



Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Villamos Energetika Tanszék

Elektrotechnika



FAM **(Feszültség Alatti Munkavégzés)** **és a** **munkabiztonság**

Feszültség Alatti Munkavégzés

- Kezdetben - kényszerű feszültség alatti munkavégzés váratlan üzemzavar esetén.
- Később - tervezett feszültség alatti munkavégzés.
- Üzenet a fogyasztónak - nem kell lekapcsolni, folyik a munka és az ellátás zavartalan.
- Eredmény - kevesebb baleset, mert korszerűbb technológiát, jobb anyagokat, szerszámokat és gépeket alkalmaznak képzettebb, gyakorlottabb emberek.
- Történet - a FAM Magyarországon mintegy 25 éves múlttal rendelkezik

Feszültség Alatti Munkavégzés

- Az Üzemi szabályzat hosszú idő óta megenged feszültség jelenlétében való meghatározott munkavégzéseket (biztosítócseré, mérések, közvilágítási izzócsere, stb.).
- A FAM betűszóval jelzett összetett munkát jelentő villamos szerelési tevékenység olyan speciális eszközökkel végzett korszerű, kötött technológia, melyet miniszteri rendelettel hatályba léptetett szabályzat komplex nemzeti előírás rendszere alapján lehet végezni.

Feszültség Alatti Munkavégzés

- A FAM Szabályzat hatályos minden FAM tevékenységet folytató gazdálkodó szervezetre.
- FAM tevékenység (FAM technológia alkalmazása) csak a műszaki részleteket összefoglaló dokumentációk alapján Feljogosítási Igazolvány és FAM Engedély birtokában végezhető.

Feszültség Alatti Munkavégzés

FAM Dokumentációk

- Munka Végrehajtási Feltételek (MVF)
- Átvételi és Periodikus
Vizsgálatok Gyűjteménye (ÁPVGY)
- Műszaki Lapok (ML)
- Műveleti Mód gyűjtemény (MM)
- Minősítő Lapok (MinL)



Feszültség Alatti Munkavégzés

FESZÜLTSGSZINTEK

- KIF 1000 V alatt
- KÖF 1000 V és 35 000 V között
- NAF 35 000 V fölött

Feszültség Alatti Munkavégzés

FAM Bizottság

- A munkáltató csak olyan munkavállalót bízhat meg FAM tevékenységgel, aki feljogosítással rendelkezik.



Az üzemzavarok üzenete

A távvezeték rendszerek megfelelőségét rontó fejlemények

- A termelő kapacitások növekedésétől elmaradó hálózatfejlesztés.
- A piacnyitás után megnövekedett szállítási feladatok a korábban csak a rendszerközi kisegítésekre létrejött rendszerközi hálózaton, torlódások.
- „ne az én kertembe szemlélet”.

A nagy rendszerüzemzavarok túlfokozott reakciót váltanak ki aszimmetrikus viselkedés) I.

1965 ÉK USA	30 millió fogyasztó	rosszul működő védelmi rendszer
1977 New York	9 millió fogyasztó	villámcsapás
1990 Egyiptom	60 millió fogyasztó	homokvihar
1933 Görögország	Athén térsége	távvezetékek kiesése
1996 USA/Kanada	2/7, 5 millió fogyasztó	távvezetékek kiesése (2 üzemzavar)
1996 Fülöp szigetek	fél ország	erőművek kiesése
1998 Qebec, Kanada	1,4 millió fogyasztó	villámcsapás
1998 USA/Kanada	152 000 fogyasztó	villámcsapás
Brazília	4,5 GW terhelés	400 KV-os gyűjtősín zárlat
1999 Dánia	100 000 fogyasztó	hurrikán

A nagy rendszerüzemzavarok túlfokozott reakciót váltanak ki (aszimmetrikus viselkedés) II.

