

DIPLOMADOLGOZAT

ZSILÁK MIHÁLY
Létesítménymérnök MSc szak

Gödöllő
2023



MAGYAR AGRÁR- ÉS
ÉLETTUDOMÁNYI EGYETEM

Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem
Szent István Campus
Létesítménymérnök MSc Szak

**ENERGIA-, NYERSANYAG- ÉS KÖLTSÉGHATÉKONY
FENNTARTHATÓ ADATKÖZPONTOK
LÉTREHOZÁSÁT ÉS ÜZEMELTETÉSÉT TÁMOGATÓ
ESZKÖZ FEJLESZTÉSE**

Belső konzulens: Dr. Szabó Márta
egyetemi docens

Külső konzulens: Béres Zoltán
adatközponti szakértő

Készítette: **Zsilák Mihály**
JKC3BD
levelező tagozat

Intézet/Tanszék: **Műszaki Intézet /
Épületgépészet
Létesítmény- és
Környezettechnika
Tanszék**

Gödöllő
2023

MŰSZAKI INTÉZET LÉTESÍTMÉNYMÉRNÖK MESTERSZAK
Épületgépészet specializáció

DIPLOMADOLGOZAT
feladatlap

Zsilák Mihály (JKC3DB)

részére

A diplomadolgozat címe:

Energia-, nyersanyag- és költséghatékony fenntartható adatközpontok létrehozását és üzemeltetését támogató eszköz fejlesztése

Feladatkiírás:

A munkám célja egy energia-, nyersanyag- és költséghatékony fenntartható adatközpontok létrehozását és üzemeltetését támogató eszköz fejlesztése volt. A korábban hosszú és időigényes számolási metódus ezen fejlesztés révén annak analitikai és módszertani, illetve optimalizációs funkciója fejlettebbé váljon, robusztussága, validáltsága növekedjen, ezáltal a szimulációs rendszer megbízhatóbbá és rendszeres, piac képes szolgáltatás alapjává váljon.

Közreműködő tanszék: Épületgépészeti és Energetikai Tanszék

Külső konzulens: *Béres Zoltán, adatközponti szakértő, HI Systems Mérnöki Szolgáltatások Kft.*

Belső konzulens: *Dr. Szabó Márta, egyetemi docens, Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem*

Beadási határidő: 2023. május hó 2.nap

Gödöllő, 2023. április hó 16 nap

Jóváhagyom

(tanszékvezető)

Átvettem

(hallgató)

Jóváhagyom

(szakfelelős)

A dolgozat készítőjének külső konzulense nyilatkozom arról, hogy a hallgató az előre egyeztetett konzultációkon megjelent.

Gödöllő, 2023. április hó 16 nap



(külső konzulens)

Tartalomjegyzék

Bevezetés	6
Adatközpontok	7
<i>Feladat</i>	7
Adatközpontok története	7
<i>Adatközpontok általános leírása (építészet)</i>	8
Álpadló rendszer.....	9
Álpadló rendszertípusok	9
<i>Épületvillamossági szempontok</i>	15
<i>Gépészet</i>	15
Méretezési külső hőmérséklet hivatalos adatpontok	15
Evaporatív rendszer víz betáp.....	16
Kompresszoros folyadékűtők	16
Elvárások a kompresszorokkal szemben	17
A kompresszor kiválasztásának kritériumai	17
Kompresszor energia elemzése.....	18
Kompresszor kapacitása és teljesítménye.....	19
Kompresszió arány	19
Kompresszor hatásfoka.....	20
Disszipált hőenergia.....	21
Egyszerű géptermi infrastruktúra	22
Lágyindítási megoldás bemutatása	25
Az adatközpont energiamérlegének áttekintése.....	26
Redundáns elemeket tartalmazó géptermi infrastruktúra	26
Redundancia szintek, az „n” koncepció bemutatása.....	29
Tartalékképzés	30
Üzem közben karbantartható géptermi infrastruktúra	31
<i>Uptime Institute Tier minősítési rendszer</i>	34
<i>UPS</i>	38
UPS-ek létjogosultsága.....	38
Hálózati kimaradások	39
Az UPS alapvető funkcionális részeinek bemutatása	41
Projektmunka	43
<i>Szakmai összefoglaló</i>	43
<i>Bevezetés</i>	44
<i>Az alkalmazás nyitó képernyője</i>	46
<i>Konfigurációk kezelése</i>	46
Áttekintés	47
Konfiguráció szerkezete	50
<i>Fizikai rendszer blokk</i>	51
<i>Elektromos rendszer blokk</i>	52
<i>Gépészeti rendszer blokk</i>	52
<i>Új konfiguráció rögzítése</i>	52
Alapinformációk	55
Alapinformációk szerkesztése és megtekintése	56
Helyiségek	56
Műveletek	57
<i>Elektromos rendszer</i>	58

<i>Gépészeti rendszer</i>	60
<i>Gazdasági információk</i>	62
<i>Attribútumok kezelése</i>	64
<i>Elemtípusok kezelése</i>	64
<i>Kép műveletek</i>	66
<i>Számítási segédtablázatok feltöltése</i>	66
<i>Partnerek kezelése</i>	66
Partner szerkesztése.....	67
Partnerek blokk.....	67
<i>Projekt szerkesztése</i>	68
Új projekt felvitele.....	68
<i>Földrajzi lokációk kezelése</i>	70
Lenyitott lokáció blokk.....	71
Számolási metodika	73
Adatközpontok felépítése – szoftver prezentálása.....	76
Helység felvitele.....	77
Éghajlat bevétele.....	78
<i>Elektromos rendszer felépítése</i>	80
Szünetmentes elosztók számítása.....	80
Szünetmentes főelosztó számítás.....	81
UPS egységek számítása.....	82
Akkumulátorok számítása.....	83
Elosztók számítása.....	84
Főelosztók számítása.....	85
Transzformátor számítás.....	86
Kábelek számítása.....	87
Világítás számítás.....	87
<i>Gépészeti rendszer kalkulációja</i>	88
Rendszer felépítés.....	88
Rack sori hűtőegységek számítása.....	89
Szekrényklímák számítása.....	90
CRAC szekrényklímák számítása.....	91
Fan-coil egységek számítása.....	92
Kompakt folyadékűtők számítása.....	93
Osztott folyadékűtők számítása.....	94
Szivattyúk számítása.....	96
Csővezetékek számítása.....	97
Megújulók számítása.....	98
MEP számítás.....	99
<i>PUE kalkuláció részletezése</i>	100
<i>Gazdasági számítások részletezése</i>	101
Gyakorlati példa	102
Összefoglalás	106
Summary	107
Irodalomjegyzék	108

Bevezetés

2022 az energetikában és a világtörtélemben is meghatározó év lesz. Napjainkban egyre nagyobb figyelmet kapnak az energiaszektorban zajló események, legfőképpen az orosz-ukrán háború által okozott szankciók melyek átírták a fosszilis nyersanyagok áramlását az Európai Unióba, valamint ezáltal a készletek felhalmozása is nagyobb jelentőséggel bír. Talán nem tévedek, ha előrejelzem, hogy a teljes világpiacra gyakorolt hatása hosszú évekig befolyással lesz a kőolaj és a földgáz árára, ezáltal mindenre, amely akár indirekt módon kapcsolódik hozzájuk legyen az az üzemanyagok, a lakossági vagy az ipari energia ára. Mindemellett viszont ennek egy pozitív hatását is érzem az energiaszektorban, mivel a megtermelt energiát elkezdjük jobban megbecsülni. Szignifikáns mértékben növekedett a megtermelendő villamosenergia ára és ez nem csak a gyártásra, az iparra, hanem az élet minden területére begyűrűzött legyen szó akár a lakossági áramfogyasztási szokásokról egyaránt.

Témaválasztásom ezért is esett egy, a munkámban folyamatosan visszatérő probléma feltárására, mely az adatközpontok optimalizálását tűzte ki célul, illetve az itt megszerzett tudással a diplomadolgozatom során szerettem volna egy az épületgépészetben is hasznos szoftver fejlesztésének az alapjait is megalkotni. A feladat egy a céget meghatározó, a piacon egyedülálló, felhasználóbarát szoftver megalkotása, mellyel képesek lehetünk a versenytársakkal szemben előnyt kovácsolni, illetve a kreált eszközzel új, potenciális ügyfeleket nyerni. Gépész projektvezetőként a modelljének megalkotása és az analitikához szükséges anyagok összegyűjtése mellett a szoftver tervezésében is részt vállaltam. A célok meghatározását követően a legnagyobb nehézséget a szoftver modelljének alapjai jelentették. Választásom egy blokkosított rendszerre esett, amely képes az input adatokból mind gépészet, mind erősáram oldalról egyfajta kapcsolási séma alapján összegyűjteni és meghatározni a rendszer veszteségeit és hőszükségleteit ezáltal meghatározni a tervezendő adatközpontok optimális egységeit.

