

# Fenntartható energetika villamos rendszerei (VIVEMA02)

## Összefoglaló kérdések - 2. rész

### Feszültség alatti munkavégzés

1. Ismertesse a FAM elvét, technológiáit, munkamódszereit, a betartandó távolságokat!
2. Ismertesse a FAM műszaki és gazdasági előnyeit és hátrányait!
3. Melyek a FAM főbb dokumentumai és azok miket tartalmaznak?! Mi a különleges üzemviteli állapot, mikor és miért kell alkalmazni?
4. Ismertesse egy Ön által kiválasztott FAM eszköz vizsgálati eljárását!
5. Ismertesse a szakszemélyzetet érő erőtereket és az ellenük való védekezési módokat!

### Dinamikus távvezeték terhelhetőség

1. Ismertesse a távvezetékek terhelhetőségének meghatározási elvét!
2. Milyen átviteli-kapacitásnövelési lehetőségeket lehet felsorakoztatni távvezetékek esetén?
3. Mutassa be a távvezetékek dinamikus terhelhetőségének számítását végző rendszer felépítését!

### A öregedésmenedzsment alapjai, hálózati elemek állapotának ellenőrzése, minősítése

1. Hogyan kell hozzájárulnia az eszközszintnek a jövő villamosenergia hálózatával kapcsolatos elvárásokhoz?
2. Mi az asset management célja és milyen beavatkozásokról, stratégiákról dönt? Milyen eszköz fenntartási stratégiák lehetségesek? Hogyan alkalmazzuk az eszközökről rendelkezésre álló diagnosztikai információkat?
3. Hogyan lehet alkalmazni a statisztikai hibaelemzést? Milyen lépései, módszerei és nehézségei vannak?
4. Melyek az online diagnosztika előnyei és hátrányai?
5. Melyek a kábeleken alkalmazható főbb diagnosztikai módszerek? Mi a specialitása kábeleknél a diganosztika szempontjából? Milyen módszereket alkalmaznak kábeldiagnosztikára?
6. Soroljon fel transzformátor diagnosztikai eljárásokat! Ismertesse a transzformátor hibagáz analízis elvét, kivitelezését és a kimutatható hibákat! Soroljon fel néhány jellemző hibagázt!

### Diagnosztikai esettanulmányok

1. Ismertesse a nagytranszformátor főbb részeit, lehetséges meghibásodásukat!
2. Ismertesse a transzformátor korrózióv kén problémakört! Ismertesse milyen eljárással lehetséges a problémakör diagnosztizálása és megszüntetése!
3. Milyen transzformátor meghibásodási módokat ismer, ismertesse a karbantartási technológiákat! Sorolja fel mik az előnyei és hátrányai a helyszíni és a gyári javításnak, karbantartásnak!
4. Ismertesse az átvezető szigetelő felépítését, alkalmazható diagnosztikai eljárásokat és meghibásodási lehetőségeket!
5. Ismertesse a távvezeték hálózat felépítését, meghibásodási lehetőségeit!

## Feszültség alatti munkavégzés

### 1. Ismertesse a FAM elvét, technológiáit, munkamódszereit, a betartandó távolságokat!

A villamosenergia-piac növekedése miatt egyre kevésbé engedhető meg egy távvezeték kikapcsolása, továbbá a rendszer hurkoltsága csökken, nő az üzemzavar kockázata → csökken a VER stabilitása.

#### FAM:

Olyan tevékenység, melynek során a munkát végző személy a villamos hálózat vagy berendezés feszültség alatt álló szerkezeti részein munkát végez, miközben a feszültség alatt álló berendezésnek feszültség alatt álló részeit testével közvetlenül, vagy szigetelt vagy szigeteletlen munkaeszközével, egyéni védőeszközével közvetve vagy munkadarabbal közvetve a munkamódszerektől függően megérinti, átütési (átívelési) távolságon belül megközelíti létesítési, üzembe helyezési, üzemeltetési, üzemzavar-elhárítási és -megelőzési, javítási és karbantartási feladatok végrehajtása céljából.

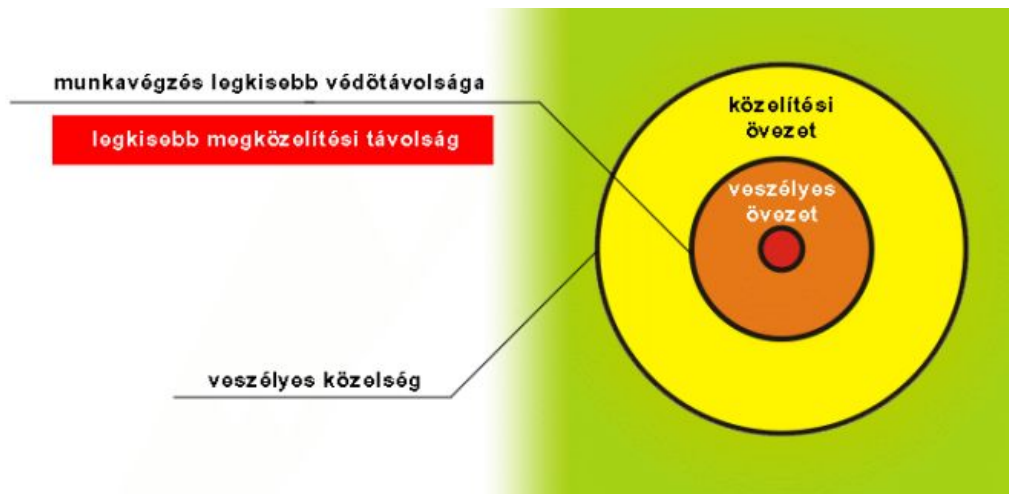
#### Technológiák:

