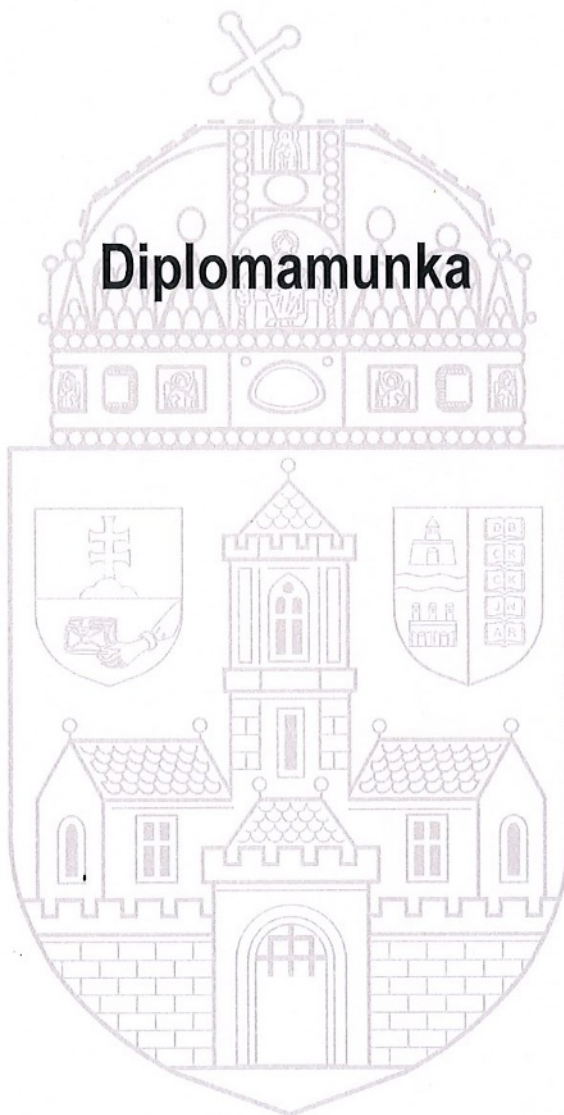




ÓBUDAI EGYETEM

Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Automatika Intézet

Diplomamunka



OE-KVK
2021

Horváth Áron
[REDACTED]
T009018/FI12904/K



ÓBUDAI EGYETEM
ÓBUDA UNIVERSITY

Óbudai Egyetem
Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar
Villamosenergetikai Intézet

DIPLOMAMUNKA FELADATLAP

Hallgató neve: Horváth Áron

Diplomamunka száma: SZD21080907515944

Törzskönyvi száma: T009018/F112904/K

Neptun kódja: XXXXXXXXXX

Szak: villamosmérnöki

Specializáció: Ipari felügyeleti és kommunikációs rendszerek specializáció

A dolgozat címe: Intelligens kisfeszültségű elosztóhálózati elosztószelekre tervezése

A dolgozat címe angolul: Designing an intelligent low voltage power distribution cabinet

A feladat részletezése: Diplomamunka II. tantárgy keretében részleteiben ismertetni szeretném, mit is jelent az, hogy intelligens hálózat, mitől lehet a hálózat intelligens. A hozzátartozó eszközök kiválasztása stb.

Be fogom mutatni, hogy az alkalmazott készülékekkel, hogy lehet befolyásolni a fogyasztókat.

További kidolgozandó témaként bemutatnám Magyarország villamosenergia-rendszerét. Itt ismertetni fogom az a közép/kisfeszültségi minőségi és üzemzavari mutatókat, és azok javítására egy lehetséges alternatívát.

Harmadik nagyobb fejezetként a kommunikációs protokollok fejezetet fogom részleteiben tárgyalni.

Intézményi konzulens neve: Dr. Holcsik Péter

A kiadott téma elévülési határideje: 2023. december 15.

Beadási határidő: 2021. 12. 15.

A diplomamunka: Nem titkos.

Kiadva: Budapest, 2021. 11. 22.



Intézetigazgató

A dolgozatot beadásra alkalmasnak találom: 2021. 12. 15.

.....
belső konzulens

.....
külső konzulens



HALLGATÓI NYILATKOZAT

Alulírott hallgató kijelentem, hogy a diplomamunka saját munkám eredménye, a felhasznált szakirodalmat és eszközöket azonosíthatóan közöltem. Az elkészült diplomamunkában található eredményeket az egyetem és a feladatot kiíró intézmény saját céljára térítés nélkül felhasználhatja, a titkosításra vonatkozó esetleges megkötések mellett.

Budapest, 2021.

12.15.

Hallgató aláírása

Hallgató aláírása

Tartalom

1.	BEVEZETÉS	4
1.1.	Napjainkban.....	4
1.2.	Célkitűzés	4
2.	MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZER ISMERTETÉSE	5
2.1.	Magyarországi VER felépítése	5
2.2.	Kooperációs villamosenergia-rendszerek kialakulása, azok előnyei	9
2.3.	Hálózati topológiák.....	10
2.3.1.	Sugaras hálózatok	10
2.3.2.	Gyűrűs hálózatok	11
2.3.3.	Íves hálózatok	12
2.3.4.	Párhuzamos vezetékek.....	12
2.3.5.	Hurkolt hálózatok	13
3.	KÖZÉP/KISFESZÜLTSGŰ MINŐSÉGI ÉS ÜZEMZAVARI MUTATÓK	14
3.1.	A minőségi mutatók rendszere	14
3.2.	Minőségi mutatók a MSZ EN 50160 szerint	14
3.3.	A villamosenergia-ellátás folytonosságának mutatói	18
3.4.	Áramszolgáltatói törekvések közepfeszültségen a minőségi útmutatók javítására	
	19	
3.4.1.	Telemechanika.....	19
3.4.2.	Térinformatika	25
4.	INTELLIGENS HÁLÓZATOK	26
4.1.	Általános ismertető	26
4.2.	Az okosmérő működése, funkciói	27
4.3.	Motivációs fogyasztói oldalról.....	27
4.3.1.	A fogyasztói oldal befolyásolása (Demand Side Management).....	30

4.4.	Európai viszonylatban	32
5.	IOT.....	33
5.1.	Bevezetés	33
5.2.	Hálózati architektúra.....	36
6.	KISFESZÜLTSGŰ HÁLÓZATOK KORSZERŰSÍTÉSÉNEK LEHETSÉGES MEGOLDÁSAI	38
6.1.	SCADA funkciók a kiefeszűltsgű hálózaton	38
6.2.	Távmérések és távjelzések fogadása, topológiai analízis	40
6.3.	Kiefeszűltsgű hibahely behatárolása az okos mérés adatainak feldolgozásával	43
6.4.	Távműködtetés.....	45
6.4.1.	Olvadóbiztosítók kiváltásának vizsgálata.....	45
6.4.2.	Definíció	49
6.5.	Grafikus megjelenítés és ember-gép (HMI) kapcsolat	50
6.6.	Real-time adatbázis készítés	52
6.7.	Load - flow számítások.....	52
6.8.	Szakértői rendszerek.....	54
7.	TERVEZÉS KIINDULÓ KÖVETELMÉNYEI, LEHATÁROLÁSAI	55
7.1.	Az elosztószekrényre vonatkozó követelmények, lehatárolások	55
8.	TERVEZENDŐ INTELLIGENS ELOSZTÓSZEKRENY FELÉPÍTÉSE..	56
8.1.	Megszakító kiválasztásának szempontjai, méretezései	56
8.2.	Compact NSX kiefeszűltsgű öntötházaz megszakító.....	58
8.2.1.	Megszakítóba beépítendő smart funkciók	61
8.3.	Interface modulok.....	64
8.4.	Gyűjtősinrendszer – áramelosztás	65
8.5.	Mérési rendszer kialakítása	67
8.6.	Leválasztás.....	69

8.7.	Állásjelzés.....	70
8.8.	Alkalmazott elosztószekrény	71
9.	KAPCSOLATTEREMTÉS AZ ÜZEMIRÁNYÍTÓ KÖZPONTTAL.....	72
9.1.	Az irányítástechnikai rendszer kialakításának célja	72
9.2.	Kommunikáció – Adatátvitel.....	73
9.2.1.	Logikai rétegek	73
9.2.2.	Kommunikációs rendszerek általános modellje	74
9.2.3.	Két elem kommunikációja információ áramlás iránya szerint	75
9.2.4.	Két elem kommunikációja kommunikáló felek relációja szerint	76
9.3.	Modbus soros kommunikációs protokoll	77
9.3.1.	Modbus/RTU – RS485 soros adatátvitel	79
9.4.	Kommunikációs rendszer kialakítása	80
9.4.1.	Rendszerfelépítés ismertetése	80
10.	KÖLTSÉGVETÉS KÉSZÍTÉSE.....	83
11.	ÖSSZEFOGLALÓ	86
12.	SUMMARY.....	87
13.	IRODALOMJEGYZÉK.....	88
14.	ÁBRAJEGYZÉK	92
15.	MELLÉKLETEK.....	95

1. BEVEZETÉS

1.1.Napjainkban..

Napjainkban rendkívül nagy hangsúly kap a helyes energiagazdálkodás kérdése, a zöld energiák bevonása, az energiamegtakarítás lehetőségeinek, valamint a háztartási készülékek egyre magasabb színtre való fejlesztése. Amikor az energiaágazatok egyre decentralizáltabbak, minden hálózatüzemeltető, villamosenergia-szállító, iparvállalat és a fogyasztók számára létfontosságú, hogy a teljes hálózat hibátlanul üzemeljen. Az elektromos járművek egyre növekvő számának integrálása, a szén-dioxid kibocsátás csökkentésének szükségessége. Összességében kijelenthetjük, hogy az energiaipar jelentős átalakulás előtt áll az okos hálózatok (smart grid) révén, ami ma már szerves részét képezi a villamos energetikának.

Az infókommunikáció egyik következő nagy alkalmazási területét az intelligens vagy okos villamosenergia-rendszerek jelentik. Ahol a hálózatok üzemeltetése és távvezérlése, a megújuló energiaforrások integrációja, vagy a távmérés és a nagyfokú automatizálás révén a villamosenergia-ellátás hatékonysága és biztonsága jelentős mértékben növekszik.

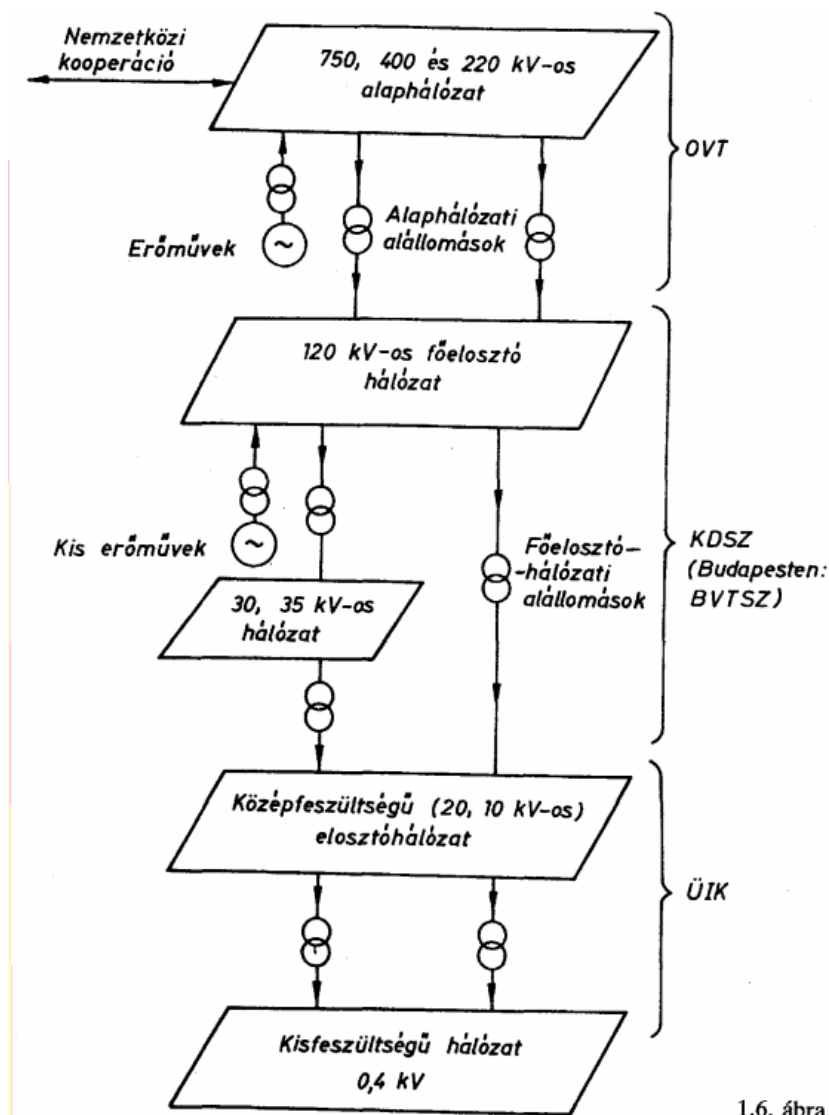
1.2.Célkitűzés

Diplomamunkám témája: Intelligens kisfeszültségű elosztóhálózati elosztószekrény tervezése. A tervezendő szekrény olyan innovatív hardver - és digitális termékeket, megoldásokat és szolgáltatásokat kínálhat, amelyek alkalmazásával segíthet megbirkózni az egyik legfőbb kihívással, amellyel az áramszolgáltatóknak nap nap után szembe kell nézniük, a természetben fellelhető erőforrások hatékony és fenntartható felhasználásának garantálásával. Ezt a tényt szem előtt tartva a jövőbeli energiainfrastruktúra kialakítása jelentős változásokon fog átmenni. A meglévő hálózatok és mérési rendszerek jelentősebb korszerűsítése nélkül stagnálni fog a megújuló-termelés, veszélybe kerülhet akár a hálózati biztonság, elszalasztjuk az energiamegtakarításra és -hatékonyságra kínálkozó lehetőségeket, és nagy mértékben le fog lassulni a belső energiapiac fejlődési üteme. Az új technológia nemcsak e kihívások megoldására ad lehetőséget, hanem akár egy tisztább energiaellátásra is, amely fenntarthatóbb és nem utolsó sorban megfizethetőbb.

2. MAGYAR VILLAMOSENERGIA-RENDSZER ISMERTETÉSE

2.1. Magyarországi VER felépítése

A magyar villamosenergia-rendszer felépítése topológiai nézőpontból megközelítve három nagyobb részre tagolható: nagyfeszültségű alaphálózat (NAF), melynek feszültség szintjei: 750, 400, 220 kV- os hálózat. Egy szinttel lejjebb található a közepfeszültségű hálózat (KÖF), melynek feszültség szintjei a 35, 20, és a 10 kV-os elosztóhálózatok. A piramis legalján helyezkedik el, a minket kiszolgáló, azaz a (kis)fogyasztókat villamosenergiával ellátó 0,4 kV- os kisfeszültségű elosztóhálózat (KIF). A különböző feszültség szinteken elhelyezkedő, együttműködő villamosenergia-rendszerek komplex, fizikai rendszert alkotnak. A szóban forgó rendszerek olyan szinten „szorosan” össze vannak kapcsolva, hogy egy berendezés állapotának megváltozása, pl. egy alállomás, vagy egy hosszabb távvezetési hálózat kiesése kiterjedhet akár az egész rendszer működésére. Az együttműködést szigorú szabályok határozzák meg. Mindezen jellemzők miatt a magyar villamosenergia-rendszer hierarchikus felépítésű, ennek megfelelően a rendszer-irányítás is hierarchikus felépítésű. Ugyanis ezen komplex, végtelennek tűnő rendszerirányítási feladatokat egyetlen egy szerv szinte képtelen lenne lekezelni.



1.6. ábra.

1. ábra A magyar villamosenergia-rendszer és irányításának hierarchikus felépítése [2]

A hierarchia legfelső szintjén álló nagyfeszültségű alaphálózati rendszerirányító (TSO = Transmission System Operator) helyezkedik el. Az irányítási feladatot a Magyar Villamosenergia-Ipar Átviteli Rendszerirányító Zrt., azaz a mindenki által ismert MAVIR felelős. A magyar villamosenergia-rendszer központi üzemirányító szerve. Az NAF hálózat teremt kapcsolatot az országos alaperőművek között, valamint irányítása alá tartoznak azok, pl. Paksi Atomerőmű. A TSO-k felelősek az országos alaphálózat irányításáért, valamint ők hangolják össze az áramszolgáltatói elosztóhálózatokat. Különböző hálózatfejlesztési stratégiákat terveznek, elvégzik a szükséges karbantartási munkákat, meghatározzák a hálózat kapcsolási állapotát, valós időben monitorozzák a hálózat aktuális állapotát, itt valósul meg

annak távműködtetése is. Folyamatosan ellenőrzik a távvezetékek terhelési, valamint a csomópontok feszültség határértékeit stb.



2. ábra A magyar nagyfeszültségű alaphálózat [1]

A 2. ábrát megfigyelve látható, hogy a magyar villamosenergia-rendszer nem önálló egységet alkot, hanem szerves egységet képez a földrajzilag szomszédos energiarendszerekkel. Szintén a TSO-k hatáskörébe tartozik, hogy összehangolják a magyar villamosenergia-rendszert a szomszédos országokban található rendszerekkel. Magyarországon 1953-tól kezdték kiépíteni a környező országokkal a távvezetési hálózatokat. A szomszédos országokkal összehangolt rendszert nemzetközi kooperációs villamosenergia-rendszernek nevezzük. A TSO-k elsősorban az úgynevezett SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) rendszert alkalmazzák a rendszerirányításhoz.

Egy szinttel alatta helyezkednek el a DSO-k (Distribution System Operator.), vagy másnéven a KDSZ-ek (Körzeti DiszpécserKözpont). Feladatuk a 120 kV-os, másnéven a főelosztóhálózat üzemeltetése. Hatáskörük jelentős mértéken megegyezik a TSO-val, azonban itt már csak az erre a hálózatra dolgozó kisebb erőművek irányításáért felelősek, valamint a nemzetközi összeköttetés sem tartozik a hatáskörükbe.

A hierarchia legalján az ÜIK, azaz az Üzemirányító Központ található. A főelosztóhálózat növekedésével a KDSZ-ek a középfeszültségű elosztóhálózatok közvetlen üzemirányítását adják át az ÜIK-nak. Feladatuk a hatáskörükbe tartozó közép- és kiefeszültségű hálózatok irányítása, jellemzően hibaelhárítása. Jellemzően a DMS (Distribution Management System)

rendszert alkalmazzák az üzemirányításhoz, ami speciálisan a sugaras hálózatokhoz köthető üzemirányítási feladatokra lett kifejlesztve.

DMS funkciók:

- automatizált rekonfiguráció,
- pillanatnyi terhelési adatok megjelenítése,
- pillanatnyi feszültségprofil megjelenítése,
- készülékek adatbázisban való nyilvántartása, azok állapotának figyelése
- Távműködtetés
- Munkamenedzsment

Az 1. ábrát tekintve, elmondhatjuk, hogy a TSO-k felelősek a nagyfeszültségű szabadvezeték- és kábel hálózatot alkotó elemekért, NAF/NAF alállomások, valamint a NAF/ főelosztóhálózat alállomások bizonyos elemeiért. A DSO-k felelnek a NAF/ főelosztóhálózat szabadvezeték- és kábel hálózatot alkotó elemeiért, NAF/ főelosztóhálózat alállomások bizonyos elemeiért, KÖF szabadvezeték- és kábel hálózatot alkotó elemeiért, a KÖF/KIF alállomások bizonyos elemeiért, annak szabadvezeték- és kábelhálózatát alkotó elemeiért. valamint a KIF szabadvezeték- és kábelhálózatát alkotó elemeiért.

Összefoglalva: Az alaphálózat látja el villamosenergiával a szignifikáns csomópontokban lévő transzformátor állomásokat. Ezek a transzformátor állomások táplálják meg a főelosztóhálózatot, melynek feszültség szintjei 220 vagy 120 kV. Ide csatlakoznak a nagy ipari üzemek, pl MOTIM Zrt. vagy az INOTAL Alumíniumfeldolgozó Zrt. Ugyanezen transzformátor állomások biztosítják a táplálást elosztóhálózatnak, melynek feszültség szintjei 35, 20, vagy 10 kV. Ide már kisebb méretű ipari fogyasztók csatlakoznak, valamint a közcélú fogyasztói transzformátor állomások is erre a hálózatra kapaszkodnak rá, melyek a KIF elosztóhálózatot táplálják. A kisméretű hálózat látja el villamosenergiával a kisebb fogyasztókat -így a háztartásokat-, a kisebb gyárakat, valamint a közvilágítást is erről a hálózatról látják el. A szóban forgó hálózat feszültség szintje 3 x 400/230 V.

[1][2][3]

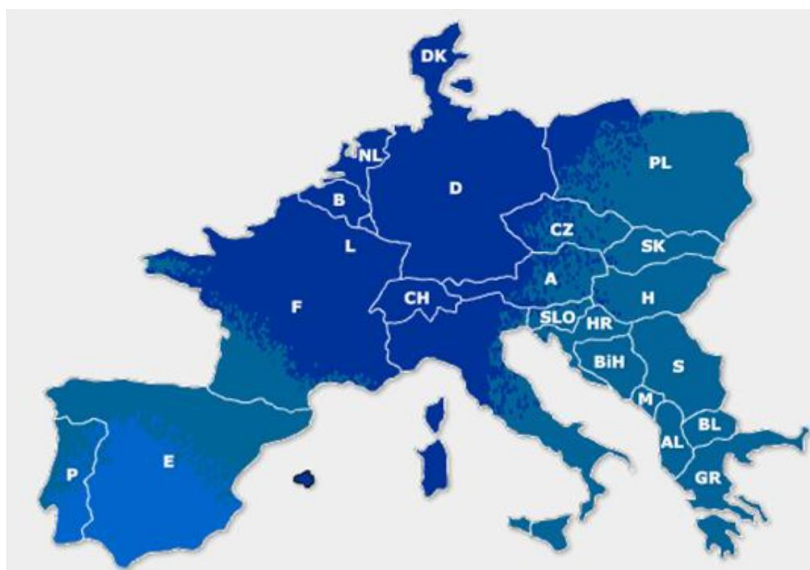
2.2.Kooperációs villamosenergia-rendszerek kialakulása, azok előnyei

A villamosenergia előállításának és az átviteli technológia fejlődésével a villamosenergia egyre nagyobb távolságokra történő szállítása és elosztása is mind gazdaságosabbá vált. Az országot bizonyos számú fogyasztói körzetek alkották, ezen körzetek határa a körzet centrumában található erőművektől mind távolabbra kerültek, így alakultak ki a kisebb méretű energiarendszerek. A szóban forgó fogyasztói körzeteket összekapcsoló, megfelelő számú távvezetéki összeköttetés után alakultak ki az országos energiarendszerek. Azaz, a távvezetékekkel összekapcsolt erőművek, valamint a hozzájuk kapcsoló különböző elosztóhálózatok és ezen keresztül ellátott fogyasztók összessége képezi a kooperációs villamosenergia-rendszert.

A rendszeregyesítések előnyei:

Az azonos körzetben található erőművek szinkron üzemében lehetőség nyílik a gép-egységeknek, mint forrásoknak egymás helyettesítésére, a frekvencia ingadozások gyors kiszabályozására. A fogyasztói körzetek igényeinek a legkedvezőbb erőművel történő kielégítésére, csökkennek az erőművi tartalékok. A mind nagyobb körzetek a fogyasztói ingadozások egyre nagyobb mértékű kiegyenlítését segítik elő. Az együttműködő erőművek csúcsterelés idejében kiegészítik egymást, köztük a terheléelosztás gazdaságosabbá vált.

Az előnyök tovább fokozhatók még, ha figyelembe vesszük a szomszédos országokkal való összeköttetést, azaz a 2.1-es fejezetben ismertetett nemzetközi kooperációs összehangolást, például a CENTREL-t (Közép európai országok egyesített villamosenergia-rendszere), vagy beszélhetünk más országcsoportokról is, pl. az UCTE-ről (Union for the Coordination of Transmission of Electricity). A rendszert többszörösen hurkolt hálózat jellemzi, ami által csökkennek a hálózati veszteségek, természetesen ez az országon belüli, többszörösen hurkolt hálózatokra is érvényes. A kooperáció elősegíti a nagymértékű erőmű beruházások elhalasztását az importenergia felhasználásával. Ugyanis egy időben több ezer erőmű termel, több országban, és akadnak olyan esetek, mikor egy ország nem fogyasztja el az általa megtermelt villamosenergiát, hanem import céllal azt elszállítják az olyan országokba, ahol éppen hiány keletkezik.



3. ábra AZ UCTE rendszeregyesülés országai [4]

[4]

2.3.Hálózati topológiák

Hálózatoknak nevezzük azon berendezések és vezetéki rendszerek összességét, amelyek segítségével kapcsolatot teremtünk a villamosenergiát előállító erőművektől egészen a fogyasztókig.

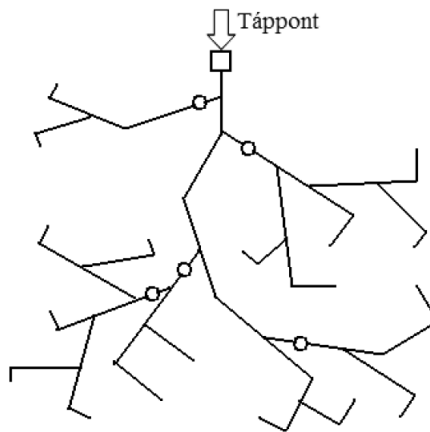
[5]

2.3.1. Sugaras hálózatok

Sugaras hálózatokról akkor beszélünk, ha a kialakított hálózati képen az úgynevezett gerincvezeték egy táppontból van megáplálva, és a gerincvezetékről többszörösen elágaztatva jut el a villamosenergia a fogyasztók felé, az ilyen elágazásokat jellemzően szárnyvezetékeknek is szokták nevezni. A szóban forgó szárnyvezetékekhez csatlakozó leágazó vezetékek végén pedig a fogyasztók vannak. Általában nyitott vezetékrendszer jellemzi a sugarasan üzemelt hálózati képet, amelynek fogyasztójához az áram csakis egyetlen egy úton juthat el. Karbantartás vagy üzemzavar elhárítás idejére bontási lehetőséget biztosítanak a megszakítók és a szakaszolók.

A már sokat említett magyar villamosenergia-rendszerében ez a hálózatforma jellemzően a 20 kV-os szabadvezetéki, valamint a 10 kV-os földkábel hálózatoknál terjedt el. Nagy biztonságot nem igénylő ipari fogyasztók belső hálózati képe természetesen kialakítható sugaras jelleggel.

Sugaras jelleggel bíró hálózatok előnye, a könnyű átláthatóság, egyszerű az üzemirányítása, olcsó létesítést von maga után. Viszont a legnagyobb hátránya az egyetlen betáplálási pont ugyanis, ha a tápponthoz közeli hibákból eredő lekapcsolások az egész rendszer kiesését okozhatja, ennek következtében pedig mindazon fogyasztók, amelyek erre a hálózatra csatlakoznak villamosenergia nélkül maradnak.



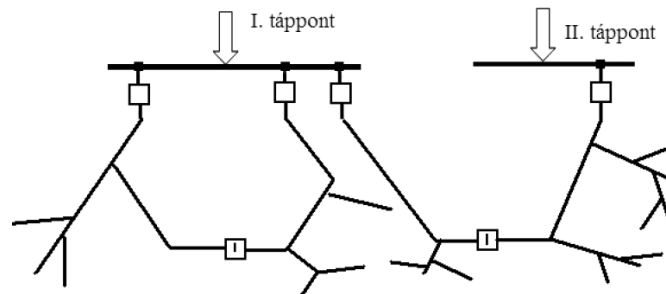
4. ábra Sugaras hálózat [5]

[5]

2.3.2. Gyűrűs hálózatok

Az előző pontban tárgyalt sugaras hálózatok hátrányának kiküszöbölésére a gyűrűs hálózat ad alternatívát. Eszerint a sugaras hálózatok gerincvezetéki nyomvonalát úgy alakítják ki, hogy az azonos betáplálási pontból indított sugaras jelleggel bíró hálózat gerincvezetékei egyetlen egy pontban találkozzanak. Ezzel a kialakítással a tápponthoz közeli fogyasztók, a bontási lehetőségeknek (megszakítóval vagy szakaszolóval elvégezve) köszönhetően nem maradnak ellátatlanul. Megfelelő gerincvezetéki bontás után ugyan lehetséges, hogy rosszabb villamos paraméterek mellett, de a fogyasztók egy része a másik betáplálási pontból kaphat ellátást.

Feszültség szintjei és az alkalmazási területei az előző pontban tárgyalt hálózati képpel azonos.

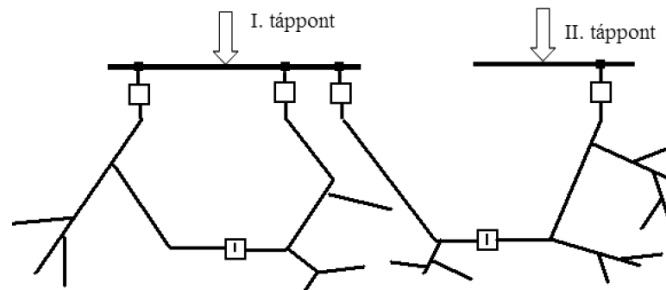


5. ábra Gyűrűs - Íves hálózat [5]

[5]

2.3.3. Íves hálózatok

Az íves hálózatok kialakítása rendre megegyezik az előző pontban ismertetett gyűrűs hálózati alakzattal. Azonban, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben a gerincvezetékek nem azonos, hanem különböző táppontból indulnak. Előnye a sugaras hálózattal szemben, hogy a tápponthoz közeli hibák esetén rendelkezésre áll egy másik gerincvezeték a fogyasztók zavartalan ellátásához. Alkalmazási területei és feszültség szintjei rendre megegyezik a sugaras és gyűrűs hálózatokéval.