Adatközpontok

Feladat

A célkitűzés meghatározásánál fontos szempontot játszott, hogy a piacot megvizsgálva meggyőződünk arról, hogy nincs megfelelő eszköz arra, amivel képesek lehetünk egy adatközpont főbb mutatószámait akár a beruházók, akár saját magunk felé prezentálni. Ezek nagymértékben befolyásolják már tervezési szakaszban, hogy mely berendezésekkel, egységekkel tervezzünk, illetve ezen döntéseknek milyen műszaki és gazdasági együtthatók vannak. A pontos modell megalkotáshoz elengedhetetlen feltétel a géptermi környezet megismerése, a benne foglalt berendezések műszaki ismerete és ezek kapcsolatának feltárása.

Adatközpontok története

Az adatközpontok koncepciója már az 50-es években megjelent. Az egyik első, híressé vált példa rá az American Airlines és az IBM közös projektje, a SABRE (Semi-Automated Business Research Environment). Azért hozták létre, hogy automatizálják a légitársaság egyik üzletileg kulcsfontosságú területét, a jegyfoglalást. Egy olyan adatfeldolgozó rendszert álmodtak meg, amely adott járatokra és ülőhelyekre szóló foglalásokat lehet létrehozni és kezelni, mégpedig úgy, hogy ehhez minden utazási ügynök hozzáférjen a világ bármelyik pontján. A terv az 1960-as évekre meg is valósult, és létrejött az első olyan egységes, globális üzleti számítógépes hálózat, amelyben a munkatársak üzleti célból adatokat vihetek fel és kérdezhettek le. Ez a megoldás egyúttal kaput nyitott az első vállalati szintű adatközpontoknak.

A korai, klasszikus adatközpontok sarokköve a hardver, vagyis a szerverek elhelyezhetősége volt. A rendelkezésre álló tér kihatott az üzemeltethető eszközök mennyiségére, az pedig a teljes adatközpont kapacitására. Éppen azért a bővülésnek megvoltak a korlátai. Ráadásul ezt a korszakot a lassú és kevésbé hatékony kiszolgálás jellemezte: akár hónapokba is telhetett, mire egy vállalat sikerrel beüzemelt egy új applikációt az adatközpontban.

A 2000-es évek elején az egyre sokasodó szerverek miatt az adatközpontok fő problémája a túl nagy energiaszükséglet volt, ami már üzemeltetési problémákhoz vezetett. Ezért jobb hűtőrendszereket kezdtek építeni és nagyobb figyelmet fordítottak a hatékonyságra és a kisebb fogyasztásra.

2000 és 2010 között kezdett elterjedni a virtualizációs technológia, amely lehetővé tette, hogy a korábban egymástól élesen elhatárolt, silókként működő erőforrásokat rugalmasan

össze lehessen vonni és újraosztani. 2011-re már az adatközpontok közel háromnegyedéről elmondható volt, hogy legalább 25%-ban virtuálisan működtek.

Az új technológiának köszönhetően egyre nagyobb lett az igény a minél könnyebben kezelhető, ugyanakkor minél hatékonyabban üzemeltethető megoldásokra. Ezért egy idő után a saját, céges infrastruktúra komoly kihívójává vált a szolgáltatók által létrehozott és fenntartott, gyakorlatilag azonnal igénybe vehető környezet. Az adatközpontok a klasszikus infrastruktúra-hardver-szoftver tulajdonlása felől elmozdulnak a kapacitást bérlő, előfizetés-alapú, skálázható modell irányába.

A szolgáltatók folyamatos fejlesztésekbe kezdtek annak érdekében, hogy a legkülönfélébb igényeket is ki tudják szolgálni, úgy kapacitásban, mint biztonság terén. Ezért az adatközpont építés igencsak drága mulatsággá vált, amit a legtöbb cégnek saját maga számára nem éri meg kiépíteni.

A szervereknek állandó hőmérsékletre és pormentes környezetre van szükségük. A jelentős áramfelvétel és az áramellátás, illetve a szükséges internetkapcsolat biztonsága és sebessége miatt nem mindegy, hogy hová települ az adatközpont, és egy ilyen kritikus alrendszer kiesése esetére milyen tartalék megoldásokkal rendelkeznek. Lehetőség szerint a váratlan környezeti károk kivédésére is készülni kell, a tűztől kezdve az árvízen át a földrengésig. Ugyanakkor a rendkívüli stabilitás mellett rugalmasnak is kell maradni, hogy az igények változásával lehetőség legyen a bővítésre. Végül, de nem utolsósorban a rendszert úgy kell felépíteni, hogy a rossz szándékú behatók (legyen szó fizikai vagy virtuális bejutásról) minél kevesebb kárt tudjanak okozni, és minél gyorsabban és hatékonyabban meg lehessen előzni vagy elhárítani az ilyen jellegű támadásokat.

Bár akadnak kivételek – mint például az Amazon felhőszolgáltatása – a fentiek miatt az adatközpontok piacán a technológiai cégek és kommunikációs szolgáltatók járnak élen. Leginkább azért, mert nekik van a legtöbb tapasztalatuk hálózatépítésben, és már eleve rendelkeznek olyan nagysebességű optikai hálózatokkal is, amelyekre az adatközpontok is kapcsolódhatnak.

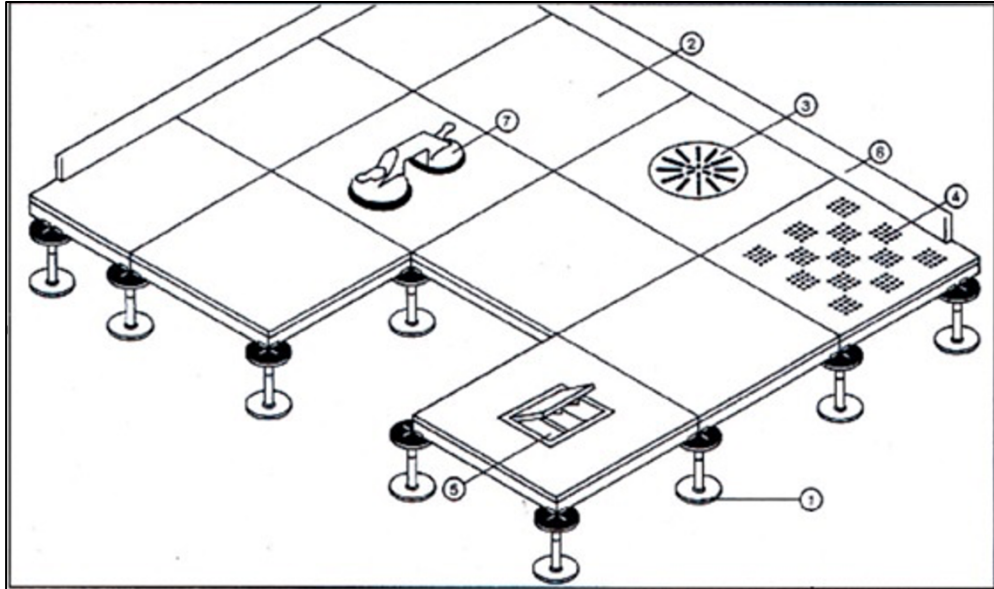
Az adatközpontok fejlődésével kialakult olyan nemzetközileg elfogadott minősítési rendszer is, ami előre meghatározott paraméterek alapján értékeli és kategorizálja az adatközpontokat. Ez nagy segítség az ügyfelek számára, mivel így sokkal könnyebb átlátni, hogy egy adott szolgáltatónál milyen szintű kiszolgálásra, biztonságra lehet számítani.

[Invitech - Techpercek - Az adatközpontok fejlődése, 2023.03.21.]

[Adatközpontok általános leírása \(építészet\)](#)

Álpadló rendszer

Az álpadlók általánosságban az alábbi ábra szerinti egységeket tartalmazza.