- Földpotenciálú munkaállás:
  - a beavatkozó szerelő földön, munkagödörben, kábelcsatornában, közműalagútban, oszlopon vagy az oszlophoz csatlakozó bármely szerelvényen állva végzi a munkát
- Potenciálon lévő munkaállás:
  - a beavatkozó szerelő annak a vezetőnek a potenciáljára kerül, amelyen a munkát végzi
- Határozatlan potenciálú munkaállás:
  - a beavatkozó szerelő mind a földtől, mind a feszültség alatt álló részekről teljes értékű szigeteléssel elszigetelve végzi a munkát

#### Munkamódszerek:

- Távolból végzett munka:
  - a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó a feszültség alatt lévő résztől meghatározott távolságból (a legkisebb szigetelési távolságon kívül) szigetelő rudak segítségével végzi a munkáját
- Érintéssel végzett munka:
  - a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozót a környezetében lévő, tőle eltérő potenciálú részekkel szemben elektrotechnikai gumikesztyű, szükség esetén karvédő és egyéb szigetelő eszközök védik, miközben a munkája során (a legkisebb szigetelési távolságon belül) közvetlenül mechanikai érintkezésbe kerül a feszültség alatt lévő részekkel
- Potenciálon végzett munka:
  - a feszültség alatti munkavégzésnek az a módja, amikor a dolgozó közvetlen villamos kontaktusban van azzal a feszültség alatt lévő résszel, amelyen dolgozik, és így a dolgozó teste a feszültség alatt lévő rész potenciáljára kerül, emellett a tőle eltérő potenciálú környezettől megfelelő módon el van szigetelve. Az áramütéstől a Faraday-kalitkaként funkcionáló védőruházat védi meg.

#### Betartandó távolságok:



- Feszültség alatti munkavégzés övezete (Veszélyes övezet)
  - A feszültség alatti munkavégzés övezetének külső határát meghatározó távolság
- Közelítési övezet
  - külső határa a veszélyes közelség

## 2. Ismertesse a FAM műszaki és gazdasági előnyeit és hátrányait!

### Előnyei:

- Annyira szigorúan szabályozott folyamat, hogy minimális a baleseti kockázat.
- Azonnali hibajavítást tesz lehetővé, nincs fogyasztói zavarás a javítás közben.
- Lehetőség van vegyes alkalmazásra is
- Kevesebb lehet a zöldkár FAM alkalmazásával
- Jobban megfelel az egyre növekvő előírásoknak a fogyasztói zavarásra vonatkozóan
- Egységes rendszer → egységes oktatás, kevesebb adminisztráció.

### Hátrányai:

- Lehet nagy a beruházási/szolgáltatási költség
- Magas fenntartási költség
- Megnövekedett adminisztratív feladatok
- Összetett gazdaságossági elemzés szükséges
- Nincs biztos vállalkozói szféra az országban, ami kiszolgáltatná
- Változó politikai környezet veszélyes rá

## 3. Melyek a FAM főbb dokumentumai és azok miket tartalmaznak?! Mi a különleges üzemviteli állapot, mikor és miért kell alkalmazni?

### FAM dokumentumai:

- FAM Biztonsági Szabályzat (FAM BSZ)
- Munkavégrehajtási Feltételek (MVF)
  - Egy-egy feszültség szinten (KiF, KöF vagy NaF) a FAM tevékenység előkészítését, lebonyolítását, műszaki és környezeti feltételeit részletesen szabályozó dokumentáció
- Átvételi és periodikus vizsgálatok gyűjteménye (ÁPVGy)
  - A FAM eszközök első használatbavételét megelőző, illetve a használat során időszakonként szükséges vizsgálat módszereinek leírását tartalmazza
- Műszaki Lap (ML)
  - A technológiákhoz használt FAM eszközök főbb műszaki adatait, vizsgálatának, ellenőrzésének, tárolásának, szállításának, karbantartásának feltételeit tartalmazó dokumentáció
- FAM Minősítő Lap (FAM MinL)
  - FAM eszközök vizsgálatainak eredményét tartalmazó dokumentum

- Műveleti Mód (MM)
  - Adott FAM eszközök használatát, kezelését meghatározó előírás-gyűjtemény.
- Típustechnológia (TT)
  - Adott berendezésen feszültség alatt végezhető munka részletes, minden mozzanatra kiterjedő leírását tartalmazó dokumentáció
- FAM feljogosítási igazolvány
  - FAM tevékenység szakképzésében részt vett és eredményes vizsgát tett személy részére a munkáltató által kiállított, FAM tevékenység végzésére feljogosító igazolvány
- FAM tevékenység engedély
  - Meghatározott berendezés felelős üzemeltetője által kiadott, a FAM tevékenység végzésére vonatkozó írásbeli meghatalmazás

