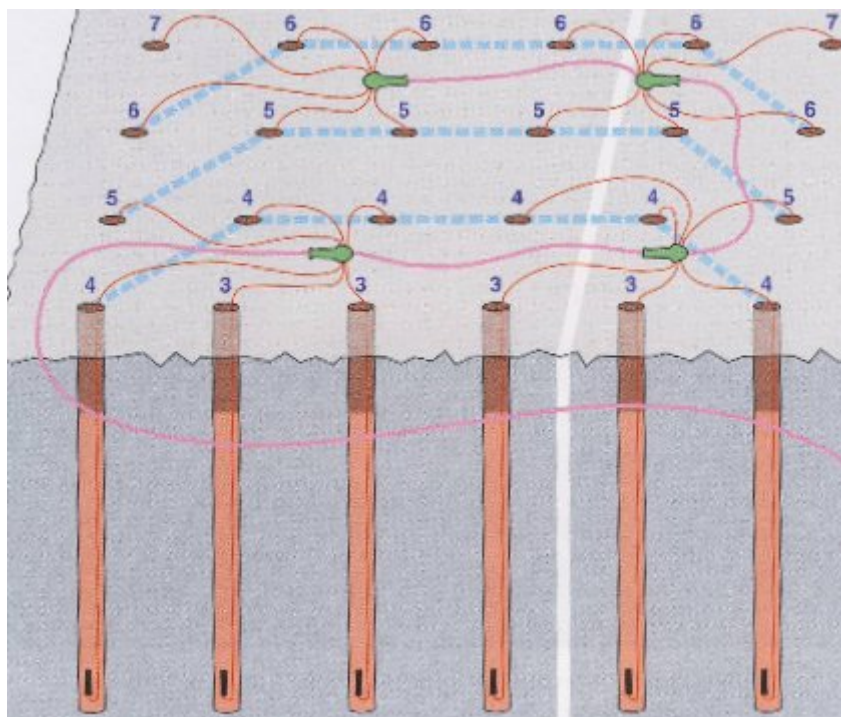
A kapcsolóelem kialakításától függően, 4–5 NONEL vezetéknél több csatlakoztatásánál nagyobb igény esetén a biztos robbanásátadás érdekében hurkos kapcsolót kell alkalmazni. A robbanózsín darab hurkába illesztett NONEL vezeték köteg veszi át robbanó impulzust.



32. kép Hurkos kapcsoló nagyobb számú elágazás biztosításához

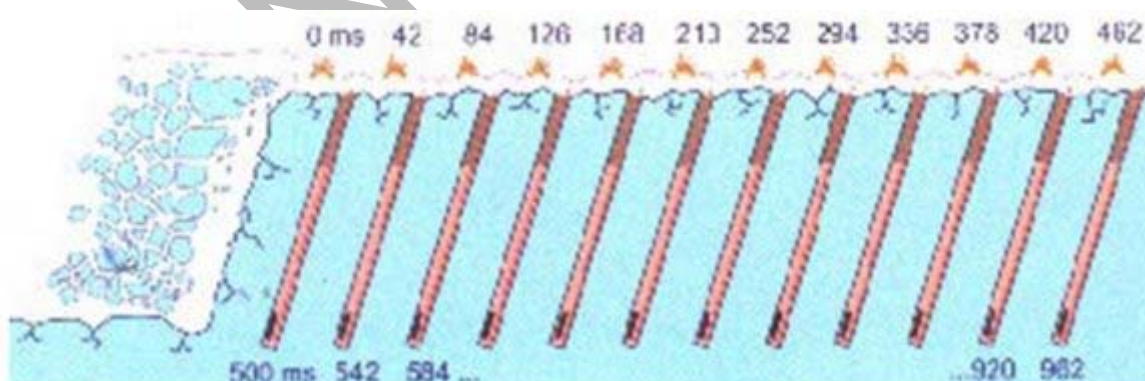
A megnövekedett pontosság miatt jelentősen javul például a jövesztett készlet szemcseszerezete és csökken a környezet szeizmikus terhelése a robbantások következtében.

A robbantómester feladata a rendelkezésére bocsátott robbantóhálózati terv alapján, a biztonsági rendszabályok és telepítési követelmények betartásával kialakítani a robbantóhálózatot. Az alább bemutatott képen egy külső késleltető elemekkel szerelt robbanóhálózati részlet látható. A különböző technológiai követelményeknek megfelelően számtalan célszerű variáció hozható létre úgy a külszíni bányászatban, mint a földalatti robbantástechnológiák során. A területrobbantásoknál, árokrobbantásoknál, de építménybontásoknál is igen elterjedt alkalmazást nyert a NONEL technológia.