1. ábra: Álpadló rendszer felépítése

1. Tartóláb
2. Lap
3. Kronz szellőző
4. Furt lap
5. Elektromos doboz
6. Szegélýsín
7. Tapadókorongos emelő

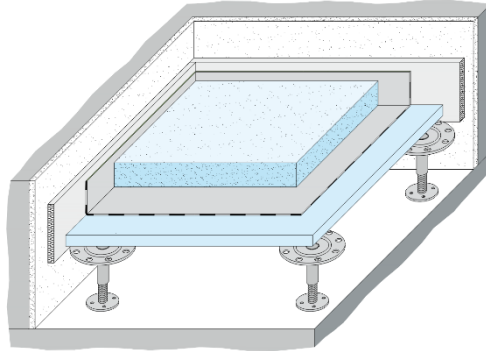
Álpadló rendszertípusok

Szárazpadló:

- Nagy teherbírású és tartós
- Mindenfajta burkolat alá alkalmas
- Fektetés után azonnal terhelhető
- kis rétegvastagság, ezáltal kis súly
- jó hangszigetelő
- jó hővezető
- kezelhető méret F30 vagy F60 tűzállóság is elérhető

Öntött álpadló

- Impregnált gipszkartonra öntött anhidrit esztrichből készült
- 24 óra múlva járható, 72 óra múlva terhelhető
- burkolható



2. ábra: Öntött álpadló

Nem bontható álpadló:

- Hidegburkolható
- Felhasználási területek:
 - Előadótermek
 - irodák
 - növelt statikai helységű irodák
 - tárgyalók
 - kisebb terhelésű ipari padlók
 - könyvtárak
 - műhelyek
 - stb.



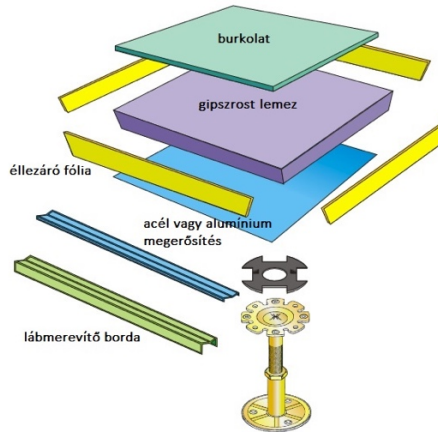
3. ábra: Nem bontható álpadló

Bontható álpadlók:

- Különböző gépészeti és elektromos vezetékek elhelyezésének lehetősége a padló alatti térben, bonthatósága miatt ezen rendszerek könnyű elérését ezáltal karbantarthatóságát teszi lehetővé
- padlószerkezetre szerelt-válaszfal építhető (az akusztikai és szerelési előírások figyelembevételével)
- ellenőrzőnyílások bárhol beépíthetők
- kombinálható az üreges padló (nem bontható) a bontható álpadlóval,
- megrendelő igényeinek megfelelő burkolattal kérhető: pvc, szőnyegpadló, gumi, stb.
- Felhasználási területe:
 - kisebb terhelés esetén:
 - ipari épületek kisebb terhelésnek kitett helyiségei,
 - raktárhelyiségekbe,
 - kisebb terhelésű műhelyekbe,
 - lakóépületekbe,
 - stb.
 - megerősített rendszer esetén nagyobb terheléshez:
 - szállítóeszközökkel igénybe vett közlekedő területek – folyosók padlóihoz,
 - ipari padlókhöz,
 - műhelypadlókhöz,
 - stb.

Álpadló anyagai:

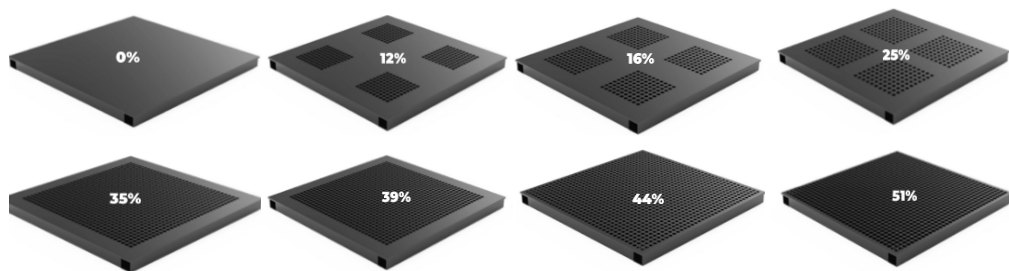
- Kalciumszulfát
- Faforgácslap
- Acél



4. ábra: Álpadló lapok burkolata és lábmelevítő bordái

Álpadló kiegészítő lapok:

- Szellőzőlapok:
 - Helyiség- és gépklimatizáláshoz használhatók
 - Áttörtségük 12-65 %-ig terjed
 - Mérete az álpadlólapok méretével megegyező
 - Alulról nyitott és zárt lamellás változatban is készülnek
 - Felhasználási területe:
 - adatközpontok;
 - irodahelyiségek;
 - stb.



5. ábra: WEISS szellőzőlapok áttörtsége

Az álpadlók szellőzését, hűtését az alábbi képpel szeretném szemléltetni (6. ábra)



6. ábra

Adatközpont álpaldójának tervezése során figyelembe kell venni a rackszekrények kiosztását (melyek tervezésekor álpadlólapok méretéhez célszerű/kell igazodni), a beépítendő rackszekrények súlyát, illetve ezek mozgatásához szükséges eszköz (kézi hidraulikus emelő) súlyát együttesen kell mérvadónak venni, ezeken túlmenően a rackszekrények bővíthetőségét is szem előtt kell tartani az álpadló teherbírásának meghatározásakor/álpadló kiválasztásakor. Amennyiben a berendezések sorban történnek elhelyezésre akkor két berendezés terhei adódnak át a padlóra egy alátámasztási ponton. A nagyobb szerkezeti magasságoknál vizsgálni kell a lábak kihajlását is. A tervezett építkezés területére eső földrengészóna függvényében további statikai előfeltételeknek kell eleget tenni. Megfelelő padlóburkolat kiválasztásánál figyelembe kell venni, a megfelelő felületi keménység, elektromos vezetőképességet (ellenállást). Adatközponti specifikáció, hogy az MSZ EN 50310 szabvány szerint 2x2 méteres raszterben be kell kötni az EPH-ba az álpadlólábakat, azaz minden 3. álpadló láb bekötése szükséges. Az 1. táblázatban 3 bontható álpadló lap tulajdonságait szemléltetem, melyben jól látszik, hogy milyen nagy szórások vannak egyes beépítendő lapok között. [MSZ EN 53010]

1. táblázat: Kalcium-szulfát lapú bontható álpadlók tulajdonsága

Álpadló típus	WEISS TYP 410-411 36mm	WEISS TYP 410 36 SW	MERO Typ 6
Mérete (v/sz/h) [mm]	36/600/600	36/600/600	23-39/600/600
Terhelési osztály DIN EN 12825	2	5	1-6
Pontszerű terhelhetőség [kN] DIN EN 12825	3 kN	5 kN	2-6 kN
Törőterhelés [kN]	N.A.	N.A.	> 4-12 kN
Megoszló terhelhetőség [kN/m ²]	12 kN/m ²	N.A.	N.A.
Tűzállóság	A2; REI 30	A2; REI 30	A1; REI 30 - REI 60 (típustól és burkolattól függően)
Hangszigetelés (Lépéshanggátlás $\Delta L_{w,p}$) [dB]	≥ 17 dB	≥ 17 dB	18-35 dB
Mérettűrés [mm]	$\pm 0,2$ mm	$\pm 0,2$ mm	N.A.
Burkolat	PVC, gumi, szőnyegpadló	gyárilag ragasztott ESD PVC, gumi	PVC, linóleum, gumi szőnyegburkolat
Nedvességtartalom [%]	≤ 1 %	≤ 1 %	N.A.
Hővezetési tényező [W/mK]	$\sim 0,25$ W/mK	$\sim 0,25$ W/mK	$\sim 0,44$ W/mK
Elektromos ellenállása (R_E) [Ω]	A lap magja $R_E = 10^7 - 10^{10} \Omega$ Az élfólia anyaga $R_E = 10^4 - 10^7 \Omega$ A ragasztóanyag $R_E = 10^4 - 10^5 \Omega$ A teljes szerkezet (burkolatfüggetlen) $R_E = 10^4 - 10^8 \Omega$	A lap magja $R_E = 10^7 - 10^{10} \Omega$ Az élfólia anyaga $R_E = 10^4 - 10^7 \Omega$ A ragasztóanyag $R_E = 10^4 - 10^5 \Omega$ A teljes szerkezet (burkolatfüggetlen) $R_E = 10^4 - 10^8 \Omega$	$> 10^5 \Omega$ rendszerrel és burkolattól függően
Tartószerkezet	Állítható menetes acéllábak, vezetőképes fejlemezzel az aljzathoz ragasztással kerülnek rögzítésre Méretrendszer: 80- 1000 mm \pm 30 mm-es állítási lehetőséggel. 400 mm-es magasságig M16 menetes szárral, felette M20-as átmérőjű menetes szár alkalmazásával. 500 mm szerkezeti magasságtól támaszösszekötő rasztersín beépítése szükséges.	Állítható menetes acéllábak, vezetőképes fejlemezzel Méretrendszer: 240- 1000 mm \pm 30 mm-es állítási lehetőséggel. A tartószerkezetre 40x40x1,5 mm C merevítő profil keretszerkezet kerül, hangtompító műanyag alátét talppal. A tartólábakon a menetet csavar rögzítő folyadékkal kell biztosítani elmozdulás ellen.	Állítható menetes acéllábak, vezetőképes fejlemezzel az aljzathoz ragasztással kerülnek rögzítésre. Álpadló láb anyaga: horganyzott acél Szerkezeti magasság (burkolat nélkül): \sim 55- 1800 mm 500 mm magasságtól raszterrudak alkalmazása ajánlott