1999	Franciaország	3,6 millió fogyasztó	szélvihar
2000	Portugália	5 millió fogyasztó	védelmi rendszer hiba
2001	Nigéria	20-50 millió fogyasztó	erőmű kiesések
2002	Kolumbia	1/3 ország	lázadók támadása
2002	Argentína	2 millió fogyasztó	kábel sérülések
2002	Fülöp szigetek	1/2 ország	erőmű kiesések
2003	Algéria	egész ország	erőmű kiesések
2003	Dánia	5 millió fogyasztó	távvezeték hiba
2003	ÉK USA/K Kanada	50 millió fogyasztó	?
2003	USA	2,2 millió fogyasztó	Isabel hurrikán
2003	Nagy Britannia	410 000 fogyasztó	fedővédelmi hiba
2003	Olaszország	50 millió fogyasztó	rendszerközi távvezetékek kiesése
2006	Nyugat Európa	?	távvezeték üzemzavar

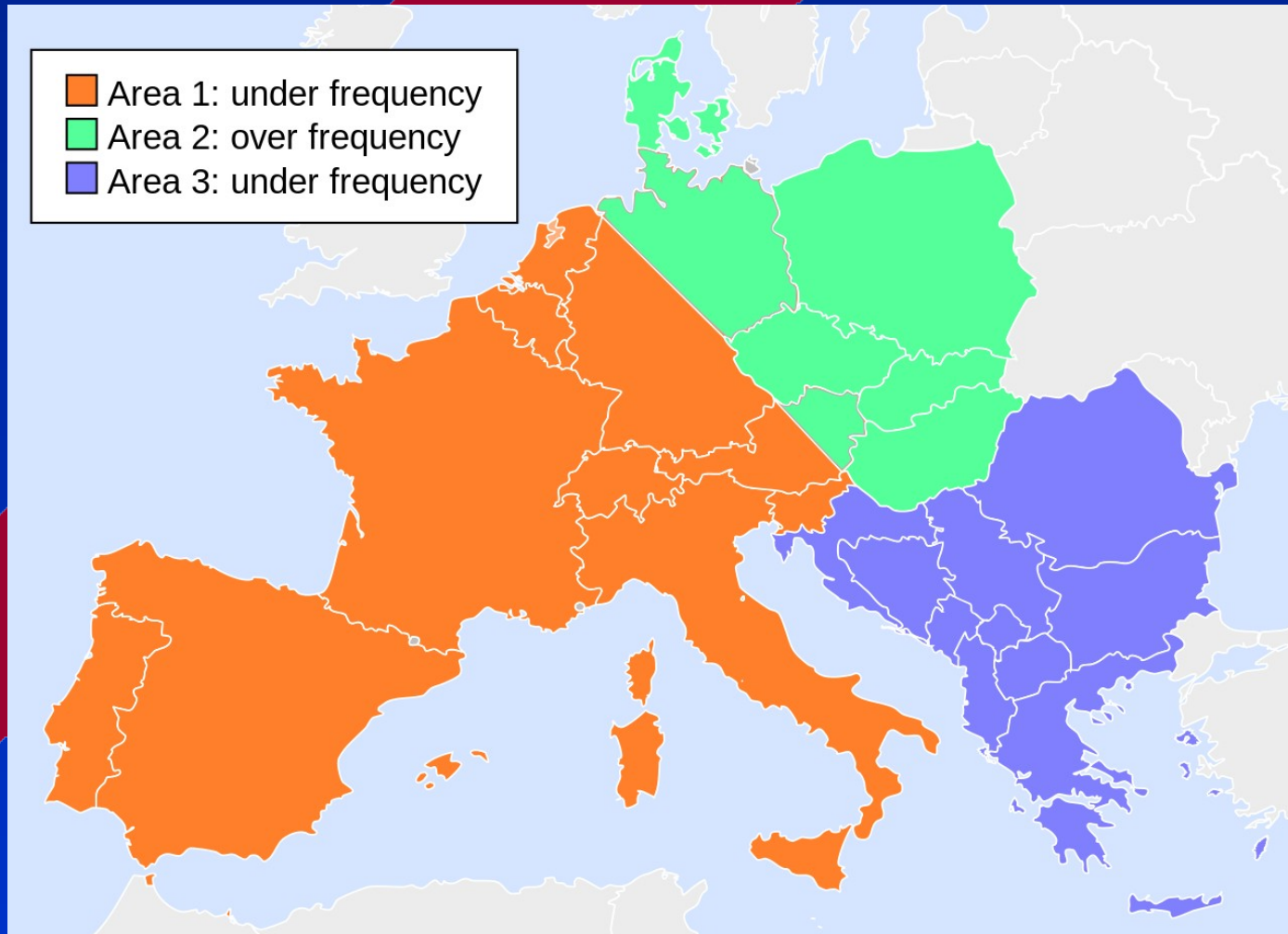
Feszültség Alatti Munkavégzés

2006. november 4-én
éjszaka egy
németországi
távvezeték
kikapcsolása az
európai rendszer
szétszakadását
okozta.



Feszültség Alatti Munkavégzés

2006. november 4-én éjszaka egy németországi távvezeték kikapcsolása az európai rendszer szétszakadását okozta.



2006. november 4.

- Észak-német távvezetékrendszeren üzemzavar - dominó effektus
- Európa kettő majd három részre szakadt
- Németországban: 49Hz -> fogyasztók millióinak lekapcsolása
- Keleti részrendszer: 50,4Hz -> Csepeli, Újpesti, Kelenföldi erőművek leállása, gyorsindítású gázturbinák indítása
- Magyarországon 1500 kWh fogyasztói korlátozás, 20-30 percig

A nagyobb üzemzavarok kiváltó ok szerinti megoszlása

- Extrém éghajlati terhelés 25%
- Berendezés/elem meghibásodás 47%