33. kép Külső késleltető elemekkel szerelt, külszíni jövesztésnél alkalmazott technológiai elrendezés

A NONEL robbantóhálózatot a rendszeresített robbantógéppel indítják, ami kiváltja a robbanó impulzust a robbantó vezetékben. A robbantóvezetékben végighaladó robbanási hullám ütest mér a késleltető elemeken keresztül – amelyek gyakorlatilag, nagy pontosságú gyutacsok – a hozzájuk csatlakoztatott robbantóvezetésekre. Ezek vagy újabb késleltető elemekben, vagy a töltetekbe helyezett hosszú késleltetésű gyutacsokban végződnek.



34. kép 42 ms-os külső kapcsolókkal szerelt területrobbantás elvi vázlata

A területrobbantás elvi vázlatán szemléltetett késleltetési rendszerből kiolvasható, hogy a felszínen előrehaladó késleltetés vázlaton szemléltetett utolsó oszlopa is megkapja az indító impulzust, amikor az első oszlopban még nem következett be a robbanás. Így biztosított a töltetamputálás elkerülése is.

A NONEL iniciálási rendszer előnyei:

- Az ólomazid kikerült a gyártási folyamatból.

- Kevésbé érzékeny az ütésre;
- Kevésbé érzékeny a hőre;
- Kisebb a tömeges gyutacsrobbanás veszélye.

- Kevésbé érzékeny a mechanikus hatásokra;
- Töltőgépek használata esetén kevésbé veszélyes;
- A robbanási gázokban kevesebb az ólom;
- A gyutacsok pontosak, javul a kőzetaprítás;
- Csökken a robbantások szeizmikus hatása;
- Kis teljesítményű robbantógép vagy indítókészülék elegendő nagy robbantóhálózat indításához
- Külszínen végtelen fokozatszám alakítható
- Egyszerű, éttekinthető rendszer, könnyen elsajátítható.

A NONEL iniciálási rendszer hátránya:

- A hálózat műszeresen nem, csak vizuálisan ellenőrizhető

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Gyűjtse ki a vonatkozó szabályzatból a gyújtózsínóros gyújtással és robbanózsínóros hálózatokkal kapcsolatban azokat a feladatokat, amelyeket csak robbantómester végezhet! Kéressen magyarázatot ezekre a szigorító biztonsági előírásokra!

Keressen szakirodalomban, termékismertető kiadványokban, interneten különböző gyártók által kínált iniciáló eszközöket. Ismerkedjen meg a közölt adatokkal, hasonlítsa össze tulajdonságaikat, sajátosságait!

Osztályozza a különböző elektromos robbantó hálózatok sajátosságait kialakítása, energia igény, ellenőrizhetőség, alkalmazási biztonság szempontjából!

Tanulmányozza a vonatkozó robbantási biztonsági szabályzatot, valamint az ajánlott szakirodalmat. Állítson össze magának gyűjteményt a robbantóhálózatok telepítésével, működtetésével kapcsolatos biztonsági előírásokról, betartandó technológiai követelményekről!

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

1. feladat

Hány db. normál érzékenységű (nl) villamos gyutacs robbantható fel egy NTR 2000 típusú robbantógéppel 2 db soros kialakítású, a gépre párhuzamosan kapcsolt robbantóhálózat esetén, ha az egyik ágba a gyutacsok ellenállása:

$R_{gy1} = 3,2 \dots 5,5 \text{ ohm}$ a másik ágba $R_{gy2} = 5,2 \dots 8,0 \text{ ohm}$

Egyéb kitétel:

Nincs ellenállásmérő műszerünk, csak gyutacsellenőrzési jegyzőkönyv

A fővezeték hossza: 200 m.

A vezeték fajlagos ellenállása, $\rho = 0,0177 \text{ ohm/m}$.

Megoldás:

2. feladat

Ellenőrizze le, hogy a fenti robbantógép alkalmazása esetén mekkora fajlagos gyújtási impulzus éri a gyutacsokat?

Az NTR 2000-es robbantógép kondenzátorának kapacitása $39,6 \mu\text{F}$, a gép kondenzátorának feszültsége 1200 V .

Megoldás:

3. feladat

Határozza meg a fajlagos indító energia nagyságát annál a soros kapcsolású robbantóhálózathoz, amelyben 100 db. 10 ohm ellenállású villamos gyutacsot kapcsoltunk össze.

A robbantógép kondenzátorának kapacitása 70 μF , feszültsége: 800 V, energiaközlés ideje 4 ms, a robbantó fővezeték ellenállása 10 ohm, az összekötő vezetéké: 30 ohm.