[<http://www.ekt.bme.hu/Ujkiv4/5ea-mb-20140422.pdf> Knauf katalógus].

Épületvillamossági szempontok

Alapvető információk: Általánosan kijelenthető, hogy a villamos hálózat kiterjedése, és összetettsége egyenesen arányos a megkövetelt ellátási biztonsággal. Egy digitális könyvtár archívum szervereinek villamosenergia-ellátása például nem igényel olyan kiépítést, ami lehetővé teszi az IT berendezések megszakítás nélküli üzemét bármely villamosenergia-ellátó rendszerkomponens cseréjének idejére, vagy meghibásodás elhárítására. Ilyen esetben általában egy szünetmentes villamosenergia-ellátó berendezést alkalmaznak a védendő IT berendezések előtt, melynek a hálózati kiesés esetén nyújtott áthidalási ideje csak a szerver biztonságos leállításához elegendő. Egy banki/közigazgatási/határvédelmi felhasználású géptermi infrastruktúra az előzőekben leírtakkal ellentétben megkívánja a fokozott ellátási biztonságot; ennek megfelelően egy ilyen rendszerben számos tartalék, redundancia, és alternatív ellátási nyomvonal kerül beépítésre, ezzel növelve a hálózat összetettségét.

Gépészet

Méretezési külső hőmérséklet hivatalos adatpontok

Az adatközpont létesítmények infrastrukturális berendezéseinek tényleges kapacitását a régiós klíma és az adatközpont állandósult üzemi terhelési pontja alapján kell meghatározni a csúcsigényt figyelembe véve. Minden gyártói berendezés kapacitását úgy kell specifikálni, hogy az megfeleljen a szélsőséges hőmérséklet értékeknek figyelembe véve a magassági korrekciókat, amelyen a berendezés az adatközpont támogatása érdekében üzemszerűen működni fog.

- Szélsőséges éves tervezési feltételek A hőleadó berendezések kapacitását olyan szélsőséges éves tervezési feltételek mellett kell meghatározni, amelyek a legjobban reprezentálják az adatközpont környezetét. A külső hőmérséklet és páratartalom adatok meghatározásához az ASHRAE kézikönyv legújabb kiadásában szereplő adatokat kell figyelembe venni (ASHRAE Handbook - Fundamentals). A követelmények meghatározásánál a n=20 éves adatokat kell felhasználni.
- Az adatközpontban használt hűtőgépek kapacitását azon a visszatérő hőmérsékleten és páratartalomon kell meghatározni, amit a használó (tulajdonos) kijelöl, mely biztosítja az adatközpontban üzemelő eszközök megfelelő és stabil működését.

- A szélsőséges környezeti feltételeket minden olyan dolog esetében figyelembe kell venni, amely hatással lehetnek a kapacitásokra, terhelésekre, vagy a berendezések működésére.

Evaporatív rendszer víz betáp

Minden TIER besorolással rendelkező gépteremnek, melyek evaporatív hűtési megoldásokat használnak rendelkezni kell az N kapacitásra számított minimum 12 órára elegendő víz tartalékkal. TIER III és TIER IV besorolású rendszerek esetén a 12 órás minimum követelmény mellett a folyamatos karbantarthatóságot és a hibatűtő kialakítást is biztosítani kell.

Kompresszoros folyadékűtők

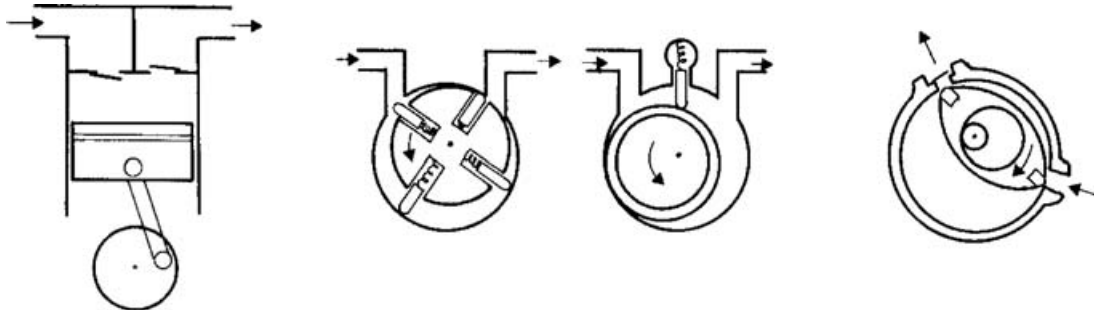
A hűtési ciklusban a kompresszornak két fő funkciója van a hűtési cikluson belül. Az egyik funkciója a hűtőközeg gőzének kiszivattyúzása az elpárologtatóból úgy, hogy a kívánt hőmérséklet és nyomás tartható legyen az elpárologtatóban. A második funkció a nyomás növelése a hűtőközeg gőze a tömörítési folyamaton keresztül, és ezzel egyidejűleg növeli a hűtőközeg gőzének hőmérsékletét. Ezzel a nyomásváltozással a túlhevített hűtőközeg áramlik a rendszeren.

Hűtőközeg-kompresszorok, amelyek a gőzkompressziós hűtés szíveként ismertek

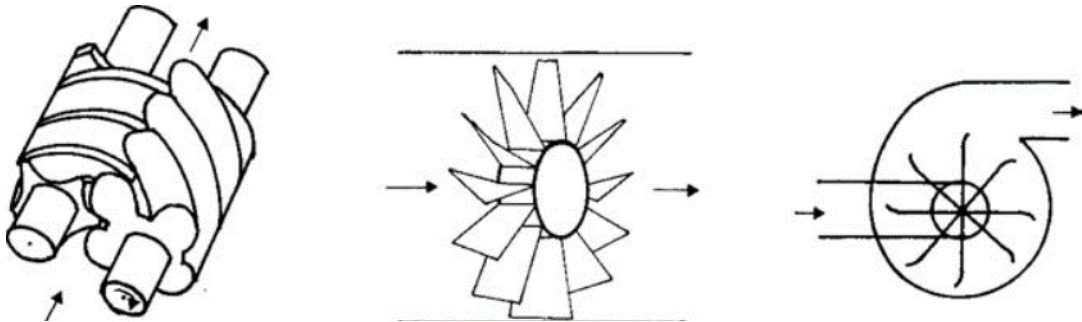
A rendszerek két fő kategóriába sorolhatók:

- kizorításos kompresszorok és
- dinamikus kompresszorok.