#### Különleges üzemviteli állapot (KÜÁ):

A KÜÁ a FAM tevékenységre kijelölt berendezésnek a normálistól eltérő olyan üzemviteli állapota, amelynek során **különleges intézkedések** (pl. védelmek és automatikák működési idejének és módjának megváltoztatása, be-, illetve visszakapcsolások feltételhez kötése) **biztosítják** a FAM tevékenység munkahelyén esetleg bekövetkező villamos jellegű **hiba következményeinek a korlátozását.**

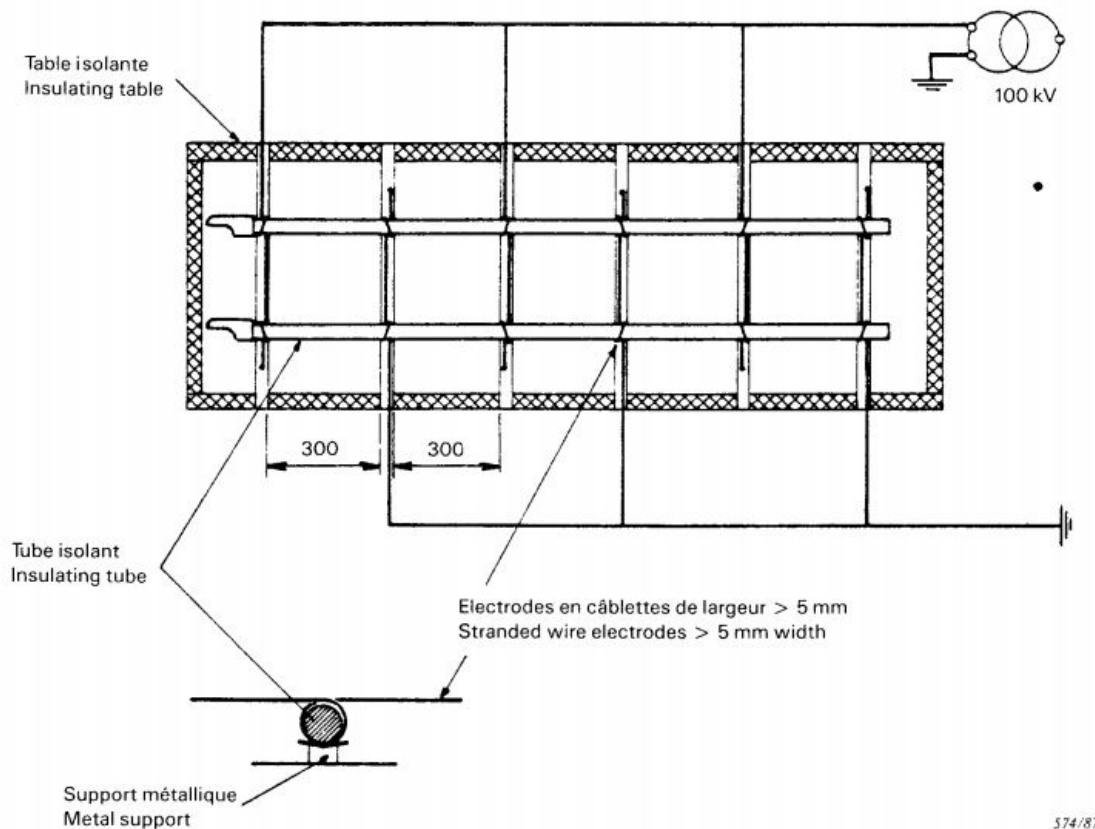
- a rendszer csillagpontja ohmos ellenálláson keresztül földelt (a kompenzált hálózatokat a KÜÁ időtartamára ohmos ellenálláson keresztül földeltté kell átalakítani)
- a berendezés szelektív védelmeinek késleltetése ön időre van állítva
- a berendezés mindenfajta önműködő visszakapcsolása bénítva
- Alkalmazása:
  - FAM munkavégzés esetén

#### **4. Ismertesse egy Ön által kiválasztott FAM eszköz vizsgálati eljárását!**

Az átvételi vizsgálatot és az időszakos felülvizsgálatot a FAM Bizottság által megfelelőnek minősített vizsgálólaboratórium végzi és azt a FAM MinL-on dokumentálja.

Minden eszközt először szemrevételezéssel meg kell vizsgálni, nem lehet rajta sérülés, karc, törés. A működési minőséget is ellenőrizni kell, megfelelően működik-e az adott eszköz, pl: horgos rúd esetén kinyitható a fej, valamint akadálymentesen működik a mechanika.

