



Robbanóanyagok vizsgálata

Lebics Ferenc
Nemzetbiztonsági Szakszolgálat
Szakértői Intézet
Kémiai Osztály
lebics.ferenc@nbsz.gov.hu





Az előadás szerkezete

1. Általános robbanóanyag ismeret

- Alapfogalmak
- Robbanóanyagok felosztása
- Robbanóanyagok felderítése

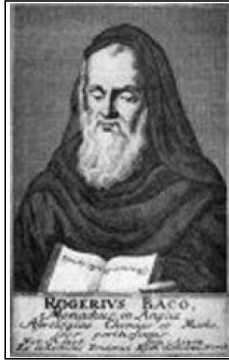
2. Robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények vegyész-szakértői aspektusai

- Jogszabályi háttér
- A vegyész-szakértői tevékenység célja, feladatai,
módszerei a robbanóanyaggal elkövetett
bűncselekmények kivizsgálásában
- Robbanóanyagok analitikai vizsgálatainak
módszerei, eszközei





A történelem...



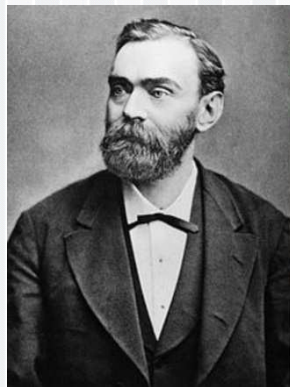
Roger Bacon
feketelőpor



Sir Frederick Abel
nitrocellulóz



Ascanio Sobrero
nitroglicerín



Alfred Nobel
dinamit



Eugène Turpin
pikrinsav



Joseph Wilbrand
TNT





Alapfogalmak I.

- **Robbanás:** az anyagi rendszeren belüli igen gyors és nagy energia felszabadulással, gázképződéssel járó fizikai, vagy kémiai folyamat.
- **Fizikai robbanás:** az anyagok kémiai változás nélküli, sokszor a halmazállapotukban hirtelen bekövetkezett változás idézi elő.
- **Kémiai robbanás:** kémiai reakció során felszabaduló energia eredményezi, amely a robbanóanyagok kategóriájába tartozó szerves, szervesetlen vegyületek, vagy ezek kompozíciójából összeállított robbanóképes keverékek alkalmazása révén következik be.
- **Detonáció:** olyan robbanási folyamat, melynek során a kémiai reakció front állandó, a hang sebességet jóval meghaladó sebességgel (kb.1000 m/s-10000 m/s) terjed lökés hullámok létrejöttével.
- **Deflagráció:** detonációval nem járó, gyors égésként jelzett robbanási folyamat, ahol a reakció front sebessége 1000 m/s alatt van.





Alapfogalmak II.

- **Robbanóanyag:** olyan anyag, vagy anyagok keveréke, amely bizonyos körülmények között, kémiai reakció révén, képes igen rövid idő alatt nagy energia felszabadulást, gázképződést produkálni, és ez által romboló hatást kifejteni. (részletesebben ld. 13/2010. (III. 4.) KHEM rendelettel kiadott Általános Robbantási Biztonsági Szabályzat)
- **Robbantóanyag:** a robbanóanyagok és a robbantószerkezetek összefoglaló elnevezéseként alkalmazzuk.
- **Robbantószer:** olyan eszköz, amely résztvevője a robbanóanyagok felrobbantását közvetlenül előidéző, megindító folyamatnak (pl. gyutacs, gyújtózsín).




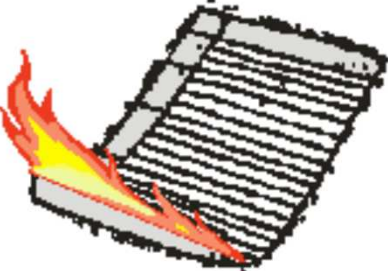



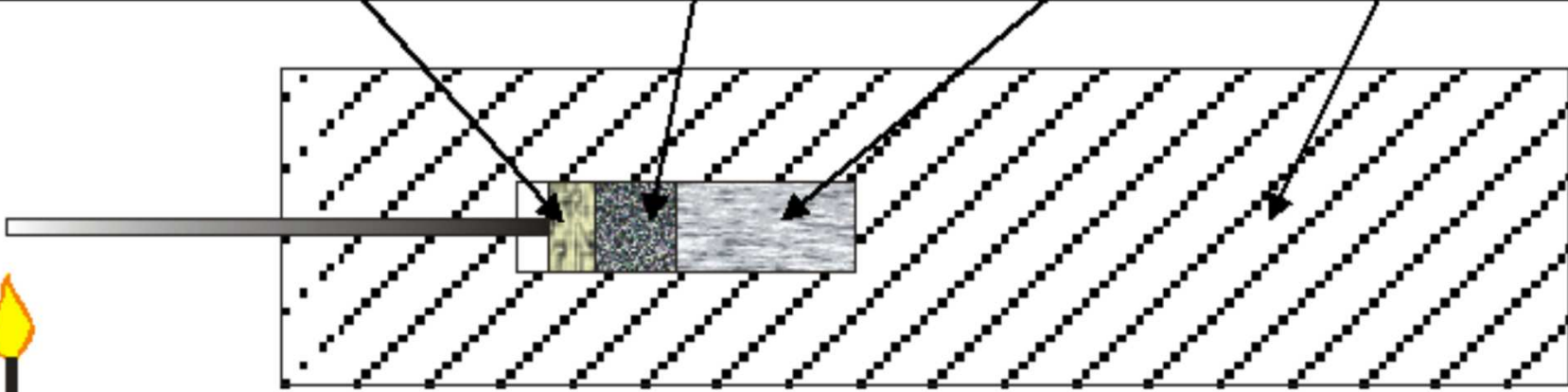


Alapfogalmak III.

- **Robbanószerkezet:** egy zárt testben, vagy burkolatban elhelyezett robbanóanyagból (töltet) és a működtető szerkezetként funkcionáló robbantószerből áll. Maga a robbanószerkezet lehet katonai (gránát, akna stb.), és különböző speciális ipari felhasználásra készített, vagy pedig házilagosan összeállított (improvizált) szerkezet, amely résztvevője a robbanóanyagok felrobbantását közvetlenül előidéző, megindító folyamatnak (pl. gyutacs, gyújtózsínór).
- **Gyújtás:** a gyújtó lánc működésének elindítása; az indító impulzus közlésével kezdődik és a robbanóanyagot felrobbantó végső impulzus leadásával ér véget.
- **Gyújtási lánc:** robbanóanyagok reakcióra (robbanásra) készítésének folyamata.



A gyújtási lánc

Gyufa	Papír	Aprófa	Keményfa	Kőszén
				
Lángképző	Lángerősítő	Láng közvetítő	Láng fokozó	Tüzelőanyag
Lángképző és közvetítő	Indítótöltet (primer töltet)	Közvetítő töltet (átvivő töltet)	Robbanó töltet (szekunder töltet)	Főtöltet
				
Láng v. parázs gyújtózsín	Higany-fulminát v. ólomazid + tricínát	Nitropenta	Nitropenta v. pentritol v. tetril	Paxit, dinamit, stb.





Robbanóanyagok csoportosítása I.



Egynemű, vagy alap robbanóanyagok	
<i>Szervetlen vegyületek</i>	<i>Szerves vegyületek</i>
Nitrátok (salétromsav sói)	Nitro vegyületek
Azidok	Nitrát észterek
Fulminátok	Nitraminok
Klorátok	Peroxidok
Perklorátok	Szerves sók

Az összetétel és kémiai szerkezet szerint





Robbanóanyagok csoportosítása II.