Mind az kizorításos, mind a dinamikus kompresszorok lehetnek hermetikusak, félhermetikusak vagy nyitott típusok. A kompresszor hűtőközeget pumpál a kör körül, és előállítja a szükséges mennyiséget a hűtőközeg nyomásának növekedése. A kiválasztott hűtőközeg és az üzemi hőmérséklet tartomány szükséges a hőszivattyúzáshoz általában azt eredményezi, hogy nagy nyomást biztosító kompresszorra van szükség amely mérsékli az áramlási sebességet, és ezt leggyakrabban egy térfogat-kizorításos kompresszor elégíti ki dugattyú segítségével. Más típusú kizorításos kompresszorok forgólapátokat, illetve hengereket vagy egymásba illeszkedő csavarokat használnak a hűtőközeg mozgatásához. Néhány nagyobb alkalmazásnál centrifugális vagy turbinás kompresszorokat használnak, amelyek nem térfogatkizorítású gépek, hanem felgyorsítják a hűtőközeg gőz, ahogy áthalad a kompresszorházon. [Ibrahim Dincer, Mehmet Kanoglu - Refrigeration Systems and Applications]



7. ábra: Dugattyús , Forgólapástos, Wankel kompresszor típusok



8. ábra: Csavar , Turbinás, Centrifugál kompresszor típusok

Elvárások a kompresszorokkal szemben

A hűtőközeg-kompresszorok várhatóan megfelelnek a következő követelményeknek:

- magas megbízhatóság,
- hosszú élettartam,
- egyszerű karbantartás,
- egyszerű kapacitásszabályozás,
- csendes működés,
- tömörség és
- költséghatékonyság.

[Ibrahim Dincer, Mehmet Kanoglu - Refrigeration Systems and Applications 2010]

A kompresszor kiválasztásának kritériumai

A megfelelő hűtőközeg-kompresszor kiválasztásakor a következő szempontokat kell figyelembe venni:

- hűtőkapacitás,
- térfogatáram,
- tömörítési arány és
- a hűtőközeg termikus és fizikai tulajdonságai.

Kompresszor energia elemzése

A kompresszorokat a folyadék nyomásának növelésére használják. Hűtési ciklus esetén a hűtőközeg tömörítésére szolgál. A kompresszorok folyamatosan működnek, és a tömörítési folyamat egyenletes áramlású folyamatként modellezhető. A tömegmegmaradás elvét írja le az alábbi egyenlet:

$$\dot{m}_1 = \dot{m}_2 \rightarrow \rho_1 A_1 V_1 = \rho_2 A_2 V_2 = \frac{1}{v_1} A_1 V_1 = \frac{1}{v_2} A_2 V_2 \rightarrow \frac{\dot{V}_1}{v_1} = \frac{\dot{V}_2}{v_2}$$

ahol:

\dot{m} – tömegáram [kg/s]

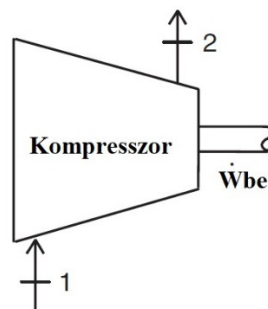
ρ – sűrűség [kg/m³]

A – keresztmetszet [m²]

V – sebesség [m/s]

v – specifikus térfogat [m³/kg]

\dot{V} – térfogatáram [m³/s]



9. ábra: Kompresszor vázlata

A kompresszor magában foglalja a bemeneti teljesítményt \dot{W}_{be} és a folyadékárammal belépő és távozó energiát. Az egyenletes áramlású energiamérleg így írható fel (elhanyagolható kinetikus és potenciális energiákkal)

$$\dot{E}_{be} = \dot{E}_{ki}$$

$$\dot{W}_{be} + \dot{m}h_1 = \dot{m}h_2$$

$$\dot{W}_{be} = \dot{m}(h_2 - h_1)$$

A kompresszorok általában nincsenek szigetelve, és előfordulhat hőátadás a sűrített folyadék és a környező levegő között. A hőmérséklettől függően a hűtőközeg a kompressziós folyamat során és a környező levegő hőmérséklete, a nettó hő átvitel

történhet a kompresszorról vagy a kompresszorra. Azonban ennek a hőnek a nagysága kicsi, és általában figyelmen kívül hagyják.

[GYAKORLATI HŰTÉSTECHNIKAI ISMERETEK Juhász László – Maiyaleh Tarek – Vadász József - Vasáros Zoltán]

Kompresszor kapacitása és teljesítménye

Minden kompresszor aszerint van besorolva, hogy mekkora áramlást produkál az adott kimenet és a bemenet nyomás aránya mellett (tömörítési arány). Ez az áramlás nyilvánvalóan a kompresszor méretének függvénye (pl: a hengerszám és a dugattyús kompresszorok lökettérfogata) és az üzemi sebesség (rpm). A sűrítési arányt úgy határozzuk meg, hogy a nyomónyomás osztva a szívónyomással (mindkettő abszolút nyomás, Pa vagy kPa). A hézagtérfogatok korlátai és a szelepnymás-különbségek kényszerítik a kompresszorok egy részének az áramlási térfogat képessége hasznos kompresszióként elveszik. Ezt térfogati hatékonyságnak nevezik. Például 3:1 sűrítési aránynál a kompresszor térfogatának 82%-a hasznos. Így ha a hűtési hatás 17 m³/h gőzárómot igényelt az elpárologtatóból, a kompresszor 17/0,82 vagy 20,7 m³/h áramlást kellene produkálnia.

[GYAKORLATI HŰTÉSTECHNIKAI ISMERETEK Juhász László – Maiyaleh Tarek – Vadász József - Vasáros Zoltán]

Kompresszió arány

A kompressziós arányt a nyomónyomás és a telített állapotban lévő szívónyomás arányaként határozzuk megabszolút értékben kifejezve, például Pa vagy kPa.

$$Ka = \frac{P_d}{P_s}$$

ahol:

Ka – kompressziós arány [kg/s]

P_d – telített nyomónyomás [kPa]

P_s – telített szívónyomás [m²]

A kompresszor teljesítményét számos paraméter befolyásolja, beleértve a következőket:

- kompresszor fordulatszáma,
- szívónyomás és hőmérséklet,
- nyomónyomás és hőmérséklet, ill

a hűtőközeg típusa és áramlási sebessége.

[GYAKORLATI HŰTÉSTECHNIKAI ISMERETEK Juhász László – Maiyaleh Tarek –
Vadász József - Vasáros Zoltán]

Kompresszor hatásfoka

A gyakorlatban a kompresszor hatásfoka az izentropikus munka aránya a tényleges mért bemeneti teljesítményre. Ezt izentropikus hatásfoknak vagy adiabatikus hatékonyságnak is nevezik.

Hatékony kenés és hűtés: A kompresszort kenni és hatékonyan hűteni kell. Az elégtelen kenés növeli a csapágyak súrlódását és hőmérsékletét, valamint csökkenti a kompresszor hatékonyságát, gyakran meghibásodáshoz vezet.

$$\eta_{komp,izen} = \frac{\dot{W}_{izen}}{\dot{W}_{akt}} = \frac{\dot{m} (h_{2s} - h_1)}{\dot{m} (h_2 - h_1)} = \frac{h_{2s} - h_1}{h_2 - h_1}$$

ahol:

\dot{m} – tömegáram [kg/s]

h_{2s} – a hűtőközeggőz fajlagos entalpiája kisülési

nyomáson állandó entrópián [kJ/kg] $s_1 = s_{2s}$

h_1 és h_2 – hűtőközeg fajlagos entalpiája a kompresszor bemeneténél és kimeneténél, [kJ/kg]

\dot{W}_{izen} – izentrop teljesítmény [kW]

\dot{W}_{akt} – aktuális teljesítmény [kW]

A hőmérséklet-emelkedés minimalizálása: A kompresszor akkor a leghatékonyabb, ha a kondenzációs nyomás alacsony és a párolgási nyomás magas, ami a minimális hőmérséklet-emelkedéshez és tömörítési arányhoz vezet. Ezzel összefüggésben a jó rendszertervezésnek biztosítania kell a kondenzációt a nyomás a lehető legalacsonyabb, a párolgási hőmérséklet pedig a lehető legmagasabb legyen. Egy kis kondenzátorral és elpárologtatóval rendelkező rendszer tervezése a tőkeköltség megtakarítása érdekében mindig hamis gazdaságosság. Nagyobb elpárologtató és kondenzátor használata gyakran azt jelenti, hogy kisebb kompresszor is használható és hogy mindig csökkenti az üzemeltetési költségeket. További előnye, hogy a kompresszor megbízhatóbb lesz, mert nem kell olyan keményen dolgoznia, és alacsonyabb kibocsátási hőmérséklettel működik.