Megoldás:

4. feladat

Hány darab villamos gyutacs indítható biztonságosan párhuzamosan kapcsolt hálózatban, ha a gyutacs és a robbantógép paraméterei azonosak az előző feladatban megadott értékekkel?

Megoldás:

5. feladat

Az előző példákban megadott jellemzőjű robbantógéppel indítható-e az a vegyes kapcsolású robbantóhálózat, amelyben a 100 db 10 ohmos villamos gyutacsból 2 db soros-párhuzamos kapcsolású hálózatot alakítunk ki? Egy-egy sorban 50-50 db villamos gyutacsot kapcsolunk!

Megoldás:

MEGOLDÁS

1. feladat

Hány db. normál érzékenységű (nl) villamos gyutacs robbantható fel egy NTR 2000 típusú robbantógéppel 2 db soros kialakítású, a gépre párhuzamosan kapcsolt robbantóhálózat esetén, ha az egyik ágba a gyutacsok ellenállása:

$$R_{gy1} = 3,2 \dots 5,5 \text{ ohm}$$

a másik ágba

$$R_{gy2} = 5,2 \dots 8,0 \text{ ohm}$$

Alapelv:

$$R_{ers1} = R_{ers2} \text{ (párhuzamos ágak miatt)}$$

Egyéb kitétel:

Nincs ellenállásmérő műszerünk, csak gyutacsellenőrzési jegyzőkönyv

A fővezeték hossza: 200 m.

A vezeték fajlagos ellenállása, $\rho = 0,0177 \text{ ohm/m}$.

Vegyes kapcsolás esetén az eredő ellenállás értéke:

$$R_{ev} = \frac{n_v R_{gy}}{m_v} + R_{fő}$$

Az NTR 2000-es robbantógépnél elvileg $2 \times 1000 \text{ ohm}$ -os ágot robbanthatunk el. Ténylegesen egy soros ág ellenállása:

$$R_{ers} = 800 \text{ ohm lehet.}$$

A soros ág eredő ellenállása:

$$R_{ers} = nR_{gy} + R_{fő}$$

A gyutacsok átlagos ellenállásával számolva:

$$R_{gy1} = \frac{3,2 + 5,5}{2} = 4,35 \text{ ohm}$$

$$R_{gy2} = \frac{5,2 + 8,0}{2} = 6,6 \text{ ohm}$$

A fővezeték ellenállása: $R_{fő} = l \times \rho = 200 \times 0,0177 = 3,54 \text{ ohm}$

A egyik ágba beköthető gyutacsok száma: $R_{ers1} = n_1 R_{gy1} + R_{fő}$

A másik ágba beköthető gyutacsok száma: $R_{ers2} = n_2 R_{gy2} + R_{fő}$

Az adatokat behelyettesítve:

$$n_1 = \frac{R_{ers1} - R_{fő}}{R_{gy1}} = \frac{800 - 3,54}{4,35} = 183 \text{ db.}$$

$$n_2 = \frac{R_{ers2} - R_{fő}}{R_{gy2}} = \frac{800 - 3,54}{6,6} = 120 \text{ db.}$$

2. feladat

Ellenőrizze le, hogy a fenti robbantógép alkalmazása esetén mekkora fajlagos gyújtási impulzus éri a gyutacsokat?

Az NTR 2000-es robbantógép kondenzátorának kapacitása 39,6 μF , a gép kondenzátorának feszültsége 1200 V.

A szükséges fajlagos gyújtási impulzus értéke.

$$E_{SZ} = 4m_v^2 = 4x2^2 = 16 \text{ mJ / ohm}$$

$$E_v = \frac{U_0^2 C}{2R_{ev}} \left(1 - e^{\frac{-2t}{R_{ev}C}} \right) \text{ J / ohm}$$

$$R_{ev} = \frac{R_{es}}{2}$$

Az adatokat behelyettesítve:

$$E_v = \frac{1200^2 \cdot 39,6 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 400} \left(1 - e^{\frac{-2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{400 \cdot 39,6 \cdot 10^{-6}}} \right) = 0,0282 \text{ J / ohm}$$

$$= 28,2 \text{ mJ / ohm}$$

Mivel Ev>Esz a robbantóhálózat biztosan indítható!

3. feladat

Határozza meg a fajlagos indító energia nagyságát annál a soros kapcsolású robbantóhálózatnál, amelyben 100 db. 10 ohm ellenállású villamos gyutacsot kapcsoltunk össze.