- Emberi hiba 12%
- Vandalizmus 9%
- Kevés tartalék 7%

Viszonylag gyakoriak az üzemzavarok

- 1000 MW kieséssel járó üzemzavarokra évente, 10 000 MW kiesésére 10 évente lehet számítani (USA, 1984-1998)
- A 90-es évek második felében 41 %-kal több üzemzavar érintett 50 000-nél több fogyasztót és az átlagos kiesett teljesítmény 34 %-kal nőtt a 90-es évek első feléhez képest
- A fogyasztás a 90-es években 35 %-kal nőtt, az átviteli kapacitás csak 18 %-kal

A nagy üzemzavarok kialakulása

- A villamos energia rendszerek elég robusztusak, hogy egy vagy két üzemzavart kibírjanak, de a sokszoros üzemzavarokkal szemben nem képesek ellenállni.
- A komplex villamos energia rendszer egy elemének meghibásodása a terhelések újra eloszlását eredményezi, ami az események kaszkád jellegű sorozatát indítja el a túlterhelődések sorozatos kialakulása következtében. A folyamat néhány lépés után még esetleg megállítható.
- Globális kaszkád üzemzavarok általában akkor fordulnak elő ha:
 - a hálózaton a terhelés eloszlás egyenlőtlen és egyes elemek már nem terhelhetők tovább,
 - a kiesett elem a nagy terhelésűek közé tartozott.



2003. évi üzemzavarok

- Vizsgálóbizottságok főbb javaslatai:
 - a megbízhatóság növelése szükséges,
 - a megbízhatóság nincs ingyen - beruházásokkal és üzemviteli költségekkel jár,
 - az üzemeltetés színvonalát folyamatosan ellenőrizni kell,
 - a nyomvonalat folyamatosan tisztítani kell,
 - n-1 elvet be kell tartani.