A szívási hőmérséklet csökkentése: Minél alacsonyabb a szívógáz hőmérséklete, annál nagyobb a kapacitás ami nincs hatással a bemeneti teljesítményre. Az ürítési hőmérséklet is alacsonyabb lesz, így nő a megbízhatóság. A szívóvezeték szigetelése elengedhetetlen. [GYAKORLATI HŰTÉSTECHNIKAI ISMERETEK Juhász László – Maiyaleh Tarek – Vadász József - Vasáros Zoltán]

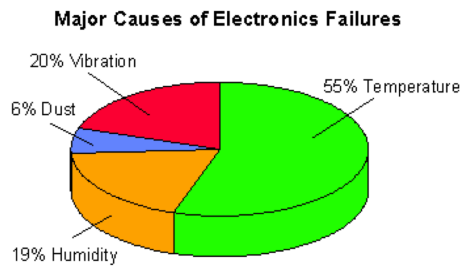
Disszipált hőenergia

A disszipáció egy olyan kifejezés, amelyet gyakran használnak az energiapazarlás módjainak leírására. Minden olyan energia, amely nem kerül át a hasznos energiartárakba, elpazarolt, mert elveszik a környezetbe. Egy mechanikai rendszerben két felület egymáshoz dörzsölődése esetén energia disszipálódik.

[<https://gobertpartners.com/what-does-dissipated-mean-in-science> 2023.02.10]

A Moore törvénynek megfelelően az integrált áramkörökben másfél-, kétévente megduplázódik az egységnyi felületre integrálható tranzisztorok száma. Gordon Moore jóslata 1965- től (amikor még csak 64 tranzisztor volt integrálható egy félvezető felületén) mind a mai napig helytállónak bizonyult. Az egyre nagyobb integráltsági fok csak úgy valósítható meg, hogy közben a csíkszélesség, a tranzisztorok csatornahosszúsága folyamatosan csökken. Jelenleg 32nm1 CMOS technológiával készült processzorok 1 cm² felületére kb. 300 millió tranzisztor integrálható. Az integráltság növekedése azonban nem csak a félvezetők felületén valósul meg, hanem térben is az ún. 3D tokozásoknak köszönhetően. Ez utóbbi esetben egy tokon belülről több félvezető lapka kerül, akár egymásra helyezve. Látható, hogy ebben az esetben az egységnyi felületre jutó disszipáció jelentősen megnövekedhet. Ez további, termikus szempontból is optimalizált áramkörtervezési megoldások (elektrotermikus szimuláció, termikus szempontú elrendező algoritmusok, stb.) alkalmazását, újfajta mérési és karakterizációs eljárások kidolgozását követeli meg egyben.

A fokozatosan növekvő egységnyi felületre eső disszipáció következtében keletkező hő legkisebb hőellenállású úton történő elszállítása, azaz az integrált áramkör hatékony hűtése kulcskérdéssé vált az elmúlt években. A 10. ábrán látható az elektronikai berendezések termikus problémák miatti meghibásodásának aránya az összes meghibásodási fajtához viszonyítva. Ez a magas arány egyértelműen indokolja, hogy mért fontos foglalkozni az elektronikai és mikroelektronikai eszközök termikus kérdéseivel.



10. ábra: A fő meghibásodási okok elektronikai eszközökben [US Air Force Avionics Integrity Program]

A modern digitális integrált áramkörök (processzorok, jelfeldolgozó áramkörök) néhány cm^2 félvezető felületen disszipálnak 10...100 W teljesítményt. A hőátadás jellemzésére a hővezetési ellenállást (hőellenállás, thermal resistance) használjuk. Ha egy hővezető "hasáb" két vége között $\Delta T = T_H - T_C$ hőmérséklet különbség van, és ennek hatására P hőteljesítmény (disszipálódó teljesítmény) áramlik át rajta, akkor a hőellenállás. [Dr. Bognár György, Ender Ferenc, Dr. Szabó Péter: Termikus labor bevezető segédlet]

A technológiai hűtés a géptermekek esetében az egyik legfontosabb elem. A hűtési rendszer meghibásodása esetén a helyiségben a hőmérséklet akár percenként 1°C is emelkedhet. A hűtési rendszer tervezésénél ezért fontos szempont a valós redundancia biztosítása. A számítógép géptermei klímaberendezések tervezése során a helyiségbe bevitt villamos teljesítmény alapján lehet kiválasztani a szükséges hűtési megoldást. Más megfontolást igényel a néhány száz W/m^2 bevitt teljesítményű gépterem és más felkészültséget a néhány kW/m^2 disszipációval rendelkező gépterem. Ezen disszipáció felett a helyiségben lokákisan alkalmazott kiegészítő hűtés, vagy a rack szintű hűtés tervezhető. A speciális hűtési kialakításokkal akár a $30\text{kW}/\text{rack}$ disszipáció is kezelhetővé válik. [<http://gepterem.kontiraktiv.hu/site/index.php?id=termek4,hu> 2023.03.19.]

Egyszerű géptermei infrastruktúra

Ebben a kiépítésben nincsenek ellátási tartalékok képezve, minden rendszerkomponens-teljesítmény a kiszolgáló infrastruktúra ellátására fordítódik. Ez egyben azt is jelenti, hogy az ellátási lánc bármely pontján felmerülő meghibásodás a villamosenergia-ellátás megszűnésének kockázatát hordozza, vagy eredményezi.

Előnyei:

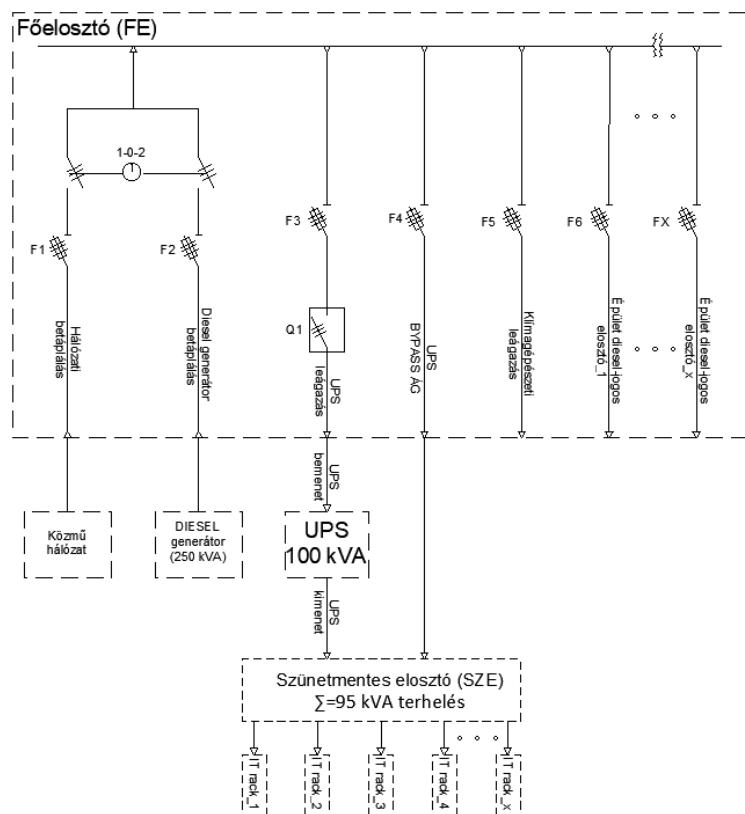
- Könnyen átlátható
- A felmerülő hiba behatárolása egyszerű

- Kialakításának és fenntartásának költsége alacsony

Hátrányai:

- Nem tartalmaz tartalékokat
- Nincsenek alternatív ellátási útvonalak

Egyszeres meghibásodás veszélye fennáll (**S**ingle **P**oint **O**f **F**ailure, a továbbiakban **SPOF**). Ez azt jelenti, hogy van a rendszernek olyan pontja/komponense, mely meghibásodása a teljes rendszer működésképtelenségét eredményezi.



11. ábra: Egyszerű géptermi infrastruktúra

A 11. ábra által bemutatott kapcsolás elsődleges energiaforrása egy telephelyen rendelkezésre álló áramhálózat kisméretű csatlakozási pontja. A hálózati betáplálás esetünkben nem került megduplázásra, a megtáplálás a hálózat felől egyirányú.

A telephelyen az UPS áthidalási idejénél várhatóan hosszabb áramszünetek alatt lehetőség van a fixen telepített diesel-generátor beindítására, mely a teljes géptermi infrastruktúra ellátását képes biztosítani, amíg az üzemanyag ehhez rendelkezésre áll.