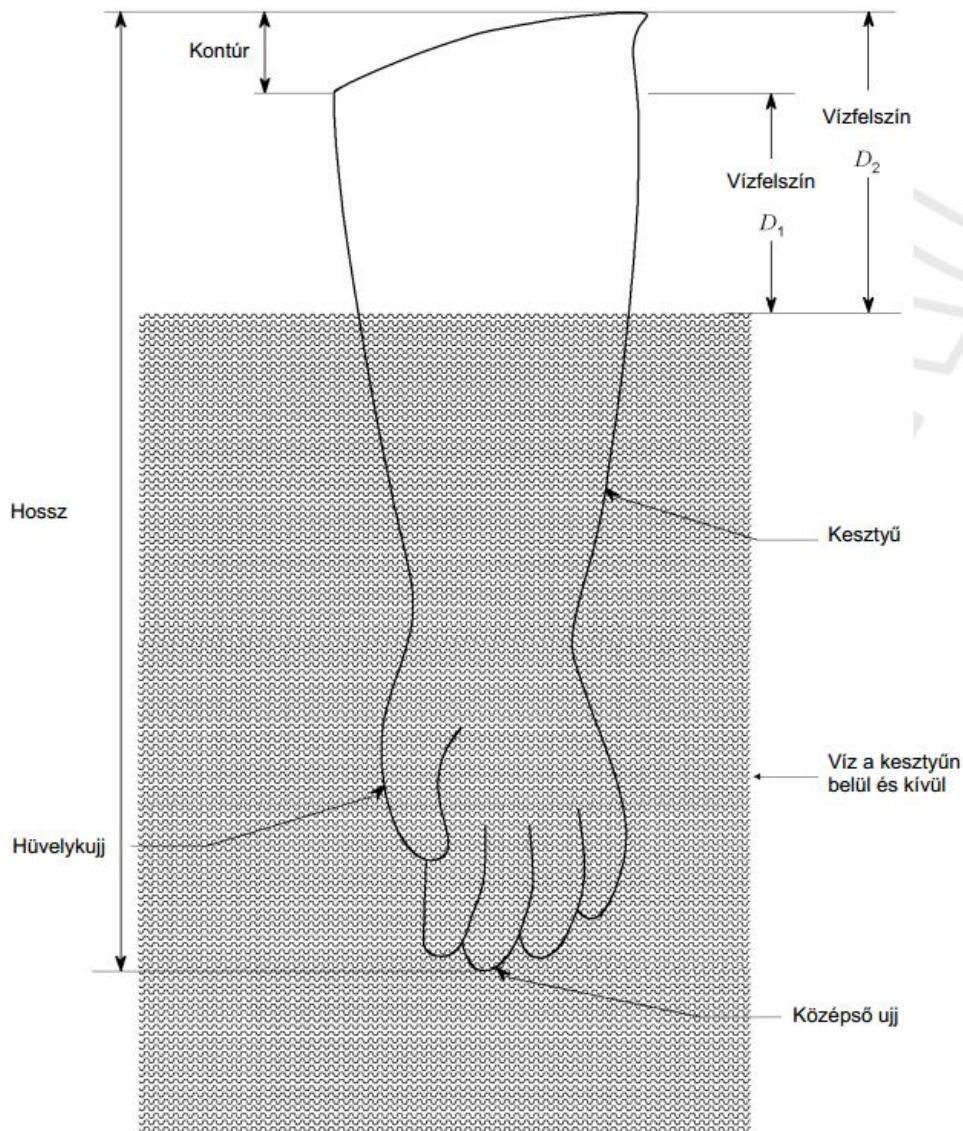
#### Szigetelő rúd vizsgálata:



A rúd teljes hosszán, 30 centiméterenként elhelyezünk felváltva egy föld valamint egy fázis elektródát. A fázis elektródákra 100 kV-os feszültséget kapcsolunk. A vizsgálat egy percig tart periodikus vizsgálat esetén. A vizsgálat ideje alatt nem keletkezhet átütés, átívelés, a rúd felülete nem sérülhet. A szivárgó áram nagysága a mérés során nem növekedhet.

#### Szigetelő kesztyű:

A kesztyűt földelt, vízzel teli kádba helyezzük, majd a kesztyű belsejébe is vizet töltünk úgy, hogy a két vízszint megegyezzen. A kesztyű szárától és a víz felszíne között meghatározott távolságot kell tartani, Class 3 esetén 90 mm ez a távolság. A kesztyű belsejébe egy elektródát helyezünk, úgy, hogy beleérjen a vízbe. Az elektródra a kesztyű osztályának megfelelő feszültséget kapcsolunk (class 1 10 kV, class 2 20 kv, class 3 30 kv, class 4 40 kV). A vizsgálat egy percig tart periodikus vizsgálat esetén (átvételi 3 perc). A vizsgálat során nem alakulhat ki átívelés, átütés, felületi sérülés, a kesztyűnek sérülés mentesnek kell maradni. A szivárgó áram nagysága a mérés során nem növekedhet.