- **Nitro vegyületek:** trinitro–toluol (trotil, TNT)
- **Nitrát észterek:** glicerín–trinitrát (nitroglicerín, NG), pentaeritrit–tetranitrát (nitropenta, PETN), etilén-glikol–dinitrát (nitroglikol, EGDN), cellulóz–nitrát (nitrocellulóz, NC)
- **Nitraminok:** hexogén (RDX), oktogén (HMX)
- **Peroxidok:** triaceton–triperoxid (TATP), hexametilén–triperoxid–diamin (HMTD)
- **Szerves sók:** ólom–trinitro–rezorcinát (ólom–sztifnát, tricínát)
- **Nitrátok:** ammónium–nitrát (AN)
- **Fulminátok:** higany–fulminát
- **Azidok:** ólom–azid, ezüst–azid

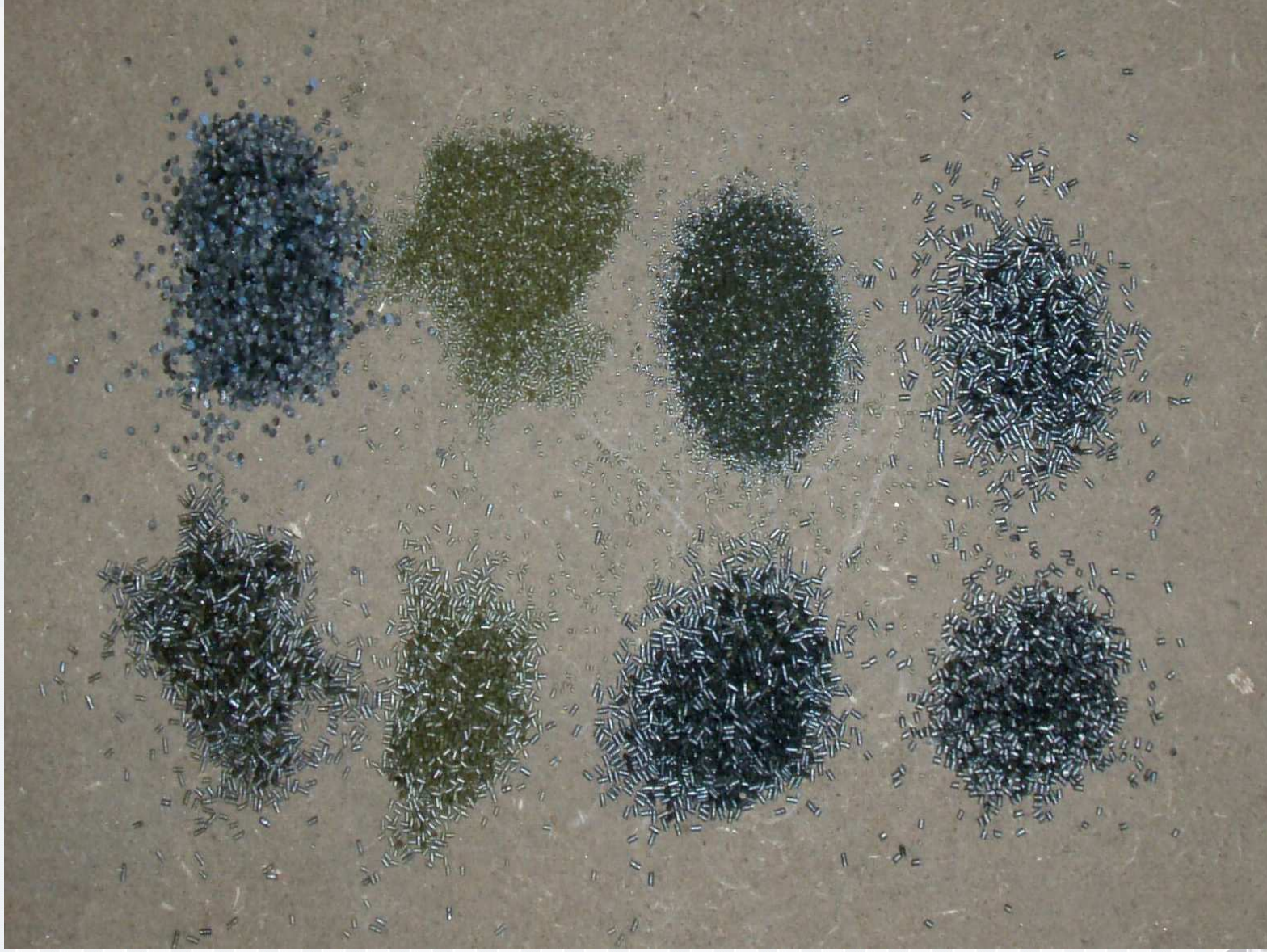




Lőporok I.



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT

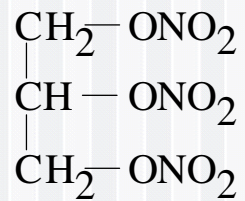
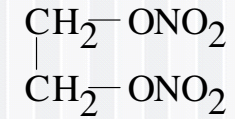
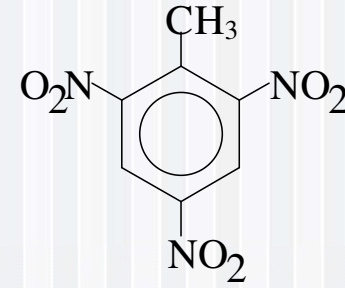


ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR





TNT és Dinamit

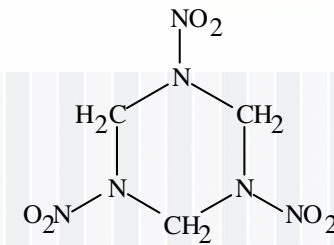




C4 plasztikus robbanóanyag



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT



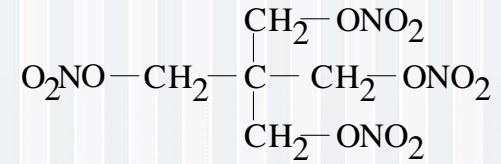
ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR



Semtex plasztikus robbanóanyag



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR





Összevetés



DROG

- Relatív kevés legális felhasználás (1-2%)
- Folyamatosan bővülő választék
- Erőteljes jogi szabályozás, folyamatosan bővülő listák
- Nagy kereslet, széles vevőkör
- Ritka az otthoni (homemade) előállítás (kivéve pár növényt)

ROBBANÓANYAG

- Széleskörű legális felhasználás (98-99%)
- Jól behatárolt termékkör
- Gyenge jogi környezet, állandó listák
- Kis kereslet, szűk vevőkör
- Viszonylag gyakori az otthoni (homemade) előállítás az illegális felhasználás esetében





Analitikai vizsgálat szükséges



- **Gyártmányok minőségellenőrzése során**
- **Környezetvédelmi esetekben**
- **Bűncselekményekkel összefüggő esetekben**
- **Megelőző jellegű ellenőrzéseknél, felderítésnél**





Gyártmányok minőségellenőrzése



- **Gyártás közbeni- és végtermékek analitikai vizsgálatai**
- **Szennyezőanyagok mennyiségi és minőségi vizsgálatai**
- **Bomlási folyamatok nyomon követése**
- **Felhasználhatóság ellenőrzése**





Környezetvédelmi esetek



- **Robbanóanyag gyárak, üzemek**
- **Laktanyák, lőszer- és robbanóanyag raktárak**
- **Lő- és robbantóterületek**
- **Háborús területek**
- **Ipari vagy szállítási balesetek területe**





Bűncselekményekkel összefüggő esetek



- **Eredetben lefoglalt robbanóanyagok**
- **Robbanóanyaggal érintkezett felületek**
- **Lőporok kézen/kézfejen**
- **Robbanás utáni maradványok vizsgálata**





Megelőző jellegű ellenőrzések, felderítés



Mikor szükséges?

- Terrorveszélyeztettség szempontjából kiemelt objektumokba (repülőtér, erőmű, olajfinomító, víz és energia szolgáltató központok stb.), hivatali épületekbe (minisztériumok, párt székházak, bírósági épületek stb.) való belépéskor
- Kijelölt biztonsági ellenőrzési pontokon (közúti, vasúti határátkelőhely stb.) az áthaladó gépjárművek, személyek vonatkozásában
- Gyanús postai küldemények (csomagok, levelek) esetében a hivatalokban és a frekventált célállomásokon
- Épületek, termek átvizsgálása (pl. bomba riadó alkalmával)
- Külföldi közméltóság, magas rangú állami, egyházi tisztségviselő látogatásakor elrendelt biztonsági ellenőrzések alkalmával



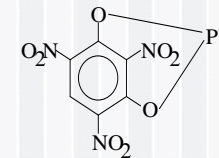
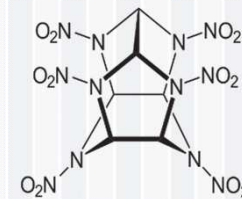
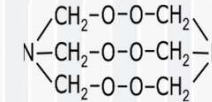
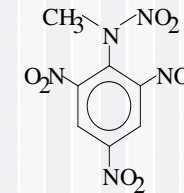
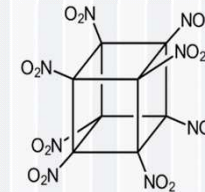
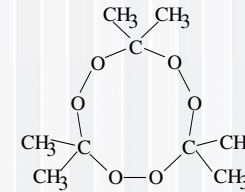
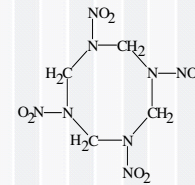


Robbanóanyagok felderítése



Robbanóanyagok néhány, a felderítés/detektálás szempontjából fontos általános tulajdonsága

- magas nitrogén tartalom és nitrogén sűrűség
- magas oxigén tartalom
- viszonylag magas sűrűség
- nagy elektron vonzó képességű nitro-csoport jelenléte
- alacsony egyensúlyi gőznyomás
- viszonylag alacsony termikus stabilitás
- jó adszorpció képesség