A hálózati betáplálás fogadó terminálja az „FE” tervjelű elosztóberendezés F1; míg a diesel-generátoros betáplálás kábelének fogadó terminálja az F2 tervjelű késcsatlakozás található.

A késes biztosítók feladata az áramutak kijelölése, ezek a berendezések üzemi áramok megszakítására, illetve bekapcsolására nem alkalmasak. Használhatók azonban a közöttük kiépített villamos berendezések kiszakaszolására; mely képességüket eljárászerűen alkalmazzuk is különböző karbantartási/javítási műveletek esetén.

A hálózati, és a diesel-generátoros betáplálások között a bemutatott kiépítésben egy 3 állású átkapcsolóval lehet választani. A kapcsoló 1-0-2 működésű, így a hálózati, és a diesel-generátoros tápírányok egymáshoz csatlakoztatása a kapcsoló szerkezeti kialakításából eredően nem lehetséges.

A tápírány választó kapcsoló az „FE” jelű főelosztó berendezés áramsínjére csatlakozik, ennek feladata, hogy a villamos energiát az elosztószekrényen belül az elosztószekrény leágazásaihoz szállítsa. Tulajdonképpen, ha az elvi kapcsolást magunk elé képzeljük, tekinthetjük az áramsínt egy megnyújtott ekvipotenciális áramköri pontnak.

Az „FE” tervjelű elosztóberendezés minden leágazása diesel-jogos. Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy az elsődleges hálózati betáplálás kiesését, és a diesel-generátorra történő átterhelést követően minden leágazás terhelése átkerül a fixen telepített diesel-generátorra. Az adatközponti célú villamosenergia-elosztás energiamérlegén két meghatározó tétel van felhasználói oldalon; jelesül az IT-berendezések üzemének folytonosságát biztosító szünetmentes villamosenergia-ellátó berendezések, UPS-ek (csoportja), illetve a klímagépészeti berendezések csoportja, melyek feladata az adatközpontban előírt hőmérséklet és páratartalom értékek túrésen belül tartása.

Az UPS berendezés belső felépítéséből adódóan alkalmas lehet arra, hogy a normál betáplálását, illetve a belső bypass-betáplálását külön leágazásokról tápláljuk meg, de gyakori megoldás az is, hogy a betáplálására csak egy leágazást használunk. Ebben az esetben az UPS bemeneti kapcsain kifejezetten erre a célra gyártott, kiegészítő sínezést szerelünk fel, mely feladata a normál (egyenirányító) betáplálás, és a belső bypass betáplálás fázissorrend-helyes villamos összefogása.

[Data Center Handbook (Hwaiyu Geng 2014)]

[Jupiter Evolving: Transforming Google’s Datacenter Network via Optical Circuit Switches and Software-Defined Networking (Rui Wang, Jianan Zhang, Virginia Beauregard, Patrick Conner, Steve Gribble, et al 2022)]

[Computer Data Center Design (Robert F. Halper 1985)]

[The Datacenter as a Computer (Luis Andre Barroso, Jimmy Clidaras 2022)]

Lágyindítási megoldás bemutatása

Tranziens jelenségnek tekintjük a villamosenergia-ellátó rendszer olyan terhelés változását, mely során a kvázi-állandósult üzemi terhelésben olyan -legfeljebb másodperces nagyságrendű- impulzusszerű változás következik be, mely változás mértéke összemérhető az állandósult terhelés értékével, és a villamosenergia-ellátó rendszert, vagy annak részhálózatait átmenetileg a névleges terhelhetőségükön túl is igénybe veszi.

Az alábbi példán szeretném bemutatni egy vészeseti átkapcsolás következtében lezajló folyamatokat:

Tekintsünk egy adatközpontot, mely normál üzemi villamosenergia-ellátását a közcélú villamosenergia-ellátó hálózathoz nyeri egy csatlakozási ponton keresztül. A hálózat kiesésekor az alábbi folyamatok indulnak:

- Az UPS-ek továbbra is ellátják a védendő fogyasztókat akkumulátoros üzemben
- A géptermi hűtés leáll (jellemzően diesel~, és nem UPS jogos leágazáson van)
- Elindul egy időtag (~20-30s), ami alatt, ha nem jön vissza stabilan a hálózati feszültség, akkor beindul a diesel generátor
- Megtörténik az átterhelés, elindul a diesel-üzem
- A hűtési rendszer természetes pufferei (hűtött légtér hőtehetetlensége, hűtött víz a csővezeték-rendszerben) nem alkalmasak több perces nagyságrendű hűtés-kiesés áthidalására, csak a szerverterem felmelegedésének sebességét mérséklék, ezért elkerülhetetlenül felmelegszik a szerverterem
- Belépnek a hűtési kapacitások, és az összes gépészeti nagyfogyasztó indítási teljesítménye megjelenik a generátor terhelésében. (Amennyiben az indítások egyidejűsége nincs kezelve, úgy előfordulhat, hogy a rendszert túlterheljük, és valamely védelem megszólalása megszakíthatja a villamosenergia-ellátást a felhasználó beavatkozásáig.)
- Elindul a hűtés, mely feladata már nem csak a szerverterem hőmérsékletének állandó szinten tartása, hanem a felmelegedett szerverterem visszahűtése normál üzemi hőmérsékletre, ezért plusz komponenseket indít be, ami az indítási tranziensek számát, és a rendszer igénybevételét emeli.
- Ha stabilan visszatér a hálózati feszültség, akkor két eset lehetséges a kiépített rendszertől függően:
 - o Ha a generátor vezérlése, és a kiépített rendszer kapcsolása képes a hálózattal közös szinkron üzemre, akkor a szinkronozást követően

„világosban” tér át hálózati üzemre a rendszer. Ekkor újabb rendkívüli tranziensek nem jelentkeznek, visszaáll a terhelési állapot a kiesést megelőző normál üzemi állapothoz

- Ha a generátor vezérlése, és a kiépített rendszer kapcsolása nem képes a hálózattal közös szinkron üzemre, akkor az előzőekben bemutatott folyamatok ismét lejátszódnak, ezzel duplájára növelve a jelentkező tranziensek számát és a rendszer igénybevételét.

Az adatközpont energiamérlegének áttekintése

Az adatközponti célú villamosenergia-elosztás energiamérlegén két meghatározó tétel van felhasználói oldalon; jelesül az IT-berendezések üzemének folytonosságát biztosító szünetmentes villamosenergia-ellátó berendezések, UPS-ek (csoportja), illetve a klímagépészeti berendezések csoportja, melyek feladata az adatközpontban előírt hőmérséklet és páratartalom értékek túrésen belül tartása.

Az IT berendezések, és a klímagépészet által felhasznált villamosenergia mennyiség adja az adatközpontok villamosenergia-felhasználásának 90-98 %-át, mely természetesen erősen függ az alkalmazott technológiától, az épület adottságaitól, illetve az épülethasználat módjától.

Az adatközpont, mint létesítmény működéséhez az alábbi kiegészítő villamosenergia-felhasználó rendszerek csatlakoznak:

- Légkezelő berendezések
- Fűtés/hűtéstechnika
- Világítástechnika (Kültéri, beltéri, biztonságtechnikai célú világítás)
- Épületautomatika
- Tűzjelző, és oltórendszer
- Biztonságtechnikai rendszerek (Riasztórendszer, kerítésvédelem, sorompó/úszókapu stb.)
- Beléptető rendszer
- Video megfigyelő rendszer

Redundáns elemeket tartalmazó géptermi infrastruktúra

Ebben a kiépítésben ellátási tartalékok vannak képezve oly módon, hogy a kiépítés tartalmaz redundáns komponenseket, ezek villamosenergia-ellátó rendszerek esetében jellemzően a következők:

- Generátorok
- Szünetmentes tápegységek

Az egyes berendezések meghibásodása a tartalékberendezés rendelkezésre állása miatt nem eredményezi szükségképpen a rendszer leállítását. Tekintve, hogy az ellátási nyomvonal egyszerűs, ennek meghibásodása továbbra is a leállítás kockázatát hordozza. Leállítás szükséges az egyszerűs ellátó nyomvonalak feszültségmentes karbantartásához (pl.: áramsín, elosztószekrények csavarkötéseinek nyomatékkal történő utánhúzása), nem tervezetten a felmerülő üzemzavarok miatt szükséges (laza kötések miatti melegedés).