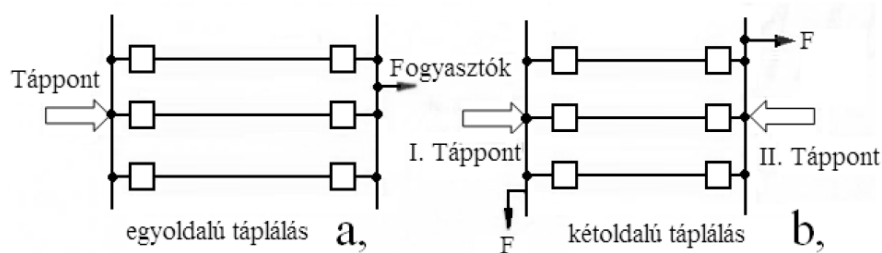


6. ábra Gyűrűs - Íves hálózat [5]

[5]

2.3.4. Párhuzamos vezetékek

Párhuzamos vezetéki rendszerekről akkor beszélünk, amikor kettő különböző csomópont között több vezeték által megvalósított összeköttetés teremt kapcsolatot. Általában létfontosságú csomópontok összekötésére, vagy villamosenergia-ellátás szempontjából nagyobb biztonságot igénylő fogyasztók üzembiztosabb (kórházak például) ellátására szolgáló hálózati forma. Alkalmazása feszültség szinttől függetlenül szóba jöhet akár az ipari fogyasztók belső és külső villamosenergia-ellátásában, akár a villamosenergia-rendszerben.



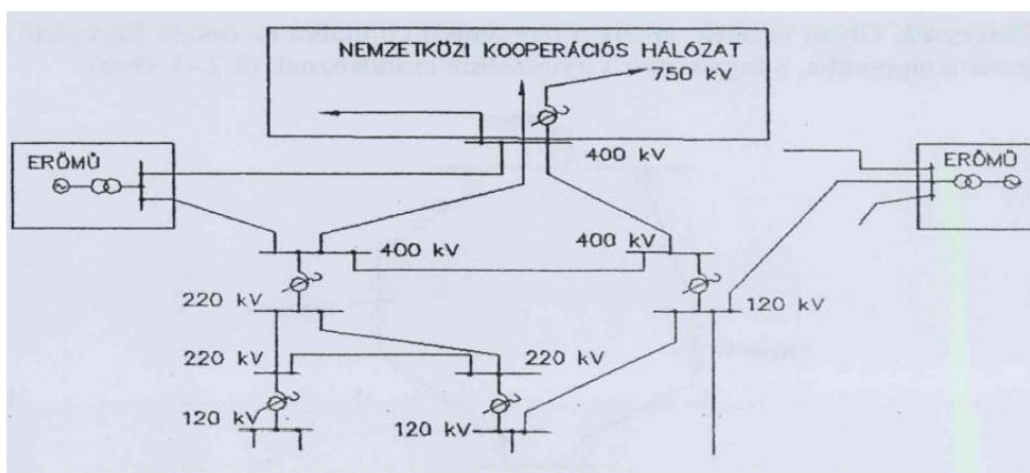
7. ábra Párhuzamos vezetéki rendszer [5]

[5]

2.3.5. Hurkolt hálózatok

Villamosenergia-ellátás szempontjából a hurkolt hálózatok bírnak a legnagyobb megbízhatósággal. Az ilyen hálózatoknál a betáplálási pontok, valamint a fogyasztói körzetek között egyidejűleg több, különböző összeköttetés van jelen. Többszörösen hurkolt hálózatok lehetővé teszik az optimális kapcsolási állapotokat, ezzel csökkentve a hálózati veszteségeket. Így az áramszolgáltató minőségi paraméterei is kedvezőbb értékeket mutatnak.

A hálózat bonyolultságából eredően hátrányként jelentkezik a magas létesítési költség, körülményes az üzemirányítás, valamint fenntartása, és nem utolsósorban a szelektív védelmi rendszer megvalósítása.



8. ábra Hurkolt hálózat [5]

[5]

3. KÖZÉP/KISFESZÜLTSGŰ MINŐSÉGI ÉS ÜZEMZAVARI MUTATÓK

3.1.A minőségi mutatók rendszere

„A *MEKH* a gazdasági ösztönzésének alapját a villamosenergia-ellátás hosszú idejű nem tervezett megszakadásainak átlagos gyakoriságára és időtartamára, valamint a nem szolgáltatott villamos energiának a rendelkezésre álló villamos energiára vonatkoztatott hányadosát képező kiesési mutatóra vonatkozó minimális minőségi követelmények képezik.

A *VET* alapján a *MEKH*-nek lehetősége van határozatban megállapítani az engedélyesek tevékenységének minimális minőségi követelményeit és elvárt színvonalát, amelyek – a szélsőséges időjárás hatásának ellensúlyozása érdekében – hároméves átlagok alapján kerültek meghatározásra, lehetőséget hagyva az engedélyesek felelősségén kívül eső kivételek kezelésére.

A *MEKH* határozatában a villamosenergia elosztói engedélyesek által nyújtandó szolgáltatási színvonal gazdasági ösztönzésének alapját képező, nemzetközileg elfogadott mutatókra meghatározott minimális minőségi követelményeken kívül további három elvárt színvonalmutató tekintetében is évenkénti, százalékos mértékben meghatározott javulást írt elő.”

Abban az esetben, ha a *MEKH* által meghatározott minőségi mutatók értéke nem teljesíti az elvárt színvonalat, akkor a Hivatal bírság kiszabására jogosult. Fontos megjegyezni, hogy a mai napig Magyarországon nem volt rá példa, hogy bírságot kellett volna kiszabni a Hivatalnak, köszönhetően a DSO-k igen jelentős fejlesztéseinek, törekvéseinek. Nemzetközi szinten országunk a kiesési mutatók tekintetében hosszú ideje a középmezőnyben foglal helyet.

[1][6]

3.2.Minőségi mutatók a MSZ EN 50160 szerint

A villamos energiát felhasználók rendre elvárják az illetékes áramszolgáltatótól, hogy a villamos energia otthonukban minden időpillanatban, folyamatosan, a szabvány által előírt minőségben üzembiztosan rendelkezésre álljon a csatlakozási pontban. Ha a fogyasztó részére a villamos energia a fogyasztó időbeli igényeinek megfelelően, kellő mennyiség rendelkezésre áll, akkor mondhatjuk, hogy a villamosenergia-szolgáltatás folyamatos.

A villamosenergia-szolgáltatás minőségi előírásait az MSZ EN 50160 „*A közcélú hálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői*” című szabvány taglalja. Akkor mondhatjuk, hogy a szolgáltatás minősége megfelelő, ha az az említett szabványban meghatározott előírásokat kielégíti, tehát a feszültség és a frekvencia értéke a névleges értékeknek megfelelően a szabványban előírt tűréshatáron belül van.

1. Táblázat Minőségi mutatók táblázatos formában az *MSZ EN 50160* szerint [1][7]

	Jellemző	Feszültségjellemzők
1	Frekvencia	KIF, KÖF: az alapharmonikus frekvencia átlagértéke 10 sec-on keresztül mérve $\pm 1\%$ (49,5 – 50,5 Hz) a hét 99,5%-ában -6%/+4% (47 – 52 Hz) a hét 100%-ában
2	Tápfeszültség változása	KIF, KÖF: $\pm 10\%$ a hét 95%-ában, a tápfeszültség 10 perces átlagos effektív értékei (9. ábra)
3	Tápfeszültség gyors változása	KIF: általában 5%, ritkán 10% $P_{lt} \leq 1$ a hét 95%-ában KÖF: általában 4%, ritkán 6% $P_{lt} \leq 1$ a hét 95%-ában
4	Tápfeszültség letörések	Általában: időtartam < 1 s, mélység < 60%. Helyileg előforduló letörések a terhelések, kapcsolása miatt: KIF: 10 – 50%, KÖF: 10 – 15% (9. ábra)
5	A tápfeszültség rövid idejű megszakítása	KIF, KÖF: (≤ 3 perc) évente néhányszor tíz – néhányszor száz A kimaradások 70%-ának időtartama < 1 s
6	A tápfeszültség hosszú idejű megszakítása	KIF, KÖF: (> 3 perc) < 10 – 50 / év
7	Ideiglenes túlfeszültségek gyakorisága az fázis és a föld között	KIF: < 1,5 kV effektív KÖF: 1,7 U_c (közvetlenül vagy impedancián keresztül földelt hálózat) 2,0 U_c (szigetelt vagy rezonancia-földelésű hálózat)
8	Tranziens feszültségek a fázis és a föld között	KIF: általában < 6 kV, de esetenként nagyobb is lehet; felfutási idő: ms – μ s. KÖF: nincs meghatározva
9	Tápfeszültség asszimetria	KIF, KÖF: $\leq 2\%$ a hét 95%-ában, 10 perces átlagos effektív értékek, bizonyos helyeken : $\leq 3\%$
10	Harmonikus feszültség	KIF, KÖF: lásd. a 2. táblázatot

2.Táblázat Egyes felharmonikus feszültségek U_n százalékában megadott értékei a csatlakozási pontokban, 25-ös rendszámig táblázatos formában az MSZ EN 50160 szerint [7][8]

Páratlan harmonikusok				Páros harmonikusok	
3-mal nem osztható		3-mal osztható			
Rendszám <i>h</i>	Relatív fesz. (%)	Rendszám <i>h</i>	Relatív fesz. (%)	Rendszám <i>h</i>	Relatív fesz. (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.5	6...24	0.5
13	3	21	0.5		
17	2				
19	1.5				
23	1.5				
25	1.5				

Az áramszolgáltató és a fogyasztó közeli kapcsolatából következik, hogy a megfelelő minőségi villamosenergia-ellátás érdekében maga a fogyasztó se szennyezze a hálózatot, tehát ne termeljenek feszültség- illetve áram felharmónikusokat, lüktető feszültségeket, feszültség aszimmetriákat stb. Az ilyen jelenségekért pedig a nem lineáris terhelések a felelősek, mint például a kapcsolóüzemű tápegységek, frekvenciaváltók, lágyindítók, ívkemencék stb. A felsoroltak megelőzésére, kiküszöbölésére speciális műszaki berendezések telepítése válhat szükségessé.

Teljes harmonikus torzulás (THD = Total harmonic distortion) matematikai alakja feszültségre:

$$THD_u = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} U_h^2}}{U_1} * 100 [\%]$$

Áramra:

$$THD_i = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} * 100 [\%]$$

A fenti matematikai alakokkal lehet meghatározni az alapjel és a teljes harmonikus tartalom viszonyát, a kapott érték százalékban értendő.

Számtalan háztartásban találkozhatunk különféle elektronikai eszközökkel, mint például az elektronikus tápegységek, vagy az elektronikus előtétellel rendelkező világító testek stb. Az említett eszközökben az áramköröket megvalósító alkatrészek összessége akár 80-120 %-os áramtorzítást is okozhatnak. A szóban forgó harmonikus torzulások nagyon súlyos következményekkel járnak. Hiszen az ilyen fogyasztók áramfelvétele jelentős torzulást hoz létre, ez az áram torzulás egyrészt a feszültségre negatív hatással van, eltorzítja azt. Mindazonáltal az így eltorzított feszültség kihat más fogyasztókra is. Ez a hatás túlmelegítheti a kondenzátor telepeket, forgógépeket, akár túlfeszültségeket is okozhat.

[4][7]

3.3.A villamosenergia-ellátás folytonosságának mutatói

AZ MEKH által meghatározott követelményszintek megfogalmazásánál a DSO-k ösztönzése volt a fő cél, hogy zárkóztassák fel a villamosenergiát felhasználó fogyasztók folyamatos és megbízható ellátását a legfejlettebb európai színvonalhoz. Jogszabályi előírás (8/2001 GM rendelet), hogy az Engedélyesek gondoskodjanak az általuk üzemeltetett közcélú hálózati berendezések üzembiztonságáról és rendelkezésre állásáról annak érdekében, hogy a piaci szemléletű villamos energia kereskedelemhez rendelkezésre álljon a monopolhelyzetben lévő vezetékes infrastruktúra. A szolgáltatás üzembiztonságát, üzemfolytonosságát mutatók határozzák meg:

1. Nem tervezett, hosszú idejű villamosenergia-ellátás megszakadásának átlagos gyakorisága: Egy évre átlagolva a hosszú idejű ellátáskimaradások száma az összes fogyasztóra nézve. Nemzetközi környezetben a szóban forgó mutató SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) mutatóként van jelen, hazánkban pedig MEH 1 mutatóként ismert. A mutató számítási módszere:

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n N_i}{N_T} [\text{kiesés db/fogyasztó/év}]$$

ahol n az üzemzavarok száma, N_i az adott i üzemzavarban érintett fogyasztók száma és N_T a T ellátási területen a fogyasztók összesített darabszáma.

2. Nem tervezett, hosszú idejű villamosenergia-ellátás megszakadás átlagos időtartama: Egy évre átlagolva, a hosszú idejű ellátás kimaradások átlagos időtartama az összes fogyasztóra nézve. Nemzetközi környezetben a szóban forgó mutató *SAIDI* (System Average Interruption Duration Index) mutatóként van jelen, hazánkban pedig *MEH 2* mutatóként ismert. A mutató számítási módszere:

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n (U_i * N_i)}{N_T} [\text{óra/fogyasztó/év}]$$

ahol n az üzemzavarok száma, U_i adott i meghibásodás okozta szolgáltatáskimaradás összegzett ideje, N_i az érintett fogyasztók száma és N_T a T ellátási területen a fogyasztók összesített darabszáma.

Számos eszköz áll az üzemeltetők rendelkezésére a fentebb említett két *MEH* mutató csökkentésére, ugyanis az üzemirányítás felelőssége az üzembiztonsági mutatók javítása. Mai napig jelentős rekonstrukciókat terveznek a KÖF és KIF-en az előregedett és műszakilag rossz állapotban lévő hálózatrészekben. Nem tervezett megszakadást okozhat például az műszakilag elavult oszlopkapcsolók, vagy az előregedett szigetelők.

[1]

3.4. Áramszolgáltatói törekvések közép feszültségen a minőségi útmutatók javítására

3.4.1. Telemechanika

Magyarországon a közép feszültségű szabadvezetékes hálózatokon egyes hálózatrészek leválasztásához számos oszlopkapcsoló került telepítésre, melyek jelentős részének működtetése a mai napig is kézzel történik. Nem nehéz belátni, hogy ha egy ilyen hálózatrészen valamilyen üzemzavar lép fel, akkor annak behatárolása jelentős időt vesz igénybe. Tudniillik a villamosenergia-ellátás folytonosságára jellemző értékek esetén a 3 perces időtartamnak kitüntetett szerepe van. Ugyanis a *MEKH* külön kezeli a 3 percnél rövidebb ellátás kimaradásokat, és külön a 3 percnél hosszabb, azaz a hosszú idejű ellátás kimaradásokat. A 3 percnél rövidebb kimaradásokhoz tartozik a sikeres LVA (Lassú visszkapcsoló automatika, 1

mp – 3 perc közötti) és a GVA (Gyors visszkapcsoló automatika 1 mp-nél rövidebb) működés. A statisztikailag külön kezelt időtartamoknak megfelelően az üzemirányítók célja a kedvező minőségi mutatók elérése, azaz a villamosenergia-ellátás megszakadásának ideje ne lépje túl azt a bizonyos 3 percet. Ha azonban meghaladja ezt a 3 percet az ellátás megszakadása, akkor már szinte teljesen mindegy, hogy a kiesett időtartam 4 perc vagy 30 percig állt fent. Fontos megjegyezni, hogy a hálózatrész műszaki állapotán kívül az időjárási hatások jelentős mértékben befolyásolják a nem tervezett ellátás megszakadások gyakoriságát. Az ilyen események előfordulása leginkább sztochasztikus jellegű, tehát teljes mértékben nem lehet megszüntetni az ellátás megszakadásokat előidéző eseményeket.

A hosszú idejű ellátás megszakadás megelőzésére az áramszolgáltatók úgynevezett távműködtethető oszlopkapcsolók (TMOK) telepítését irányozták elő a közép feszültségű szabadvezetékes hálózatrészekben, a távműködtetésnek köszönhetően nem kell kimenni a terepre egyes kapcsolások elvégzéséhez. Az ilyen távműködtetett oszlopkapcsolóknak számos fajtája van jelen, vannak olyanok, amelyek csak szakaszolásra képesek, tehát nem tudnak áramot megszakítani, léteznek olyanok is, amelyek már képesek terhelő áramokat is megszakítani. De léteznek olyan konstrukcióban is, amelyek érzékelik a rajtuk átfolyó zárlati, vagy földzárlati áramokat és erről az üzemirányítót tájékoztatják. A TMOK-k jellemzően a 2.3.1. fejezetben ismertetett sugaras, de ívelhető KÖF hálózatokon vannak jelen. A védelmekkel és megszakítókkal ellentétben a szóban forgó oszlopkapcsolókat nem az alállomásokba telepítik, hanem azokat néhány kilométerenként telepítik a tartószerkezetekre, távműködtetésük pedig URH rádióhálón keresztül történik. Jelenleg a TMOK-k távirányítása az egyes régiókhoz tartozó Üzemirányító központokból történik diszpécseri beavatkozással. Fontos megjegyezni, hogy a TMOK-k telepítésével akkor és csak akkor csökkenthető a fogyasztói zavartatás, ha a bűvös három percen belül megtalálják a hibás hálózatrészt és a megfelelő oszlopkapcsolót működtetik az ÜIK-ból.

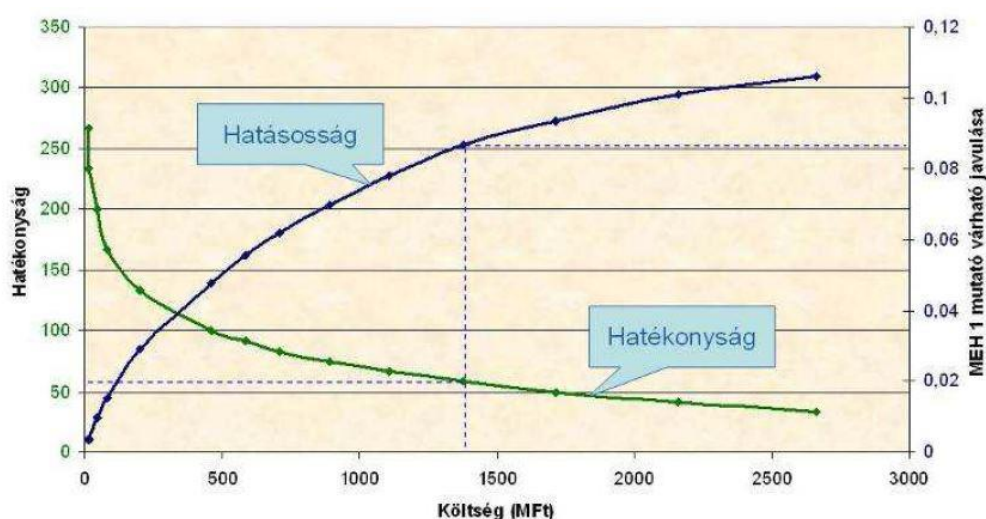
Csank András „*Távműködtetés megvalósítása az ELMŰ-ÉMÁSZ elosztóhálózatán, a MEH mutatók javítása érdekében*” című kutató munkájában arról számol be, hogy a városi 10 kV-os kábelhálózatokon a már meglévő NERi, RM6 és hozzájuk hasonló típusú közép feszültségű kapcsolóberendezéseket távműködtető funkcióval ellátott berendezésekre alakították át. Az átalakítás során a meglévő kapcsolókészülékek hajtásait motoros hajtásokra állították át, valamint utólagos áramváltók beépítésére is került sor. A már réginek nevezhető alállomásokat teljes egészében rekonstruálták, a régi berendezések helyére motoros hajtással felszerelt RMU

(Ring Main Unit, körhálózati kapcsolóberendezés) berendezések kerültek. Az így kialakított konstrukcióval alkották meg a kábelhálózatokon alkalmazott ETM-et, másnéven az elosztóhálózati telemechanikát. Ugyanebben az értekezésben szót ejt András a 20 kV-os szabadvezeteki hálózatokon alkalmazott oszlopkapcsolók hatékonyságáról is.

3.Táblázat Egyes intézkedések hatékonyságai a *MEH 1* mutatóra [10]

Intézkedés	Hatékonyság (*)
Előregedett oszlopkapcsolók cseréje	21
Előregedett szigetelők cseréje 20kV-os szabadvezeték hálózaton	42
Teljes rekonstrukció 20kV-os szabadvezeteki hálózaton	36
Teljes rekonstrukció 0,4kV-os szabadvezeteki hálózaton	28
Teljes rekonstrukció 10kV-os kábelhálózaton	5
Diagnosztika alapján előregedett, hibás szerelvények cseréje kábelhálózaton	35
10kV-os és 20kV-os ETM ^b telepítése	63-500

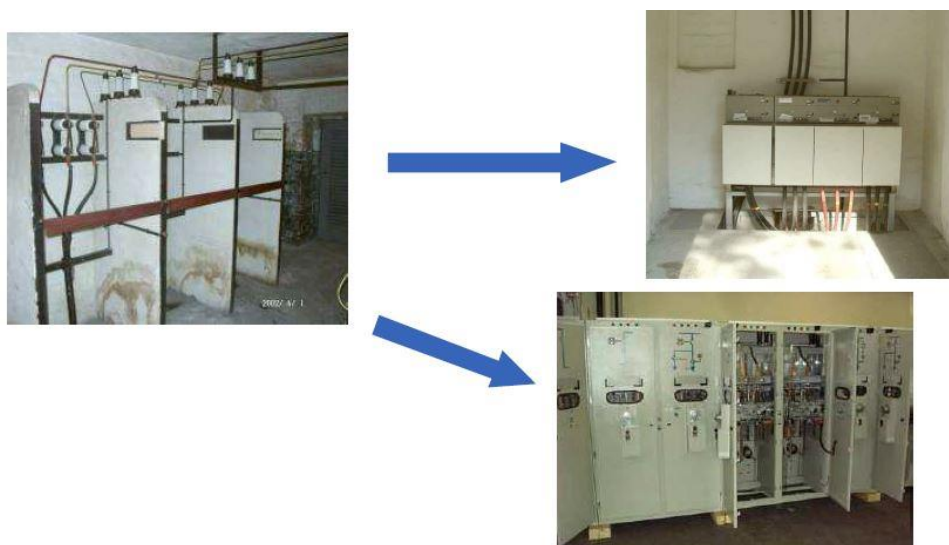
(*) Fajlagos *MEH 1* mutató javulás (10^{-6} db/Mft)



10. ábra ETM hatékonysága [10]

A 10. ábrát tekintve András azt a következtetést vonta le, hogy „a hatékonyság ($\Delta Q/\Delta K$) a beépített mennyiséggel jelentősen csökken, ugyanakkor érezhető javulás a mutatószámokban csak nagyobb darabszám mellett van.”

Az ETM és a TMOK program hatékonysága folytán a mutatók javulásában jelentős eredményeket értek el. Azonban ezek a megoldások csak a KÖF hálózatra telepített berendezésekre vonatkozóan kerültek vizsgálat alá. További hátrányuk, hogy csak távműködtetéssel rendelkeznek, beépített automatizálást nem tartalmaznak. Ebből az vonható le, hogy a múltó jellegű hibák bekövetkezésekor továbbra is humán jellegű beavatkozás szükségeltetik.



11. ábra RMU berendezés [10]



12. ábra RM6 berendezés [10]

Az üzembiztonsággal és üzemfolytonossággal szemben támasztott alapvető elvárások szigorodása a rövid idejű, tehát 3 percnél nem hosszabb fogyasztói zavartatás csökkentését igényli. Mivel a KÖF hálózaton telepített oszlopkapcsolók és a távműködtetett oszlopkapcsolókkal megvalósított hálózat bontási lehetőségekkel ez ebben a formában már nem

biztosítható, ezért az áramszolgáltatók újabb megoldást irányoztak elő. Mégpedig a Recloser alkalmazását, mely alapvetően a helyi intelligenciájának köszönhetően biztosítja a javulás lehetőségét.

A Recloser tulajdonképpen a 20 kV-os szabadvezetéki hálózatokon telepített, védelemmel és visszakapcsoló automatikával ellátott túl-, és zárlati áramot megszakítani képes kapcsolókészülék, másnéven megszakító. A szóban forgó megszakító különböző mérőváltókon keresztül képes érzékelni a zárlati áramot, és ha az előre beállított áramérték küszöböt átlépni, képes megszakítani a mögötte kialakuló zárlatokat. A múltó jellegű hibák kiküszöbölésére a visszakapcsoló automatika ad megoldást. Az automatikának köszönhetően csak a hibás hálózatrészen lévő fogyasztók érzékelnek zavartatást, a hálózat további része zavar nélkül üzemel tovább. A megértéshez induljunk ki a sugaras hálózatokból. Megbeszéltük már a 2.3.1-es fejezetben, hogy ezen hálózatok védelme a táppontban helyezkedik el és valami hiba esetén a táppontban lévő védelem indítja az ott elhelyezett megszakítót és kikapcsolja az egész hálózatrészt. Azonban a Recloserek rendre a terepen vannak elhelyezve néhány kilométerenként, ebből kifolyólag, ha átmeneti hiba lép fel akkor nem a táppontba telepített védelem fog megszólalni, hanem egy alárendelt intelligens készülék. Az intelligencia jelen esetben a kétirányú kommunikációval érvényesül. A Recloser tehát üzemszerűen zárt állásban van és csak akkor nyit, ha egy fölérendelt védelem által kioldó parancsot kap. Egyik előnye ebben rejlik a TMOK-hoz képest, miszerint a védelem által megvalósított szelektíven működő automatikus leválasztás történik. További előnyeit táblázatos formában kívánom bemutatni:

4. Táblázat Hálózatbontást megvalósító kapcsolókészülékek összehasonlítása [11]

Hiba behatárolás jellemzője	Behatárolás módja, készülék típusa			
	Kézi OK	Zárlatjelző + OK	TMOK	Recloser
Behatároló kapcsolás időintervalluma	60 perc (1. Kézi kapcsolás +1 kapcsolás	40 perc	<3 perc	<1 másodperc
Első behatároló kapcsolás fogyasztói zavartatása	Teljes vonal 60 perc	Teljes vonal 40 perc	Leválasztott hálózat rész >3 perc	Leválasztott hálózat rész <1 másodperc
További kapcsolások fogyasztói zavartatása	Teljes vonal	Teljes vonal	Teljes vonal	Leválasztott hálózat rész

Egyébként tudni illik, hogy a nem tervezett vagy tartós zavartatáshoz képest átlagosan 2,5 x többször adódik zavartatás a villamosenergia-ellátásban rövid időre.



13. ábra Középfeszültségű oszlopok TMOK-val ellátva [9]



14. ábra Recloser telepítése NKM keretében [11]

Jelenleg a 0,4 kV-os fogyasztói hálózaton sajnos ilyen eszközökkel megvalósított módszerek még nem ismertek, így azt kell megvizsgálni, hogy milyen telemechanikával rendelkező kapcsolókészülékeket érdemes telepíteni.

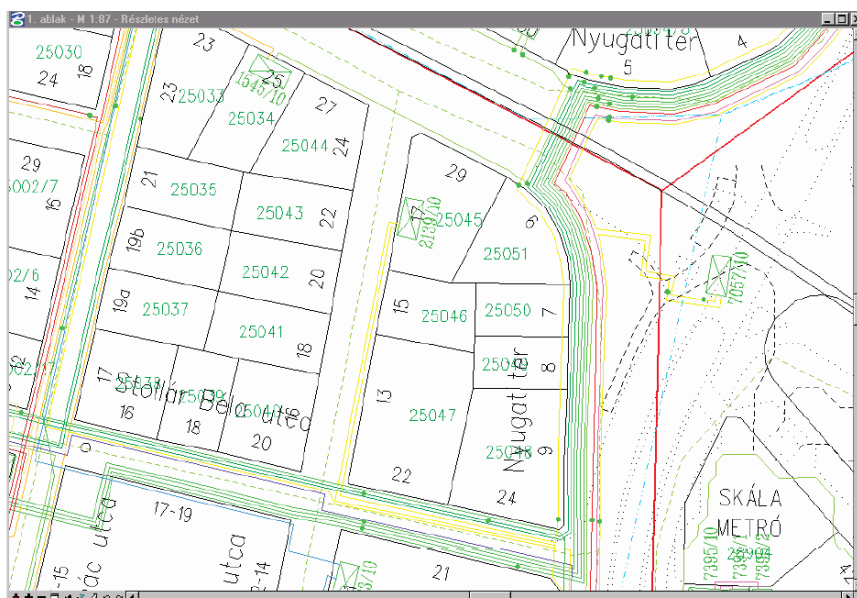
[9][10][11]

3.4.2. Térinformatika

A térinformatika eredetileg a GIS (Geographic Information System) rövidítésből ered, mely térkép alapú megjelenítést tesz lehetővé nagy kiterjedésű eszközállománnyal. Előszeretettel alkalmazzák olyan szolgáltatásoknál, mint a villamosenergia-, gáz-, távhő-, csatorna-, víz vagy mobil szolgáltatás. Mára már a térinformatika használata nem más, mint adatbáziskezelés. A terepen lévő berendezésekről szóló információkat adatmezőkben tárolják. Ezek az adatmezők pedig rekordokat képeznek, ilyen lehet például egy megszakítónak a fajtája, megszakítóképessege, feszültségintje, gyártási éve és koordinátája.