### 5. Ismertesse a szakszemélyzetet érő erőtereket és az ellenük való védekezési módokat!

	Villamos térerősség [kV/m]	Mágneses indukció [ $\mu$ T]
Lakosság (24 óra átlaga)	5	200
Szakszemélyzet (8 óra átlaga)	10	1000

#### Védekezés villamos tér ellen:

- Faraday kalitka
  - elektrosztatikus védőruházat (FAM ruha)

#### Védekezés mágneses tér ellen:

##### **Az elektrosztatikus védőruházat nem véd a mágneses tér ellen**

- A mágneses teret módosítani lehet a sodrony geometria megváltoztatásával

# Dinamikus távvezetékek terhelhetőség

## **1. Ismertesse a távvezetékek terhelhetőségének meghatározási elvét!**

Véges terhelhetőség:

- Mechanikai korlátok
- Villamos korlátok
- Jogi korlátok

Túlmelegedő vezeték

Anyagfáradás

Sodronyok elemi szálainak sűrűlódása azok hőtágulása során

Élettartam csökkenés

Túlzott belógás

Távvezetékek terhelhetősége:

- Legnagyobb áramterhelés
- Sodronyok termikus viselkedése
- Erősen limitált a sodrony megengedett legnagyobb hőmérséklet által
- Normál esetben statikus terhelhetőség számítása

Dinamikus Terhelhetőség - DLR

- Valós idejű terhelhetőségszámítás a mindenkori körülmények alapján
- A statikus terhelhetőség leváltása

## **2. Milyen átviteli-kapacitásnövelési lehetőségeket lehet felsorakoztatni távvezetékek esetén?**

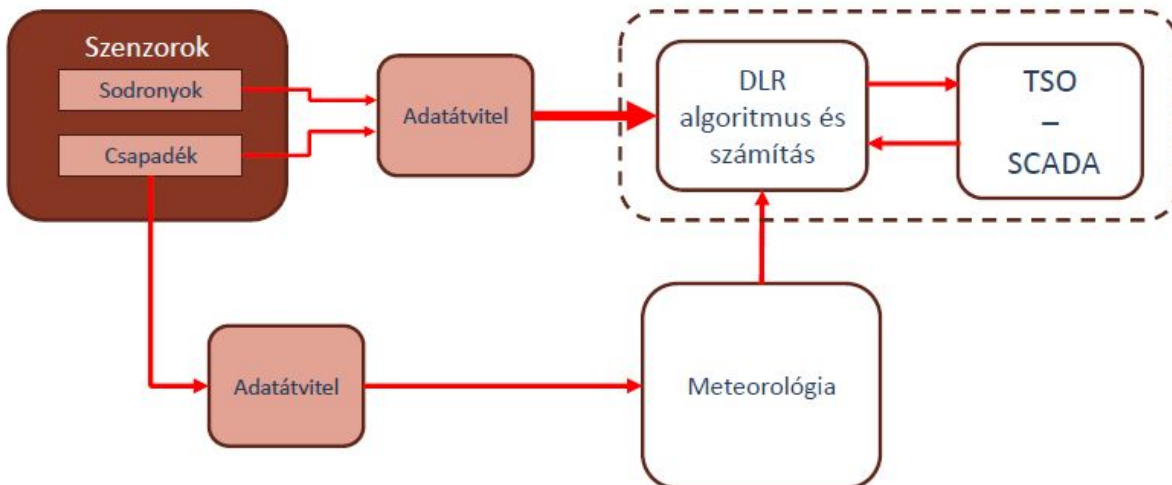
- Új távvezeték építése
- Régi sodronyok cseréje - oszlopcseréje
- Dinamikus terhelhetőség számítása
- Vezetékek túlterhelése
- Szezonális statikus terhelhetőség számítása

## **3. Mutassa be a távvezetékek dinamikus terhelhetőségének számítását végző rendszer felépítését!**

A rendszer elemei:

1. Sodronyok termikus modelljének előállítása
2. A számítást végző rendszer modelljének előállítása
3. A DLR lehetséges hatásainak elemzése, a távvezeték előkészítése
4. A valós idejű adatgyűjtést célzó és elősegítő eszközök kiválasztása
5. A rendszer kiépítése

# A DLR rendszerszintű működése



## A öregedésmenedzsment alapjai, hálózati elemek állapotának ellenőrzése, minősítése

### 1. Hogyan kell hozzájárulnia az eszközsztípusoknak a jövő villamosenergia hálózatával kapcsolatos elvárásokhoz?

#### Gazdaságos:

- Csak költséghatékonyan üzemeltethető elemekből lehet elképzelni
- A rendelkezésre álló információk segíthetnek a kihasználtság vagy az élettartamra vonatkozó költségek megállapításában

#### Környezetkímélő:

- Növényi olajok, biológiai úton lebomló szigeteléseket tartalmazó vagy SF6 -mentes berendezések felvétele az eszközstratégiába

#### Fenntartható:

- Műszaki fenntarthatóság
- Gazdasági fenntarthatóság
- Környezeti fenntarthatóság

#### Megbízható:

- Karbantartás menedzselési módszerek, avullatás kezelése
- Különböző körülményeknek is ellenálló berendezések (pl. nanobevonat a sodronyokon, ami megakadályozza a jég lerakódását)

### 2. Mi az asset management célja és milyen beavatkozásokról, stratégiákról dönt? Milyen eszköz fenntartási stratégiák lehetségesek? Hogyan alkalmazzuk az eszközökről rendelkezésre álló diagnosztikai információkat?