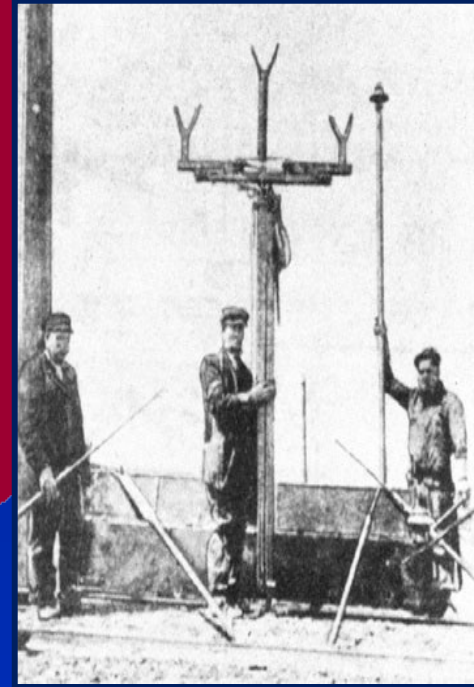
Feszültség alatti munkavégzés!



Feszültség Alatti Munkavégzés FAM

FAM történelem

- 1920 – CANADA
- 1933 – POLAND (1975)
- 1945 – CHILE
- 1952 – CHINA
- 1956 – RUSSIA
- 1958 – FRANCE
- 1963 – HUNGARY
- 1971 – ARGENTINA



FAM

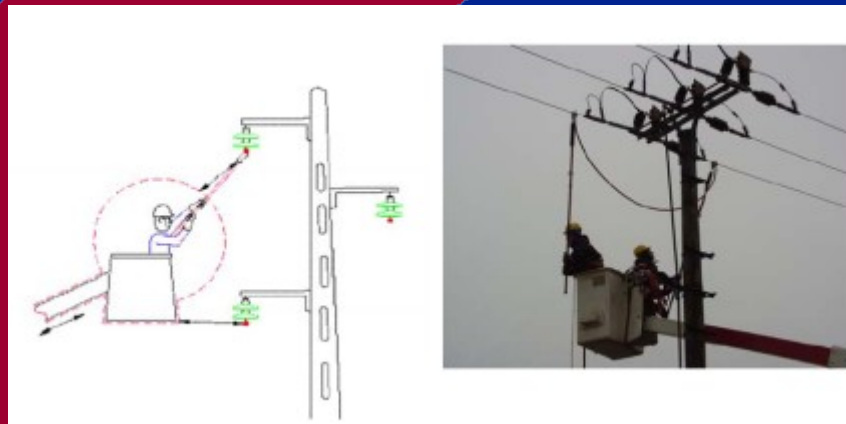
Az ügyfelek megtartása, illetve az ügyfelek elégedettségének javítása céljából folyamatosan fejleszteni kell:

- a szolgáltatását, annak technikai, gazdasági, szervezeti és humán feltételeit,**
- ügyfélkapcsolatait és kommunikációját.**

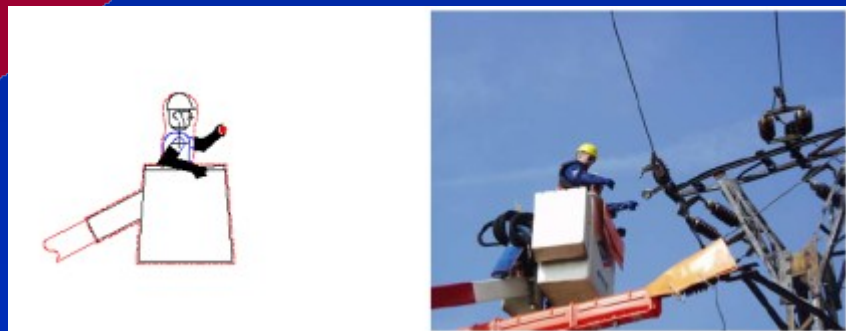
Az ügyfelek elégedettsége elérésének összetett rendszerében kiemelkedő szerepe van a villamosenergia szolgáltatás folyamatosságának és minőségének.