A közepfeszültségű hálózaton KÖFIR (Közepfeszültségű Információs Rendszer) rendszer kezeli az ELMŰ-nél a közepfeszültségű azaz a 10, 20, 35 kV-os hálózatok adatait. A KÖFIR egy térképalapú hálózatnyilvántartási rendszer. Az adatbázis segítségével hatékonyan támogatja az elosztóhálózatokhoz kapcsolódó hálózat üzemeltetést, karbantartást, tervezést, különböző munkafolyamatokat, nyilvántartást, valamint üzemzavarok elhárítását. Az elosztóhálózatot alkotó elemeinek (szerelvényeinek, szabadvezeték- és kábelhálózat létesítményeinek, készülékeinek) térképi és műszaki paraméterein felül a hálózat topológiájáról, és pillanatnyi kapcsolási állapotáról is információt szolgáltat. Az ELMŰ szolgáltatási területén alkalmazott KÖFIR rendszer megközelítőleg 8.000 km vezeték, csaknem

10.000 transzformátorállomás és 40.000 tartószerkezet adatait műszaki paramétereit tartalmazza.



15. ábra Kép a KÖFIR rendszerről [3]

[3]

4. INTELLIGENS HÁLÓZATOK

4.1.Általános ismertető

Intelligens hálózatoknak nevezzük azokat a korszerűsített villamosenergia-hálózatokként jellemezhető rendszert, amelyben az áramszolgáltató és a fogyasztók között kétirányú digitális adatátvitel valósul meg, illetve intelligens mérési és monitorozó rendszerekkel kiterjesztett elektromos hálózattal jellemezhetők. Hatékonyan képes integrálni a villamosenergia-rendszerre csatlakozó összes fogyasztó szokásait, melynek célja egy gazdaságos, fenntartható, relatíve kis veszteséggel működő, biztonságos elektromos rendszer biztosításához. Ahogy az a definícióból is kiderül, a legnagyobb hangsúlyt a mérőeszköz kapja. Az Európai Unió jogszabályi meghatározása szerint „az 'okos mérési rendszer' vagy intelligens mérési rendszer' az energiafogyasztás mérésére alkalmas olyan elektronikus rendszer, amely a hagyományos fogyasztásmérőhöz képest több információt biztosít, és amely az elektronikus kommunikáció valamely formáján keresztül képes az adatok továbbítására és fogadására”. Egész pontosan ez azt jelenti, hogy a kétirányú digitális kommunikáció mellett a 15 perces fogyasztási, termelési

adatokat, a készülék vezérlési, kapcsolási alternatíváit is biztosítja. Sőt, a szóban forgó okos fogyasztásmérő készülék által nyújtott adatok kiterjednek az igénybe vett szolgáltatás árára is. [12][13]

4.2.Az okosmérő működése, funkciói

Az okos mérés rendszer sajátossága abban rejlik a régi hagyományos mérési rendszerhez képest, hogy az okosmérők által mért valós idejű mérési adatokat automatikusan juttatja el az áramszolgáltatók adatbázisába. Az adatok egy zárt rendszerű (nem publikus) telekommunikációs hálózaton keresztül kerülnek az elosztói engedélyesek mérési adatbázisába. Ahol a beérkező adatokat feldolgozzák, tárolják azokat és a feldolgozás után továbbítják számlázási rendszer, valamint a kereskedők és az üzemirányítók részére. Természetesen a hagyományos fogyasztásmérőkhöz képest itt is leolvasható számos információ a készülék kijelzőjéről, ám az aktuális adatokon túlmenően IP alapú eléréssel keresztül biztosítható hozzáférés például a 15 perces adatokhoz.

A smart mérés szerves részét képező egység, az adatkommunikációt biztosító eszköz. A szóban forgó eszköz a berendezéshez illesztve teszi elérhetővé az elszámolásra vonatkozó regiszter adatok digitális továbbítását, távlehívását, vezérlési utasítások fogadását, továbbá a fogyasztásra és a fogyasztási időszakokra vonatkozó regiszter adat, mely az eszköz kijelzőjén elérhető.

A villamosenergia mérésen túlmenően természetesen az okos mérés a földgáz fogyasztásmérő, bekötési vízmérő, mellékvízmérő berendezésekben is alkalmazható.

[12][14][16]

4.3.Motivációi fogyasztói oldalról

A résztvevők, akik rendelkeznek okosmérővel, azok számára szerződött ügyfelek részére biztosítanak ingyenes hozzáférési lehetőséget az online ügyfélszolgálati felületen keresztül. Ahol a regisztráció után a weblapon nyomon lehet követni a fogyasztást és az ehhez társuló költségeket. Magyarországon jelenleg az MVM Energetika Zrt. által fenntartott rendszeren keresztül tudják az ügyfelek nyomon követni a fogyasztási adataikat interneten keresztül. Az eltárolt fogyasztási adatok automatikus továbbításával a rendszer lehetővé teszi, hogy havi szinten a tényleges fogyasztásokról kapjuk számlázást, tehát az ügyfelek minden egyes hónapban annyit fizetnek, amennyit elfogyasztottak.

További lehetőséget nyújtanak még azon személyeknek, akik rendelkeznek online ügyfélszolgálati regisztrációval. Miszerint a regisztrált ügyfelek részére MVM Áramapp mobil alkalmazás felületén is elérhető az Okos Áram menüpont, ahol szintén lekövethetők a mérőóraállások, a felhasznált energia, és az energia költség alakulása is.

Egy másik irányból megközelítve a motivációt, hogy miért is lehetne jó az okos mérés beintegrálása a villamosenergia-rendszerbe. Egyrészt, BSC-s tanulmányaim során az Energiagazdálkodás című tantárgy keretében kaptam felvilágosítást arról, hogy miből is áll egy kiállított számla, mit is fizetünk az igénybe vett szolgáltatásokért pontosan. Legyen az víz-, gáz-, villamosenergia fogyasztás. Nagyjából a lakosság 80%-a sem képes kiigazodni a villamosenergia-szolgáltatás rendszerében, sem pedig az áramszolgáltató által kiállított, kézhez kapott elszámolási költség egyes fejezetei között. Másrészt, vegyünk alapul egy klasszikus modern autóval szembeni régebbi típusú autó analógiáját. A modern autóban ülő sofőr a műszerfalon folyamatosan látja, hogy mekkora az pillanatnyi fogyasztása. Az adatok gyors feldolgozásával tudatosul benne, hogy például egy nagyobb lépés a gázpedálra milyen anyagi vonzattal jár, ezáltal a sofőr érzékenyebbé válik a fogyasztásra. Ugyanez az analógia játszódik le a villamos berendezéseinkkel is, tehát az okosmérők alkalmazásával lehetőség nyílik a háztartási kiadások tervezésére. Tehát egyrészt fogyasztói oldalról a felhasználók pontosan le tudják követni a pillanatnyi fogyasztásukat, sőt bizonyos esetekben meg is változtathatják a fogyasztásukat az adatok tükrében, mivel az adatokat össze tudják kötni a magatartásukkal, például a háztartási gépek használatával a felhasznált villamosenergiát. Másrészt a rajtuk kívül álló okok miatt is, például azt is láthatják, hogy ha csúcsidőben fogyasztanak akkor annak lényegesen magasabb a költsége, mintha völgyidőszakban fogyasztana. Egész pontosan ezzel azt akarom kifejezni, hogy abban az időszakban, amikor az erőművek csúcsra vannak járva, egy hozzáadott egységi energia termelése jóval nagyobb munkával valósítható meg, mint a napnak egy olyan fázisában, amikor az erőművel kihasználtsága nem teljes. A legegyszerűbb példa erre, hogy veszünk egy programozható mosógépet, és ismerve a napi terhelési görbét, akkor igyekezzünk azt a völgyidőszakban elindítani, amikor is tervezőbb ára van a villamosenergiának. Igény szerint természetesen lehetőség van fogyasztási korlátozásokat is beállítani, a beállított érték elérésekor pedig az áramszolgáltató küld figyelmeztetést, de akár az igénybe vett szolgáltatás ki is kapcsolható. Nem utolsó sorban csökkenthetők az áramszolgáltató általi mérőóra leolvasását illető panaszok.

Összességében lakossági oldalról elsősorban az energiafelhasználás átláthatósága, annak nyomon követése és a tudatosabb energiafelhasználás megvalósítása révén fellépő költségmegtakarításról van itt szó. Végül a korábban említett számlával kapcsolatos gondolatmenetet lezárva, ezzel az innovációval lehetővé válik, hogy az egyes háztartásbéli tevékenységek akár forintosítva is megjelenjenek a fogyasztók felé. Hiszen amíg csak egy átalányszámla áll rendelkezésünkre, mely éves elszámolással bír, addig nem tudjuk tetten érni, hol vannak azok a momentumok a szokásainkban, amelyek jelentősen és szükségtelen módon megnövelik a számla összegeit. Ha az eredmény mindjárt hozzákapszolható az okhoz, akkor lehetőség nyílik számunk, hogy átgondoljuk és racionalizáljuk a napi rutinjainkat, mert ez immár lefordítható a pénz nyelvére.



16. ábra Itron SL7000 fogyasztásmérő [21]

A fenti ábrán egy Itron gyártmányú, SL7000 típusú elektronikus, többfázisú, négy tértengyedes, többfarifás fogyasztásmérő látható. Alkalmazása széleskörben nagy ipari alállomási környezetben valósul meg, de lakossági szinten is előszeretettel alkalmazzák. A szóban fogyasztásmérő rendre kielégíti MSZ EN 50160 „A közcélú hálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői” szabványban megfogalmazott kisfeszültségű táplálás jellemzőinek való méréseit. Továbbá kielégíti az *Elosztói szabályzat- Az elosztóhálózathoz való hozzáférés együttműködési szabályai* 8.pontjában előírt fogyasztásmérés és elszámolással szemben támasztott követelményeket.

[12][14][15][16]

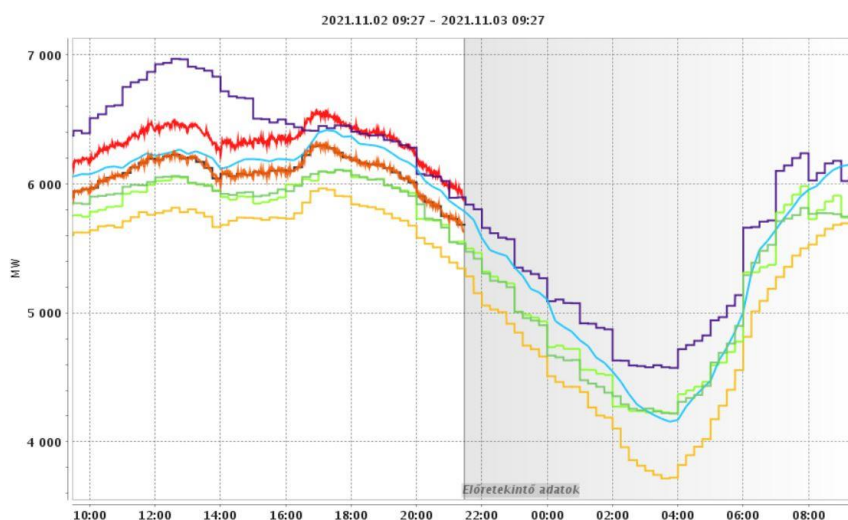
4.3.1. A fogyasztói oldal befolyásolása (Demand Side Management)

Ugyan nem tartozik diplomamunkám témájába egy okos mérési rendszert, berendezést megtervezni, mindazonáltal szeretnék röviden szót ejteni miként avatkozik be a mindennapi életünkbe, hogyan befolyásolhatja a fogyasztói szokásunkat az okosmérő, amit egy egyszerű példán keresztül szeretnék bemutatni.

Először is a DSM megoldások elsődleges célja a már jól ismert „két púpú” terhelési görbe egyenletesebbé tétele. Ez történhet:

- Passzív módon, azaz a felhasznált villamosenergia megtakarításának lehetőségei
- Aktív módon, mikor ténylegesen beavatkozunk a pillanatnyi fogyasztásba a rendelkezésre álló mérési adatok segítségével. A beavatkozás történhet:
 - indirekt módon (többtarifás rendszer, real-time dinamikus tarifa)
 - direkt módon (központi beavatkozás HKV, RKV segítségével)

Az okosmérő alkalmazása a felsoroltak közül az indirekt DSM módszerbe kategorizálható, ahol is fogyasztói költségcsökkenést eredményez az eszköz alkalmazása. Ma már léteznek lakossági szinten „átmenetrendezhető” villamosenergiát felhasználó fogyasztók. Ezeket az említett fogyasztókat nem éri meg a távolból központi automatikával vezérelni, mint a HKV vagy RKV esetén. Mindazonáltal a felhasználó dönthet úgy, hogy bizonyos háztartási készülékeket késleltetve használ/kapcsol be, ez lehet mondjuk kenyérsütő, hűtő, klíma, vízforraló stb.



17. ábra „Két púpú” országos terhelési görbe 2021.11.02 – 2021.11.03 között [19]

2008.01.1. óta a lakossági fogyasztók díjszabása az alábbiak szerint történik:

- A1: általános, egy zónaidős árszabás jellemzi, napszaktól függetlenül, az év minden napján azonos az ár
- A2: általános, két zónaidős árszabás jellemzi, az ár függ a napszakoktól, valamint figyelembe veszi a piaci kereslet-kínálatot is. Csúcsidőszakokban drágább, mint az A1 tarifa, azonban völgyidőszakokban olcsóbb annál
- B: időszakos árszabás (vezérelt áram)

5.Táblázat Lakossági Egyetemes szolgáltatói árak 2019. január 1. óta [20]

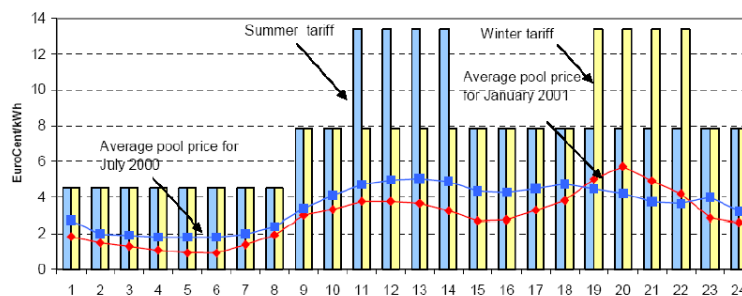
		Energiaár [Ft/kWh]
A1 árszabás	Általános egy zónaidős áramdíj	15,08
A2 árszabás	Csúcsidőszak	17,9
	Völgyidőszak	10
B árszabás	Éjszakai vezérelt, napi 8 óra felfűtési idő	10,46

6.Táblázat Egyes zónaidőtartamok a munkanapokon [20]

	Téli időszámítás	Nyári időszámítás
Csúcsidőszak	06-22 óra között	07-23 óra között
Völgyidőszak	22-06 óra között	23-07 óra között

Az 5. és az 6. táblázat alapján, ha villamosenergiát fogyasztó az A2 tarifa mellett dönt, akkor költségcsökkenést eredményez völgyidőszakokban. Tehát ha a háztartásunkban van időzítővel ellátott készülékünk (mosógép, szárítógép, mosogatógép stb.) érdemes azokat úgy beprogramozni, hogy völgyidőszakban üzemeljenek, és így olcsóbban fér hozzá a villamosenergiához, ezenfelül a villamosenergia-rendszer működését is támogatja.

Az okosmérők, ahogy már említettem 15 perces mintavétellel gyűjti be a mérési adatokat, és azok egy központban feldolgozásra kerülnek. Az eredmény egy napi terhelési görbe, amely szinte rendre megegyezik minden egyes nap. Vagyis a görbéből leolvasható, mikor lesz a napi maximum vagy minimum terhelés. Ezt előre beprogramozva időzítés alapú lokális vezérlést valósíthatunk meg.



18. ábra Többtarifás rendszer [21]

[17][18]

4.4.Európai viszonylatban

2006-ban tartott ülésen az Európai Parlament és Tanács fogadta el a 2006/32/EK irányelvet az energiafelhasználás hatékonyságáról. A célja az energiafelhasználás végfelhasználói hatékonyságának növelése volt, aminek a háttérében fenntartható fejlődés ideája állt. Jelenleg a világ minden tájékán az ipari szereplők szén-dioxid kibocsájtását egyre szigorúbb feltételek közé szorítják, addig a rendelet életbe lépéséig lakossági szinten a hatékony energiafelhasználást csak csekély mértékben hozták napi rendre. Pedig ezen a téren jelentős megtakarítási alternatívák tárulnak elénk. A nagyobb energiatudatosság kevesebb fogyasztást eredményez, a kevesebb fogyasztás pedig közvetve kevesebb szén-dioxid kibocsájtást produkál.

Számos kihívással kell foglalkozni előtérbe helyezve az egyes országok egyedi műszaki, pénzügyi és kereskedelmi szabályozási környezetét. Tekintettel a villamosenergia-rendszer erősen szabályozott jellegére, az intelligens hálózatot fejlesztő szervezeteknek biztosítaniuk kell, hogy valamennyi érdekelt féllel működjenek együtt, beleértve a berendezégyártókat, a hálózatüzemeltetőket és a fogyasztókat. Annak érdekében, hogy olyan testreszabott műszaki, pénzügyi és szabályozási megoldásokat fejlesszenek ki, amelyek lehetővé teszik az intelligens hálózatokban rejlő lehetőségek feltárását, jelentős fejlesztési és szabványosítási erőfeszítések történtek. Egy 2020. márciusában tartott ülésen a CEN (Európai Szabványügyi Bizottság), a CENELEC (Európai Elektrotechnikai Szabványügyi Bizottság) és az Európai Elosztórendszer-üzemeltetők (E.DSO) közös együttműködési egyezményt írtak alá az európai intelligens hálózatokkal kapcsolatban. A cél, hogy a szóban forgó egyezménnyel elősegítsék az együttműködést a CEN, CENELEC, valamint az E.DSO között.

Számos európai országban már alkalmazzák és szabályozzák az okos mérést, de további törekvések vannak a mérőeszközön túl, mégpedig maga az okos hálózatok kialakítása, elsősorban a földgáz és a villamosenergia szektorokban. Legelőször Olaszországban váltották ki a meglévő, hagyományos mérőeszközöket smart mérőkre, ez összesen 32 millió villanyórát érintett, ami Olaszországban telepített fogyasztásmérők 85%-át jelenti.

Olaszországon kívül további tagállamok is döntöttek már az eszköz bevezetéséről, és azok használatáról, ilyen például Hollandia, Spanyolország, Egyesült Királyság, Finnország, Írország, Málta, Dánia és Franciaország. Az Egyesült Királyságban például 20 hónapon át, közel 60 ezer lakossági fogyasztó energiafelhasználását vizsgálták. A vizsgálat pozitív eredménnyel zárult, hiszen a megtakarítások egyes háztartásokban a 11 %-ot is elérte. Ausztriában olyan határozatot hoztak, hogy 2019-ig a villamosenergiát felhasználók 95 %-a kötelezően rendelkezzen okosmérővel. Egy felmérés szerint a szomszédos Ausztriában 3,5 %-os költségmegtakarítást eredményezett a mérőkészülékek alkalmazása, nem csak lakossági fogyasztók körében, hanem kis ipari fogyasztóknál is. Németországban, Csehországban, Szlovéniában, Romániában és Észtországban például mindenféle kötelezettség nélkül kezdték alkalmazni azokat. Itt leginkább a fogyasztói és piaci igények miatt kezdték mozgósítani azok használatát. Németországban a pilot projekt megkezdése óta átlagosan közel 4 % megtakarítást mutattak ki. Vannak olyan országok, amelyek szintén foglalkoztak ezzel a kérdéssel, azonban még nem sikerült konkrét határozatot hozni, ilyen például Belgium vagy Portugália. Végül vannak azok az országok, melyek a lemaradók vagy ingadozók kategóriájába sorolhatóak, jellemzően az ilyen országokban még csak a kérdés megvitatása kezdődött el. Ide sorolható Magyarország is. Országunkban eddig csak mintaprojekt céllal vontak be néhány 10 ezer lakossági fogyasztót. Tényleges döntés azonban még itt sem született.

[12][22]

5. IOT

5.1.Bevezetés

A Dolgok Internete, angolul Internet of Things (rövidítve: IoT) fogalma Kevin Ashton nevéhez köthető. A kifejezés a How to Fly a Horse című könyvében jelent meg először 1999-ben, amiben többek között az interneten elérhető adatok forráselemzésével foglalkozott.

A 2000-es évek elején világcégek sokasága fordított rengeteg energiát a IoT rendszerek technológiai fejlődésébe, és kimondhatjuk, hogy napjainkban lényegében nincs olyan felhasználási környezet, ahol ne bukkannának fel olyan megoldások, melyek az IoT-hez köthetőek.

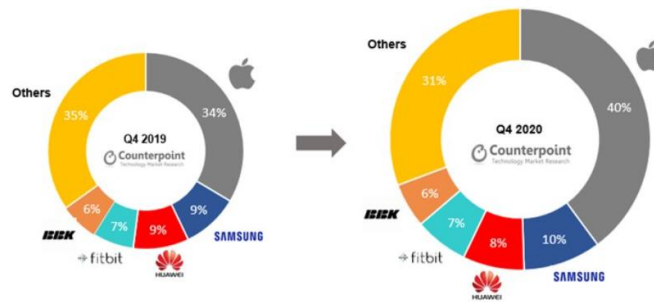
Szinte megszámlálhatatlan okos „valami” szerves részét képezi a mindennapi életünknek, már-már teljesen beépültek azok. Vegyük például a közvetlen környezetünket, gondolok itt az intelligens családházra vagy egy személygépjárműre, vagy akár az egyre jobban terjedő okosórára. Az iparban az okos gyárak, okos energia, a mezőgazdaságban az okos állattartás, az okos mezőgazdasági gépek, melyek már emberi felügyelet nélkül képesek munkát végezni. Lehet szót ejteni az egészségügyről, például a bébiőr. De szót ejthetünk a szórakozásról és természetesen oktatásról is.

Az IoT lényegében azokat a dolgokat foglalja, amelyek nem hagyományosan kapcsolódnak az internetre, hanem valamilyen eszközkonfiguráción, valami által vezérelve vagy egyéb hálózati megoldáson keresztül kapcsolódnak arra. Ilyen lehet például egy mindenki otthonában megtalálható hagyományos fogyasztásmérő, akár egy porszívó, egy lámpának a fényforrása. Definíció szerint: „olyan fizikai tárgyak, eszközök, gépek, berendezések és más dolgok által alkotott hálózatok, amelyek rendelkeznek beágyazott elektronikával, szoftverekkel, szenzorokkal, kommunikációs egységekkel, és az interneten keresztül képesek kommunikálni.” [7]

Példaképp egy okosórát szeretnék bemutatni, hogy milyen szolgáltatásokat nyújt a napjainkban:

- analóg vagy digitális kijelző, igény szerint személyre szabható háttérképpel és választható mutatóval
- naptár
- értesítések megjelenítése
- térkép
- Wifi-s kapcsolat
- pulzus, véroxigénmérő
- kalóriaszámláló
- egészségügyi állapot nyomon követése

- lépés-számláló
- Bluetooth kapcsolat a telefonnal
- GPS nyomkövető
- vezeték nélküli töltés lehetősége

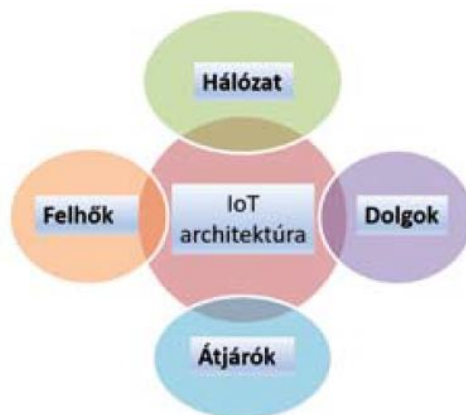


19. ábra Okosórák piaci megoszlása 2019. és 2020. végén [23]



20. ábra Apple Watch Series 7 okosóra [24]

5.2.Hálózati architektúra

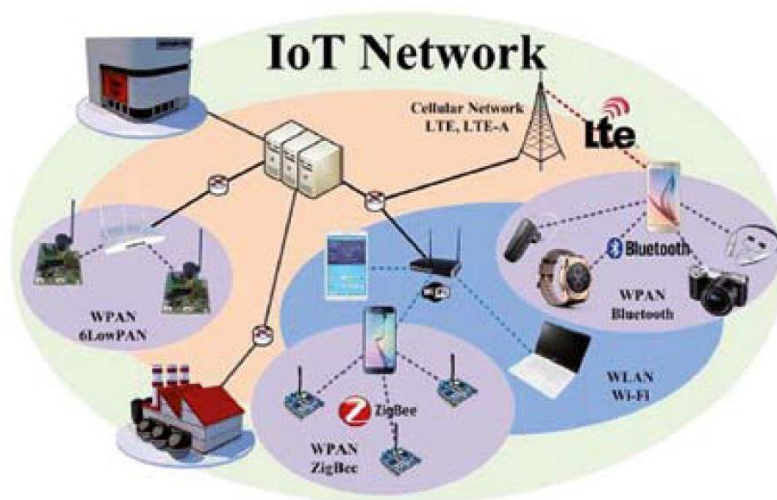


21. ábra IoT hálózati architektúrájának felépítése [7]

Az IoT hálózati architektúráját tekintve, 4 nagyobb csoportból épül fel, a csoportnevek nagyon is magyarázóak. Nem nehéz belátni, hogy a Dolgok, angolul Things csoportban valamilyen készülékek foglalnak helyet, egész pontosan ide sorolhatjuk az olyan eszközöket, amelyek az alkalmazott hálózatban a végpontok, és egyedi címezéssel rendelkeznek. Ilyenek például az érzékelők. Különböző fajtájú beavatkozó szervek, de lehet az valamilyen beágyazott vezérlőegység, vagy mikroprocesszoros egység.

Az átjárók, angolul Gateway, olyan eszközcsoportok, amelyek kapcsolatot teremtenek két különálló hálózat vagy hálózati szegmens között (internet és végpont között). Az alkalmazott eszközök általában WIFI, 2G-4G képes routerek. A szóban forgó eszközök ma már jellemzően nyilvános hálózatokra kapcsolódnak. Az eszközök közötti kommunikáció rádiós kapcsolaton keresztül történik jellemzően. Beltéri kapcsolatteremtés szempontjából előszeretettel alkalmazzák a Bluetooth és a Zigbee technológiát.

A hálózat, angolul Network felépítése, kialakítása, mérete több tényezőtől függ. Függ magától az alkalmazási környezettől, függ az eszközök vagy másnéven végpontok számától és azok fizikai elhelyezkedésétől.



22. ábra IoT hálózati séma [7]

A fenti ábra kiválóan szemlélteti az IoT hálózat felépítését, benne a beltéren vagy kis hatótávolságon belül alkalmazott vezeték nélküli technológiáktól egészen közép és nagy hatósugarú technológiákig. Megtalálhatóak benne a nagy adatátviteli sebességgel bíró optikai kapcsolatok, valamint különböző hálózati kapcsoló eszközök és vezérlőegységek. Vegyünk egy egyszerű példát az ábrából a rövid hatótávolságon belül alkalmazott vezeték nélküli technológiáról. Szinte minden mobilkészülék rendelkezik ma már Bluetooth-val, a technológiának köszönhetően könnyen hozzá tudunk kapcsolódni olyan készülékekhez, melyek szintén rendelkeznek ilyen technológiával. Jelen esetben hozzákapcsolódhatunk az okosóránkhoz, a vezeték nélküli fülhallgatónkhoz vagy egy fényképezőgéphez.

A felhőket, angolul Clouds alapvetően két különböző csoportra soroljuk. Az egyik az úgynevezett publikus felhők kategóriája, ahol a különböző szolgáltatásokat a felhasználók az internetes kapcsolaton keresztül érik el. A másik az úgynevezett privát felhők kategóriája, ebben az esetben a szolgáltatásokat helyi hálózatokon keresztül érik el, természetesen lehetőség van internetes elérésre is. A felhők alapját igen nagy kapacitással rendelkező, speciális szerverek vagy szerverstruktúrák szolgálják ki. A szóban forgó szerverek a már említett hálózatokon (Netzwerk) és átjárókon (Gateway) keresztül kapcsolódnak a végpontokhoz (Things).

[7]

6. KISFESZÜLTSGŰ HÁLÓZATOK KORSZERŰSÍTÉSÉNEK LEHETSÉGES MEGOLDÁSAI

6.1. SCADA funkciók a kiefeszűltsgű hálózaton

A SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) és az EMS (Energy Management System) funkciók elsősorban a nagyfeszűltsgű alaphálózat rendszerirányítói (TSO) számára nyújt támogatást. Azonban előszeretettel alkalmazzák a rendszer funkciókat közepfeszűltsgű elosztóhálózati üzemirányítóknak (DSO) is, mint az üzemirányításban támogatást nyújtó rendszer.