#### Az asset management célja:

- Egy teljes eszközcsoportra az elvárt megbízhatósági szint figyelembe vételével meghatározni a szükséges ráfordításokat és ezen belül meghatározni a karbantartások és beruházások hosszútávon fenntartható egyensúlyát

#### Fenntartási stratégiák:

- Top-down megközelítés:
  - statisztikai hibaelemzés



- Down-top megközelítés
  - diagnosztika és célja
  - online és offline mi
- P..... Mg Mg.. Mi I.,... diagnosztika
  - példa: kábeldiagnosztika, közép feszültségű szabadvezetéki hálózat transzformátorok

Diagnosztikai információk alkalmazása:

<b>Állapot</b>	<b>Figyelembe véve</b>	<b>Állapotfüggő</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• folyamatos vagy alkalmi monitorozás</li> <li>• karbantartás igény szerint</li> </ul>	<b>Megbízhatóság alapú</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• prioritási lista</li> <li>• állapot és meghibásodás közötti kapcsolat</li> <li>• kockázatkezelés</li> </ul>
	<b>Mellőzve</b>	<b>Korrektív</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nincs diagnosztika, sem karbantartás meghibásodás bekövetkeztéig</li> </ul>	<b>Időalapú</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• meghatározott időközönként vizsgálat és karbantartás</li> </ul>
		<b>Mellőzve</b>	<b>Figyelembe véve</b>
		<b>Fontosság</b>	

### 3. Hogyan lehet alkalmazni a statisztikai hibaelemzést? Milyen lépései, módszerei és nehézségei vannak?

Statisztikai hibaelemzés célja:

- Felülről lefelé megközelítés, nem a konkrét esetek érdeklik, hanem egy populáció viselkedése
- Nem (alap)célja kijelölni a konkrét eszközt, amin beavatkozást kell végre hajtani
  - Állapotfelmérés (diagnosztika, szemrevételezés)
  - Korreláció bizonyos tényezőkkel

Lépések:

- Adatgyűjtés
  - Adatbázis felépítése a meglévő eszközökről, típusok, kor stb. Meghibásodások rögzítése. Lehet online vagy offline adatgyűjtés.
- Megfelelő eloszlás kiválasztása
  - Poisson eloszlás: kortól független meghibásodások
  - Weibull eloszlás: akkor alkalmazható, ha van domináns hibamód
  - Crow AMSAA: több hibamódra is működik, de nagy mennyiségű bemenő adatra van szüksége
  - Cox féle arányos kockázati modell: kockázati faktorok és hibamódok közötti összefüggést tudja feltárni
- Görbeillesztés, predikció
  - Maximum valószínűség becslés (maximum likelihood method)
  - Rang mediánja (median rank)
  - Grafikus görbeillesztés

A statisztikai hibaelemzés nehézségei:

- Nem megfelelően ismert vagy túl összetett öregedési folyamatok
  - Nem biztosított a megfelelő eloszlás kiválasztása
- Probléma: a matematikai eljárások ennek ellenére végre hajthatók, de a becslés pontossága megkérdőjelezhető lesz!

- Meghibásodott berendezések kora hiányzik
- Hiányzó, pontatlan koreloszlás
- Külső hatások („suspension”) nem különülnek el

#### 4. Melyek az online diagnosztika előnyei és hátrányai?

Online mérés: az üzem fenntartása mellett történik

##### Előnyei:

- nincs fogyasztói zavartatás
- nem kell külön gerjesztőberendezés
- valós körülmények között vizsgálható a berendezés
- pillanatszerű mérések helyett folyamatok vizsgálata is lehetséges

##### Hátrányai:

- FAM tevékenységet igényelhet
  - esetenként kiküszöbölhető (akkor is feszültség közeli munkavégzés)
- Magas zaj- és zavar szintek
  - kifinomult feldolgozástechnikát igényel
- Nem választható meg a próbafeszültség
  - aktuális hálózati feszültség; változással korrigálni kell
- Bizonyos jellemzők nem mérhetők
  - Szigetelési ellenállás, veszteségi tényező...
- Magasabb induló ár

#### 5. Melyek a kábeleken alkalmazható főbb diagnosztikai módszerek? Mi a specialitása kábeleknek diagnosztika szempontjából? Milyen módszereket alkalmaznak kábeldiagnosztikára?

Kábeldiagnosztika legfőbb jellemzője, hogy egyszerre vannak jelen pontszerű és a kábel mentén megjelenő problémák.

##### Diagnosztikai módszerek:

- Általános öregedés
  - Dielektromos jellemzők mérése: szigetelési ellenállás, kapacitás, veszteségi tényező, spektrum módszerek, feszültségpróba (érszigetelés, burkolat)
  - Mechanikai tulajdonságok
  - Kémiai vizsgálatok
- Helyi meghibásodások
  - Részkisülés mérés
  - TDR - Time-domain reflectometer

Részletörés mérés: leggyakrabban alkalmazott módszer a helyi hibák meghatározására. Lehet online is végezni, leggyakrabban OWTS (Oscillating Wave Test System) műszerekkel.