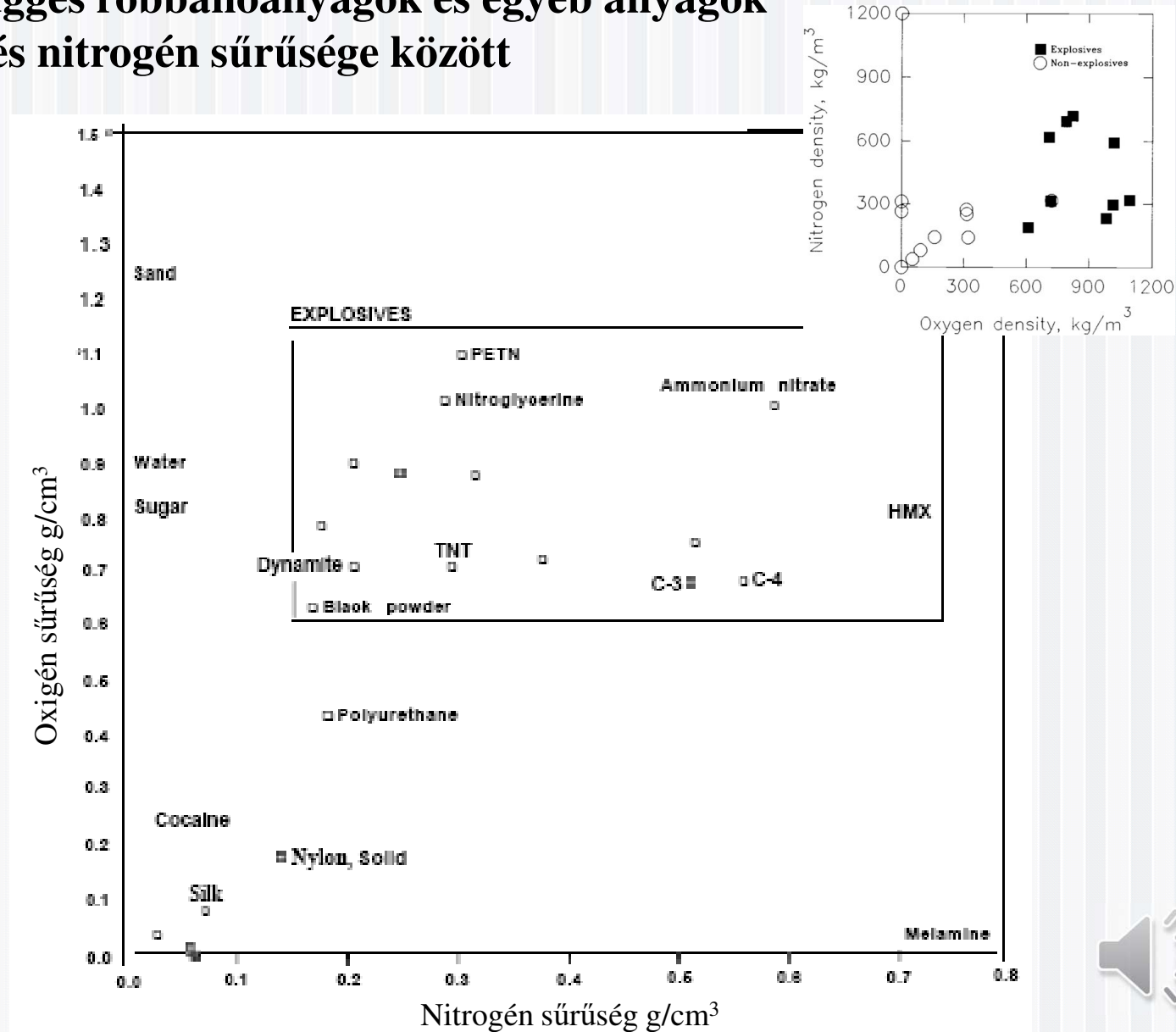




Robbanóanyagok tulajdonságai



Összefüggés robbanóanyagok és egyéb anyagok oxigén és nitrogén sűrűsége között



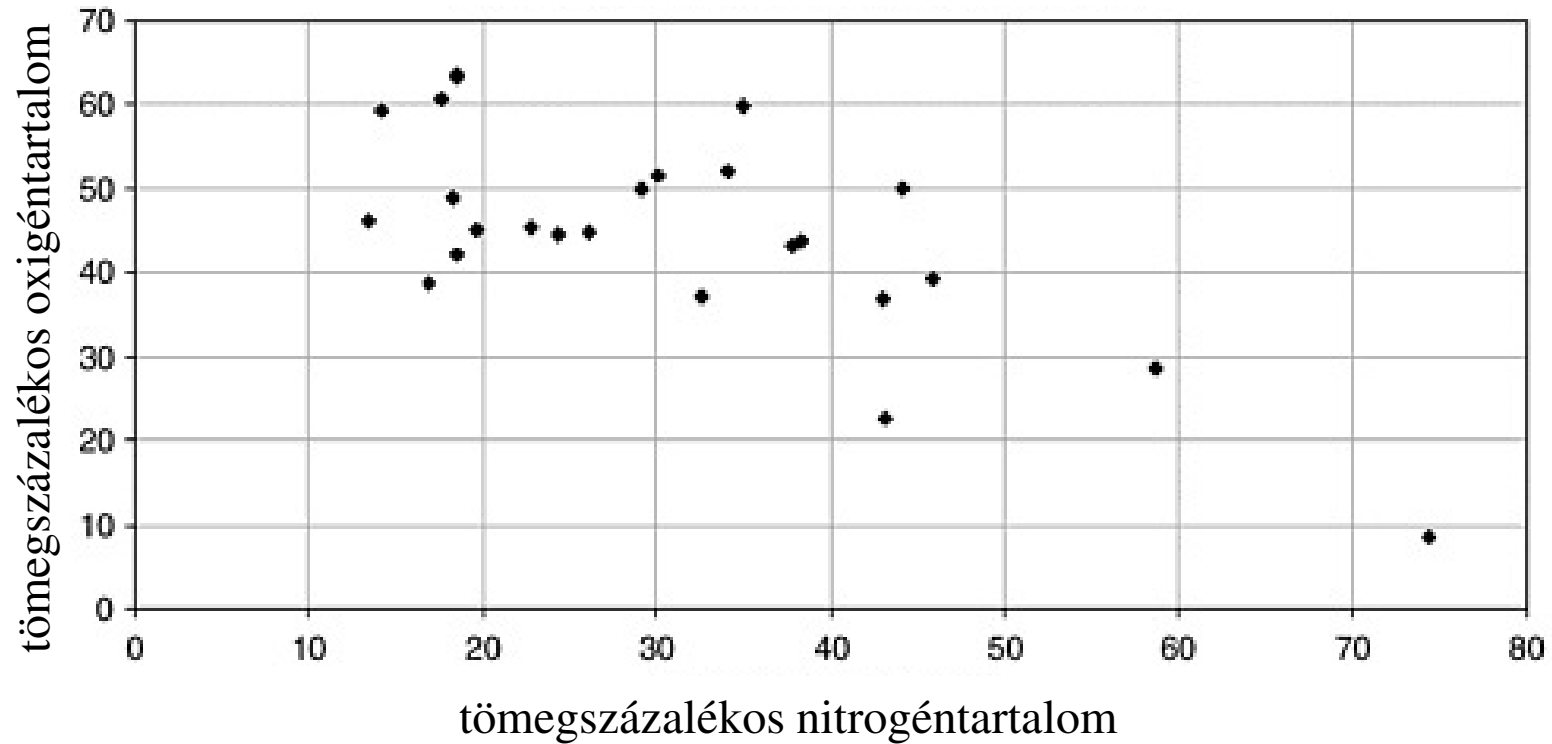


Robbanóanyagok tulajdonságai



Összefüggés a robbanóanyagok oxigén- és nitrogéntartalma között

Robbanóanyagok tömegszázalékos oxigén- és nitrogéntartalma

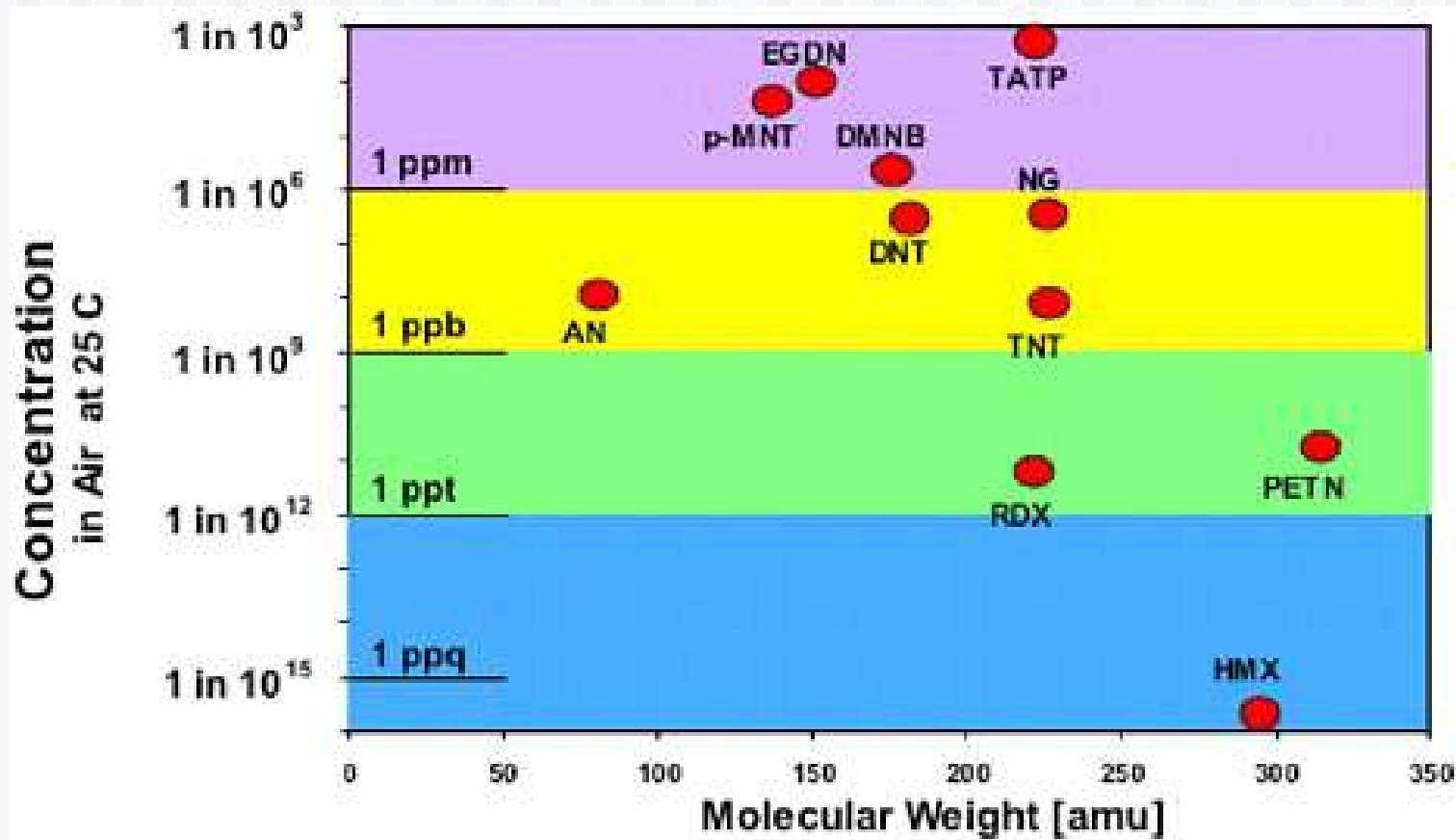




Robbanóanyagok tulajdonságai

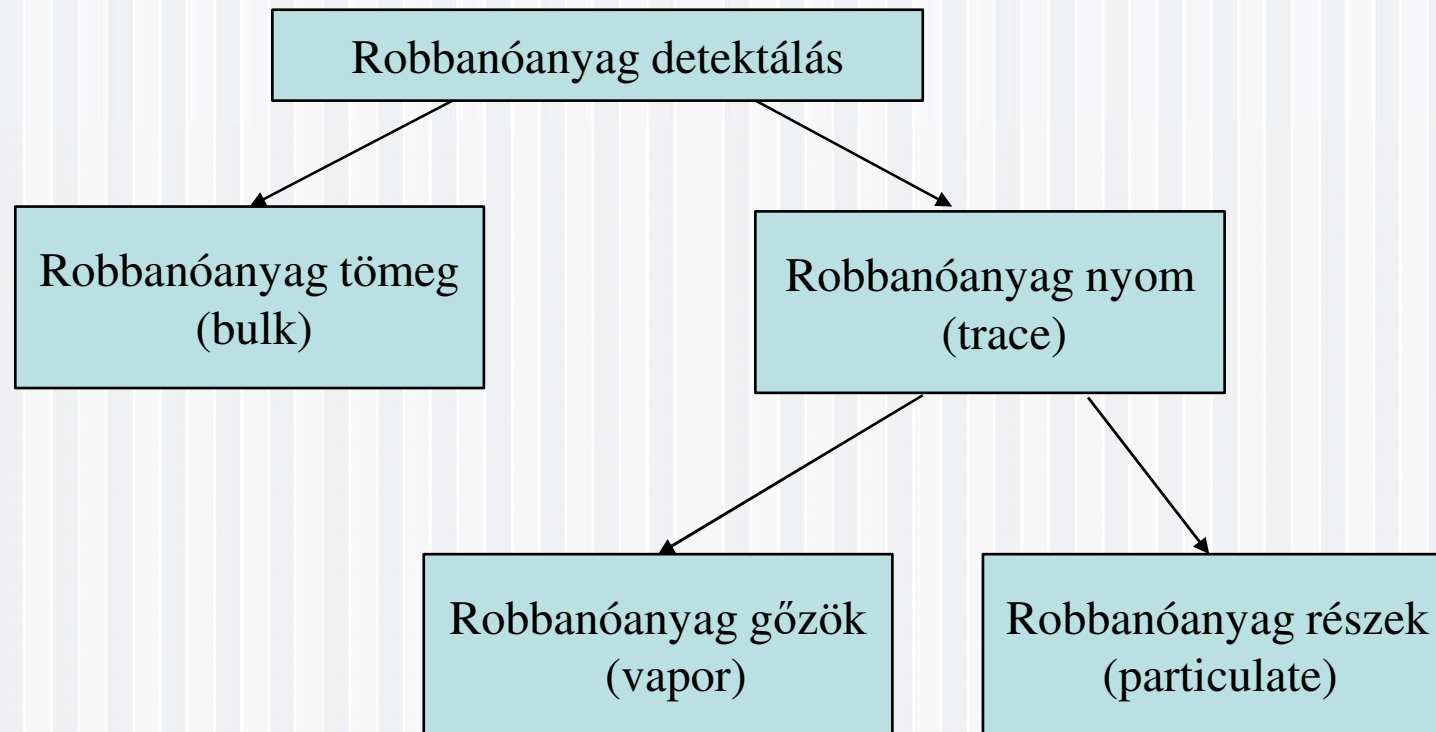


Robbanóanyagok egyensúlyi gőz koncentrációja 25°C-on



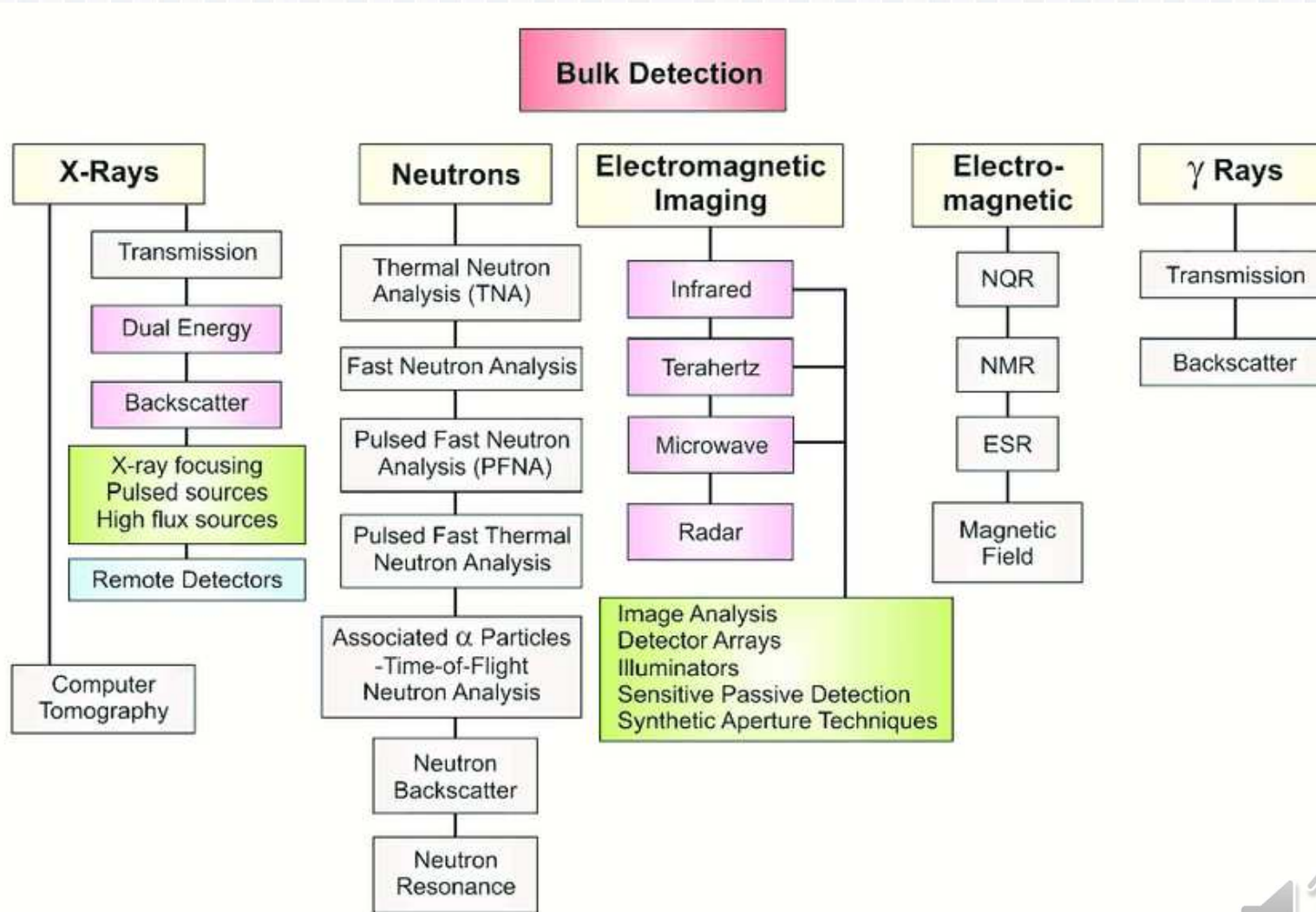


Robbanóanyag detektálási módszerek főbb kategóriái