A kiefeszűltsgű hálózatra csatlakozó decentralizált, sztochasztikus villamosenergia termelés egyre szélesebb körben terjed el, melynek következtében számos üzemirányítói beavatkozást von maga után a hálózati paraméterek megtartása érdekében. A kiefeszűltsgű hálózaton előforduló üzemzavarok hatásainak csökkentésére, továbbá a minőségi mutatók (*SAIFI*, *SAIDI*) javítása érdekében szeretném bemutatni azokat a területeket, ahol érdemes alkalmazni a SCADA és az EMS funkciók integrációját mind műszaki, mind gazdasági szempontból.

A SCADA rendszerrel az alábbi funkciókat valósíthatjuk meg:

- távmérések, távjelzések fogadása,
- topológiai analízis,
- távműködtetés,
- real-time adatbázis készítés,
- naplózás,
- grafikus megjelenítés, HMI (Human Machine Interface) kapcsolat,
- load flow számítások,
- U-Q szabályozás,
- trendek figyelése,
- határérték és gradiens figyelés
- üzembiztonsági analízis, záratszámítás

A felsoroltak közül néhány alkalmazásuk rendre megköveteli, hogy a SCADA rendszer által alkalmazott szoftverek kis aritmetikai igényűek és igen rövid válaszidejűek legyenek.

A SCADA rendszer funkcionalitásával az alábbiak valósíthatók meg:

- nagy fizikai távolságok áthidalhatóak vele, ezért előszeretettel alkalmazzák az olyan iparágak, mint a víz, energia, olaj, és a gáz mérés – és irányítástechnikai feladatok elvégzésére,
- nagy iparágakat kiszolgáló rendszerek egy vagy néhány operátor közreműködésével könnyen kézben tarthatók,
- nagy térbeli kiterjedés mellett (akár több mint 100 km) az időkritikus feladatok a terepi eszközökön (technológia közeli, intelligens eszközökön) valósulnak meg,
- PLC (programozható logikai vezérlő), DCS (Distributed Control System) és kommunikációs alrendszereket tartalmaz,
- távvezeték és transzformátor terheltségének megjelenítése táblázatosan és/vagy grafikusan, egyszerű szimbólumokkal (hasáb, sáv diagram),
- gyűjtősin feszültség és frekvencia megjelenítése táblázatosan és/vagy grafikusan, egyszerű szimbólumokkal (hasáb, sáv diagram),
- megjeleníteni kívánt analóg villamos mennyiségek (különböző mérések) különböző színű görbékkel
- Villamos hálózat számítási funkciók

SCADA rendszer megjelenítési képességei:

- listák,
- egyvonalas alállomási sémák,
- táblázatok,
- görbék,
- pókháló diagram,
- egyedileg készített képek ábrázolása, ezek tartalmazhatnak szöveget, táblázatot, egyedi szimbólumot, vagy valamilyen egyszerű grafikai elemet tetszőlegesen

A megjelenítés célja az egyre inkább bonyolultabb hálózatokon, gyakran változó körülmények mellett a villamosenergia-ellátás biztonságának fenntartása a diszpécseri munka közreműködésével.

A megjelenítő eszközök az alábbiak lehetnek:

- vakséma

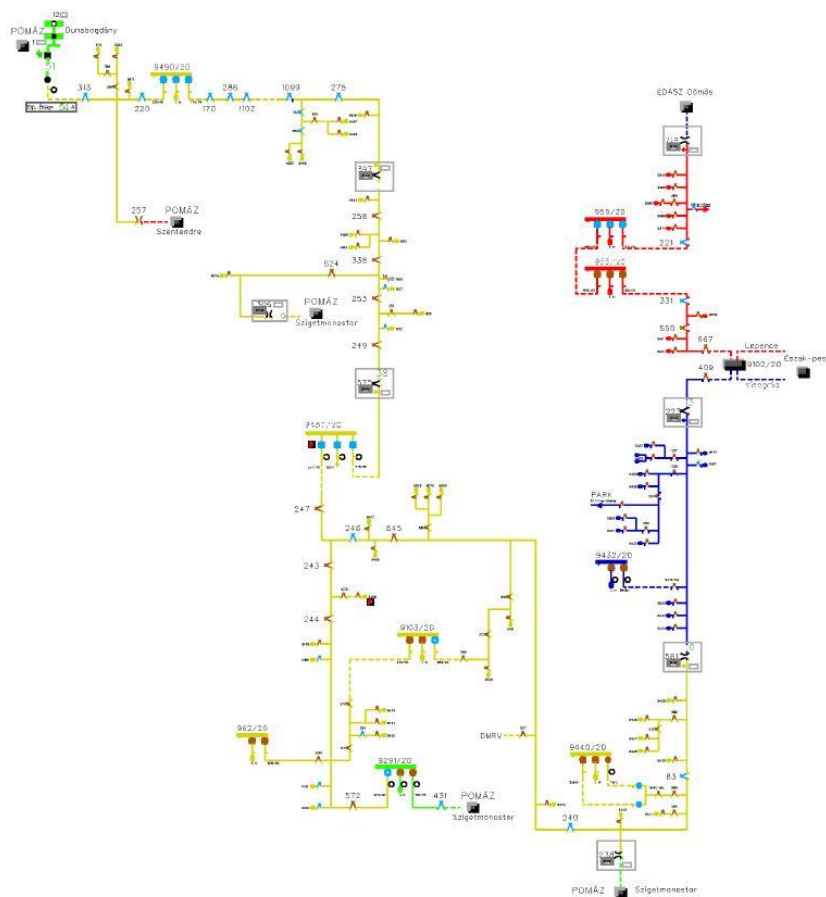
- aktív sématabla
- számítógépes monitor
- LED falak
- Plazma falak
- Projektor fal

A villamosenergia-rendszert alkotó hálózati elemeket elhelyezkedése egymáshoz képes a néhány métertől egészen kilométeres távolságokig terjedhet. Ennek függvényében az üzemirányítást támogató rendszereket már a hálózatok tervezésénél, kiépüléseikor alkalmazták. Az informatikai támogatás a 60-as években kezdett teret hódítani a japán Hitachi cég 2xHIDIC-80 típusú folyamatirányító számítógépeinek segítségével. A szóban forgó rendszerek állandó jellegű fejlesztéseken mentek keresztül, melyek segítségével olyan üzemirányítási szervek alakultak meg, melyek a korábbiaknál sokkal, de sokkal szélesebb körben nyújtottak támogatást az üzemirányítói, tervezői, stratégiai döntéshozók számára. Mindazonáltal az tapasztalható, hogy a meglévő országos alaphálózat rendszerirányítása a mai lehetőségek határait feszegeti. Az utóbbi évek törekvései azt eredményezték, hogy a közép feszültségű elosztóhálózat mára igen fejlettnak mondható, addig a 0,4 kV-os fogyasztói hálózat irányítása ma már elavultnak tekinthető.

[3][25]

6.2. Távmerések és távjelzések fogadása, topológiai analízis

A távmérések alappillére a lokális mérési adatok gyűjtése és jelzések továbbítása az adott üzemirányító központba. A terepről beérkező információk topológiai feldolgozásával különböző analízisek készíthetők az aktuális kapcsolási állapot, a hálózat egybefüggőség ellenőrzésére, történések regisztrálására, üzemzavarok felismerésére.



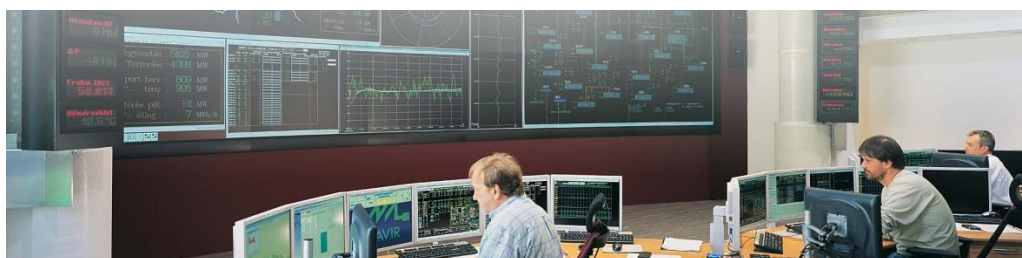
23. ábra Topológiai funkciók az üzemirányításban [9]

A fenti ábrán topológiai alapú analízissel megvalósított kapcsolási állapotot reprezentáló képet láthatunk az ELMŰ hatáskörébe tartozó Pomáz – Dunabogdány 20 kV-os ívéről. Az üzemirányítás egyik legalapvetőbb funkciója a topológiai színezés. Láthatjuk, hogy bizonyos részek különböző színnel vannak ellátva. Ilyen például a különböző feszültségszintek színezése, vagy a tovább már nem bontható vezetékszakaszok stb.

Az országos alaphálózaton a távjelzések, valamint a távmérések küldése és fogadása az adott irányítási rendszerek megjelenítésével egyidejű. Ez a jelenség azonban az elosztóhálózatokon ma még nem teljesen kiforrott.

Ahogy említettem már 2.1. fejezetben, hogy a magyar VER rendszerirányítása is hierarchikus felépítésű. Ennek megfelelően a különböző hierarchiában lévő hálózatok rendszerirányítása rendre különbözik. A 120 kV / KÖF hálózatok rendszerirányítása a közép-feszültségű alállomások gyűjtősinéig bezárólag különböző távfelügyeleti berendezések segítségével valósul meg. Mint ismeretes (lásd 3.4.1. fejezet) a közép-feszültségű elosztóhálózatokon külön

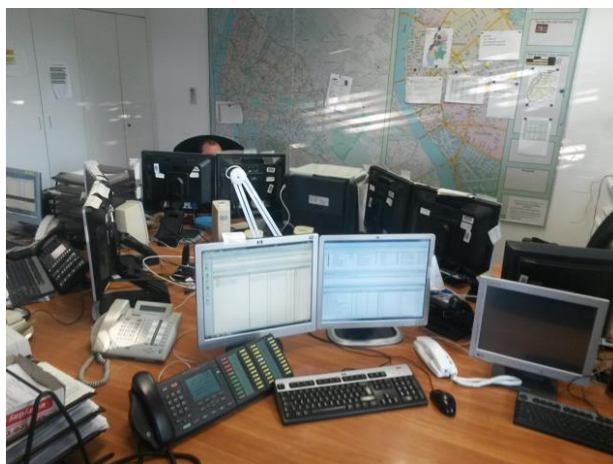
irányítási rendszer érvényes a 10 kV-os kábelhálózatokra és a 20 kV-os vidéki szabadvezetéki hálózatokra. A 10 kV-os kábelhálózatokon a már említett elosztóhálózati telemechanika (ETM), 20 kV-os szabadvezetéki hálózatokon telemechanikus oszlopkapcsolók (TMOK) létesítésével segítik elő a távfelügyeletet és automatizálást. A 0,4 kV-os fogyasztói hálózatokon a két irányú kommunikációval rendelkező intelligens mérőeszközök használatba vételén túl nem igen vannak jelen azok a készülékek, melyek elősegítenék a kisméretű hálózatok üzemirányítását.



24. ábra Az országos alaphálózat rendszerirányító központja - MAVIR rendszerirányító központ [25]



25. ábra 120 kV-os átviteli és elosztóhálózati üzemirányító központ - ÉMÁSZ Hálózati Kft, Miskolci Üzemirányító központ [25]



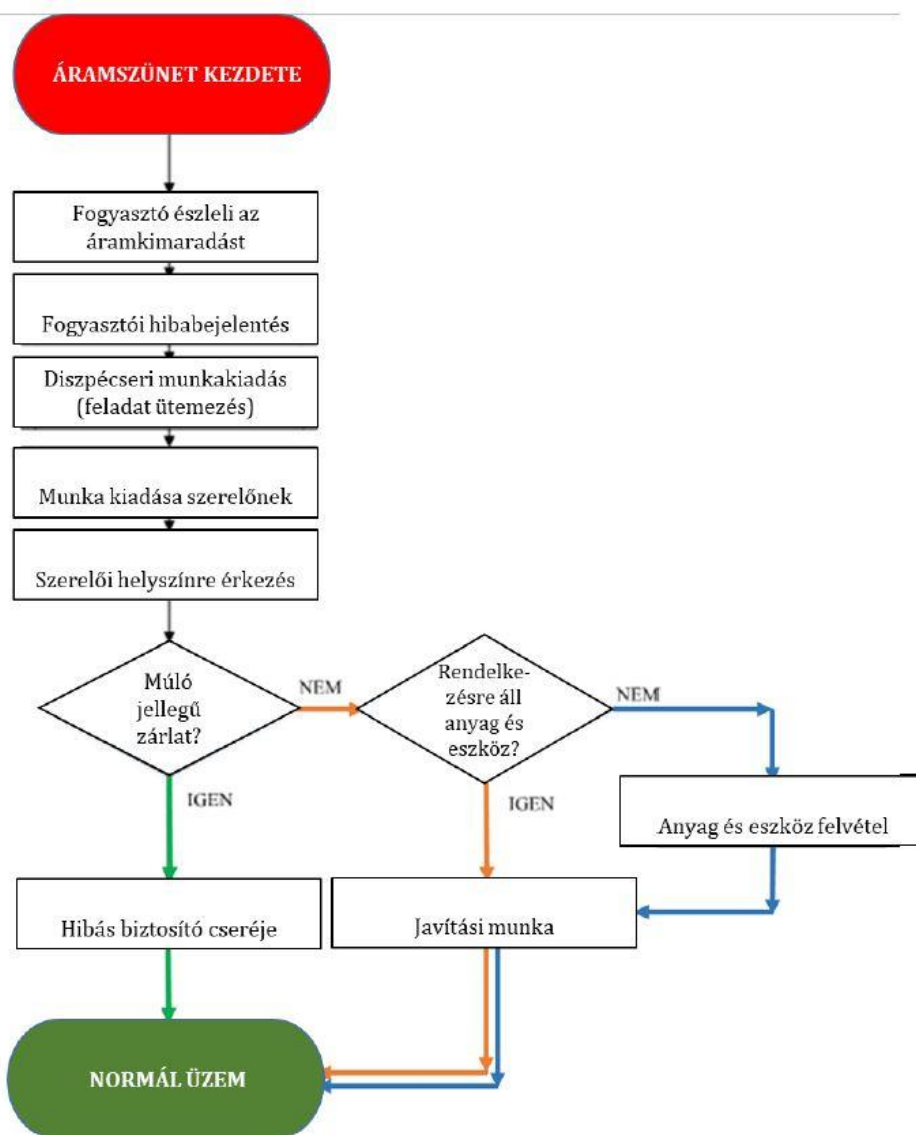
26. ábra Kisméretű üzemirányító központ [25]

[9][25]

6.3.Kisfeszültségű hibahely behatárolása az okos mérés adatainak feldolgozásával

A 0,4 kV-os fogyasztói hálózatokon bekövetkezett üzemzavarok rendkívül nagy kieséseket okoznak az áramszolgáltatók számára. A kieséseket előidéző hibahelyeket be kell azonosítani. Miután a sikerült behatárolni a hibás helyet, azután lehetséges csak az adott típusú hibához hozzárendelni az erre a célra legalkalmasabb eszközt, műszaki szakembert az elvárt cél elérése érdekében. A jelenleg érvényben lévő munkairányítási módszer és a rendszer továbbfejlesztésével az üzemzavarokból keletkezett kiesések mérsékelhetőek. Az említett rendszer alatt jelen esetben a központi telefonos ügyfélszolgálatot, valamint a munkairányító szerveket kell érteni. Meghibásodás esetén a szóban forgó központi telefonos ügyfélszolgálatba érkeznek be a hibajelzések. Ezután meghatározzák a munkairányító szervek a probléma kijavítására legmegfelelőbb szakembert és eszközt. Megtervezik a hibajavítási folyamatot, szükség szerint ellenőrzéseket végeznek, végül számlázásra kerülnek a hibaelhárítással kapcsolatos költségek.

A hibás berendezések beazonosítása a 0,4 kV-os fogyasztói hálózatokon ma még manuális módon történik. Ennek oka a hálózat korszerűtlensége, ugyanis a hibahely lokalizálásához ma még nincsenek erre alkalmas távjelző berendezések. Az áramszolgáltatók a hiba bekövetkezéséről csak a fogyasztói bejelentéseken keresztül informálódnak. A fogyasztók által bejelentett hibákat a TeleCentrumban dolgozók a MIRTUSZ adatbázisában rögzítik. A MIRTUSZ Ügyfélszolgálati és Munkairányítási rendszerben dolgozó diszpécser kiosztja az elvégzendő feladatot a hibahelyhez legközelebbi földrajzi helyen lévő, félbeszakítható munkát végző szerelő csoportra. Miután megérkezett a helyszínre kiküldött szerelő csoport, megkezdik behatárolni a hiba helyét, majd felméri, hogy a szerelő csoportnál fellelhető eszközökkel, szerszámokkal javítható-e a hibás berendezés, ha igen akkor megkezdik a hiba elhárítását. Abban az esetben, ha nem áll rendelkezésre megfelelő szerszámkészlet, azok visszamennek a telephelyre, megválasztják a szükséges szerszámokat, majd, ha visszatérnek a hibahelyre, megkezdik a hiba megszüntetését. Sikeres hibaelhárítás után pedig visszaállítják a normál üzemvitelt. A leírtak alapján nem nehéz belátni, hogy ez hibaelhárítási módszer nem tartalmaz olyan hatékony lépéseket, amelyek segítségével a hibaelhárítási időtartam csökkenthető lenne.



27. ábra Hibaelhárítási folyamatára [26]

Azért, hogy a 0,4 kV-os fogyasztói hálózatokon a hibaelhárítás ideje csökkenthető legyen új technológiák integrálására van szükség a szóban forgó hálózatokon. Egy ilyen lehetséges előrelépés a cél elérése érdekében az okosmérők alkalmazása.

Az okosmérő jelzéseiből és megfelelő matematikai algoritmus segítségével a meghibásodott hálózati elemek és hibahelyek könnyedén feltárhatók. A szóban forgó matematikai algoritmussal, az okosmérők adatainak feldolgozásával automatizálható a korábbiakban említett hibakeresési folyamat. A mind eredményesebb hibahely azonosításhoz arra volna szükség, hogy a jövőben a fogyasztói hálózatokon minél több okosmérőt telepítsenek. Az említett mérőeszközök mellett azonban szükség van további algoritmus kifejlesztésére, ugyanis

nem minden fogyasztónál lesz jelen ilyen mérőeszköz. Azokon a helyeken, ahol nem telepítenek okosmérőket, ott a környezetében telepített mérők felhasználásával különböző szimulációkat végeznek, és a szimulációk eredményének segítségével azonosítják be a hibahelyeket.

Dr. Pálfi Judith *Big Data módszerek alkalmazása az áramszolgáltatásban* című doktori disszertációjában arról értekezik, hogy mi jellemzi ma a 0,4 kV-os fogyasztói hálózat jelenlegi üzemirányítási rendszerét és fejlesztési javaslatokat dolgozott ki a hálózatra jellemző üzemzavari mutató (*SAIDI*) javítása érdekében. Javaslat, hogy smart érzékelőket kell elhelyezni a kisfeszültségű hálózatokon. A kutatómunkája során elemezte a smart érzékelőkből származó hibaüzeneteket, továbbá elemezte a kisfeszültségű hálózat topológiáját, melyből felállított egy KIF hálózati gráf modellt. A felállított gráf modell alapján a Big Data eljárást alkalmazta és megalkotott egy, a topológiához fűzhető hibavalószínűségi adattárat. Az adattár felhasználásával lehetőség nyílik a meghibásodott berendezés behatárolására a KIF hálózaton. Kutatómunkájában több oldalról is bizonyította, hogy a smart érzékelők telepítése radikális változást hozna a KIF hálózatokon.

[25][26]

6.4. Távműködtetés

A SCADA rendszerek jellemzően kétirányú kommunikációval rendelkeznek. A kétirányú kommunikációnak köszönhetően a rendszer nagy távolságokat áthidalva kiadható és végrehajtható parancsadásokat tesz lehetővé, ezzel mérsékelve az üzemzavarok időbeli lefolyását, a tervezett kapcsolási munkák emberi erőforrás igényét, biztosítva a hálózati minőség megtartását (U-Q szabályozás NAF hálózatokon). Sajnos ma még a kisfeszültségű hálózat távműködtetéséről nem beszélhetünk, melynek oka, hogy gazdaságosan beépíthető és üzemeltethető távműködtethető berendezések nem jellemzik úgy a hálózatot, mint közép- és nagyfeszültségen.

Ilyen berendezések lehetnek például 28. ábrán olvadóbiztosítóval ellátott elosztószekrények.

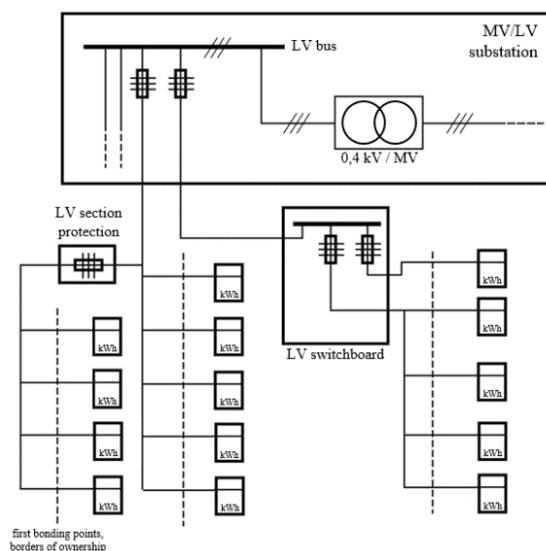
[25]

6.4.1. Olvadóbiztosítók kiváltásának vizsgálata

A 3.4.1-es fejezetben bemutattam, hogy az áramszolgáltatók milyen megoldásokat alkalmaznak közép- és nagyfeszültségen a villamosenergia-ellátás folytonosságára jellemző üzemzavari útmutatók

javítása érdekében. Ebben a fejezetben pedig ismertetni szeretném az olvadóbiztosítók kiváltásának okát egy olyan kapcsolókészülékre, mely alkalmas lenne a *MEKH* mutatók javítására a 0,4 kV-os fogyasztói hálózatokon.

Szeretném tisztázni még egyszer, pontosabban megfogalmazva mit is nevezünk kisfeszültségű hálózatoknak: A KÖF/KIF transzformátorállomásokban elhelyezett transzformátorok kisfeszültségű kapcsaitól az első fogyasztói csatlakozás, kötési pontjáig kábellel megvalósított kapcsolat. Az ilyen hálózatrészekben a villamosenergia elosztása úgynevezett kisfeszültségű elosztószekrényekben történik. A hálózatok védelmét pedig azok szándékosan meggyengített pontjai, a szelektíven védő olvadóbiztosítók garantálják.



28. ábra 0,4 kV-os fogyasztói hálózat áttekintő ábrája [7]

A fenti ábrán jól látható, hogy beavatkozásokra, mérésekre az alábbi hálózati pontokon vannak lehetőségek:

- 1) a KÖF/KIF állomások 0,4 kV-os gyűjtősinén és azok leágazásaiban
- 2) a 0,4 kV-os elosztószekrényekben
- 3) a leágazási biztosítóknál és a
- 4) fogyasztásmérő készülékeknél

Hazánkban jelenleg a 1-3 mérési pontokban, mint ahogy az ábrán is látni, olvadóbiztosítókat telepítenek, a hazai áramszolgáltatók hálózatán nem használnak olvadóbiztosítók kiolvasását távjelző vagy a kiolvasás után távból működtető kapcsolókészüléket. Egy ilyen biztosító kiolvasásáról a hálózatüzemeltető csak a biztosító után ellátott fogyasztók valamelyikének telefonos bejelentése után kap információt.

Dr. Holcsik Péter *A kisfeszültségű villamos elosztóhálózat ellátásának korszerű megoldásai* című disszertációjának egy szegmensében azt vizsgálta különböző szimulációkkal, gráfelméletekkel, és matematikai algoritmusokkal, hogy az olvadóbiztosítók helyenként kiváltó távműködtető, távjelző, visszakapcsoló automatikával ellátott eszköz alkalmazása hogyan befolyásolja az üzemzavar elhárítás hatékonyságát, a telepítendő eszközök darabszámától, valamint a telepítés helyétől és az alkalmazott eszköz függvényében mekkora a várható hálózati minőségjavulás (SAIDI).

Péter kutatómunkájának eredményei alátámasztották, hogy miért érdemes az olvadóbiztosítók rendszerét leváltani a ma már az ipari környezetben is előszeretettel alkalmazott motoros megszakítóval ellátott, távfelügyelt kapcsolókészülékekre. A megszakító megfelelő kommunikációs modulokkal és intelligenciával ellátva lehetőséget ad például a már KÖF hálózatokon megvalósított GVA-LVA ciklusok felprogramozására, távkapcsolások megvalósítására, különböző villamos paraméterek mérésére (feszültség, áram, teljesítmény, frekvencia, THD stb.). A szóban forgó megszakító az említett speciális funkciókkal ellátva a hálózat üzemeltetője számára egy intelligens kapcsolókészülékként értelmezhető.

Az olvadóbiztosítók kiváltása távfelügyelhető és távvezérelhető készülékekkel a 0,4 kV-os fogyasztói hálózatok fellépő csoportos hibák esetében a fogyasztói kieséseket jelentős mértékben csökkenti.

7.Táblázat Az ELMŰ által rendelkezésre bocsájtott KIF/KÖF MEH 1 és MEH 2 üzemzavari hatások hálózati minőségi mutatókra 2015.01.-08. között [7]

	MEH 1	MEH 2
KIF	0,09	0,72
KÖF	0,53	0,85
KIF + KÖF	0,62	1,57
KIF / KÖF arány	14,51% / 85,49%	45,85% / 54,14%

**A MEKH súlyozás szempontjából különbséget tesz a csoportos és az egyedi hibák között. MEH 1 mutatónál a csoportos hibáknak (egy hiba ok miatti egynél több fogyasztói helyet érintő kiesés) 93 %-os súlya van, a maradék 7 % pedig az egyedi hibáknak tulajdonítanak.*

MEH 2 mutatónál a csoportos hibáknak 95%-os súlya van, a maradék 5 % -ot pedig az egyedi hibáknak tulajdonítanak.

A 7. táblázatot figyelembe véve, nem nehéz belátni, hogy a MEH 1 mutatók csekély, míg a MEH 2 mutatók jelentős mértékben a KIF hálózatokon keletkezett üzemzavarok elhárításán múlik. A KIF üzemirányítói tapasztalatok azt mutatják, hogy ezeken a hálózatrészeken az üzemzavarok nagyságrendileg 80-90 %-ban az olvadóbiztosító pótlásával javítható.

Az olvadóbiztosítók cseréjének további előnyei:

- tartós zárlat fennállása esetén távoli beavatkozással történő terhelés átkapcsolás végrehajtása, ennek feltétele a hurkolt hálózati topológia, további fogyasztói kiesés csökkenést eredményez,
- hatóságok által kérelmezett lekapcsolások felgyorsítása (pl. tüzeset),
- tervezett karbantartási munkák kapcsolásainak emberi erőforrás igényeinek mérséklődése

A közép/kisfeszültségű transzformátorállomásokban az olvadóbiztosítók rendre kisfeszültségű elosztószekrényekben kapnak helyet. Az elosztószekrények, a kiviteli módot tekintve, ~~azon~~ lehetnek kültéren vagy beltéren.



29. ábra Kültéren elhelyezett olvadóbiztosítás elosztószekrény [1]



30. ábra Beltéren elhelyezett oldóbiztosítós elosztószekrény [1]

[1][7][25]

6.4.2. Definíció

Definíció szerint elosztószekrénynek hívjuk azt a villamos berendezést, amelyben a bejövő betáplálást több, egymástól független leágazásokra választják szét. Minden a szekrényből elmenő leágazásokat védelemmel látnak el. A leágazásokat jellemzően a zárlati és a túlterhelési áramot megszakítani képes kapcsolókészülékkel vezérlik.