##### Mérhető jellemzők:

- begyújtási és kialvási feszültség
- eloszlás fázisszög szerint
- eloszlás a kábel mentén

##### Mérési módszerek:

- Villamos
  - konvencionális (integráló erősítő)
  - HFCT (High Frequency Current Transformer)
  - RF antenna
  - UHF antenna (trafó)
- Nem villamos

- Optikai (látható fény, UV)
- Akusztikus

## 6. Soroljon fel transzformátor diagnosztikai eljárásokat! Ismertesse a transzformátor hibagáz analízis elvét, kivitelezését és a kimutatható hibákat! Soroljon fel néhány jellemző hibagázt!

### Lehetséges diagnosztikai eljárások:

- Hibagáz analízis
- Olajvizsgálat
- Furántartalom
- Termovízió
- Terhelési adatok
- Szigetelési ellenállás
- RVM (Recovery Voltage Meter)
- Veszteségi tényező és kapacitás
- Rövidzárási impedancia mérés
- FRA (Frequency Response Analysis)

### Hibagáz analízis:

Ki tudja mutatni a szigetelés általános öregedését valamint a helyi hibákat.

A mérést mintavétellel lehet végrehajtani. Az olajat a transzformátor házán különböző helyeken (az olaj minősége függ a helyzetétől, fent általában tisztább mint a ház alján) elhelyezett csapok segítségével lehet mintavételezni.

### Az olajban oldott gázok keletkezhetnek:

- Villamos, villamos-termikus, termikus igénybevételek
- Természetes bomlás (olaj, cellulóz)
- Atmoszférából való beoldás

Ilyen típusú gázok kimutatásával megállapítható a hiba oka, valamint az általános állapot.

### Kimutatható hibatípusok:

- részkisülés
- kis energiájú ívkisülés
- nagy energiájú ívkisülés
- melegpont (  $T < 300\text{ °C}$ ,  $300\text{ °C} < T < 700\text{ °C}$ ,  $T > 700\text{ °C}$  )

### Jellemző gázok:

- Részkisülés: hidrogén (H<sub>2</sub>), szénmonoxid (CO), metán (CH<sub>4</sub>), etán (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)
- Olaj természetes bomlás: hidrogén (H<sub>2</sub>), metán (CH<sub>4</sub>), etán (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>)
- Melegpont ( $T < 300\text{ °C}$ ): hidrogén (H<sub>2</sub>), szénmonoxid (CO), metán (CH<sub>4</sub>), etán (C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), etilén (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), propán és propilén (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>+C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>)

## Diagnosztikai esettanulmányok

### 1. Ismertesse a nagytranszformátor főbb részeit, lehetséges meghibásodásukat!

<u>Transzformátor részei:</u>	<u>Lehetséges meghibásodása:</u>
Transzformátor ház	Mechanikai sérülés, korrozio
Fedél	Sérült szigetelés → olajszivárgás

Kivezetések <ul style="list-style-type: none"> <li>• Átvezető szigetelő</li> </ul>	Törés
Konzervátor ( kiegyenlítő tartály)	Olajszivárgás
Szorító és összehúzó szerkezetek	Üzem közben fellazult csavarok
Vasmag <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oszlop</li> <li>• Járom</li> </ul>	Prespán szigetelő törése
Tekercsek kivezetései	Deformálódott tekercs, olvadt vezető
Terhelés alatti fokozatkapcsoló (OLTC)	Szigetelés sérülése (melegedés miatt)
Hűtőcsatornák	Elzáródás, túlmelegedés
Transzformátor olaj	Szennyeződés

## 2. Ismertesse a transzformátor korrózióv kén problémakört! Ismertesse milyen eljárással lehetséges a problémakör diagnosztizálása és megszüntetése!

A kén szerepe az olajban: Oxidációs stabilitás, néhány kén vegyületnek jelenléte segíti a stabilitást egyéb inhibitor adagolás nélkül.

A nagy oxidációs stabilitás csökkenti:

- Üledék lerakódást
- Villamos veszteséget, hibákat
- Fémkorróziót
- Növeli a szigetelés élettartamát

Alacsony kén tartalom savasodást, üledékképződést idézhet elő magas kén tartalom pedig korróziót idézhet elő

S korrózió következménye a papír szigetelés gyors öregedése és a hőmérséklet intenzív emelkedése, a nem megfelelő hűtés és az olaj csatornák elzáródása miatt.

Vizsgálat: Olaj vizsgálatok

- Minőségi (kvalitatív) meghatározás – IEC 62535 szabvány korrózióv kén teszt
- Mennyiségi (kvantitatív) meghatározás – összes S tartalom, DBDS tartalom meghatározás

## 3. Milyen transzformátor meghibásodási módokat ismer, ismertesse a karbantartási technológiákat! Sorolja fel mik az előnyei és hátrányai a helyszíni és a gyári javításnak, karbantartásnak!