Robbanóanyag tömeg érzékelési módszerek





Robbanóanyag tömeg érzékelése

Röntgen sugárzás alkalmazásán alapuló technikák



Ha röntgen sugárzás egy anyagi rendszerrel lép kölcsönhatásba három dolog történhet:

- áthalad az anyagon (transzmisszió)
- elnyelődik (abszorpció)
- eltér eredeti irányától (szóródik)

Ennek megfelelően a röntgen sugárzás alkalmazásán alapuló eszköz lehet

- klasszikus egy sugaras készülék (single energy)
- két különböző energiájú sugárzást alkalmazó készülék (dual energy)
- visszaszórt sugárzáson alapuló készülék (back scatter)
- computer tomográfia (computed tomography)





Robbanóanyag tömeg érzékelése

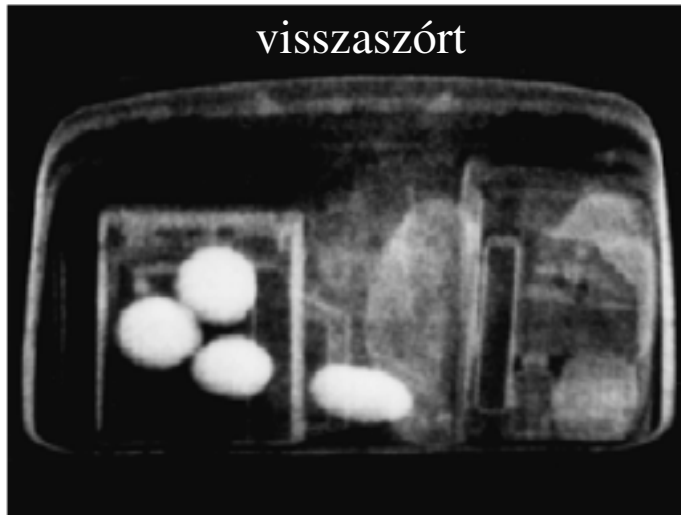


Röntgen felvételek

NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT

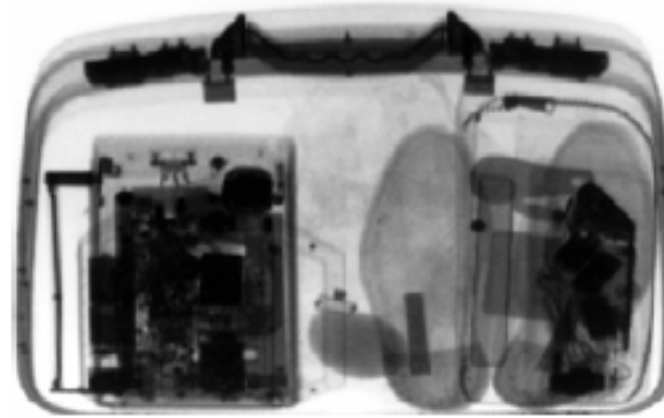


kétsugaras



visszaszórt

Photos furnished by: AS&E



egysugaras klasszikus



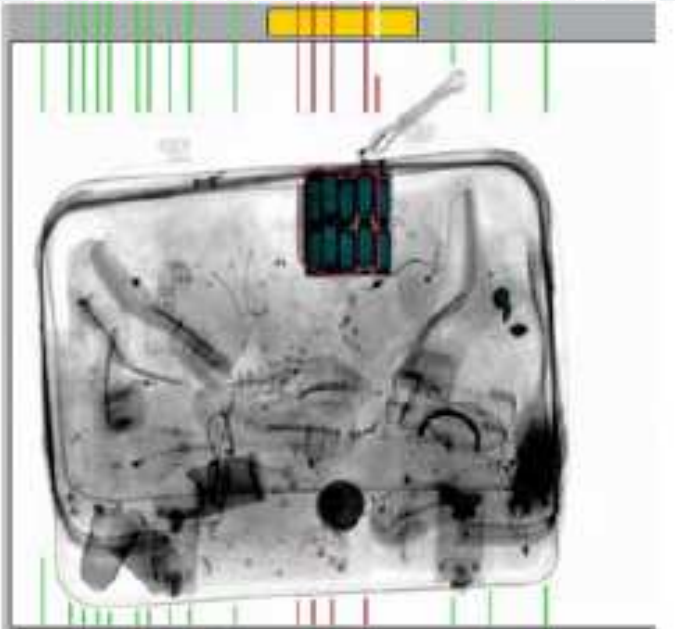
ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR



Robbanóanyag tömeg érzékelése



Röntgen felvételek



Balra egy klasszikus egy sugaras röntgen felvétel, míg alul a gyanús területek CT felvételei.

A robbanóanyag gyanús anyagok piros, a fémek zöld színben.