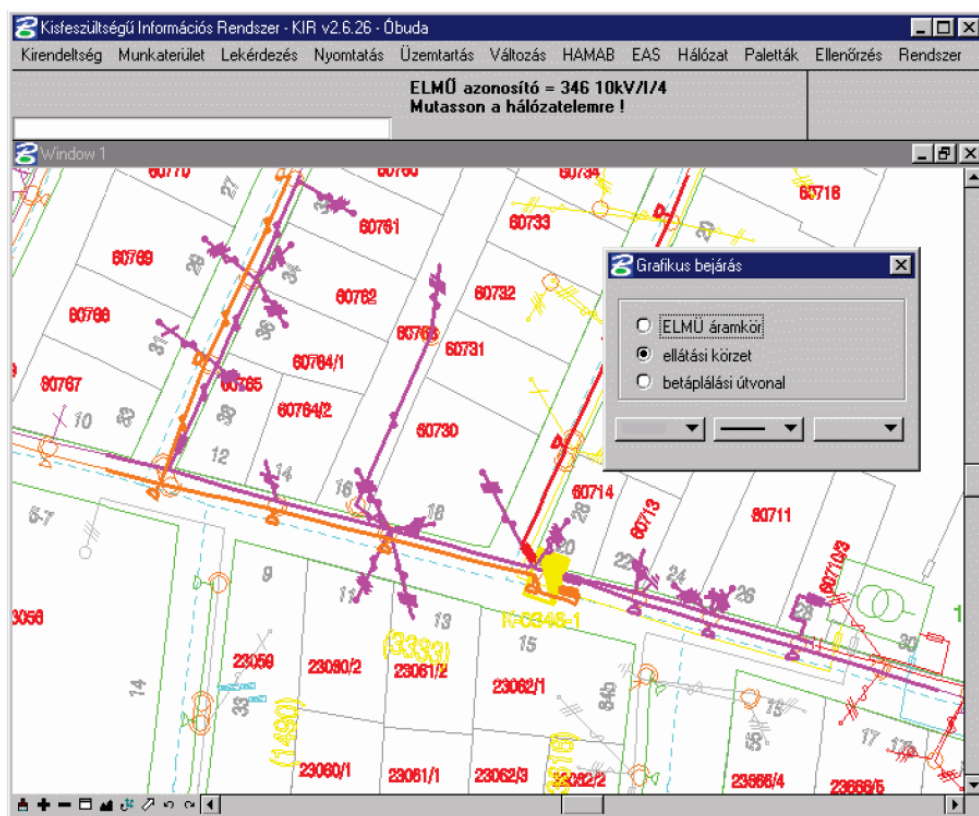
A fenti definíció függvényében az intelligens elosztószekrény olyan –a vonatkozó szabványokat kielégítő – korszerű kisfeszültségű elosztóhálózati elosztószekrény, amelyben az alkalmazott megszakítók a gyártó által előírt karbantartási és üzemeltetési körülmények mellett annak teljes életciklusa alatt, a megszakítók részleges vagy teljes cseréje nélkül szakítja meg a gyártó által meghatározott áramértékig a zárlati vagy túlterhelési áramot. Az áramok detektálása a megszakítókba integrált mérő- és mérést kiértékelő rendszer együttes alkalmazásával valósul meg. A szóban forgó megszakítók működési mechanizmusa előre definiált áram-idő jelleggörbe alapján történik. Az elosztószekrénybe telepített megszakítók távjelző modullal is rendelkeznek. Vagyis az egyes mérési csomópontokban mért feszültségek meglétét (igen/nem), a hatásos- és meddőáram-összetevőket, a mért feszültség-és áram felhasználásával számított teljesítmény adatokat képes továbbítani a vonatkozó szabványoknak megfelelő kommunikációs protokollon keresztül egy távoli adatbázisba. A megszakítók távműködtetésre is alkalmasak. A tervezett munkák biztonságos megvalósíthatósága érdekében az elosztószekrény rendelkezik látható szakaszoló kapcsolóval és földelési lehetőséggel.

[1][40]

6.5.Grafikus megjelenítés és ember-gép (HMI) kapcsolat

On-line grafikus megjelenítő rendszert hazánkban egyelőre még csak nagyfeszültségű alaphálózaton rendszerirányításában, valamint a közép- és nagyfeszültségű ÜIK-ban alkalmaznak. A kisfeszültségű ÜIK ma még nem rendelkezik on-line grafikus megjelenítéssel. Jellemzően az off-line térinformatikai (GIS) rendszerek nyújtanak támogatást. A szóban forgó támogatást nyújtó rendszert KIR-nek, másnéven a Kisfeszültségű Információs Rendszernek. A KIR rendszer a KÖFIR-hez hasonlóan szintén egy térképalapú hálózatnyilvántartási rendszer, mely a 0,4 kV-os közvilágítási és fogyasztói hálózat üzemeltetését segíti elő. A szóban forgó KIR rendszer a közvilágítási és a fogyasztói hálózatok műszaki adatait foglalja magában, egészen a KÖF/KIF transzformátoroktól a fogyasztókhoz csatlakozó vezetékekig, ezen felül a közvilágítási kapcsolószekrényektől a fényforrásig. A KIR rendszer legfőbb célja az üzemeltetési, karbantartási, 0,4 kV-os hálózaton történő hibaelhárítási, és hálózatfejlesztési munkakörök támogatása a széles körben rendelkezésre álló, több oldalról megközelítve elemezhető, naprakész műszaki adatok biztosításával.

Az ELMŰ szolgáltatási területén alkalmazott KIR rendszer megközelítőleg 10.000 transzformátor állomás, 20.000 km kábel és szabadvezeték, közel 300.000 tartószerkezet, fél millió fogyasztói csatlakozás és 250.000 közvilágítási fényforrás, lámpahely, valamint lámpatest műszaki adatait tartalmazza.



31. ábra Kép a KIR rendszerről [3]

A szerelő-kocsiba telepített GPS és a grafikus megjelenítésnek köszönhetően támogatják a diszpécserök döntéshozó képességét, képesek optimális döntéshozatalra az elvégzendő feladatok szerelőcsoportoknak való elosztásakor, szükség esetén erőforrások csoportosításáról.



32. ábra Szerelő-kocsikba telepített GPS adatok megjelenítése [25]

[3][25]

6.6.Real-time adatbázis készítés

A GIS alapú rendszerek ma még nem képesek lekövetni naprakészen a hálózatok folyamatos változásait. Ennek oka a hálózatok nagy terjedelme, a hálózatokat alkotó elemek sokasága és azok korszerűtlensége. Az adatbázisok pontosítása és naprakészen tartása folyamatos feladat, amely jelentős humán erőforrás bevonásával is nehezen elvégezhető feladat.

E folyamat támogatásáért Dr. Páfli Judith kutatómunkájának végeredménye lehet megoldás. Kutatómunkájának végeredményét egy mesterséges intelligencia reprezentálja, vagyis az intelligens hiba beazonosítási rendszer képes lesz a hálózaton felmerülő gyors változásokat lekezelni, majd beépíti a változásokat az algoritmusba és a diszpécserszolgálat felé hibahely beazonosító üzenetet küldeni. A folyamat támogatása viszont megköveteli azt, hogy minél több smart érzékelőt kell elhelyezni a kisfeszültségű hálózatokon.

[25]

6.7.Load - flow számítások

A load-flow számítások feladata elsősorban a hálózat betáplálási és terhelési állapotának ismeretében (csomópontokon uralkodó hatásos és meddő betáplálási és fogyasztási adatai), valamint a hálózat kapcsolási állapotának ismeretében meghatározni a csomópontok feszültségét, valamint a csomópontokból elinduló vezetékeken, kábeleken folyó hatásos és meddő teljesítményeket, illetve azok kiterhelhetőségét.

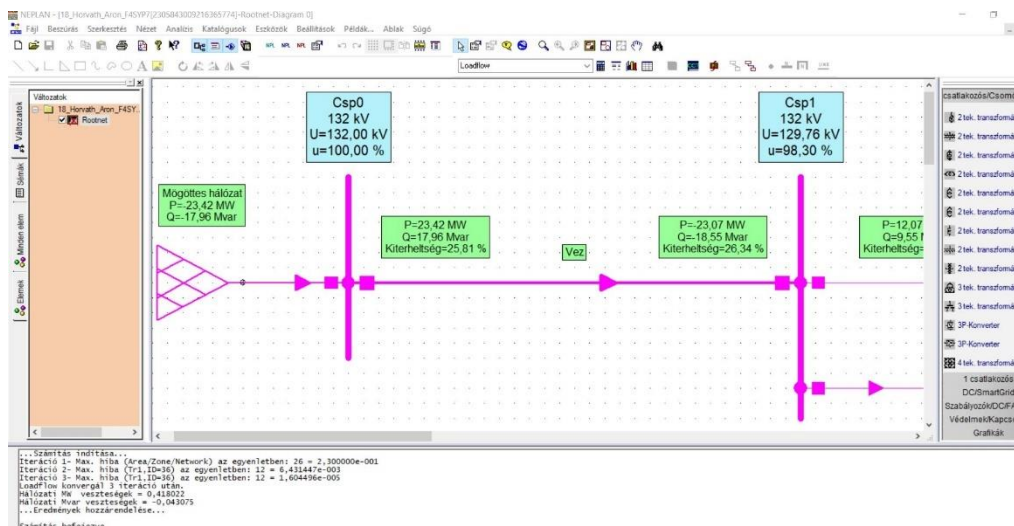
On-line LF számítás alatt a pillanatnyi üzemállapotról végzett teljesítményeloszlás számítását értünk. Az LF számítás alapját elsősorban a SCADA mérés-adatgyűjtő rendszerében található adatok, valamint az állapotbecslés által ellenőrzött és pontosított mérési-kapcsolási állapot adja. A számítások eredményeit kilistázva, valamint a SCADA megjelenítő rendszerén keresztül különböző sémákon tüntetni fel, ezt a funkciót hálózat monitorozásnak nevezzük. Az eredmények megjelenítése a diszpécseri munkát támogatja azzal, hogy gyors, áttekinthető képet kap a hálózat aktuális állapotáról és pillanatnyi döntésekben segíthet egy-egy ilyen eredmény. Hátránya, hogy a begyűjtött mérések általában pontatlansággal bírnak, tehát az on-line LF számítás hibát is vonhat maga után.

Off-line LF esetén annyi a különbség, hogy egy tetszőleges időpontra vonatkozó adatcsomagot választunk ki a SCADA mérés-adatgyűjtő rendszeréből, és azt visszük be a modellünkbe. Off-line számítások esetén van idő számított adatok ellenőrzésére és a felmerülő hibák kiszűrésére.

Azonban ez rengeteg időt vesz igénybe, tehát operatív beavatkozások támogatására nem használhatóak.

Az LF számítások további felhasználása:

- Kapcsolási szimulációk elvégzése
- Túlterhelt ágak kigyűjtése
- Diszpécseri tréning szimulátor analóg hálózati modellje
- Kontingencia analízis
- Optimális tehereloszlás
- Záratszámítás



33. ábra NEPLAN hálózatszámító program - Off-line jellegű LF számítás

A fenti ábra kiválóan szemlélteti, hogy a hálózat betáplálási és terhelési állapota, valamint a hálózat kapcsolási állapota ismeretében mekkora a csomópontokon uralkodó feszültségek értékei, illetve a csomópontokból elinduló, különböző ágakon folyó hatásos és meddő teljesítmény, valamint az ágak kiterheltsége.

A kiefeszültségű hálózatokon ma még nincs és a hálózat jellemzőiből adódóan nem indokolt az on-line LF számítás, U-Q szabályozás, trendek figyelése, határérték és gradiens figyelés vagy automatikus erőművi wattos teljesítményszabályozás. De a decentralizált villamosenergia termelés széles körben való elterjedésével ez megváltozhat.

6.8.Szakértői rendszerek

A tudományos cím egyszerű elvet takar. Mindenki találkozott már olyan szakemberrel, aki már az első jelek alapján meg tudta állapítani egy adott berendezés hibáját. A szakértői rendszerek a felgyülemlett tapasztalatokat tartalmazzák programozott formában, így a rendszer a hálózat felől érkező jelzések alapján gyakran meg tudja mondani (kikövetkezteti) a kiváltó eseményt. A jelzések időbelisége (mennyi idővel következnek be egymás után) azonban nem teljesen konstans, így bizonyos toleranciát kell hagyni arra, hogy a rendszer még elfogadja és következtetést vonjon le belőle. Az időbeli elcsúszáson kívül előfordulhat, hogy egy – egy jelzés be sem érkezik. A fejlettebb rendszerek képesek arra, hogy az eseményt így is biztonsággal felismerjék.

A szakértői rendszerek szintén a diszpécser munkáját támogatják. Vagyis a rendszer felismeri a diszpécser által relevánsnak és az energiarendszer állapota szempontjából fontosnak vélt primer technológiai eseményeket. Ezek lehetnek vezetékkiesések-, transzformátorkiesések-, gyűjtősínkiesés-, söntfojtó kiesés.

8. Táblázat Az események és azok felismerhetősége [9]

Sorszám	Esemény	Felismerés
1.	Vezetékkiesés	- Vezetékszakaszt védő megszakítók kikapcsolnak (topológiai változás) - a vezetéken mérhető áram és feszültség megközelítőleg zérus - védelmi jelzések
2.	Tr. kiesés	- Tr. megszakítók kikapcsolnak (topológiai változás) - Tr. áram és feszültségmérések megközelítőleg zérus - Védelmi jelzés

Az 8. táblázat egy kiváló példát ad a megértésre. Ha egy vezetékek megszakítói kikapcsolódnak, a rajta lévő áram- és feszültségmérések közel nullázódnak, továbbá a hozzá tartozó védelem is megszólalt, akkor nagy valószínűséggel az adott vezetéken kikapcsolódás történt valamilyen hiba miatt.

Tudni kell, hogy diszpécser monitorján minden eseményről kapnak egy egysoros jelzést (gyakran hangjelzést is). Egy vezetéki zárlat esetén rengeteg jelzés érkezik be és feldolgozhatatlan mennyiségű adat ömlik a diszpécserre. A szakértő rendszerekkel elérhető,

hogy a képernyőn csak a fontosabb információk jelenjenek meg, így nem terhelve feleslegesen az üzemirányítót.

[9]

7. TERVEZÉS KIINDULÓ KÖVETELMÉNYEI, LEHATÁROLÁSAI

7.1. Az elosztószekrényre vonatkozó követelmények, lehatárolások

- a betápláló ágon uralkodó villamos mennyiségek mérésére ajtókivágásba szerelhető teljesítménymérőt irányoztunk elő, figyelembe véve, hogy eleget tegyen az MSZ EN 50160 „*A közcélú hálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői*” szabványban megfogalmazott kisfeszültségű táplálás jellemzőinek mérésére,
- a betáplálás villamos leválasztása manuálisan, kézzel működtethető szakaszolókapcsolóval valósul meg, ajtókuplungos forgatókar segítségével,
- a megszakítók *KINT/BENT* állapotainak jelzésére ajtókivágásba szerelhető állásjelzőket alkalmazunk,
- a szekrénybe telepítendő készülékek működését biztosító feszültséget különálló, szünetmentes tápegységből származtatjuk,
- az árammérés a betápláló kábelekre fűzhető áramváltókon keresztül valósul meg, a feszültségméréshez szükséges feszültségzálakat pedig a gyűjtősínről származtatjuk
- az alkalmazott áramváltók méréseiből származó hibák minimalizálására 0.5S pontossági osztályú áramváltókat irányoztunk elő
- az elosztószekrény elhelyezése beltéri kivitelű
- az elosztószekrényből elmenő kábelek keresztmetszete rendre 240 mm²
- az elosztószekrénybe érkező, valamint elmenő kábelek kiképzése és a szekrénybe való csatlakoztatásai nem része a tervezési munkának,
- feltételezzük, hogy a létesítményben álpadló van jelen, ebből eredően a kábelek csatlakoztatása a szekrény fenéklemezén át, alulról valósítható meg,
- feltételezzük, hogy a létesítményben van kiépítve Ethernetes hálózat, ahonnan az adatok továbbítása vezeték nélküli, 4G képes hálózaton történik,
- a kommunikációs rendszer felépítését tekintve tervezési határnak a teljesítménymérő és a megszakítók Ethernetes interface-t tekintjük

- a tervezési feladatok elvégzésére az EPLAN, valamint az AUTOCAD tervezői programokat irányoztuk elő

8. TERVEZENDŐ INTELLIGENS ELOSZTÓSZEKRÉNY FELÉPÍTÉSE

8.1. Megszakító kiválasztásának szempontjai, méretezései

Definíció szerint megszakítóknak hívjuk azokat a kapcsolókészülékeket, amelyek üzemi áramok be/ki kapcsolására alkalmasak, továbbá képesek megszakítani a zárlati áramokat is. A mai korszerű megszakítókat villamos vezérlő impulzus működteti a hajtásmód kialakításától függetlenül. A kapcsolóberendezések világában a megszakítók a legdrágább és egyben legérzékenyebb elemek. A megszakítók kiválasztásához a következő általános és alapvető villamos paramétereket kell figyelembe venni:

- U_n – Névleges feszültség
- I_n – Névleges áramerősség
- I_{cu} – Megszakítóképeség (zárlat biztonság)
- f – Hálózati frekvencia

A felsorolt villamos paraméterek névleges értékeire méretezik és próbálják a megszakítókat, tehát kiválasztásnál kielégítendő követelmény, hogy üzem alatti, vagy zárlati áram igénybevétele alatt fellépő értékek számszerűleg kisebbek legyenek a megszakítót jellemző névleges értékeknél.

Méretezés névleges áramra

A beépítendő megszakítók névleges áramerősségét az elmenő kábelek terhelhetősége határozza meg. A tervezendő elosztószekrényből elmenő alumínium kábelek típusai fázisonként:

NAYY-O 1 x 240mm², 0,6/1 kV



34. ábra NAYY-O típusú kábel [28]

A kábelek maximális üzemi igénybevétele az MSZ 13207 szabvány 8. táblázata szerint:

8. táblázat

0,6/1 kV névleges feszültségű, PVC-szigetelésű kábelek alapterhelhetősége talajban												
Tipusok	Árnyékolás nélküli			Árnyékolt			Árnyékolás nélküli			Árnyékolt		
Elrendezés	○ ¹⁾	⊕ ⊕	⊗ ⊗	⊕ ⊕	⊗ ⊗	○ ¹⁾	⊕ ⊕	⊗ ⊗	⊕ ⊕	⊗ ⊗	○ ¹⁾	
Terhelt vezetők száma	1	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	
Kereszt- metszet, mm ²	Rézvezető Alapterhelhetőség A-ben						Alumíniumvezető Alapterhelhetőség A-ben					
1,5	41	27	30	27	31	-	-	-	-	-	-	
2,5	55	36	39	36	40	-	-	-	-	-	-	
4	71	47	50	47	51	-	-	-	-	-	-	
6	90	59	62	59	63	-	-	-	-	-	-	
10	124	79	83	79	84	-	-	-	-	-	-	
16	160	102	107	102	108	-	-	-	-	-	-	
25	208	133	138	133	139	160	102	106	103	108	-	
35	250	159	164	160	166	193	123	127	123	129	-	
50	296	188	195	190	196	230	144	151	145	153	-	
70	365	232	238	234	238	283	179	185	180	187	-	
95	438	280	286	280	281	340	215	222	216	223	-	
120	501	318	325	319	315	386	245	253	246	252	-	
150	563	359	365	357	347	436	275	284	276	280	-	
185	639	406	413	402	385	496	313	322	313	314	-	
240	746	473	479	463	432	578	364	375	362	358	-	
300	848	535	541	518	473	656	419	425	415	397	-	
400	975	613	614	579	521	756	484	487	474	441	-	
500	1125	687	693	624	574	873	553	558	528	489	-	
630	1304	-	777	-	636	1011	-	635	-	539	-	
800	1507	-	859	-	-	1166	-	716	-	-	-	
1000	1715	-	936	-	-	1332	-	796	-	-	-	

¹⁾ Egyenáramú rendszerben működő kábelek terhelése távoli visszavezetéssel.

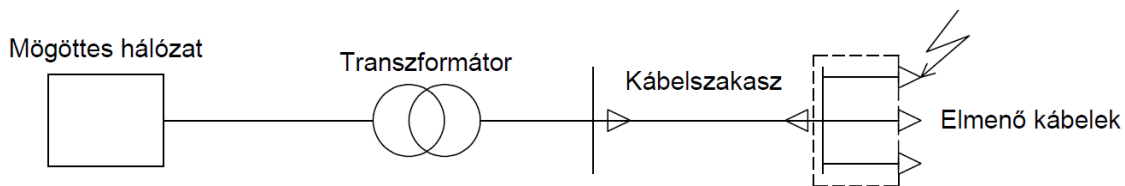
¹⁾ Egyenáramú rendszerben működő kábelek terhelése távoli visszavezetéssel.

35. ábra Kábelek alapterhelhetősége talajban [29]

Alapterhelhetőségük talajban, árnyékolás nélkül, háromszög elrendezéssel 358 A, figyelembe véve egy átlagos 0,8-as csökkentő tényezőt, akkor a tényleges terhelhetőség: 286,4 A.

Méretezés zárlati áramra

Legnagyobb zárlati áram 3F zárlat esetén lép fel, így a számoláshoz ezt veszem figyelembe. A zárlati áram meghatározásához az alábbi egyszerűsített ábrát veszem alapul, ahol az elmenő oldalon a megszakító utáni pontra veszem fel zárlat helyét:



Mögöttes hálózat maximális zárlati teljesítménye:

$$S_{MH} = 120 \text{ MVA}$$

Transzformátor adatai:

$$U_N = 11/0,4 \text{ kV}$$

$$S_{Tr} = 630 \text{ kVA}$$

$$\varepsilon = 6 \%$$

Kábelek adatai:

$$x_k = 0,3 \frac{\Omega}{km}$$

$$l_k = 150 m$$

Számítási feszültség:

$$U_{sz} = 0,4 kV$$

Mögöttes hálózat reaktanciája:

$$X_M = \frac{U_{sz}^2}{S_{MH}} = \frac{0,4^2}{120} = 0,0013 \Omega$$

Transzformátor reaktanciája:

$$X_{TR} = \frac{\varepsilon}{100} * \frac{U_{sz}^2}{S_{Tr}} = \frac{6}{100} * \frac{0,4^2}{630} = 1,5238 * 10^{-5} \Omega$$

Kábel reaktanciája:

$$X_k = x_k * l_k = 0,3 * 0,15 = 0,045 \Omega$$

Eredő reaktancia zárlat helyére nézve:

$$X_e = X_M + X_{TR} + X_k = 0,0013 + 1,5238 * 10^{-5} + 0,045 = 0,04631 \Omega$$

Zárlati áram (3F) értéke:

$$I_{Z(0,4kV)} = \frac{U_{sz}}{\sqrt{3} * X_E} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,04631} = 4,986 kA$$

[27]

8.2.Compact NSX ksfeszültségű öntötházaz megszakító

A ksfeszültségű elosztóhálózatokon jellemzően még nem terjedt el a tervezendő elosztószekrénybe kiválasztott megszakító, de sokan úgy gondolják, hogy ma a megszakítók világában a következő generációt képviseli. Az általam kiválasztott SCHNEIDER gyártmányú, Compact NSX típusú megszakító minden feltételnek eleget tesz, alkalmazásával intelligensnek tekinthetjük meg a tervezendő elosztószekrényt. Intelligenciája a készülékbe integrált teljesítménymérésben és kommunikációban jut érvényre. A mérésnek és kommunikációnak köszönhetően a ksfeszültségű üzemiirányítás világában egy új korszak nyílik. Ugyanis a mért adatokat képesek továbbítani a megfelelő üzemiirányító központokba, ahol a beérkező adatokat pedig a 6. fejezet értelmében különböző célokra használják fel. A feszültség és frekvencia

méréseknek köszönhetően eleget tesz az MSZ EN 50160 „*A közcélú hálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői*” szabványban megfogalmazott kisméretű táplálás jellemzőinek mérésére. A beépített áramváltóknak köszönhetően árammérésre is lehetőséget ad, áram és feszültség ismeretében pedig teljesítményt és energiát is képes mérni. A méréseknek köszönhetően az üzemi irányítók állandó jelleggel nyomon követhetik az energiaszolgáltatás minőségét, optimalizálni tudják a különböző energiafelhasználásokat, csökkenthetik a terhelési csúcsokat stb.

További létfontosságú tulajdonsága, ami miatt az NSX megszakító mellett döntöttem, hogy a kommunikációnak és a kommunikációra képes motormechanizmussal ellátott megszakítóknak köszönhetően lehetőség nyílik a készüléket az üzemi irányító központból távműködtetni, azaz diszpécseri beavatkozással kikapcsolni vagy bekapcsolni azt. Természetesen a megszakító akut állásáról és kioldásáról jelzést ad a központ felé.

A telepítendő megszakítókat rendre a 8.1. fejezetben ismertetett, négy alapvető kiválasztási szempont alapján fogom megválasztani. Ehhez a lenti ábrát veszem segítségül:

Megszakítók			NSX100					NSX160					NSX250					NSX400					NSX630				
Megszakítók típusa			B	F	H	L	B	F	H	L	B	F	H	L	B	F	H	L	B	F	H	L					
Villamos jellemzők az MSZ EN 60947-2 és az EN 60947-2 szerint			100					160					250					400					630				
névleges áram (A)			2 ^{1/2} , 3, 4					2 ^{1/2} , 3, 4					2 ^{1/2} , 3, 4					3, 4					3, 4				
pólusok száma			2 ^{1/2} , 3, 4					2 ^{1/2} , 3, 4					2 ^{1/2} , 3, 4					3, 4					3, 4				
névleges zárti határmegszakító-képesség (kA off)			40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150				
Icu			25 36 70 150					25 36 70 150					25 36 70 150					30 42 65 130					30 42 65 130				
AC 50/60 Hz			20 35 65 130					20 35 65 130					20 35 65 130					20 35 65 130					20 35 65 130				
380/415 V			15 25 50 70					15 30 50 70					15 30 50 70					25 30 50 70					25 30 50 70				
440 V			- 22 35 50					- 22 35 50					- 22 35 50					20 22 35 50					20 22 35 50				
500 V			- 8 10 20					- 8 10 20					- 8 10 20					10 10 20 35					10 10 20 35				
525 V																											
660/690 V																											
névleges üzemi zárti megszakító-képesség (kA rms)			40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150				
Ics			25 36 70 150					25 36 70 150					25 36 70 150					30 42 65 130					30 42 65 130				
AC 50/60 Hz			20 35 65 130					20 35 65 130					20 35 65 130					25 30 50 70					25 30 50 70				
380/415 V			15 25 50 70					15 30 50 70					15 30 50 70					10 11 11 12					10 11 11 12				
440 V			- 11 35 50					- 22 35 50					- 22 35 50					10 10 10 12					10 10 10 12				
500 V			- 4 10 20					- 8 10 20					- 8 10 20														
525 V																											
660/690 V																											
élettartam (ciklus C/O)			50000					40000					20000					15000					15000				
mechanikus			50000					20000					20000					12000					8000				
villamos			30000					10000					10000					6000					4000				
440 V			20000					15000					10000					6000					4000				
In/2			10000					7500					5000					3000					2000				
690 V																											
In																											
Villamos jellemzők a NEMA AB1 szabvány szerint																											
megszakító-képesség (kA)			40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150					40 85 100 150				
AC 50/60 Hz			20 35 65 130					20 35 65 130					20 35 65 130					30 42 65 130					30 42 65 130				
240 V			- 8 35 50					- 20 35 50					- 20 35 50					- 20 35 50					- 20 35 50				
480 V																											
600 V																											
Villamos jellemzők az UL508 szabvány szerint																											
megszakító-képesség (kA)			- 85 85 -					- 85 85 -					- 85 85 -					85 85 85 -					85 85 85 -				
AC 50/60 Hz			- 25 65 -					- 35 65 -					- 35 65 -					35 50 65 -					35 50 65 -				
240 V			- 10 10 -					- 10 10 -					- 15 15 -					20 20 20 -					20 20 20 -				
480 V																											
600 V																											
Védelem és mérés																											
Rövidzárlati elleni védelem			csak mágneses					■					■					■					■				
Túlterhelési elleni védelem/rövidzárlati elleni védelem			termikus-mágneses					■					■					■					■				
elektronikus			■					■					■					■					■				
nullavezető-védelemmel (OFF-0.5-1-ÖSN) ⁽¹⁾			■					■					■					■					■				
földzárlati védelemmel			■					■					■					■					■				
Zónaszeli hatáskörrel (ZSI) ⁽²⁾			■					■					■					■					■				
Kijelző/U,I,F,P,E,THD mérésrel, megszakított áram mérés			■					■					■					■					■				
Opciók			■					■					■					■					■				
Teljesítményáram az alján			■					■					■					■					■				
Működési támogató funkciók			■					■					■					■					■				
Számítógép			■					■					■					■					■				
Historikus adatok (naplózás) és riasztások			■					■					■					■					■				
Mérések – kommunikáció			■					■					■					■					■				
Közös jellemzők																											
Névleges feszültségek																											
Névleges szigetelési feszültség (V)			Ui					800					800					800					800				
Névleges ököfeszültség-átlóság (kV)			Uimp					8					8					8					8				
Névleges üzemi feszültség (V)			Ui					AC 50/60 Hz					690					690					690				
Alkalmazási kivételmentesség			IEC/EN 60947-2					Igen					Igen					Igen					Igen				
Alkalmazási kategória			A					A					A					A					A				
Szennyezettség/Ink			IEC 60664-1					3					3					3					3				

Névleges feszültség:

A megszakító névleges feszültsége: $U_{mn} = 690 \text{ V}$

A megszakító beépítési helyén jellemző feszültség érték: $U_n = 400 \text{ V}$

$$U_{mn} > U_n,$$

tehát megfelel.

Névleges áramerősség:

NSX400 megszakító névleges árama: $I_{mn} = 400 \text{ A}$

Az elosztószekrényből elmenő kábelek maximális terhelhetősége: $I_{max} = 286,4 \text{ A}$

$$I_{mn} > I_{max},$$

tehát megfelel.

Megszakítóképesség:

NSX400 megszakító névleges zárlati megszakítóképessége: $I_{cu} = 36 \text{ kA}$

A szekrény elmenő oldalán fellépő legnagyobb zárlati áram értéke: $I_{z(3f)} = 4,986 \text{ kA}$

$$I_{cu} > I_{z(3f)},$$

tehát megfelel.

Frekvencia:

NSX400 megszakító névleges frekvencia értékei: $f_m = 50/60 \text{ Hz}$

Hazai szabványosítás és alkalmazás szerint országunkban a váltakozó áramú hálózatok frekvenciájának névleges értéke: $f = 50 \text{ Hz}$

$$f_m = f,$$

tehát megfelel.