Transzformátor meghibásodások:

- Szigetelő papír égés
- Üzem közben fellazult csavarok
  - olajszivárgás
- Átvezető szigetelő törése
- Zárlati erőkből adódó tekercsmozgások, deformációk hatására
  - Leszorító törés
  - Papír szigetelőhenger szakadása
  - Tekercs deformációja
- Transzformátorház meghibásodása
- Tekercsek között lévő prespán szigetelő henger törése

- Égett papírszigetelés
- Olvadt vezető
- Tekercs menetek közötti átütés

Javítás/ karbantartás:	Helyszíni	Gyári
Előnyök	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Olcsóbb</li> <li>• Gyorsabb javítási idő</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teljesen hozzáférhetővé válik minden része <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Tekercselés lefejtése</li> <li>○ Rejtett hibák feltárása</li> </ul> </li> </ul>
Hátrányok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nincs mód vákuumkezelésre a transzformátor összeszerelése után</li> <li>• 2-3 napos olajkezelés</li> <li>• nem minden hiba javítható ilyen módon</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Költséges</li> <li>• Előkészítés szükséges <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Átvezető szigetelők és konzervátor leszerelése</li> </ul> </li> <li>• fellazult tekercsek felrázódnak, megsérülhetnek</li> </ul>

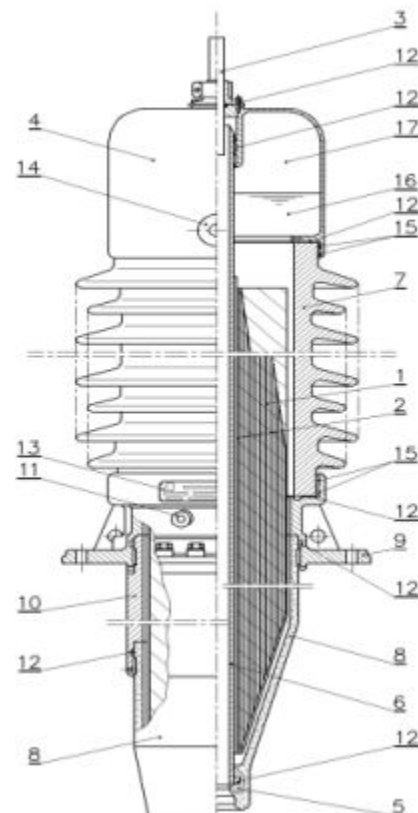
#### 4. Ismertesse az átvezető szigetelő felépítését, alkalmazható diagnosztikai eljárásokat és meghibásodási lehetőségeket!

##### Átvezető szigetelők (Bushing):

- Transzformátor elengedhetetlen része
- Értékük több is lehet, mint a transzf. teljes árának 10%-a
- Az átvezetők meghibásodása viszonylag magas
  - meghibásodási rátájuk 5-50 %, átlag 25 %
- Átvezető hibák gyakran okoznak tüzet

##### Részei

1. ?
2. ?
3. Átvezető
4. ?
5. ?
6. ?
7. Szigetelő ernyő
8. ?
9. ?
10. ?
11. ?
12. Tömítés
13. ?
14. ?
15. ?



##### Főbb diagnosztikák:

- PD (partial discharge, részkisülés)
- On-line Tg $\delta$ /C mérés
- Polarizációs mérések:
  - FDS, RVM, PDC

##### Lehetséges hibák:

- Olaj hiány
  - túlmelegedés, átütés
  - Részkisülés következtében kialakult sérülés

## 5. Ismertesse a távvezeték hálózat felépítését, meghibásodási lehetőségeit!

### Felépítése:

- Alapzat
- Oszlop
  - tartó
  - feszítő
- Szigetelő
  - tartó
    - álló
    - függő
  - feszítő
  - tám
    - alállomásokon
- Sodrony
  - Burkolatlan
  - Burkolt

### Meghibásodások:

- Oszlop kidőlés
- Sodrony
  - szakadás
  - jegesedés
- Szigetelő törés
  - extrém mechanikai igénybevétel miatti
  - ridegtörés (csak kompozit szigetelő esetén, általában nagyfeszén)

## Szám példa

Laboratóriumi öregítési vizsgálatok eredményei alapján egy kábelszigetelésknél használt anyag élettartama 200 kV térerősség esetén 1000 h. Az anyagra vonatkozó élettartam kivető  $n=9$ , ha a szigetelést száraz körülmények közt üzemeltetik. A szigetelőanyagból kábelszigetelést készítünk, ahol a vezető átmérője 1 cm, a szigetelés vastagsága 8,6 mm. Mekkora a szigetelés várható élettartama, ha a kábelt 50 kV feszültséggel üzemeltetjük?

$$E_{üzemi} = \frac{U}{r_{vezető} \ln\left(\frac{r_{kábel}}{r_{vezető}}\right)} = \frac{50 \text{ kV}}{0,5 \text{ cm} * \ln\left(\frac{1,36}{0,5}\right)} = 100 \text{ kV/cm}$$

$$\frac{t_{v1}}{t_{v2}} = \left(\frac{E_{max}}{E_{üzemi}}\right)^{-n}; t_{v1} = 1000 \text{ h}; E_{max} = 200 \text{ kV}; n = 9$$

$$t_{v2} = t_{v1} * \left(\frac{E_{max}}{E_{üzemi}}\right)^n = 1000 \text{ h} * \left(\frac{200}{100}\right)^9 = 512000 \text{ h} \sim 58,5 \text{ év}$$