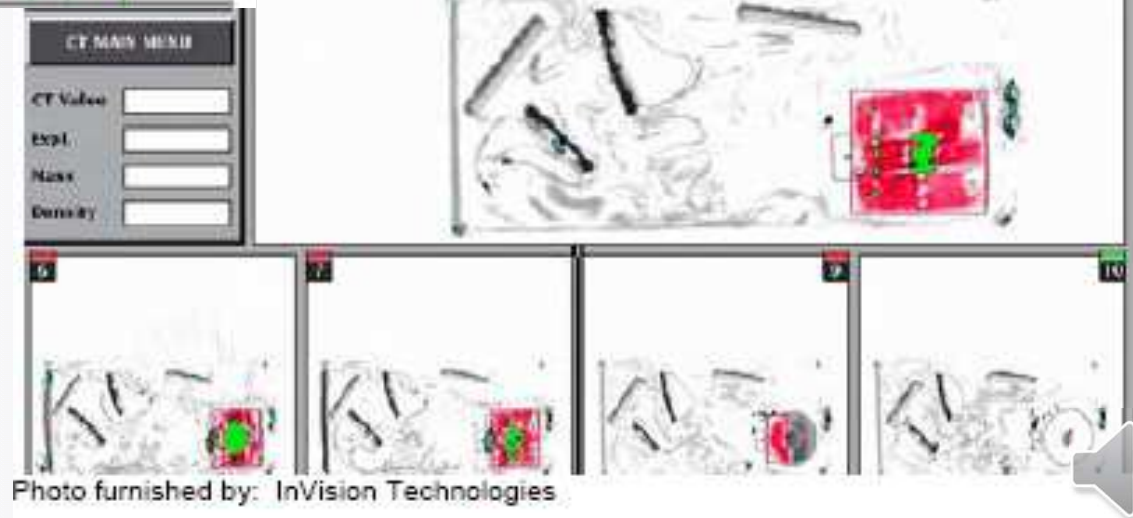
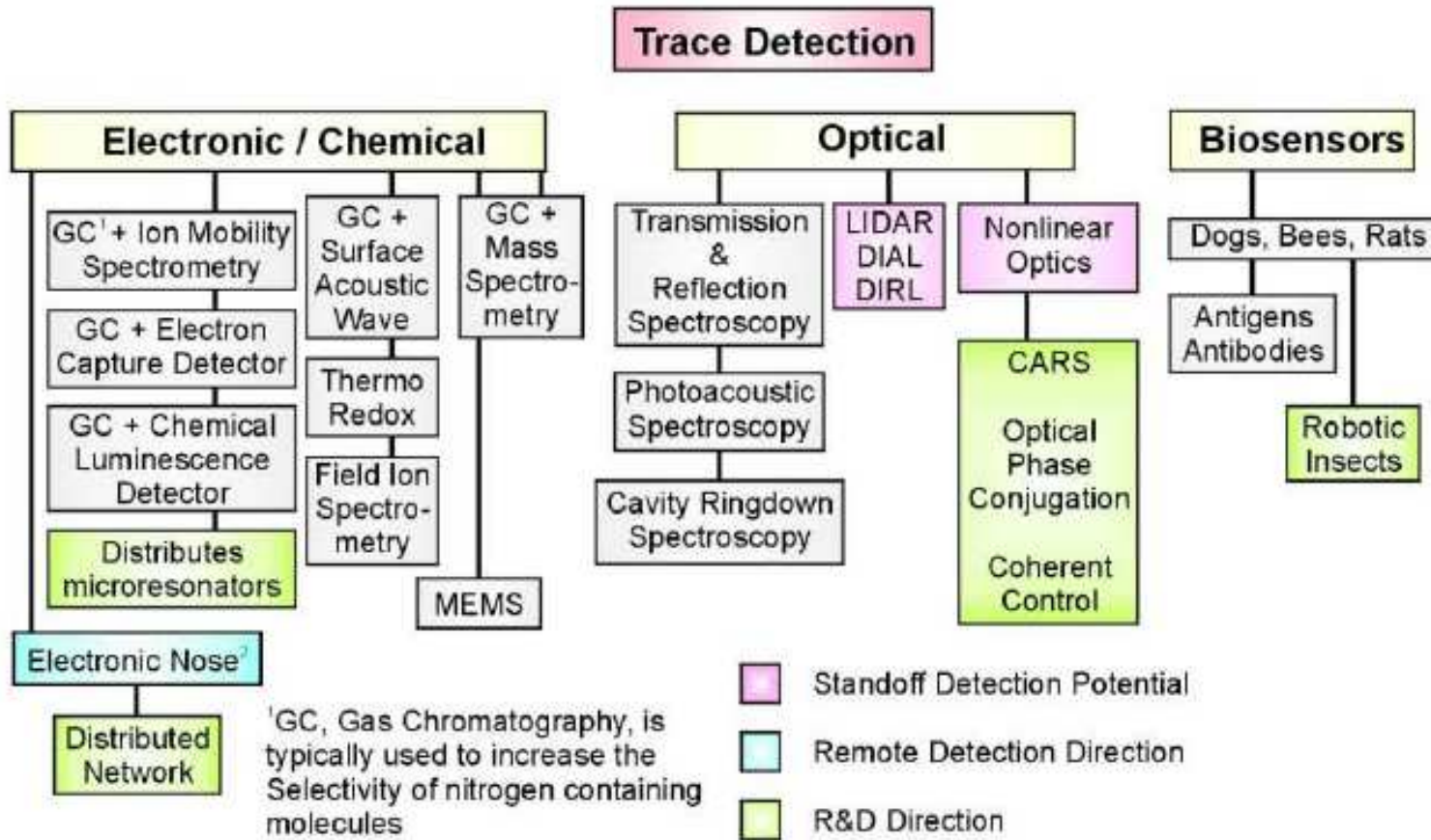


Photo furnished by: InVision Technologies



Robbanóanyag nyomok detektálási módszerei





Robbanóanyag nyomok kimutatására alkalmazott eszközök, technikák



Photo furnished by: Mistral Security, Inc.

kémiai reagensek



kolorimetria

ion mobilitás spektrometria
(IMS, ITMS)



kemilumineszcens detektor
(CLND)



tömegspektrometria



kutya





Robbanóanyag nyomok kimutatása

Kémiai reagensek

A kémiai reagensek alkalmasak (színreakciók) a robbanóanyag vegyület csoportok behatárolására

- nitraminok (pl. hexogén, RDX), nitrát-észterek (pl. nitroglicerin)
- aromás nitro vegyületek (pl. trinitro-toluol, TNT)
- nitrátok (pl. ammónium-nitrát),
- klorátok, perklorátok (pl. kálium-klorát)
- peroxidok (pl. triaceton-triperoxid, TATP)



Photo furnished by: Mistral Security, Inc.



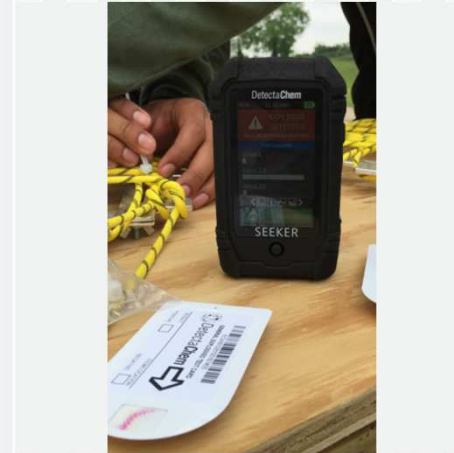


Robbanóanyag nyomok kimutatása



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT

Kolorimetria



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR



Robbanóanyag detektor rendszerek „teljesítménye”



A teljesítményt jellemző paraméterek

- *Érzékenység*
- *Téves jelzések aránya*

		Van robbanóanyag?	
		igen	nem
Jelez a rendszer?	nem	Téves negatív	Valós nem detektálás
	igen	Valós detektálás	Téves pozitív

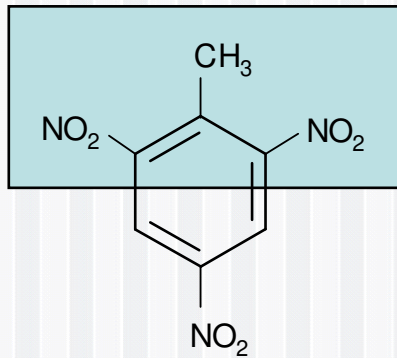




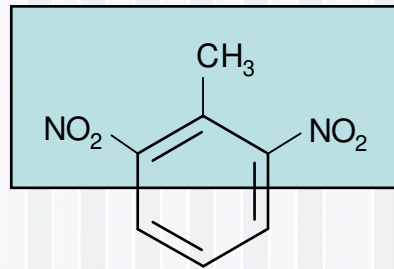
Robbanóanyag detektor rendszerek „teljesítménye”



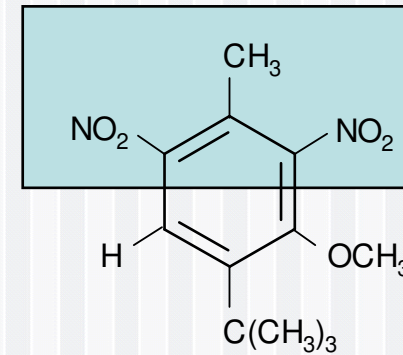
Érdekes hibalehetőség!



TNT



DNT



MUSK AMBRETTE





Jogszábályi háttér, jogi környezet



- **2016. évi XXIX. Törvény az iü. szakértőkről**
- **282/2007. (X.26.) Korm. Rendelet (kijelölés)**
- **1995. évi CXXV. Törvény (Nbtv.) 8.§.e.**
- **Btk. 324.§ „Robbanóanyaggal vagy robbantószerrel visszaélés”**