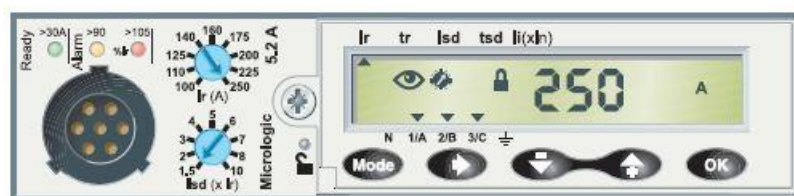


37. ábra Kommunikációra képes motormechanizmussal ellátott Compact NSX400 megszakító [30]

[30]

8.2.1. Megszakítóba beépítendő smart funkciók

Annak érdekében, hogy a már sokat említett megszakítónk ténylegesen ellássa az általa elvárt védelmi feladatokat, megfelelő kioldó egységgel kell ellátni. Erre a célra az NSX termékcsaláddal kompatibilis Micrologic 6A kioldóegységet választom.



38. ábra Micrologic 5.3 kioldóegység [30]

A túlterhelések elleni küszöbértéket a kioldó előlapján található I_r – hez köthető tárcsa megfelelő pozícióba forgatással vagy nyomógombok segítségével lehet. A túlterheléshez tartozó t_r időkésleltetést pedig a hozzá tartozó nyomógombok segítségével állítható be.

A zárlati áram küszöbértékét és a hozzá tartozó időkésleltetést az előző analógiájára lehet beállítani. A zárlati áram értékét az I_{sd} – hez tartozó tárcsa segítségével, valamint a hozzátartozó nyomógombokkal valósítható meg, az ehhez tartozó időkésleltetést pedig a t_{sd} -hez köthető nyomógombok segítségével.

A kioldóegység aktuális állapotáról annak előlapján elhelyezett megfelelő színű LED felvillanása, vagy világítása esetén tájékozódhatunk. A zöld színű a készenléti, a narancssárga a túlterhelés előjelzés, a piros pedig a túlterhelési állapotot reprezentálja.

A Micrologic 6A további méréseket is megvalósító egységként is funkcionál:

Áramok esetében [A]:

- Mindhárom fázis áram mérése (I_1, I_2, I_3)
- Fázisáramok átlag mérése (I_{avg})
- Maximum áram mérése (I_{max})
- Áramaszimmetria egyes fázisok között ($I_{avg} \%$)

Feszültségek esetében[V]:

- Vonali feszültségek mérése (U_{12}, U_{23}, U_{13})
- Fázisfeszültségek mérése (U_{1N}, U_{2N}, U_{3N})
- Vonali feszültségek átlagmérése (U_{avg})
- Fázisfeszültségek átlagmérése (U_{avg})
- Fázissorrend
- Vonal, valamint fázisfeszültség aszimmetria mérése ($U_{avg} \%$)

Áramok és feszültségek ismeretében képes teljesítményeket is mérni, mégpedig:

- Hatásos teljesítmény (P) [W]
- Meddő teljesítmény (Q) [VAr]
- Látszólagos teljesítmény (S) [VA]

Az alábbi mennyiségek ismeretében energiamérésre is alkalmas.

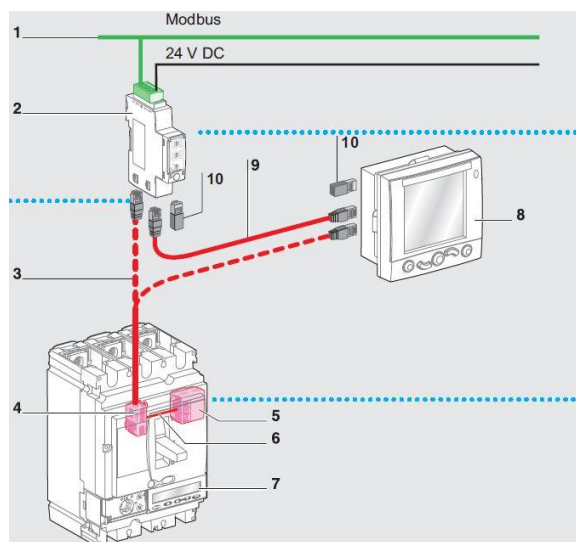
Villamos minőség mérése:

Feszültség és áram THD mérése az effektív villamos mérésekhez viszonyítva százalékos formában.

A méréseken kívül további működést támogató funkcióval is bír. Például karbantartási ütemezés készíthető vele a működési ciklusok számától függően, ezen felül az érintkezők igénybevételéről és a működési órákról is képes információt gyűjteni. Az információkat kommunikációs rendszereken keresztül juttatják el a megfelelő szervek felé.

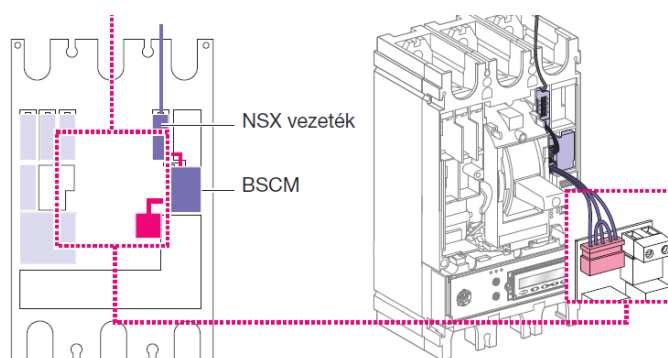
Egy megszakítóra alapvetően nem mondhatjuk azt, hogy intelligens készülék, hisz nincs benne semmi olyan funkciót megvalósító eszköz, alkatrész, ami miatt intelligens szóval jellemezhetnénk. Annak érdekében, hogy definíció szerint a tervezendő szekrényre az intelligens szó érvényesüljön, további funkciókat megvalósító eszközökkel kell felszerelni a 37. ábrán látható megszakítót. Nem nehéz belátni, hogy a fent említett mérési adatokról, jelzésekről

stb. csak is kizárólag helyi jelenlétben tájékozódhatunk. Ahhoz, hogy a felsoroltak valamelyike is eljusson az üzemirányító szervek felé, szükség lesz egy kommunikációs modulra, mely az intelligenciát adja a készüléknek.



39. ábra Modbus hálózat felépítése [30]

A Compact NSX termékcsalád előszeretettel alkalmazza ipari környezetben is széles körben megtalálható Modbus kommunikációs protokollt. A fenti ábra kiválóan szemlélteti a Modbus hálózat felépítését. A megszakítóba integrált (5-ös számmal ellátott) BSCM modul és a hozzá tartozó (4-es számmal ellátott) belső sorkapocs blokk alkotja a kommunikáció alapját. A megszakító belsejébe szerelt sorkapocs blokkra egy RJ45 dugós csatlakozó vezeték (NSX vezeték) társul.



40. ábra NSX 400 intelligenciáját alkotó belső egységek [30]

A távműködtetés miatt, karbantartás idején a megszakítókat béníthatóvá kell tenni. Egész pontosan ez azt jelenti, hogy bármelyik leágazáson valamilyen karbantartási műveletet

végeznek, akkor az adott leágazáshoz tartozó megszakítót csak is kizárólag kézzel lehet működtetni. A 37. ábrán látható megszakító értelmében a kapcsolókészülék bénítása annak előlapján elhelyezett üzemmód választó kapcsolóval történik. Az üzemmód választó kapcsoló *auto* állapotában a KI/BE nyomógombok, valamint a kézi felhúzókar reteszelésre kerül. Azonban, ha *kézi* állapotban van, akkor csak is kizárólag a KI/BE nyomógombokkal lehet működtetni a megszakítót. A BSCM modulnak köszönhetően a megszakító akut üzemmódjáról jelzést ad a távfelügyelet felé.

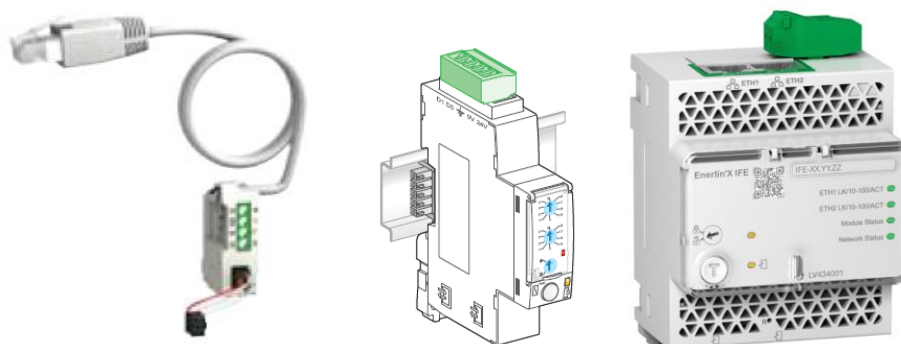
[30]

8.3.Interface modulok

A megszakítónk soros Modbus kommunikációs hálózatra történő kapcsolódása végett szükséges beépíteni Modbus interface modult. A szóban forgó megszakítónk és a Modbus interface (39. ábrán 2-es számmal jelölt eszköz) közötti összeköttetéséhez ULP (Universal Logic Plug) vezetékezési (39. ábrán 3-as számmal jelölt NSX vezeték) rendszert alkalmaz a Compact NSX termékcsalád. Az előre gyártott NSX vezeték elsősorban az adatátvitelt biztosítja a megszakító és az interface között, másrészt ezen a vezetékrendszeren keresztül látja el 24 V DC tápfeszültséggel a megszakítóban található kioldóegységet. Az interface modulba történő csatlakozás rendre RJ45-ös csatlakozón keresztül történik.

Ahogy említettem a Modbus interface alkalmazása csak a megszakítóink Modbus hálózatra való integrációját eredményezi lokálisan. A megszakítókból „kinyerhető” adatok felsőbb szintre való továbbításához azonban további protokoll konverziót kell alkalmazni. A protokoll konverziót megvalósító eszközként szintén SCHNEIDER gyártmányú, IFE Ethernet interface modult választok.

Az említett interface modulok szükségességét a 9.4. *Kommunikációs rendszerek kialakítása* című fejezetben kívánom tovább tárgyalni.



41. ábra NSX vezeték (balra) Modbus interface modul (középen), Ethernet interface modul (jobbra) [30]

A szekrényben uralkodó működtető feszültség rendre 230 V AC váltakozó feszültség, azonban az Modbus interface modul és az Ethernet interface tápellátása 24 V DC egyenfeszültséget igényel. Ezért szükséges beépíteni egy 230 V AC / 24 V DC külső tápegység modult, mely biztosítja a megfelelő feszültség nemet és szintet.



42. ábra Külső tápegység modul [30]

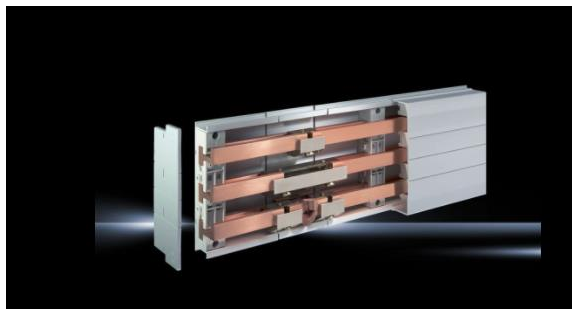
[30]

8.4. Gyűjtő sínrendszer – áramelosztás

A gyűjtő sínrendszer kiválasztásához először is meg kell határozni az elosztószekrényt ellátó transzformátor szekunder oldali áramerősségét. Figyelembe véve a 8.1. fejezetben leírt transzformátor adatok függvényében a szekunder oldali áramerősség:

$$I_{sz} = \frac{S_{tr}}{\sqrt{3} * U_{sz}} = \frac{630}{\sqrt{3} * 0,4} = 909.32 \text{ A}$$

A számított szekunder oldali áramerősség függvényében az általam kiválasztott gyűjtősínrendszer RITTAL gyártmányú, PLS 1600 típusú 3 pólusú, tokozott gyűjtősínrendszer. A gyűjtősín névleges árama 1600 A, anyaga réz.



43. ábra PLS 1600 típusú tokozott gyűjtősínrendszer [31]

A 43. ábrán látható gyűjtősínrendszer áramellátásához RITTAL gyártmányú, PLS gyűjtősínrendszerekhez gyártott 3 pólusú csatlakozóadaptert választok, melynek névleges árama 1600 A.



44. ábra RITTAL csatlakozóadapter [31]

A fenti ábrán látható csatlakozóadapterhez való csatlakozás 50 x 10 mm (szé x ma) lamellált rézsíneken keresztül történik. A rézsínek terhelhetősége 1600 A.

A gyűjtősínrendszerhez való kismegszakítók csatlakoztatásához RITTAL gyártmányú, OM típusú 3 pólusú adatpert választok, mely gyárilag kivezetett csatlakozóvezetékekkel rendelkezik.



45. ábra OM adatper kivezetett csatlakozóvezetékekkel [31]

A Compact NSX 400 megszakítók sínrendszerhez való csatlakoztatására pedig szintén RITTAL gyártmányú, CB típusú 3 pólusú készülékadaptereket választok, melyek névleges árama 400 A.



46. ábra CB típusú készülékadapter [31]

A gyűjtősínhez való csatlakozás módja felülről, a kábelkivezetés módja pedig alulról történik. [31]

8.5. Mérés rendszer kialakítása

A betápláló ág villamos paramétereinek mérésére SCHNEIDER gyártmányú, PM5110 típusú ajtó kivágásba szerelhető teljesítménymérőt választok. A mérőkészülék feszültségmérési tartománya 20...400 V AC. Figyelembe véve, hogy 0,4 kV-os hálózaton mérünk ennek értelmében nem kell feszültségváltót alkalmazni a méréshez, hanem közvetlenül beköthetők a feszültségszálak. A csatlakozó feszültségszálak védelmére 3 pólusú kismegszakítót választok.



47. ábra PM5110 típusú multi műszer [32]

A szóban forgó mérőműszer árammérési tartománya 1 és 5 A. Számítással meghatároztam, hogy a betápláló áram erőssége 909.32 A. Annak érdekében, hogy a készülék áramokat is tudjon mérni szükséges áramváltókat alkalmazni.

Figyelembe véve a betápláló áramerősséget, a mérőműszer mérési tartományát, valamint a gyűjtősínrendszer csatlakozó adapteréhez csatlakozó lamellált rézsínek keresztmetszetét az általam kiválasztott áramváltók rendre LUMEL gyártmányú, LCTB 74/50 (45) típusúak, melyek sínre fűzhetőek.

Villamos paraméterei:

$$I_p = 1000 \text{ A}$$

$$I_{sz} = 5 \text{ A}$$

$$S_n = 5 \text{ VA}$$

Pontossági osztály: 0.5S



48. ábra LCTB 74/50 (45) típusú sínre fűzhető áramváltó [33]

Az áramváltók szekunder kapcsai és a mérőműszer árambemenetei közötti kapcsolatot biztosító vezetékek keresztmetszete rendre 2,5 mm².

[32]

8.6. Leválasztás

Az MSZ 1585 „Villamos berendezések üzemeltetése” szabvány 6.2.2.101. fejezete kimondja: „Kikapcsolással meg kell szakítani a feszültségmentesítendő villamos berendezés üzemi áramát. Ha a kikapcsolást végző szerkezet önmagában teljesíteni a leválasztás követelményeit is (kisfeszültségű villamos berendezésekre az MSZ 2364/MSZ HD 60364 sorozat, az ennél nagyobb feszültségűekre a MSZ EN 61936-1 határozza meg a követelményeket), akkor ez önmagában leválasztásnak is tekinthető.”

Tehát a szabvány értelmében a villamos berendezésen történő feszültségmentes munkavégzés céljából leválasztást kell biztosítani a betáplálás felől.

Kiválasztáshoz elvégzendő számítás:

A transzformátor szekunder oldali és az elosztószekrény közötti összeköttetésre fázisonként négy darab NAYY-O típusú, egy eres 185 mm² keresztmetszetű, 0,6/1 kV-os alumínium kábeleket irányoztam elő.

A kábelek maximális üzemi igénybevétele az MSZ 13207 szabvány 9. táblázata szerint:

9. táblázat

0,6/1 kV névleges feszültségű, PVC-szigetelésű kábelek alapterhelhetősége levegőben

Tipusok	Árnyékolás nélküli			Árnyékolt			Árnyékolás nélküli			Árnyékolt		
Elrendezés	⊙ ¹⁾	⊕ ⊕	⊙ ⊙	⊕ ⊕	⊙ ⊙		⊙ ¹⁾	⊕ ⊕	⊙ ⊙	⊕ ⊕	⊙ ⊙	
Terhelt vezetők száma	1	3	3	3	3		1	3	3	3	3	
Keresztmetszet, mm ²	Rézvezetős Alapterhelhetőség A-ben						Alumíniumvezetős Alapterhelhetőség A-ben					
1,5	27	19,5	21	19,5	22	-	-	-	-	-	-	-
2,5	35	25	28	26	29	-	-	-	-	-	-	-
4	47	34	37	34	39	-	-	-	-	-	-	-
6	59	43	47	44	49	-	-	-	-	-	-	-
10	81	59	64	60	67	-	-	-	-	-	-	-
16	107	79	84	80	89	-	-	-	-	-	-	-
25	144	106	114	108	119	110	82	87	83	91		
35	176	129	139	132	146	135	100	107	101	112		
50	214	157	169	160	177	166	119	131	121	137		
70	270	199	213	202	221	210	152	166	155	173		
95	334	246	264	249	270	259	186	205	189	212		
120	389	285	307	289	310	302	216	239	220	247		
150	446	326	352	329	350	345	246	273	249	280		
185	516	374	406	377	399	401	285	317	287	321		
240	618	445	483	443	462	479	338	378	339	374		
300	717	511	557	504	519	555	400	437	401	426		
400	843	597	646	577	583	653	472	513	468	488		
500	994	699	747	626	657	772	539	600	524	556		
630	1180	-	858	-	744	915	-	701	-	628		
800	1396	-	971	-	-	1080	-	809	-	-		
1000	1620	-	1078	-	-	1258	-	916	-	-		

¹⁾ Egyenáramú rendszerben működő kábelek terhelése távoli visszavezetéssel.

49. ábra Kábelek alapterhelhetősége levegőben [29]

Három egyerű kábel alapterhelhetősége levegőben, árnyékolás nélkül, háromszög elrendezéssel 321 A, figyelembe véve egy átlagos 0,8-as csökkentő tényezőt, akkor a tényleges terhelhetőség: 256,8 A.

Mivel fázisonként három egyerű kábelt irányoztam elő, így egy fázison átfolyó maximális terhelő áram csökkentő tényezővel figyelembe véve: $0,8 \times (4 \times 321 \text{ A}) = 1027,2 \text{ A}$. A betápláló áram erőssége 909,32 A, tehát a kábelméretezés megfelelő.

A leválasztást biztosító kapcsolókészülékként az EATON gyártmányú, N4-1000 típusú szakaszolókapcsolót irányoztam elő, melynek névleges árama 1000 A. A szakaszolókapcsolóba fázisonként 4 x (50...185) mm² keresztmetszetű kábeleket lehet csatlakoztatni. A betáplálás szekrényen kívülről történő leválasztása miatt a szakaszolókapcsolót ajtókuplungos forgatókarral kell ellátni. Továbbá a szekrény ajtaján elhelyezett ajtókuplungos forgatókar kikapcsolt pozíciójában szemrevételezéssel meg tudunk győződni a villamos leválasztásról. Azonban előfordulhat olyan eset is, hogy a forgatókar pozíciója kikapcsolt állapotban van, de a hibás készülék működése miatt nem történt meg a leválasztás a betáplálásról. Azért, hogy a kezelő személyzet egzakt módon meggyőződjék a leválasztásról érdemes mindig szemrevételezéssel ellenőrizni az ajtóba szerelt mérőműszer pillanatnyi értékeit.



50. ábra N4-1000 típusú szakaszolókapcsoló [35]

[29][34][35]

8.7.Állásjelzés

Az elosztószekrényből elmenő kábelek védelmére szolgáló megszakítók aktuális állapotának jelzésére Promet gyártmányú, NEF22-WPCZ típusú elektronikus állásjelzőket irányoztam elő.

A megszakító *KINT* állapotának jelzését a megszakítóban található jelzőérintkezők felhasználásával egy alaphelyzetben zárt kontaktuson keresztül, a megszakító *BENT* állapotának jelzését pedig egy alaphelyzetben nyitott kontaktuson keresztül fogom megvalósítani.

Az állásjelző lámpák pozíciójukat tekintve:

- függőleges, piros színű csík világítása esetén – Megszakító *BENT*
- vízszintes, zöld színű csík világítása esetén – Megszakító *KINT*



51. ábra NEF22 - WPCZ típusú állásjelző lámpa [42]

8.8. Alkalmazott elosztószekrény

Az elosztószekrényben lévő készülékek megfelelő elhelyezése relatíve nagy méretű szekrényt követel meg. A követelmények kielégítésére az iparban előszeretettel alkalmazott RITTAL gyártmányú, VX SE típusú kompakt, szabadon álló szekrényrendszert választok. A szóban forgó szabadon álló szekrény, valamint ahhoz tartozó ajtók acéllemezből készültek. Stabil szekrényvázzal, két integrált szerelőlappal ellátva.

A szekrényre jellemző adatok:

- 1600 mm széles,
- 1800 mm magas,
- 400 mm mély,
- színe: szürke RAL 7035,
- védettsége: IP55



52. ábra VX SE típusú kompakt szekrényrendszer [41]

9. KAPCSOLATTEREMTÉS AZ ÜZEMIRÁNYÍTÓ KÖZPONTTAL

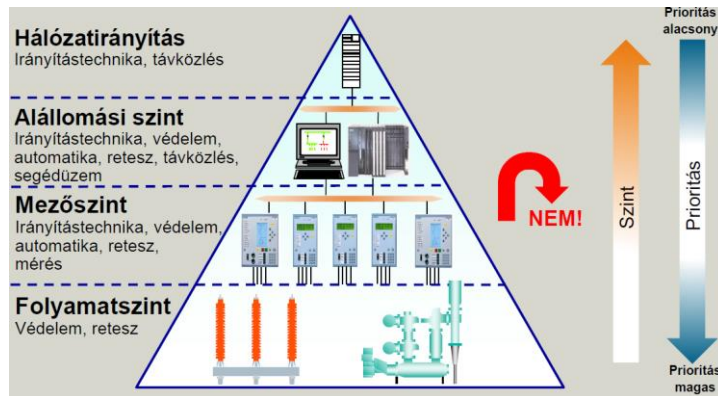
9.1. Az irányítástechnikai rendszer kialakításának célja

A diplomamunkámban tervezendő intelligens elosztószekrény célja elsősorban az ÜIK-ban, a kiefeszűltűgű elosztóhálózat irányításáért felelős diszpécserék segítése. Ugyanis az elosztószekrényben található készülékek alkalmazásával relatíve új irányítástechnikai rendszer valósul meg, melynek célja az ÜIK és a terepen lévő, távoli berendezések közötti – a berendezés állapotának megjelenítése, az események naplózása, mérések archiválása, valamint beavatkozási lehetőség megteremtése céljából történő kommunikáció megvalósítása.

Az irányítástechnika rendszer részei:

- kommunikációs rendszer
- megjelenítő munkahelyek
- mérnöki munkahelyek (készülékek távvezérlése)
- kommunikáció a távoli diszpécser központtal

Az irányítástechnikai rendszer alatt jelen esetben egymással koordinált, átgondolt együttműködésben működő elemek összességét értjük. Az irányítástechnikában lévő egyes rendszerek többnyire kapcsolatban állnak egymással, a kapcsolat egyik legfontosabb alappillére a rendszerhierarchia, és az általa megvalósított prioritási szintek.



53. ábra Középfeszültségű irányítástechnikai rendszer hierarchikus felépítése [36]

A fenti ábrával szeretném szemléltetni a rendszer hierarchikus felépítését, valamint a prioritási szinteket. A legfontosabb alapkövetelmény, hogy az alacsonyabb prioritású szint zavara szándékoltan nem befolyásolhatja a magasabb szint működését. Például nem különböztetünk meg védelmi prioritású jeleket az irányítástechnikán kívül.

[36]

9.2. Kommunikáció – Adatátvitel

9.2.1. Logikai rétegek

A modernkori számítógépes hálózatok összekapcsolása szigorúan strukturált módon történik. Vagyis a hálózat egymásra épülő szinteket úgynevezett rétegekbe rendezik. A rétegekbe szervezett részeknek funkciójukat, nevüket, tartalmukat tekintve minden egyes hálózaton rendre különböző. A szóban forgó rétegek csak is kizárólag az alattuk vagy fölöttük található rétegekkel létesíthetnek kapcsolatot. A rétegek közötti kapcsolat létesítés úgynevezett réteginterface-n keresztül történik, ez lehet mondjuk egy hálózati kártya.

Az azonos szinten lévő rétegek tudnak csak egymással kommunikálni. A rétegek közötti kommunikációs szabályt úgynevezett protokollnak hívják. A protokoll határozza meg ugyanazon hálózatba kapcsolt számítógépek közötti kommunikációs szabályait, így biztosítva a kompatibilitást különböző gyártók termékei között. A rétegeket és protokollokat alkotó halmazokat úgynevezett hálózati architektúrának szokás nevezni.

A különböző rétegek feladataira, azok felosztásaira úgynevezett hálózati referenciamodellt alkottak meg. Ezt a modellt OSI (Open System Interconnect) nevezik. A hálózati modell 7 különálló rétegből áll.

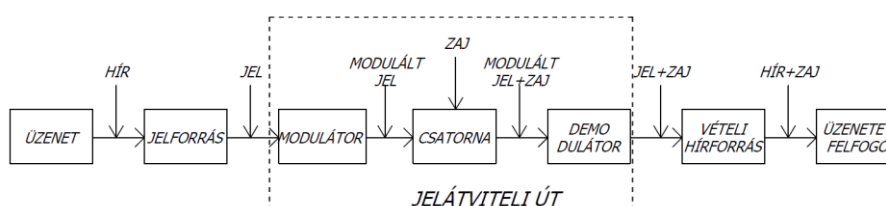
RÉTEG SZÁMA	RÉTEG NEVE
7.	Alkalmazási réteg
6.	Megjelenítési réteg
5.	Viszonyréteg
4.	Szállítási réteg
3.	Hálózati réteg
2.	Adatkapcsolati réteg
1.	Fizikai réteg

54. ábra OSI réteg modell [3]

[3][36]

9.2.2. Kommunikációs rendszerek általános modellje

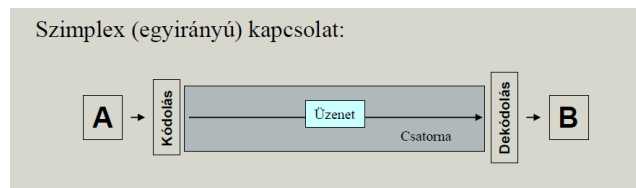
A híradástechnika alapvető feladata, hogy egymástól távoli helyek között híreket, információkat továbbítson.



55. ábra Kommunikációs rendszerek általános modellje

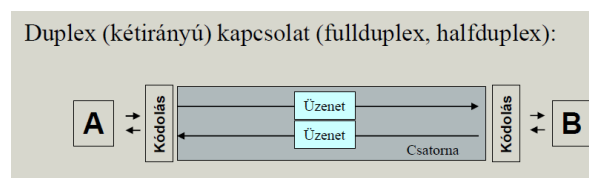
Az információ halmaz, az üzenet továbbítása céljából az 55. ábra szerint az üzenetet időfüggvénné kell átalakítani. Ezt nevezzük hírnak. A hírt valamilyen elektromágneses jellé alakítva kapjuk a jelet. Az átalakított jel a modulátorba érkezik, ahol az átviteli csatornán továbbítható elektromágneses jellé alakítják át. Az átviteli csatorna köti össze azt a két távoli helyet, amelyek között az információra szükségünk van. A csatornában a jelhez minden esetben zaj keveredik. A híradástechnika egyik legnagyobb problémája: a zajos csatornán felismerhetően eljuttatni a jelet a vivő oldalra. Itt a demodulátorban a jelrögzítők számára felismerhető jelekké alakul át a csatornából jövő jel és a zaj. Ezt hírré (+zaj), majd üzenetté (+zaj) alakítjuk.

9.2.3. Két elem kommunikációja információ áramlás iránya szerint



56. ábra Szimplex (egyirányú) kapcsolat [36]

A fenti ábrán a *szimplex* kapcsolat egyszerűsített modelljét láthatjuk. Egyirányú kommunikációs kapcsolat esetén a küldeni kívánt jelek, jelzések, valamint információk áramlásának iránya csak és kizárólag a küldőtől indul a vevőig. Vagyis a vevőtől nem áramolhat információ ellenkező irányba a küldő felé. Egyirányú kommunikációs kapcsolat lehet a TV például.



57. ábra Duplex (két irányú) kapcsolat [36]

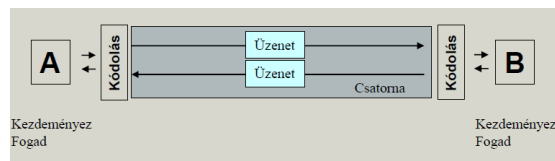
A fenti ábrán a *duplex* kapcsolat egyszerűsített modelljét láthatjuk. Kétirányú kommunikációs kapcsolat esetén a küldeni kívánt jelek, jelzések, valamint információk áramlásának iránya a kapcsolatban résztvevők között mindkettő irányban történhet. Vagyis mindkettő fél lehet adó és vevő is. A duplex kapcsolaton belül megkülönböztetünk *fullduplex*, valamint *halfduplex* kommunikációt.

Fullduplex rendszer esetén mind az adó, mind a vevő egyszerre kommunikálhat. Ilyen például telefonbeszélgetés is, mikor mindkettő fél egyszerre beszélhet.