A FAM munkamódszerei

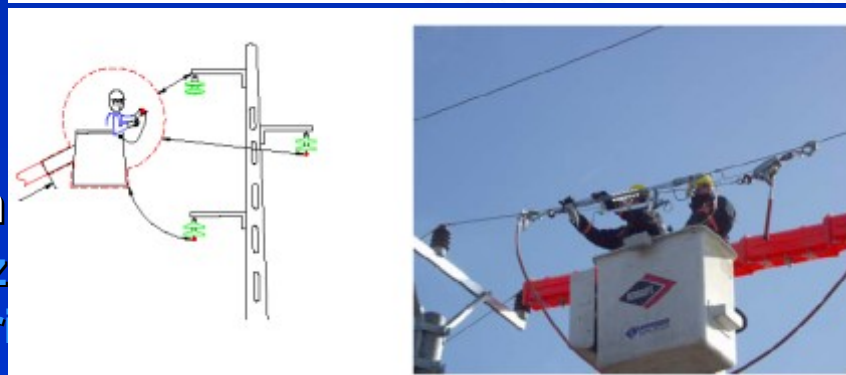
– Távolból végzett munka:



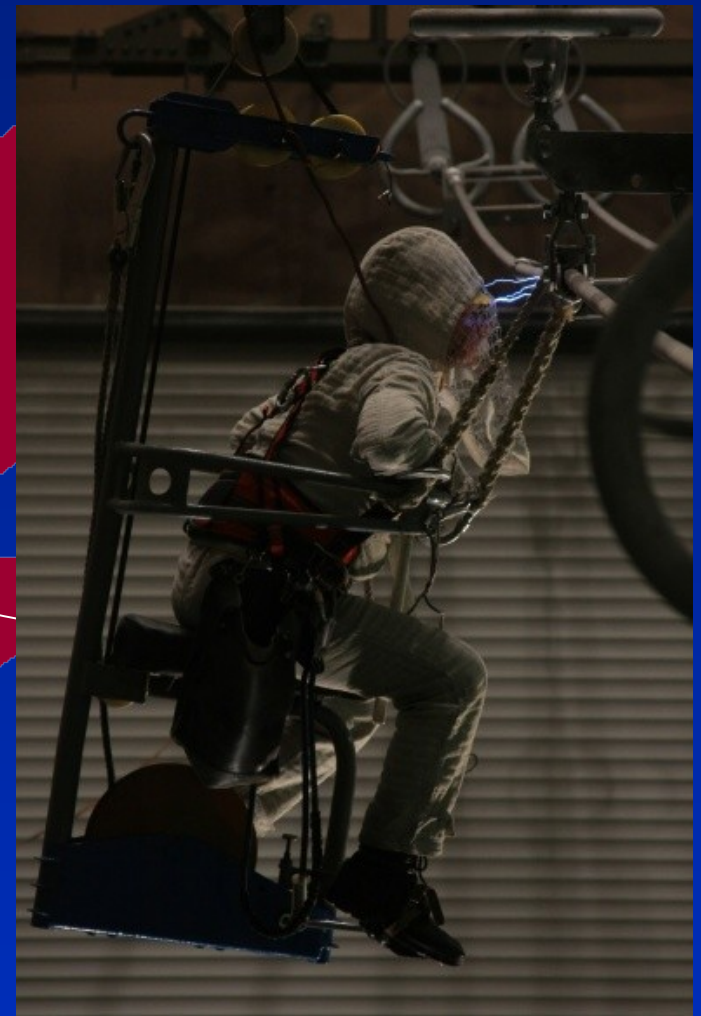
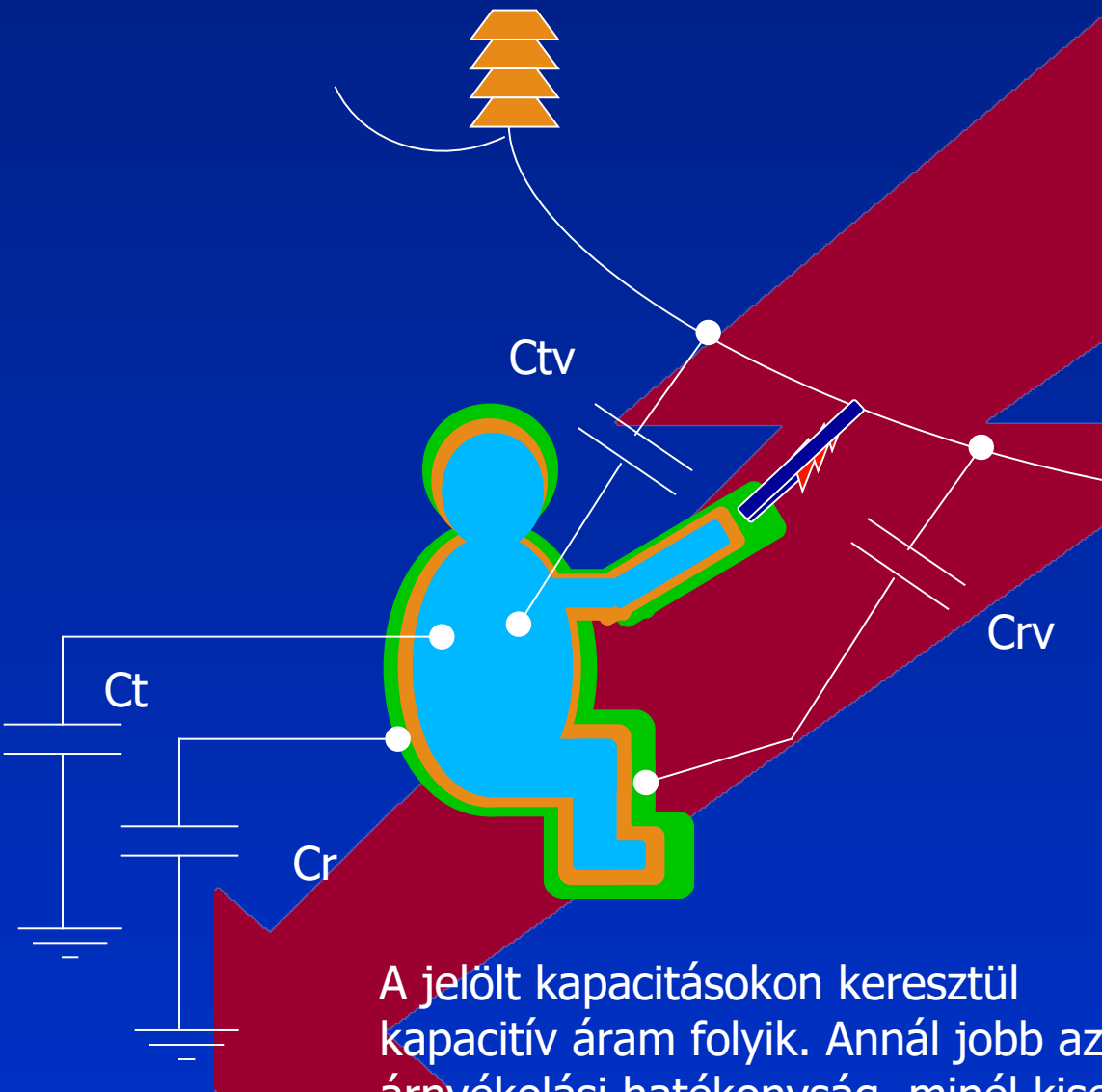
– Érintéssel végzett munka:



– Potenciálalon végzett munka



Potenciál megközelítése



A jelölt kapacitásokon keresztül kapacitív áram folyik. Annál jobb az árnyékolási hatékonyság, minél kisebb a testáram a ruhaáramhoz viszonyítva.