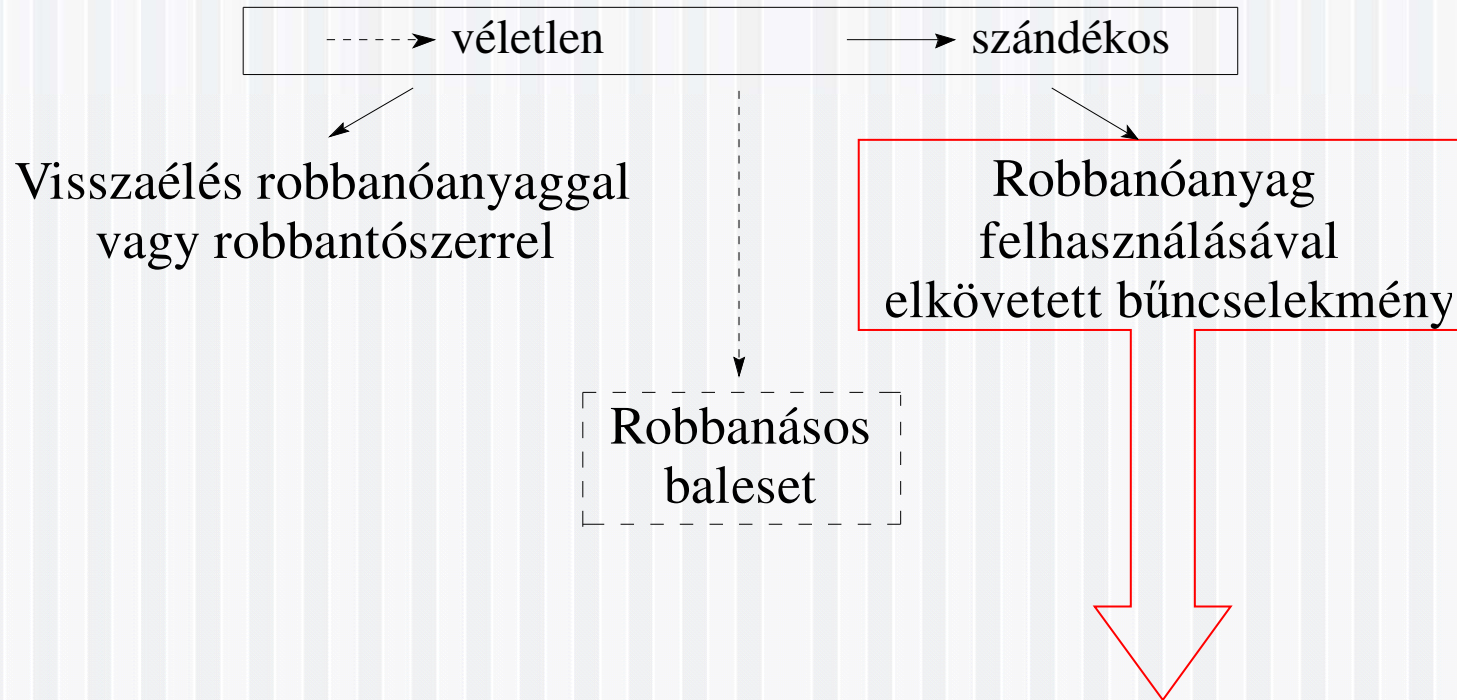




Jogszabályi háttér, jogi környezet



Robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények

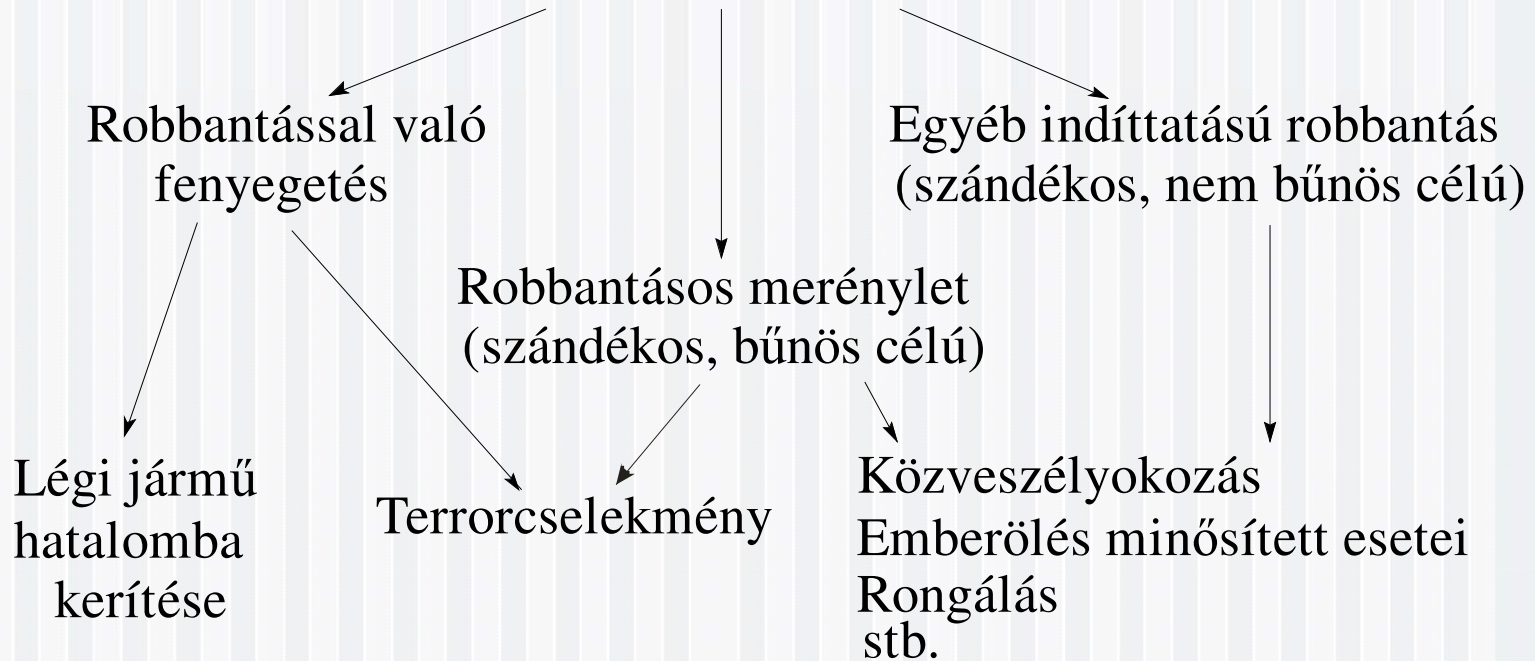




Jogszabályi háttér, jogi környezet



Robbanóanyag felhasználásával elkövetett bűncselekmény





A vegyész-szakértői tevékenység célja a robbanóanyaggal elkövetett bűncselekmények kivizsgálásában

Nyomozás során lefoglalt, vagy a felderítés során megszerzett robbanóanyag gyanús anyag azonosítása: **robbanás előtti állapot, szemmel látható anyag mennyiség.**



Különböző tárgyakkal feltehetően kontaktusba került robbanóanyag azonosítása az adott felületen: **általában robbanás előtti állapot, szemmel nem érzékelhető, nyomokban jelenlévő mennyiség.**

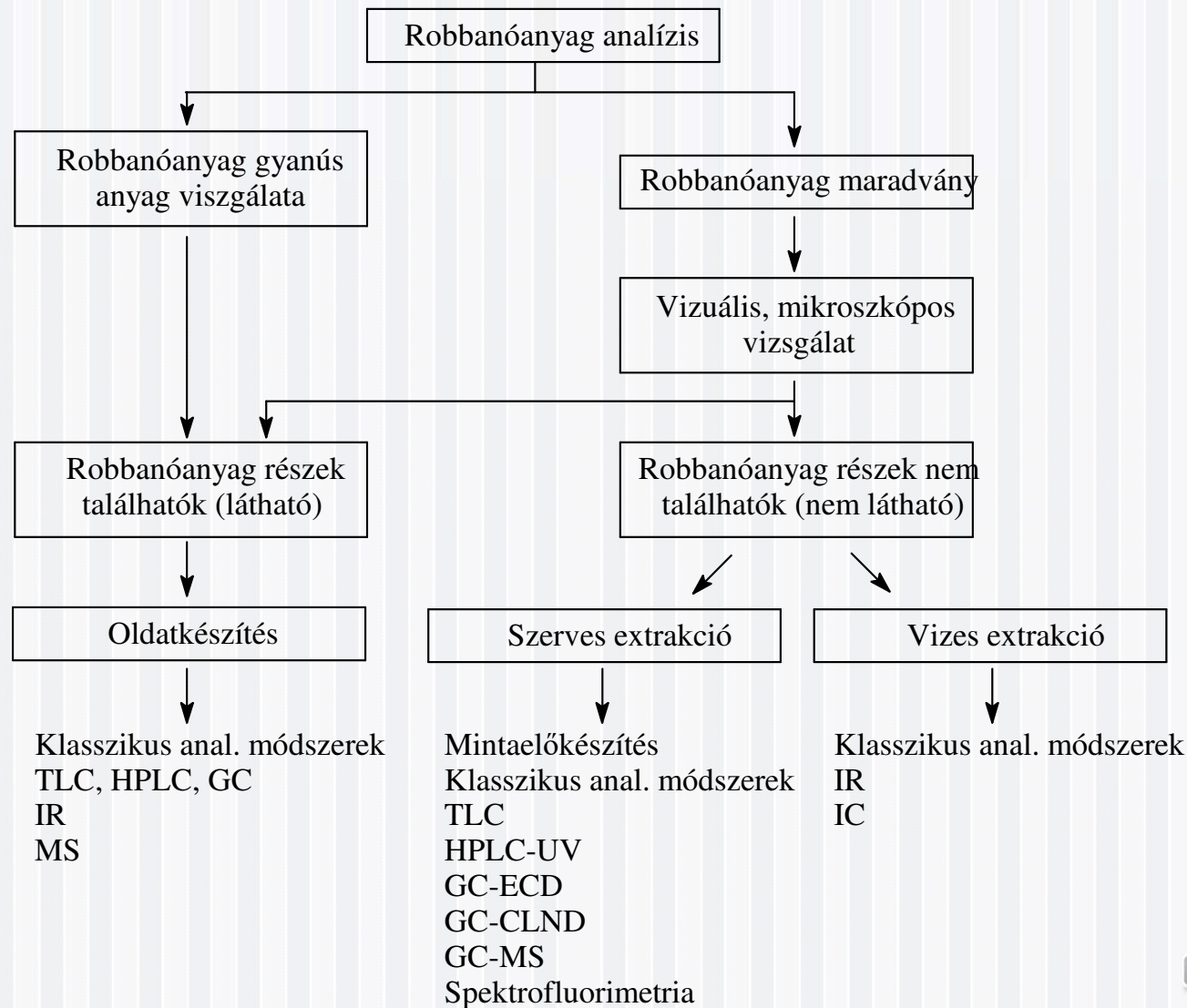


Robbantásos cselekményekben felhasznált robbanóanyag azonosítása helyszíni anyag maradványokból: **robbanás utáni állapot, szemmel nem érzékelhető, nyomokban jelenlévő mennyiség, igen szennyezett környezetben.**





Robbanóanyagok analitikai vizsgálatainak módszerei, eszközei





Analitikai vizsgálatok menete



- **Mintavétel (talaj, víz, törmelék, tamponálás, illetve kis mennyiségű eredeti robbanóanyag)**
- **Előkészítés**
- **Szűrés, tisztítás, töményítés**
- **Előzetes (mobil műszerekkel végzett) vizsgálatok**
- **Klasszikus színreakción alapuló vizsgálatok**
- **Műszeres analitikai vizsgálatok**





Előkészítés, szűrés, tisztítás, töményítés I.