Halfduplex rendszer esetén is engedélyezett a kétirányú kommunikáció, azonban egy időpillanatban csak egyetlen egy irány használható.

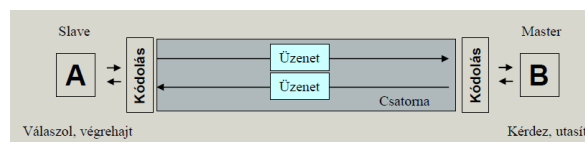
Kétirányú kommunikációs kapcsolat valósul meg például az üzemirányító központok és a vezérelni, vagy szabályozni kívánt berendezés között.

9.2.4. Két elem kommunikációja kommunikáló felek relációja szerint



58. ábra Mellérendelt kommunikációs felek [36]

A fenti ábra a mellérendelt kommunikációs felek viszonyait mutatja be. Ebben a buszhozzáférési eljárásban nincs kitüntetett szerepű eszköz, amely irányíthatná, hogy a többi eszköz vagy modul közül melyik férhetne hozzá a buszrendszerhez.



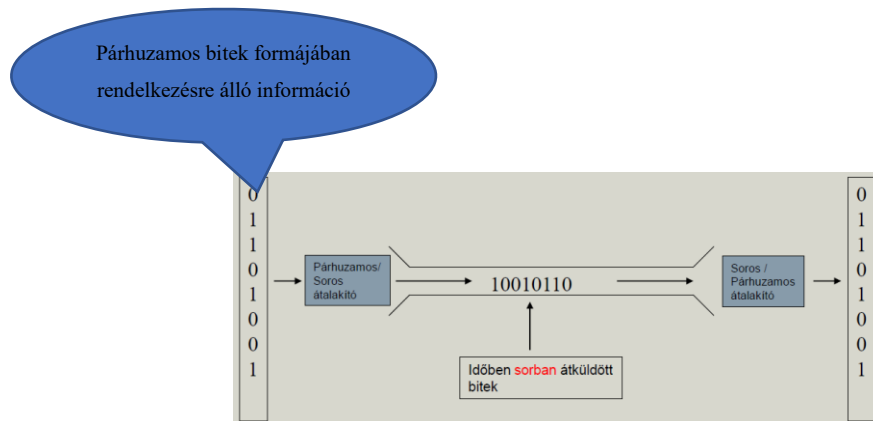
59. ábra Alá-fölérendelt kommunikációs felek [36]

A fenti ábra pedig a Master – Slave kommunikációs felek viszonyait reprezentálja. Ebben az esetben van egy kitüntetett szerepű eszköz, aki a Master szerepét tölti be. A Master dönt, hogy a buszrendszeren lévő Slave eszközök közül ki férhet hozzá a buszhoz. Az adatok küldése jellemzően csak a Master irányába történik, aki az adatokat szükség esetén továbbítja. Fontos megjegyezni, hogy csak egyetlen egy Master lehet, míg a Slave-k csak figyelik annak lekérdezéseit.

[36]

9.3.Modbus soros kommunikációs protokoll

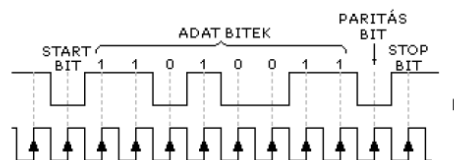
Soros kommunikációról vagy adatátvitelről akkor beszélünk, ha a továbbítani kívánt üzenet minden egyes bitjének továbbítása időben egymás után valósul meg.



60. ábra Soros adatátvitel szemléltető ábrája [36]

A fenti ábrán látható, hogy a továbbítandó adatbitek egymás mögött, időben eltolva helyezkednek el, ebben a sorrendben hagyják el a kiinduló „állomást”, és ugyanebben a sorrendben érkeznek be a „célállomásra”. Vagyis egy időpillanatban az átviteli csatornán csak egyetlen egy bit halad. A soron következő bit pedig az alkalmazott adatátviteli közeg sebességnek megfelelő idő elteltével kerül továbbításra. Az adatátvitel történhet szinkron és aszinkron módon.

Szinkron adatátvitel: Mind az adóban, mind a vevőben szinkronban járó óra működik. A biteket időegységenként küldik, illetve fogadják. Folyamatosan szinkronizálják az időt a hasznos adatokat tartalmazó üzenetek között.

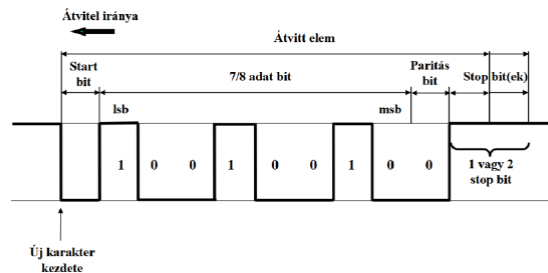


Szinkron átvitel

61. ábra Szinkron átvitel [36]

Aszinkron adatátvitel: Az átvitel nem folyamatos („csönd” is lehet az átviteli csatornán), az üzenetek „start” és „stop” bitek között haladnak át a csatornán. A vevő az órajelet a „start” bit időtartama alapján szinkronizálja. Az átvitelre vonatkozó sebesség mértékegységét baud rate-

tel szokás jellemezni (Bit/s). Ez a mértékegység azt mutatja meg, hogy a soros vonalon egy másodperc alatt hány bit információ haladhat át. Legelterjedtebb átviteli sebességek villamos irányítástechnikában: 9600, 19200, illetve 38400 Bit/s.



62. ábra aszinkron átvitel [36]

A villamosenergia-rendszer irányítástechnikai megoldásban előszeretettel alkalmaznak olyan ipari eszközöket, melyek a Modbus protokollt alkalmazzák RS-323, RS-485 vagy Ethernet közegekben. A protokoll irányítástechnikai rendszerekben való terjedésének okai elsősorban az, hogy ipari környezetben szem előtt tartva fejlesztették azokat, mindenki számára nyíltan elérhető és jogdíjat sem kell érte fizetni, telepítése és karbantartása relatíve könnyű, valamint nem korlátozzák a kereskedőket az alkalmazásukban.

A soros Modbus kommunikációs kapcsolatban alapvetően három típust különböztetünk az átvitel módja szerint:

- 1 Modbus/TCP – ami kliens/szerver modellen alapul,
- 2 Modbus/RTU – ami RS-323 vagy RS-485 szabványon alapuló aszinkron soros átvitelen alapul, az üzenetek binárisan vannak kódolva
- 3 Modbus/ASCII – ami eltérő adatformátum kivételével az RTU protokollhoz hasonlít, az üzenetek ASCII formátum szerint kódoltak

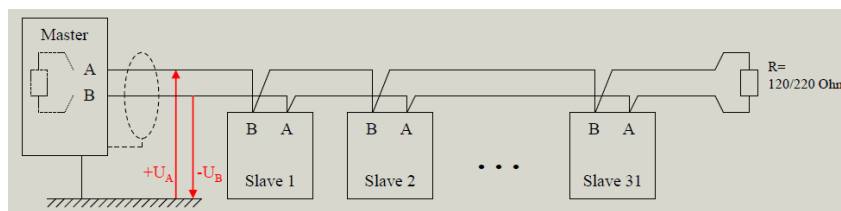
Az általam megvalósított kommunikációs rendszer *Modbus/RTU* (Remote Terminal Unit) protokollon alapszik.

A Modbus/RTU-n, mint soros kommunikációs protokollban az adatcsere a 9.2.4. fejezetben ismertetett Master/Slave kapcsolaton alapul. Vagyis a Modbus/RTU-n egy Master készülék, ami lehet egy Gateway és több Slave készülék összekapcsolását teszi elérhetővé. A mi felhasználásunkban Slave-ek lehetnek mondjuk mérő- és vezérlőrendszerek vagy kapcsolókészülékek. A kommunikáció ebben a formában lekérdezéssel vagy adatlehívással történik, itt a kizárólag a Master olvas, a Slave adatait pedig írja.

A Modbus, mint soros kommunikációs modell az OSI modell fizikai rétegében van jelen.
[3][36][37][38][39]

9.3.1. Modbus/RTU – RS485 soros adatátvitel

Az RS-485 soros adatátviteli hálózaton alkalmazott Modbus/RTU protokollnak való elterjedése annak olcsósága miatt, valamint a nyíltan hozzáférhető forráskód elérhetősége tette lehetővé. Előző fejezetben említettem, hogy az RS-485 szabvány szerint a Modbus/RTU csak is kizárólag soros Master/Slave kommunikáció jellemzőit határozza meg. A szóban forgó protokollra és hálózatra jellemző nagy megbízhatósága miatt előszeretettel alkalmazzák PLC-k közötti adatátvitelre, adatok gyűjtésére ipari környezetű folyamatirányításokban, villamosenergia-elosztóhálózatokon állapot ellenőrzésre, valamint a hálózatok működtetésére. Ezt a hálózattípust előszeretettel alkalmazzák lokális környezetben, ahol kis távolságokat kell áthidalni. Az RS-485 topológiáját illetően csak is kizárólag soros busz készülékek kapcsolódását engedélyezi a hálózatra.



63. ábra Soros Busz topológia [36]

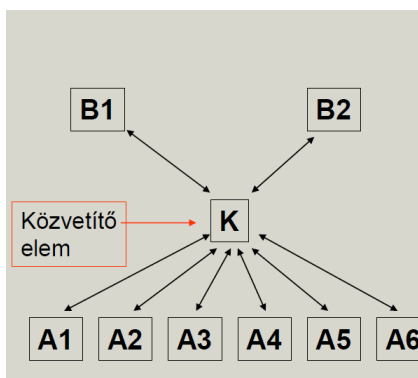
A fenti ábrán láthatjuk, hogy a busz hálózatra maximum 32 résztvevő csatlakozhat. Ebből 1 résztvevő mindig a Master, és maradék 31 a Slave-k. A vonal adatforgalmát a Master koordinálja, a Slave-eket pedig 1-31-ig terjedő címmel azonosítanak. Azonban a tapasztalatok az mutatják, hogy minél több a Slave-k száma, annál lassabb az adatátvitel. A gyakorlatban legtöbbször maximum 14-16 darabnál többet nem csatlakoztatnak a hálózatra. Az átvitel módja a 9.3. fejezetben ismertetett aszinkron átvitel szerint történik, a 9.2.3. fejezetben tárgyalt halfduplex üzemben. Az RS-485 soros kommunikációs hálózat terjedelme maximum 1200 méter lehet. A hálózat végét jellemzően 120 vagy 220 Ω -os ellenállással szokás lezárni elektromos zavarok védelme érdekében.

[36][38][39]

9.4. Kommunikációs rendszer kialakítása

9.4.1. Rendszerfelépítés ismertetése

A rendszerek elemi kommunikációs kapcsolatokról épülnek fel, felépítése pedig több résztvevőn keresztül valósul meg.

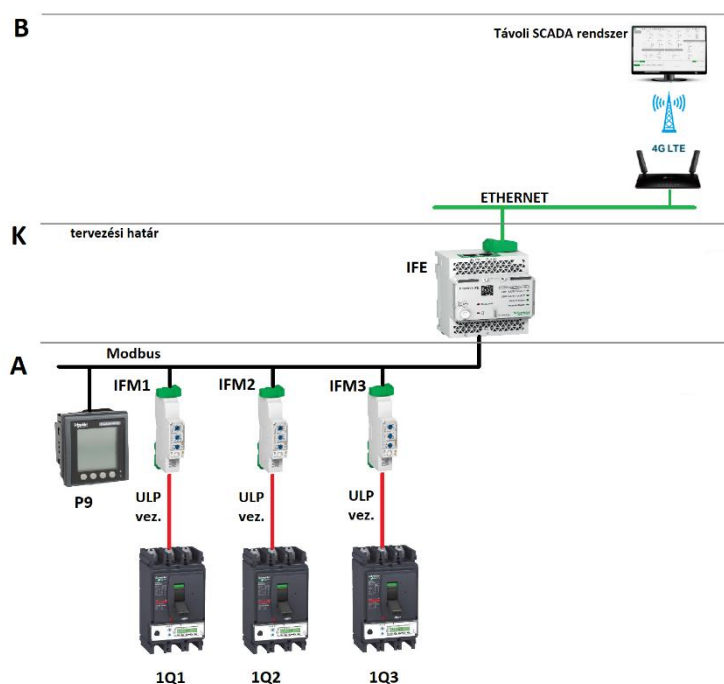


64. ábra A rendszerben résztvevők viszonyai egymáshoz képest [36]

Az általam megvalósított kommunikációs rendszerben az „A” - val jelölt résztvevők halmazát a megválasztott Compact NSX 400 megszakítók és a hozzájuk tartozó interface modulok, valamint a PM5110 teljesítménymérő eszköz képzik.

A „K” - val jelölt résztvevők halmazát a már említett közvetítő elem képzik. Ez lehet valamilyen fejgép/RTU. Ennek a halmaznak a célja, az adatkoncentráció, vagyis az alárendelt készülékek adatainak strukturált gyűjtése, kezelése. Továbbá a kommunikációs illesztések (protokoll konverzió) felsőbb irányok felé. Az RTU szerepét a 8.3. fejezetben bemutatott Ethernet interface modul fogja betölteni.

A „B” -vel jelölt résztvevők halmazában valósul meg a már sokat említett, 6.1. fejezetben ismertetett SCADA funkciók. Vagyis az diszpécserközpontok kezelői felülete, ami lehet monitoros megjelenítő, vezénylő tábla, kezelői munkahely, védelmes munkahely stb.



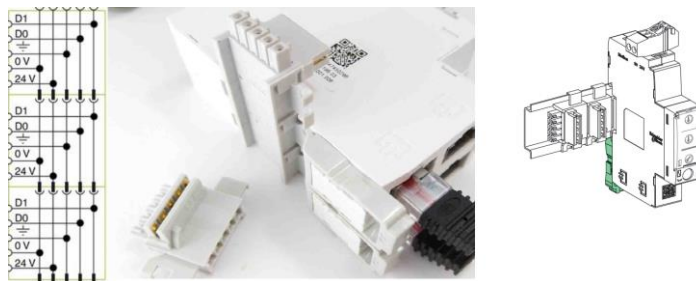
65. ábra Kommunikációs hálózat felépítése

A fenti ábra reprezentálja az általam kiválasztott és ismertetett készülék milyen elemi kommunikációs kapcsolatban állnak egymással. Látható, hogy a *1Q1*, *1Q2*, *1Q3* tervjellel ellátott megszakítók Modbus/RTU soros kommunikációs hálózatra való csatlakoztatása a hozzájuk tartozó *IFM1*, *IFM2*, *IFM3* tervjelű interface modulok segítségével valósul meg. Az interface modulok végzik a megszakítók saját egyedi kommunikációs protokollja és a Modbus/RTU protokoll közti konverziót. Vagyis az interface modulok teremtenek kapcsolatot a „K” - val jelölt közvetítő elem halmazában található *IFE* tervjelű Ethernet interface modullal. A *P9* tervjellel ellátott teljesítménymérő gyárilag rendelkezik Modbus/RTU kommunikációs porttal, így a kommunikációs hálózatra történő csatlakoztatása nem kíván közbenső interface modul beépítését. A 9.2.4-es fejezetben leírtak szerint hálózatra kapcsolódó megszakítók, és a teljesítménymérő a *Slave* -ek szerepeit töltik be. A fekete vonallal megjelölt kommunikációs hálózaton az adatátvitel a 9.3.1. fejezetben ismertetett RS485-ös szabványon alapszik, melyet aszinkron átvitel jellemez, halfduplex üzemben.

A korábban említett *IFE* tervjelű Ethernet interface modul fő funkciója a Modbus/RTU eszközök összekapcsolása. Továbbá itt is protokoll konverzió valósul meg az adatok felsőbb szintekre való küldéséhez. Az iparban előszeretettel alkalmazzák az Ethernetes protokollt a távoli SCADA rendszer elérése végett. Így az említett Ethernet interface modul végzi a

Modbus/RTU protokoll és a Ethernetes protokoll közötti konverziót. Továbbá a megtervezett kommunikációs hálózatban ez a modul a *Master* szerepét tölti be.

A könnyebb és gyorsabb szerelhetőség végett az említett interface modulokat speciális gyorscsatlakozó kiegészítővel vannak ellátva. A gyorscsatlakozó DIN sínre pattintható, mely használatba vételével nem kell a modulokat külön vezetékkel felfűzni, valamint nem kell külön vezetékvezéssel biztosítani a 24 V DC tápellátást azok számára. Ugyanis a modulok gyorscsatlakozóra való felhelyezésével biztosítva van az adatátvitel, valamint a 24 V DC tápellátás azok között. Így elég csak az első modult ellátni tápfeszültséggel és a gyorscsatlakozókon keresztül kapnak ellátást a fennmaradó modulok.



66. ábra Gyorscsatlakozók szemléltető ábrája

10.KÖLTSÉGVETÉS KÉSZÍTÉSE

Megnevezés	Gyártó	Mennyiség		Tervjel	Egység ár (Ft)	Összesen (Ft)
Szabadonálló acéllemez szekrényrendszer, szerelőlappal 1600mm x 1800mm x 400mm (szé x ma x mé) védettsége: IP 55 színe: szürke RAL 7035	RITTAL	1	db	AE	496 645	496 645
Feneklemezre helyezhető kábel bevezető	RITTAL	2	db	AE	22 247	44 494
E-Cu speciális gyűjtősín, 1095 mm hosszú, névleges áram: 1600 A	RITTAL	3	db		201 900	605 700
Gyűjtősíntartó PLS 1600 A sínrendszerekhez, 3 pólusú, szürke RAL 7035	RITTAL	5	db		16 497	82 485
Csatlakozó adapter PLS 1600 A sínrendszerekhez, 3 pólusú, kábelkivezetés fent/lent, RAL 7035	RITTAL	1	db		55 999	55 999
OM csatlakozóadapter csatlakozóvezetékkel PLS 1600 A sínrendszerekhez, 3 pólusú, névleges áram: 16 A, szürke RAL 7035	RITTAL	1	db		9 226	9 226
CB készülékadapter NSX 400 megszakítóhoz, 3 pólusú, alsó kábeles kivezetés, PLS 1600 A sínrendszerekhez, névleges áram: 400 A, RAL7035	RITTAL	3	db		63 990	191 970
Lamellált rézsín, hossz 2000 mm, névleges áram: 940 A, réz anyagú	RITTAL	2	db		57 990	115 980

Öntötházazs kompakt megszakító, védelemmel ellátva, 3 pólusú In = 400 A Imegsz. = 36 kA (480 V AC/DC) Un = 690 V Micrologic 5.3 A kioldó egységgel	SCHNEIDER	3	db	1Q1-3	561 893	1 685 679
Kommunikáció képes motormechanizmus működtető feszültség: 230 V AC	SCHNEIDER	3	db	1Q1-3	438 680	1 316 040
Megszakító állapotvezérlő modul, névleges feszültség: 24 V DC	SCHNEIDER	3	db	1Q1-3	80 680	242 040
NSX vezeték BSCM modulhoz, 1,3 méter	SCHNEIDER	3	db	1Q1-3	26 161	78 483
Modbus interface modul, névleges feszültség: 24 V DC, 2 ULP RJ45 csatlakozó, 2 db Modbus RJ45 csatlakozó	SCHNEIDER	3	db	IFM1-3	84 285	252 855
Ethernet interface modul, névleges feszültség: 24 V DC, 2 ULP RJ45 csatlakozó, 1 db Modbus RJ45 csatlakozó	SCHNEIDER	1	db	IFE	108 614	108 614
ULP vonali véglezáró	SCHNEIDER	3	db	IFM1-3	8 964	26 892
RJ 45 modbus adapter	SCHNEIDER	1	db	B	28 625	28 625
Tápegység modul Bemeneti feszültség: 200-240 V AC / DC Kimeneti feszültség: 24 V DC Kimeneti áram: 1 A Teljesítmény: 24 W	SCHNEIDER	1	db	U	135 912	135 912
Ajtókivágásba szerelhető teljesítménymérő, mérések típusai: áram, feszültség, frekvencia, energia Un = 100...440 V AC / DC In = 1, 5 A RS 485 (Modbus) soros kommunikációs port	SCHNEIDER	1	db	P9	166 959	166 959

10-es gyűjtő csatlakozó kommunikációs interfész modul	SCHNEIDER	4	db	IFM1-3 IFE	67 198	268 792
Kézi működtetésű szakaszoló kapcsoló, 3 pólusú, névleges áram: 1000 A	EATON	1	db	Q4	511 809	511 809
Kismegszakító, 10 kA, 3 pólusú, C karakterisztikájú, 6 A	EATON	1	db	F1	14 162	14 162
Kismegszakító, 10 kA, 1 pólusú, C karakterisztikájú, 6 A	EATON	1	db	F2	3 730	3 730
Kismegszakító, 10 kA, 1 pólusú, C, DC, karakterisztikájú, 1 A	EATON	1	db	F3	9 420	9 420
Sínre fűzhető áramváltó Ip = 1000 A Is = 5 A S = 5 VA cl. 0.5S	LUMEL	3	db	T1.1-3	10 586	31 758
Állásjelző, kerek D=22mm, piros/zöld, "+" szimbólummal, Un = AC/DC 24..230 V	PROMET	3	db	1BÁJ 2BÁJ 3BÁJ	10 975	32 925
Átmenő sorkapocs, bézs színű, 4 mm ²	WEIDMÜLLER	21	db	X1, X2, X2.1, XA	417	8 757
Átmenő sorkapocs, kék színű, 4 mm ²	WEIDMÜLLER	1	db	X1	321	321
Átmenő sorkapocs, zöld/sárga színű, 4 mm ²	WEIDMÜLLER	1	db	X1	951	951
Hosszbontó, mérőhüvellyel, áramváltókhoz, bézs színű, 6 mm ²	WEIDMÜLLER	6	db	XM	3 937	23 622
Végbak, szürke színű	WEIDMÜLLER	6	db		564	3 384
Felirat tartó, sorkapocs jelölő	WEIDMÜLLER	5	db	X1, X2, X2.1, XA, XM	282	1 410
Véglap, bézs színű, 2,5-10 mm ² átmérőjű sorkapcsokhoz	WEIDMÜLLER	4	db	X1, X2, X2.1, XA	274	1 096
35x7.5mm tartósín, 2 méter hosszú	WEIDMÜLLER	2	db		12 870	25 740

Teljes összeg: 6 582 475 Ft

A szekrényre vonatkozó tervdokumentációkat (egyvonalas kapcsolási rajz, előlnézeti rajz, áramúterv, sorkapocsterv, belső elrendezési rajz) a 15. fejezetben található mellékletek tartalmazzák!

11.ÖSSZEFOGLALÓ

A diplomamunkám témája egy intelligens kiefeszűtsűgű elofztóhálózati elofztószekrény tervezése, melyben egy lehetsűges megvalósítást dolgoztam ki koncepcionális tervezés útján.

A tervezési munkám célja elsűsorban a villamosenergia-ellátás biztonságának fokozása, az ellátás folytonosságára jellemző *SAIFI* és *SAIDI* űzemzavari mutatók csökkentése, valamint a hibahelyek gyorsabb, egysűrűbb behatárolása az alkalmazott készülékek segítségével. A cél elérése érdekében utánajártam, hogy milyen távműködtethető kapcsolókészűlékek és mérőkészűlékek terjedtek el a kiefeszűtsűgű elofztóhálózatokon, melyek kétirányú kommunikációra képesek. Ugyanis a kétirányú kommunikációból eredően érvényesűlt az intelligens szó az elofztószekrényre.

Részleteiben ismertettem, hogy a tervezett intelligens elofztószekrény integrációja a kiefeszűtsűgű elofztóhálózatokon milyen korszerű fejlesztéseket vonna maga után, például a SCADA rendszerbe illesztése hogyan segítené elő az űzemirányító központokban dolgozó diszpűcserek munkáját, vagy az okosmérűkből kinyert adatok ismeretében hogyan tudnák befolyásolni az áramszolgáltatók a fogyasztói szokásokat olcsóbb az olcsóbb villamosenergia felhasználására.

Ismertettem a megtervezett elofztószekrény felépítését készülékek szintjén, egyes készülékek kiválasztásához számításokat is kellett végeznem a tanult készülék kiválasztási szempontok alapján. Bemutattam, hogy a tervezési határon belül milyen elemi kommunikációs kapcsolatban állnak a szekrényben lévő készülékek, és azokból kiolvasható adatokat hogyan lehet a felsűbb szintek felé továbbítani. Végűl egy összesített költségvetést készítettem az egész elofztószekrényre vonatkozóan.

Dr. Pálfi Judith és Dr. Holcsik Péter számos kutatást végeztek a kiefeszűtsűgű hálózatok korszerűsítésével kapcsolatban. Az eredmények több szempontból bizonyították, hogy az általuk kidolgozott elméletek radikális változást okozna a szóban forgó kiefeszűtsűgű hálózatokon. űgy gondolom, hogy a diplomamunkámban megtervezett elofztószekrény alkalmazása egy lehetsűges megoldás lenne a kutatási eredmények elérése céljából.

12.SUMMARY

The topic of my dissertation is the design of an intelligent low-voltage power distribution cabinet, in which I developed a possible implementation with conceptual design.

The main goal of my design work is to increase the security of electricity supply, to reduce the SAIFI and SAIDI failure indicators characteristic of the continuity of supply, and faster, easier delineation of faults using the applied devices. To achieve this goal, I found out what kind of remotely operated switching

devices and measuring devices have spread on low-voltage distribution networks that are capable of two-way communication. Therefore as a result of two-way communication, the intelligent word prevailed for the distribution cabinet.

First of all, I detailed that what kind of modern developments would the integration of the planned intelligent low-voltage power distribution cabinet entail, for example, how integrating SCADA into the system would facilitate the work of dispatchers working in plant control centers, or how, given the data extracted from smart meters, electricity suppliers could influence consumer habits to use cheaper electricity.

Secondly, I described the structure of the planned switchboard at the device level, to select some devices I also had to perform calculations based on the selected device selection criteria. I have introduced the basic communication relationship of the devices in the cabinet within the design boundary and how the data read from them can be transmitted to higher levels. At last but not least, I made an overall budget for the entire distribution cabinet.

Dr. Judith Pálfi and Dr. Péter Holcsik have conducted several types of research on the modernization of low-voltage networks. The results demonstrated in several respects that the theories they developed would cause a radical change in the low-voltage networks. I believe that the use of a distribution cabinet designed in my dissertation would be a possible solution to achieve the results of the research.

13. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Holcsik P., 2020. *A kifesztésű villamos elosztóhálózat ellátásbiztonságának korszerű megoldásai*. [egyetemi doktori disszertáció]. Budapest: Biztonságtudományi Doktori Iskola, Óbudai Egyetem, Elérhető: [Doktori disszertációk | Óbudai Egyetem Könyvtára \(uni-obuda.hu\)](#)
- [2] Borsody Z.: A magyar villamosenergia rendszer üzemirányítása, [Hálózatok-üzemirányítása-x.pdf \(uni-miskolc.hu\)](#) (letöltve: 2021.07.19.)
- [3] Dr. Kádár P. & Haddad R.: Hálózatfelügyeleti rendszerek, ÓE KVK XXXX, Budapest, 2014
- [4] Dr. Morva Gy.: Villamosenergetika, [Villamosenergetika Dr. Morva, György - PDF Free Download \(docplayer.hu\)](#) (letöltve: 2021.07.30.)
- [5] Dr. Oláh F. & Dr. Rózsa G.: VILLAMOSENERGIA-ELLÁTÁS, Győr, 2009 (ISBN: 978-963-9819-47-4)
- [6] Dr. Grabner P.: MEE EISZ – Astron Informatikai Kft. szakmai rendezvény, Budapest 2017.11.16., [ASTRON 2017 v1 GP.pdf](#) (letöltve: 2021.08.06.)
- [7] MEE, Digitalizáció a hálózati egyensúly kialakításában, Budapest, 112, évfolyam, 2019/7-8, [et2019-7-8.pdf \(mee.hu\)](#) (letöltve: 2021.08.06.)
- [8] Magyar Szabványügyi Testület, 2011. MSZ EN 50160 *A közcélú hálózatokon szolgáltatott villamos energia feszültségjellemzői*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület
- [9] Dr. Kádár P.: Villamos hálózatszámítás, ÓE KVK XXXX, Budapest, 2014
- [10] Csank A.: Távműködtetés megvalósítása az ELMŰ – ÉMÁSZ elosztóhálózatán, a MEH mutatók javítása érdekében, 55. Vándorgyűlés, Eger, 2008.09.9-12., [B_45_Csank_A.pdf \(mee.hu\)](#) (letöltve: 2021.08.11.)
- [11] Orlay I., Fazekas B., Wéber Z., Chis Dumitru, A Smart Grid fogalom megvalósítása (oszlopmegszakító) segítségével
- [12] Fodor L.: Az okosmérés előírásai a villamosenergia-szektorban, Iustum Aequum Salutare, XII. 2016.1. * 217-239. [24.pdf \(mtak.hu\)](#) (letöltve: 2021.08.17.)
- [13] Európai Parlament és Tanács, irányelv, 2012/27/EU, 2012. október 25. Az energiahatékonyságról, a 2009/125/EK és a 2010/30/EU irányelv módosításáról, valamint a

2004/8/EK és a 2006/32/EK irányelv hatályaon kívül helyezéséről (EGT-vonatkozású szöveg).