Nemzetközi technológiák KIF-n

- Kábel, szabadvezetéki munkák
- Alállomási munkálatok
- Mérés és felügyeleti eszközök
- Akkumulátor javítási és létesítési munkálatai

Transzformátor takarítás

- Németországban használt száraz transzformátor takarítási módszer:



Szárazjeges takarítás

- Az ipari és speciális környezetben levő alállomási berendezések különösképpen a transzformátorok takarítása szinte lehetetlen a hagyományos FAM technológiákkal.
- A szárazjeges takarítás egy lehetséges megoldás lehet.



Nemzetközi technológiák KÖF-n

- Szabadvezetéken:
 - Zsírozás
 - Nyiladék tisztítás
 - Idegen tárgy eltávolítása
 - Sodrony munkálatok (javítás)
 - Szigetelő javítás és csere (feszítő, tartó és támszigetelő)
 - Felsővezeték csere és létesítés
 - Madárvédők felszerelése
 - Ideiglenes kapcsolók és alállomások létesítése (leágazások átkötésének cseréje ill. javítása)
 - Oszlop csere (fa oszlopok cseréje)
 - Oszlop keresztkar csere, tartószigetelők duplikálása
 - Oszlop megszakítók cseréje, javítása

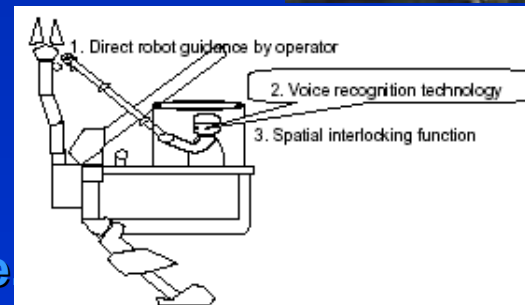
Nemzetközi technológiák KÖF-n

- **Alállomásban:**
 - Alállomási berendezések tisztítása (vizes és száraz)
 - Olaj utántöltés transzformátorba és kábelbe
 - Megszakítók oltóanyagának utántöltése
 - Biztonsági távolságok mérése



FAM robotkar

- Japán 1989 első fázis: félig automatikus robotkar
- 2. fázis: a robotkart a kosaras autó platójára szerelt irányító központból lehet vezérelni
- 3. fázis: joy-stick segítségével vezérelhető, hangvezérlés, lézeres elven működő távolságmérést



KöF FAM: újabban szigetelőgémes kosaras gépkocsi

A beavatkozó szerelő a szigetelő gép végén lévő kosárban állva, a földtől elszigetelve fogja meg a feszültség alatt álló csupasz részt, amelynek munkába nem vett részei szigetelő burkolattal vagy lepellet takarva vannak, az esetleges hibás mozdulattal okozható fázisok közötti zárlat, vagy a fázis és a földelt rész közötti földzárlat megakadályozására.





Kosaras gépjármű



Forrás: Nicholas Griffin

**BME Nagyfeszültségű
Laboratórium**

2.3. Szigetelőgémes kosaras kocsis módszer

Erre az univerzális használhatóságú munkagépre a FAM ipar is szemet vetett, és az 1970-80-as években először az USA-ban, majd Európában is megjelent a különböző feszültségosztályú (KöF, NaF) FAM célokra gyártott szigetelőgémes kosaras kocsi,



Szigetelőmosás helikopterről



Az erősáramú berendezések alkalmassága és előkészítése FAM tevékenység végzésére

- **Az erősáramú berendezések felépítése és állapota**
- **Az erősáramú berendezések előzetes ellenőrzése**
- **Az erősáramú berendezések előkészítése**
- **Különleges rendelkezések**
- **Időjárási, látási és környezeti viszonyok alkalmassága FAM tevékenység végzésére**

preventív intézkedések

FAM és a preventív villámvédelem

- FAM célja: villamosenergia-szolgáltatás folyamatosságának biztosítása, a kiesések minimalizálása.
- Előírások szerint a zivatar közeledtekor a munkát fel kell függeszteni, a munkaterületet el kell hagyni.
- Mi az az utolsó pillanat, ameddig még biztonságosan lehet dolgozni?