A robbantógép kondenzátorának kapacitása 70 µF, feszültsége: 800 V, energiaközlés ideje 4 ms, a robbantó fővezeték ellenállása 10 ohm, az összekötő vezetéké: 30 ohm.

$$R_{es} = R_{f\ddot{o}} + R_{\ddot{o}} + \sum_{i=1}^n R_{gyi} = 10 + 30 + \sum_{i=1}^{100} R_{gyi} = 40 + 1000 = 1040 \text{ ohm}$$

Behelyettesítve az adatokat:

$$\begin{aligned} E_s &= \frac{U_0^2 C}{2 R_{es} \left(1 - e^{\frac{-2t}{R_{es} C}} \right)} \\ &= \frac{800^2 \cdot 70 \cdot 10^{-6}}{2 \cdot 1,04 \cdot 10^3} \left(1 - e^{\frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{70 \cdot 10^{-6} \cdot 1,04 \cdot 10^3}} \right) \\ &= 0,002 \text{ J / ohm} \end{aligned}$$

Soros kapcsolásnál a szükséges energia normál érzékenységű gyutacsoknál 4 mJ/ohm, ezért az előbbi villamos hálózat nem indítható biztonságosan.

4. feladat

Hány darab villamos gyutacs indítható biztonságosan párhuzamosan kapcsolt hálózatban, ha a gyutacs és a robbantógép paraméterei azonosak az előző feladatban megadott értékekkel?

$$\begin{aligned} R_{ep} &= R_{f\ddot{o}} + R_{\ddot{o}} + \frac{R_{gy}}{m} \\ &= 10 + 30 + \frac{R_{gy}}{m} \text{ ohm} \end{aligned}$$

R_{gy}/m elhanyagolhatósága miatt: $R_{ep} = 40,0 \text{ ohm}$.

Párhuzamos kapcsolásban elrobbantható gyutacsok száma:

$$m = \frac{U_0}{4} \sqrt{\frac{2C}{R_{ep}}}, db$$

$$m = \frac{800}{4} \sqrt{\frac{2 \cdot 7 \cdot 10^{-5}}{40}} = 200 \cdot 1,87 \cdot 10^{-2}$$

$$= 3,74 = 3db.$$

Az eredő ellenállás miatt párhuzamos kapcsolásban kisszámú gyutacs indítható a fenti paraméterekkel rendelkező géppel. (A párhuzamos robbantóhálózatokhoz nagy teljesítményű speciális robbantógépre van szükség.)

5. feladat

Az előző példákban megadott jellemzőjű robbantógéppel indítható-e az a vegyes kapcsolású robbantóhálózat, amelyben a 100 db 10 ohmos villamos gyutacsból 2 db soros-párhuzamos kapcsolású hálózatot alakítunk ki? Egy-egy sorban 50-50 db villamos gyutacsot kapcsolunk!

$$R_{ev} = R_{f\ddot{o}} + R_{\ddot{o}} + \frac{n_v R_{gy}}{m_v}$$

$$= 10 + 30 + \frac{50 \cdot 10}{2} = 290 \text{ ohm}$$

behelyettesítve

$$E_v = \frac{6,4 \cdot 10^5 \cdot 7 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 2,9 \cdot 10^2} \left(1 - \frac{2 \cdot 4 \cdot 10^{-3}}{2,9 \cdot 10^2 \cdot 7 \cdot 10^{-5}} \right)$$

$$= 0,046 J / ohm = 46 mJ / ohm$$

A szükséges fajlagos gyújtási energia:

$$E_{SZ} = 4m_v^2 = 4 \cdot 2^2 = 16 mJ / ohm$$

AJÁNLOTT IRODALOM

Szerzői Közösség: Robbantómesterek kézikönyve I–II., OMBKE 1989;

Bassa Róbert – dr. Kun László: Robbantástechnikai kézikönyv, Műszaki Könyvkiadó–
Budapest, 1965;

Benedek–Bohus–Ernei–Horváth–Kirschner–Tárkányi: A robbanómester, Műszaki Könyvkiadó–
Budapest, 1976;

Dr. Bohus Géza – Horváth László – Papp József: Ipari Robbantástechnika / Műszaki Könyvki-
adó – Budapest, 1983;

A közlekedési, hírközlési és energiaügyi miniszter 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelete az Áltá-
lános Robbantási Biztonsági Szabályzatról

A(z) 0022–06 modul 009–es szakmai tankönyvi tartalomeleme
felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 544 01 0010 54 02	Külszíni bányaiipari technikus
54 544 01 0010 54 03	Mélyművelési bányaiipari technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:
12 óra

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1–2008–0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet
1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210–1065, Fax: (1) 210–1063

Felelős kiadó:
Nagy László főigazgató