Elérhető: [EUR-Lex - 32012L0027 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)

[14] MVM Hálózat, Általános tájékoztatás az okos mérésről, Elérhető:

[Általános tájékoztatás az okos mérésről MVM Hálózat \(mvmhalozat.hu\)](#)

[15] Dr. Morva Gy., & Fábíán A.: Mi van veled okosmérés? Villanyszerelők lapja, 2014/04. lapszám, 2014.04.18., Elérhető: [Mi van veled okosmérés? \(villanylap.hu\)](#)

[16] Schalbert E.: Smart metering Magyarországon, VGF épületgépészeti szaklap, 2014.12, 2014/12. lapszám, Elérhető: [Smart metering Magyarországon \(vgfszaklap.hu\)](#)

[17] Kádár P.: A fogyasztói és áramszolgáltatói együttműködés célja és lehetőségei, III. BMF Energetikai Konferencia 2008, Budapest 2008.11.25., [Microsoft Word - 2_KadarPeter.doc \(uni-obuda.hu\)](#) (letöltve: 2021.09.01.)

[18] Bessenyei T.: Kommunikáció az intelligens háztartási készülékekkel, Intelligens Energiarendszerek 2007, 2007.11.17., [Kommunikáció az intelligens háztartási készülékekkel \(uni-obuda.hu\)](#) (letöltve: 2021.09.01.)

[19] MAVIR, VER aktuális adatok, Rendszerterhelés Elérhető: [Rendszerterhelés - MAVIR - Magyar Villamosenergia-ipari Átviteli Rendszerirányító Zrt.](#)

[20] MVM NEXT, Lakossági Egyetemes szolgáltatói árak 2019.1, Elérhető: [MVM ~ Lakossági egyetemes szolgáltatói díjak \(mvmnext.hu\)](#)

[21] Dr. Kádár P., Haddad R., Dr. Morva Gy., Orlay I., Szén I., Wéber Z., Bessenyei T.: Smart hálózatok, ÓE KVK XXXX, Budapest, 2014

[22] Magyar Szabványügyi Testület, Zajdon Anna, Intelligens hálózatok, 2020.03., Elérhető: [Magyar Szabványügyi Testület > Szabványosítás > Hírek > 2020 > 03 > Intelligens hálózatok \(mszt.hu\)](#)

[23] Counterpoint, Global Smartwatch Shipments Rise 1.5% in 2020; Price Trends Going Premium, 2021.03.5., Elérhető: [Global Smartwatch Shipments Rise 1.5% in 2020:Counterpoint Research](#)

[24] Apple, Apple Watch Series 7, Elérhető: [Watch – Apple \(HU\)](#)

[25] Holcsik P., Pálfi J.: SCADA funkciók használata a kisfeszültségű hálózati üzemirányításban, X. Energetikai Konferencia 2015 – Smart City, Budapest, 2015.11. 10.

[26] Pálfi J., 2018. *Big Data módszerek alkalmazása az áramszolgáltatásban*. [egyetemi doktori disszertáció]. Budapest: Alkalmazott Informatika és Alkalmazott Matematikai Doktori

Iskola, Óbudai Egyetem, Elérhető: [Doktori disszertációk | Óbudai Egyetem Könyvtára \(uni-obuda.hu\)](#)

[27] Dr. Bodnár I.: Villamosenergetika és Biztonságtechnika, Miskolc 2019, (ISBN: 978-615-00-4277-0)

[28] Villamosságbolt, Webshop, NAYY-O 1x240 RM 0,6/1 kV, Elérhető: [Kábel vezeték NAYY-O 1x240 RM 0,6/1 KV \(villamossagbolt.hu\)](#)

[29] Magyar Szabványügyi Testület, 2000. *MSZ EN 13207 0,6/1 kV-tól 20,8/36 kV-ig terjedő névleges feszültségű erősáramú kábelek és jelzőkábelek kiválasztása, fektetése és terhelhetősége*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület

[30] SCHNEIDER ELECTRIC: Compact NSX, Kisfeszültségű öntötházas megszakítók és szakaszolókapcsolók, Mérés és kommunikáció, Online katalógus, [untitled \(schneider-electric.com\)](#) (letöltve: 2021.09.10.)

[31] RITTAL: Termékek, Áramelosztás, Gyűjtősínrendszerek, Elérhető: [Gyűjtősínrendszerek \(rittal.com\)](#)

[32] SCHNEIDER ELECTRIC: PowerLogic PM5100 series, User manual, Online katalógus, [PowerLogic™ PM5100 series \(schneider-electric.com\)](#) (letöltve: 2021.10.21.)

[33] LUMEL: LOW – VOLTAGE CURRENT TRANSFORMERS, Online katalógus, [Current transformers catalog 2021.pdf \(lumel.com.pl\)](#) (letöltve: 2021.10.21.)

[34] Magyar Szabványügyi Testület, 2016. *MSZ 1585 Villamos berendezések üzemeltetése*, Budapest: Magyar Szabványügyi Testület

[35] EATON: DATASHEET – N4 1000, Switch – disconnector 3p 1000A BG4, Online adatlap, [Eaton-266026-N4-1000-en GB.pdf](#) (letöltve: 2021.10.27.)

[36] Czetka Z.: Irányítástechnika, Tervezői oktatás – szekundertechnika, Budapest, 2021.02.03.

[37] WAGO, Termékek, MODBUS, Elérhető: [MODBUS – ipari kommunikációs protokoll | WAGO HU](#)

[38] Modbus hálózatok az ipari kommunikációban, [Modbus hálózatok az ipari kommunikációban \(u-szeged.hu\)](#) (letöltve: 2021.11.01.)

[39] Modbus kommunikáció légkondicionálókhoz, [2011年向け小型壁掛け商品紹介 \(columbus-klima.hu\)](#) (letöltve: 2021.11.01.)

[40] Kuti J.: Kisfeszültségű hálózatok, [Microsoft Word - 6_1398_tartalomelem_001_munkaanyag_100906.docx \(nive.hu\)](#) (letöltve:2021.11.14.)

[41] RITTAL: Termékek, Kapcsolószekrények, Szekrényrendszerek, Elérhető: [Szekrényrendszerek \(rittal.com\)](#)

[42] EBAY: Nef22 – WPCZ Position Indicator 22mm Flat IP66 Colour Red/Gren Promet
Elérhető: [Nef22-wpcz Position Indicator 22mm Flat Ip66 Colour Red/green Promet for sale online | eBay](#)

14.ÁBRAJEGYZÉK

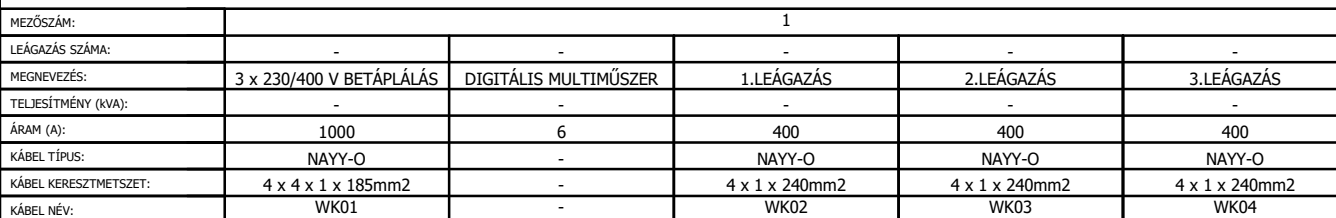
1. ábra A magyar villamosenergia-rendszer és irányításának hierarchikus felépítése [2]	6
2. ábra A magyar nagyfeszültségű alaphálózat [1]	7
3. ábra AZ UCTE rendszeregyesülés országai [4]	10
4. ábra Sugaras hálózat [5]	11
5. ábra Gyűrűs - Íves hálózat [5]	12
6. ábra Gyűrűs - Íves hálózat [5]	12
7. ábra Párhuzamos vezetéki rendszer [5]	13
8. ábra Hurkolt hálózat [5]	13
9. ábra A feszültségletörés és a tápfeszültség rövid idejű kimaradásának szemléltetése [7] ...	17
10. ábra ETM hatékonysága [10]	21
11. ábra RMU berendezés [10]	22
12. ábra RM6 berendezés [10]	22
13. ábra Középfeszültségű oszlopok TMOK-val ellátva [9].....	24
14. ábra Recloser telepítése NKM keretében [11]	25
15. ábra Kép a KÖFIR rendszerről [3]	26
16. ábra Itron SL7000 fogyasztásmérő [21]	29
17. ábra „Két púpú” országos terhelési görbe 2021.11.02 – 2021.11.03 között [19]	30
18. ábra Többtarifás rendszer [21]	32
19. ábra Okosórák piaci megoszlása 2019. és 2020. végén [23].....	35
20. ábra Apple Watch Series 7 okosóra [24].....	35
21. ábra IoT hálózati architektúrájának felépítése [7]	36
22. ábra IoT hálózati séma [7].....	37
23. ábra Topológiai funkciók az üzemirányításban [9].....	41
24. ábra Az országos alaphálózat rendszerirányító központja - MAVIR rendszerirányító központ [25]	42
25. ábra 120 kV-os átviteli és elosztóhálózati üzemirányító központ - ÉMÁSZ Hálózati Kft, Miskolci Üzemirányító központ [25]	42
26. ábra Kisfeszültségű üzemirányítói központ [25].....	42
27. ábra Hibaelhárítási folyamatábra [26]	44
28. ábra 0,4 kV-os fogyasztói hálózat áttekintő ábrája [7].....	46

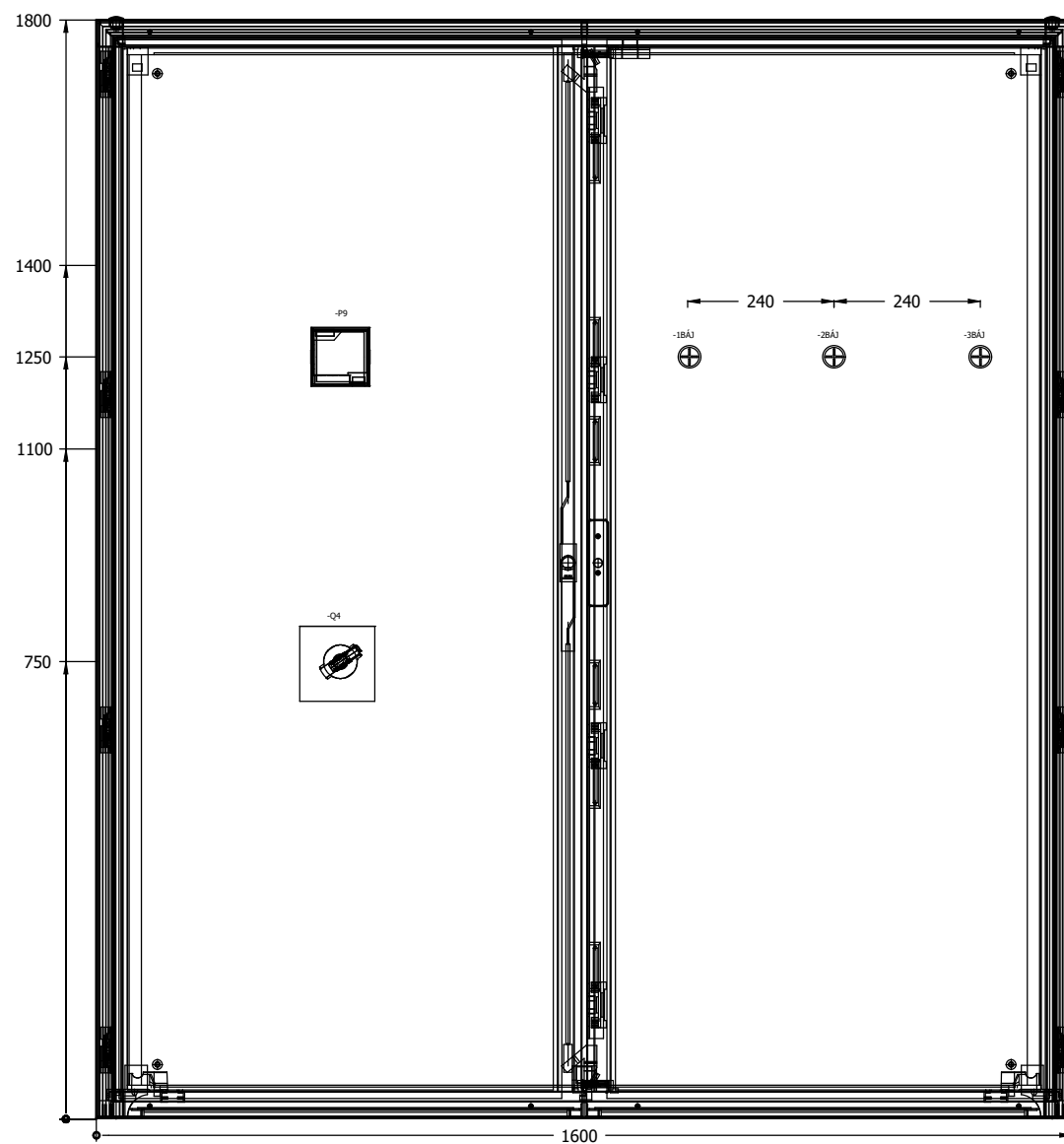
29. ábra Kültéren elhelyezett olvadóbiztosítós elosztószekrény [1]	48
30. ábra Beltéren elhelyezett olvadóbiztosítós elosztószekrény [1].....	49
31. ábra Kép a KIR rendszerről [3]	51
32. ábra Szerelőkocsikba telepített GPS adatok megjelenítése [25]	51
33. ábra NEPLAN hálózatszámító program - Off-line jellegű LF számítás	53
34. ábra NAYY-O típusú kábel [28]	56
35. ábra Kábelek alapterhelhetősége talajban [29].....	57
36. ábra Compact NSX megszakítók adattáblája [30]	59
37. ábra Kommunikációra képes motormechanizmussal ellátott Compact NSX400 megszakító [30]	61
38. ábra Micrologic 5.3 kioldóegység [30]	61
39. ábra Modbus hálózat felépítése [30]	63
40. ábra NSX 400 intelligenciáját alkotó belső egységek [30]	63
41. ábra NSX vezeték (balra) Modbus interface modul (középen), Ethernet interface modul (jobbra) [30]	65
42. ábra Külső tápegység modul [30].....	65
43. ábra PLS 1600 típusú tokozott gyűjtősínrendszer [31]	66
44. ábra RITTAL csatlakozóadatper [31]	66
45. ábra OM adatper kivezetett csatlakozóvezetékekkel [31].....	67
46. ábra CB típusú készülékadapter [31]	67
47. ábra PM5110 típusú multi műszer [32].....	68
48. ábra LCTB 74/50 (45) típusú sínre fűzhető áramváltó [33].....	68
49. ábra Kábelek alapterhelhetősége levegőben [29].....	69
50. ábra N4-1000 típusú szakaszolókapcsoló [35].....	70
51. ábra NEF22 - WPCZ típusú állásjelző lámpa [42].....	71
52. ábra VX SE típusú kompakt szekrényrendszer [41]	72
53. ábra Középfeszültségű irányítástechnikai rendszer hierarchikus felépítése [36].....	73
54. ábra OSI réteg modell [3].....	74
55. ábra Kommunikációs rendszerek általános modellje	74
56. ábra Szimplex (egyirányú) kapcsolat [36]	75
57. ábra Duplex (két irányú) kapcsolat [36].....	75
58. ábra Mellérendelt kommunikációs felek [36]	76

59. ábra Alá-fölérendelt kommunikációs felek [36]	76
60. ábra Soros adatátvitel szemléltető ábrája [36].....	77
61. ábra Szinkron átvitel [36]	77
62. ábra aszinkron átvitel [36].....	78
63. ábra Soros Busz topológia [36]	79
64. ábra A rendszerben résztvevők viszonyai egymáshoz képest [36]	80
65. ábra Kommunikációs hálózat felépítése.....	81
66. ábra Gyorscsatlakozók szemléltető ábrája	82

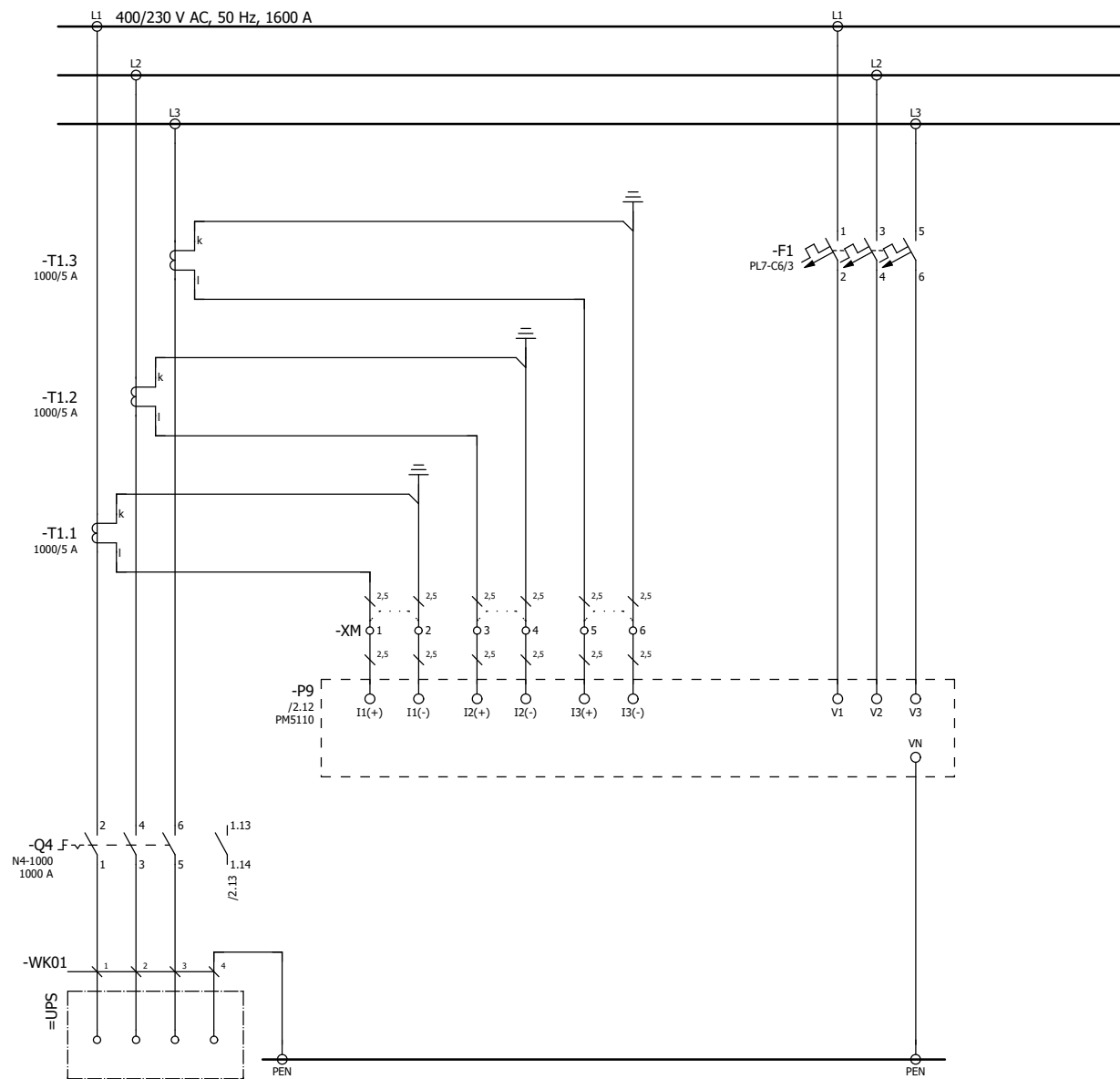
15.MELLÉKLETEK

RAJZSZÁM:	MEGNEVEZÉS:	TERVFAJTA:	FILENÉV:
=AE+0*2 /1 lap	AE jelű 0,4 kV-os Alelosztó	Egyvonalas kapcsolási rajz	OE-KVK001
=AE+0*3 /1 lap	AE jelű 0,4 kV-os Alelosztó	Előlnézeti rajz	OE-KVK001
=AE+0*4 /3 lap	AE jelű 0,4 kV-os Alelosztó	Áramúterv	OE-KVK001
=AE+0*5 /1 lap	AE jelű 0,4 kV-os Alelosztó	Sorkapocsterv	OE-KVK001
=AE+0*6 /1 lap	AE jelű 0,4 kV-os Alelosztó	Belső elrendezési rajz	OE-KVK001



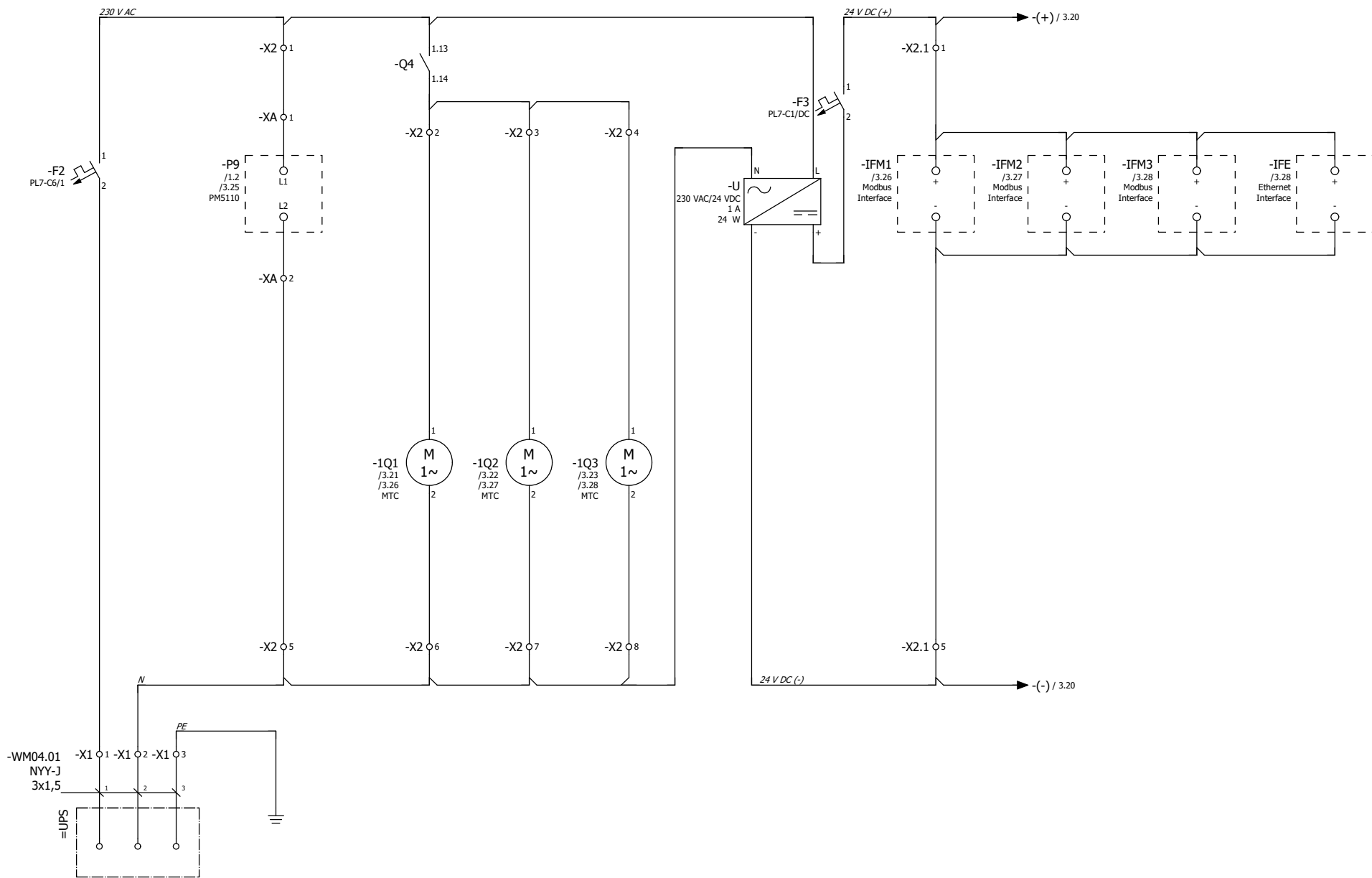


0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	0,4 KV-OS BETÁPLÁLÁS	DIGITÁLIS MULTIMŰSZER							
		ÁRAMMÉRÉS			FESZÜLTSGMÉRÉS				

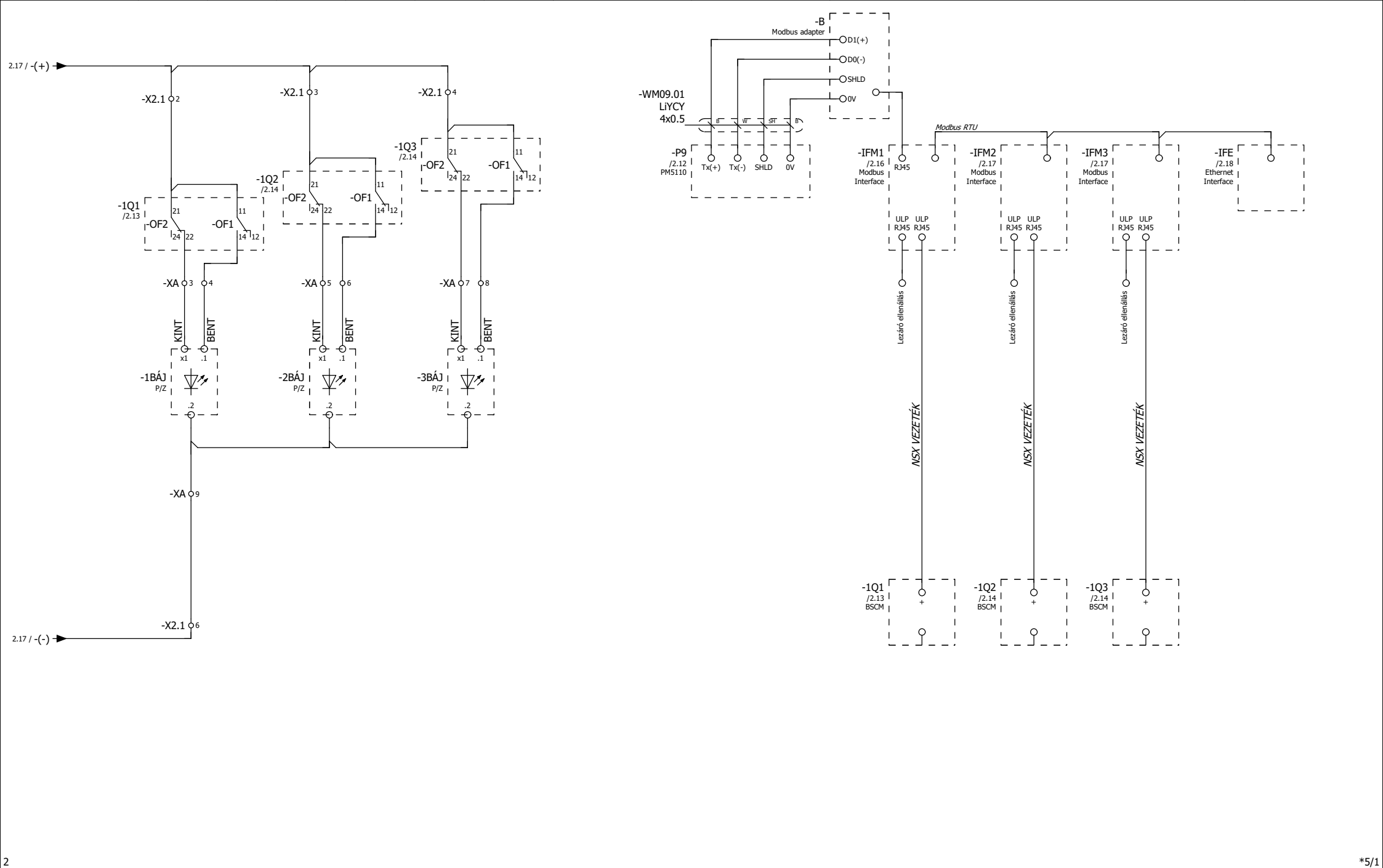


			Dátum	2021. 12. 07.	Intelligens kisfeszültségű elosztóhálózati elosztószekrény tervezése		Óbudai Egyetem Kandó Kálmán Villamosmérnöki Kar		AE jelű 0,4 kV-os Aelosztó - Áramúterv		= AE	
			Szerk.	horvatha							+ 0	
			Lenyomva								Lap	1
Módosítás	Dátum	Név	eredetileg		Horváth Áron	Pótolta				OE-KVK001	Tervlap 3 / 8	

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	SZÜNETMENTES BETÁPLÁLÁS	DIGITÁLIS MULTIMŰSZER	MEGSZAKÍTÓ MOTOR FELHÚZÁS		TÁPEGYSÉG	INTERFACE MODULOK 24 V DC TÁPELLÁTÁSA			
	MŰKÖDTETŐ FESZÜLTÉG	230 V AC TÁPELLÁTÁS	1.MEGSZAKÍTÓ	2.MEGSZAKÍTÓ	3.MEGSZAKÍTÓ	24 V DC ELŐÁLLÍTÁSA			
	230 V AC								



20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
	1Q1 MEGSZAKÍTÓ			1Q2 MEGSZAKÍTÓ			1Q3 MEGSZAKÍTÓ		
	KINT	BENT	KINT	BENT	KINT	BENT			
							VALÓ FELFÜZÉSE		



[illegible]

*6/1

Lap	1
Tervlap	7/8