Feszültség Alatti Munkavégzés

Kutatás – oktatás – innovációs –
bemutató – tréning

FAM Laboratórium fejlesztése

a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen

BME NFL

FAM Laboratórium fejlesztés I.

- **Alap eszközszer kiépítése**

- Épület kiválasztása
(16 m magas 400m² alapterületű árnyékolt laboratórium)
- 5 tonna teherbírású daru
- 600 kV AC, 200 kV DC és 1.000 kV impulzus feszültség
- Szabályozó és mérőrendszerek kiépítése

FAM Laboratórium fejlesztés II.

- **Oktató-bemutató rendszerek kialakítása**

- Tancélú munkahelyek, tanpályák kialakítása
- Visitor galéria kiépítése (40 fő részére)
- Multimédiás oktató és bemutató eszközrendszer kiépítése (projektor, 4m x 6m vetítővászon, hangosítás)

- **Tanszemélyzet képzése**

- Háttér a nagyfeszültségű, nagyáramú és szigeteléstechnikai kutatási és oktatási gyakorlat
- Hazai és külföldi tanfolyamok elvégzése
- Hazai és külföldi ipari szakemberek bevonása szakértőként és oktatóként

FAM Laboratórium fejlesztés III.

- **Oktatás, képzés, továbbképzés**

- Oktatás
- Ismeretek felújítása
- Oktatók képzése

- **Tanpályák kialakítása**

- Egyéni és kiscsoportos elméleti képzés
- Gyakorlati tréning
- Korszerű eszközök és technológiák bemutatása

- **Bemutatók**

- Bemutatók a felsőfokú intézmények hallgatói számára
- Országhatárokon átnyúló oktatóközpont létesítése
- Gyártó cégek bemutatkozása

FAM

Oktatás, képzés, továbbképzés

- **Oktatás**

- Speciális képzési helyek
- Korszerű, multimédiás tananyag
- Elméleti és gyakorlati oktatás
- Vizsgáztatás

- **Ismeretek felújítása**

- Egyéni és kiscsoportos elméleti képzés
- Gyakorlati tréning
- Korszerű eszközök és technológiák bemutatása

- **Oktatók képzése**

- Új oktatási anyagok készítése
- Új módszerek oktatása
- Nemzetközi kapcsolatok

FAM Szolgáltatás

- **Eszközök ellenőrző vizsgálata**
 - Segítség anyagok és eszközök kiválasztásában
 - Anyagok és eszközök állapotának ellenőrzése
 - Időszakos ellenőrzések elvégzése
- **Műszerek ellenőrzése**
 - Működés ellenőrzés
 - Fejlesztési munkák segítése
- **Oktatás, vizsgáztatás**
 - Új oktatási anyagok készítése
 - Új módszerek oktatása
 - Testreszabott, modulrendszerű oktatási és vizsgáztatási anyagok kidolgozása
 - Oktatók képzése és továbbképzése
 - Nemzetközi kapcsolatok

FAM Kutatás, fejlesztés, innováció

- **Technológiák fejlesztése**

- Új technológiai elemek fejlesztése
- Új technológiai lépések fejlesztése
- Új technológiák fejlesztése
- Technológia transzfer

- **Eszközök fejlesztése**

- Munka- és védőeszközök fejlesztése
- Ruházat fejlesztése
- Telekommunikációs eszközök fejlesztése

- **Műszerek fejlesztése**

- Speciális műszerek kialakítása
- EMC ellenőrző vizsgálatok elvégzése
- Mérési, adatfeldolgozási Információtechnológiai fejlesztések

FAM

Védelmi megoldások fejlesztése

- **A szakszemélyzet védelme**

- A villamos erőkerek elleni védelem
- A villamos kisülések elleni védelem
- Mágneses erőkerek elleni védelem

- **Eszközök és műszerek védelme**

- EMC védelem (működés, pontosság)
- A telekommunikációs eszközök védelme

- **A környezet védelme**

- Elektromágneses környezetvédelemvédelme

Köszönöm
a
figyelmet!