Ultrahangos rezegtetés



SPME



Soxhlet extrakció





Előkészítés, szűrés, tisztítás, töményítés II.



Centrifugálás

Papírszűrés



Membránszűrés





Előzetes (mobil műszerekkel végzett) vizsgálatok



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT

HAZMAT ID (infravörös spektr.)



AHURA (Raman spektr.)



Gemini (FTIR - Raman)



ITEMISER³ (ionmobilitás)



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR

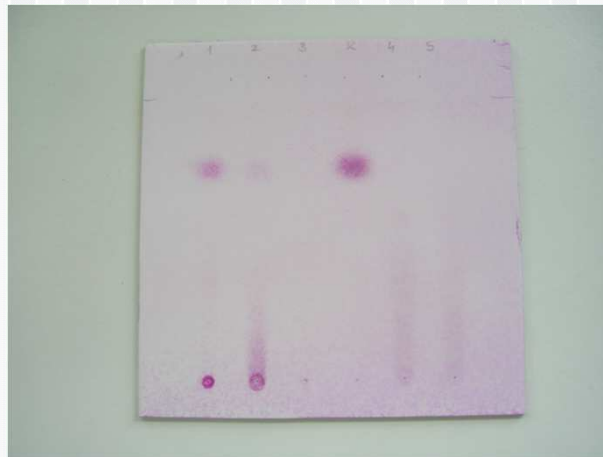


Klasszikus színreakción alapuló vizsgálatok



Klasszikus szerves cseppreakciók
(NG, TNT, PETN, RDX, HMX, TATP, stb.)

Klasszikus szervesetlen cseppreakciók
(nitrát-, klorát-, perklorát-ion, stb.)



Vékonyréteg kromatográfia
(VRK vagy TLC)





Műszeres analitikai vizsgálatok I.



Infravörös
spektroszkópia



Ionkromatográfia



Nagynyomású
folyadékkromatográfia
(HPLC)





Műszeres analitikai vizsgálatok II.



Gázkromatográf
kemilumineszcens
detektorral



Gázkromatográfok tömegspektrometriás detektorokkal





Műszeres analitikai vizsgálatok III.



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT

Nagynyomású folyadékkromatográf (HPLC)
UV és MS detektorral



Kapilláriselektroforézis (CE)
UV és MS detektorokkal



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR



Értékelés szervetlen ionok



➤ **Klasszikus kémiai cseppreakciók**

specifikus, egyes ionokra jellemző színreakciók alapján

➤ **Ionkromatográfia**

kromatográfias elválasztást követő elektromos vezetés alapján (retenciós idő)

➤ **Infravörös spektroszkópia**

az anyagok infravörös elnyelése alapján





Értékelés szerves vegyületek



➤ **Klasszikus kémiai cseppreakciók**

specifikus, egyes vegyületcsoportokra jellemző színreakciók alapján

➤ **Vékonyréteg kromatográfia**

kromatográfiás elválasztást követő színreakció alapján (retenciós idő)

➤ **IMS/ITMS (Vapor Tracer², ITEMISER³)**

a vegyületek tömeg/töltés-től függő repülési ideje alapján

➤ **Gázkromatográf kemilumineszcens detektorral**

kromatográfiás elválasztást követő nitrogénszelektív detektálás alapján (retenciós idő)

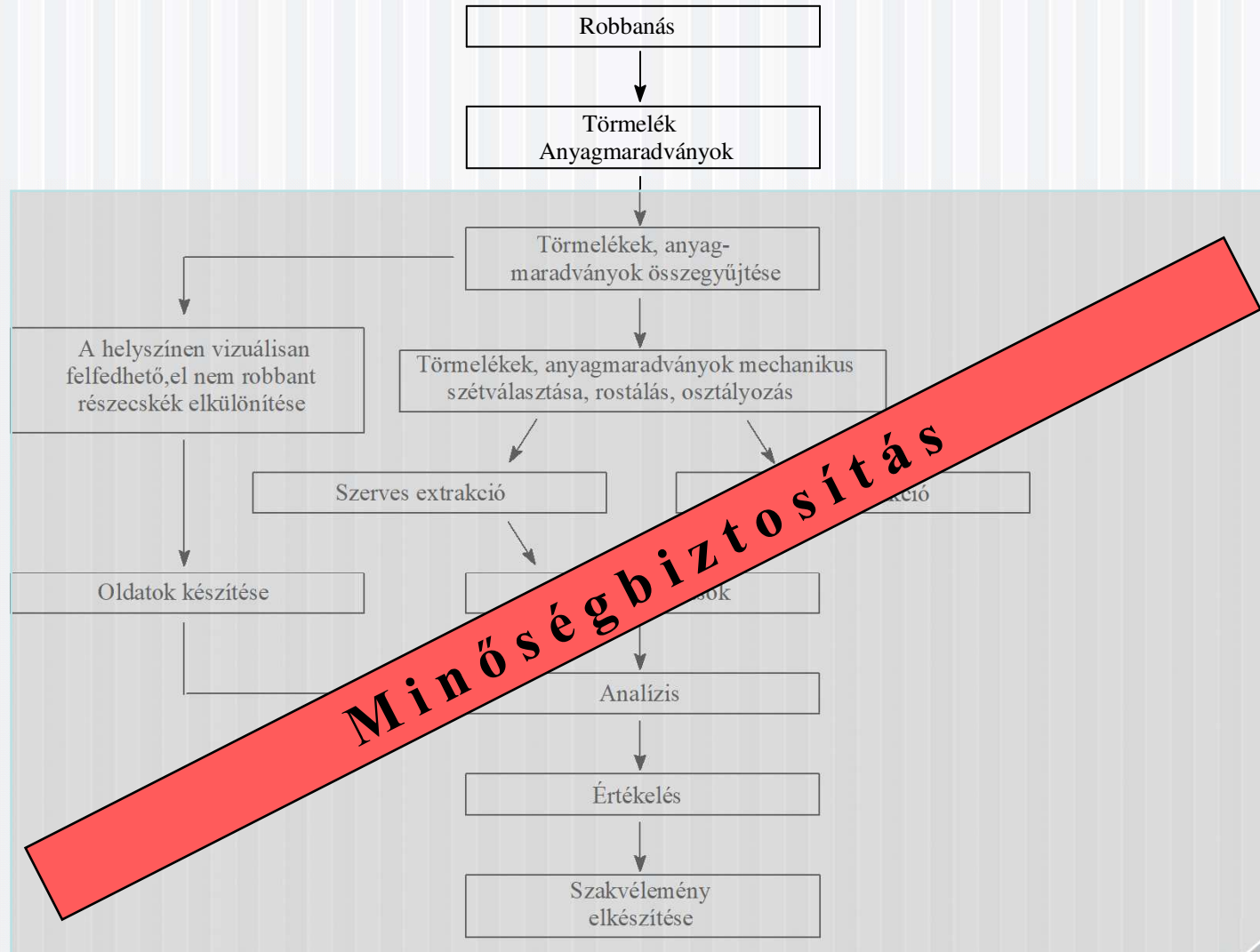
➤ **Gázkromatográfok tömegspektrometriás detektorokkal**

kromatográfiás elválasztást követő tömegspektrum alapján (retenciós idő, „ujjlenyomat”)





A robbantások után keletkezett anyagmaradványok vizsgálatának folyamata



Minőségbiztosítás





Imitált terrorista robbantás egy buszon



Alaphelyzet

A próbarobbantást a francia rendőrség központi laboratóriumának (LCPP) munkatársai tervezték meg, illetve hajtották végre Veronique Eudes vezetésével.





Imitált terrorista robbantás egy buszon



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT



Robbanás után



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR



Imitált terrorista robbantás egy buszon



NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR

Az elkövető és egy utas





NEMZETBIZTONSÁGI SZAKSZOLGÁLAT



Köszönöm a figyelmet!



ROBBANÓANYAG ANALITIKAI LABOR