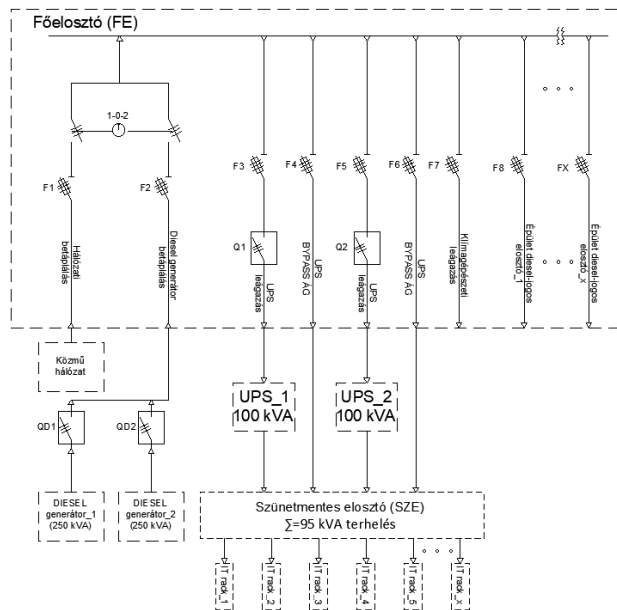
Előnyei:

- Könnyen átlátható,
- A felmerülő hiba behatárolása egyszerű
- Kialakításának és fenntartásának költsége mérsékelt

Hátrányai:

- Nincsenek alternatív ellátási útvonalak
- Egyszeres meghibásodás veszélye fennáll (Single Point Of Failure, a továbbiakban SPOF). Ez azt jelenti, hogy van a rendszernek olyan pontja/komponense, mely meghibásodása a teljes rendszer működésképtelenségét eredményezi.

A 12. ábra által bemutatott egyszerűsített hálózati kép a redundáns elemeket tartalmazó géptermi infrastruktúra kiépítésének jegyeit hordozza.



12. ábra: Redundáns elemeket tartalmazó géptermi infrastruktúra

A 12. ábra által bemutatott kapcsolat elsődleges energiaforrása egy telephelyen rendelkezésre álló áramhálózat kisméretű csatlakozási pontja. A hálózati betáplálás nem került megduplázásra, a megtáplálás a hálózat felől egyirányú. A telephelyen az UPS áthidalási idejénél várhatóan hosszabb áramszünetek alatt lehetőség van bármelyik fixen telepített diesel-generátor beindítására, mely a teljes géptermi infrastruktúra ellátását képes biztosítani, amíg az üzemanyag ehhez rendelkezésre áll. Amennyiben valamelyik generátor üzemképtelenné válik, úgy a tartalék generátor üzemével biztosíthatjuk az adatközpont működését.

A hálózati betáplálás fogadó terminálja az „FE” tervjelű elosztóberendezés F1; míg a diesel-generátor telep betáplálás kábelének fogadó terminálja az F2 tervjelű kékes biztosító kapcsain található.

A kékes biztosítók feladata az áramutak kijelölése, ezek a berendezések üzemi áramok megszakítására, illetve bekapcsolására nem alkalmasak. Használhatók azonban a közöttük kiépített villamos berendezések kiszakaszolására; mely képességüket eljárászerűen alkalmazzuk is különböző karbantartási/javítási műveletek esetén.

A hálózati, és a diesel-generátoros betáplálások között a bemutatott kiépítésben egy 3 állású átkapcsolóval lehet választani. A kapcsoló 1-0-2 működésű, így a hálózati, és a diesel-generátoros tápirányok egymáshoz csatlakoztatása a kapcsoló szerkezeti kialakításából eredően nem lehetséges.

A tápirány választó kapcsoló az „FE” jelű főelosztó berendezés áramsínjére csatlakozik, ennek feladata, hogy a villamos energiát az elosztószekrényen belül az elosztószekrény

leágazásaihoz szállítsa. Ha a 8. ábra egyszerűsített hálózati képét tovább követjük a villamosenergia útját, áramsínek következő csatlakozó berendezései a leágazások biztosítói, melyek a F3-tervjeltől kezdődően kerültek feltűntetésre.

Az „FE” tervjelű elosztóberendezés minden leágazása diesel-jogos. Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy az elsődleges hálózati betáplálás kiesését, és a diesel-generátorra történő átterhelést követően minden leágazás terhelése átkerül a kiválasztott, fixen telepített diesel-generátorra.

Az UPS szintén redundáns kialakításban üzemel, a szükséges teljesítmény kétszerese került telepítésre 2 berendezés formájában. Leágazásai az F3-F4, illetve az F5-F6 biztosítókkal védettek.

Az UPS berendezés belső felépítéséből adódóan alkalmas lehet arra, hogy a normál betáplálását, illetve a belső bypass-betáplálását külön leágazásokról tápláljuk meg, de gyakori megoldás az is, hogy a betáplálására csak egy leágazást használunk. Ebben az esetben az UPS bemeneti kapcsain kifejezetten erre a célra gyártott, kiegészítő sínezést szerelünk fel, mely feladata a normál (egyenirányító) betáplálás, és a belső bypass betáplálás fázissorrend-helyes villamos összefogása.

Redundancia szintek, az „n” koncepció bemutatása

A redundancia szintek tárgyalása során megkerülhetetlen az „n” koncepció bemutatása. „n” az a berendezés/egység teljesítmény szám, mely elegendő a rendszer energiaellátáshoz, de nem tartalmaz tartalékot az egyes berendezés/egység teljesítmény kiesése esetén. Vegyünk például egy 40 kVA teljesítményű fogyasztót ellátó 2 db 25 kVA-os, párhuzamos üzemű UPS berendezést. A szükséges teljesítmény 40 kVA, a rendelkezésünkre pedig összesen $2 \times 25 = 50$ kVA áll. Terhelhetőségben ez a konfiguráció tartalmaz 20% tartalékot, de nem tartalmaz redundáns elemeket, így számunkra csupán „n” teljesítményt jelent. Könnyen belátható, hogy az egyik berendezés ellátásból történő kiesése esetén a megmaradó 25 kVA UPS teljesítmény nem elegendő a 40 kVA-os fogyasztó ellátásához. Folytatva az előző gondolatmenetet, szeretnénk redundáns komponenseket tartalmazó rendszert építeni, ezért 3 db; egyenként 25 kVA teljesítményű UPS-t szervezünk párhuzamos üzembe. Ekkor rendszer szinten $25 + 25 + 25 = 75$ kVA UPS teljesítmény fog rendelkezésünkre állni. A redundáns komponensek száma ebben az esetben 1, hiszen egy modul elvesztése esetén is rendelkezésünkre áll a 40 kVA szükséges teljesítmény. Az így kapott redundanciaszint „n+1”.

Szükség esetén képezhetünk több tartalékot a rendszerben; vizsgáljuk meg, hogy lehetne „n+2” redundanciaszintet elérni.

- Az egyik megoldás, hogy 4 db. 250 kVA egységteljesítményű UPS-t üzemeltetünk párhuzamos üzemben, ekkor viszont a beépített teljesítmény 1000 kVA. Költség oldalon ez nem csak az UPS-ek beszerzésénél jelent többletet, de az egységteljesítményt kiszolgáló leágazások, és kábelezések viszonylatában is drágítja a beruházást
- A másik megoldás, hogy kisebbre választjuk az egységteljesítményt, és szükség esetén megnöveljük a rendszerkomponensek számát. Ha 200 kVA-os berendezéseket állítunk párhuzamos üzembe, akkor az „n+2” redundanciaszint elérhető 4 db UPS berendezéssel, így 800 kVA beépített teljesítménnyel. Matematikailag a modulszám növelése, és az egységteljesítmény csökkentése lehetővé teszi a beépített teljesítmény további csökkentését azonos „n+2” redundancia mellett, ám rendszerünk ekkor már bonyolultabb lesz, az UPS-ek közötti terhelésmegosztás szabályozása hibára érzékenyebb lesz, több leágazás és bypass-ág kiépítésére lesz szükség, a rendszer robusztussága, és átláthatósága sérül

A szükséges teljesítmény „2n” redundanciával történő kiszolgálásához 2 db, legalább 40 kVA teljesítményű UPS szükséges. Ezt a megoldást jellemzően két tápirányú topológia esetében alkalmazzák, mellyel a későbbiekben foglalkozok.

Tartalékképzés

„Hideg” tartalék

A tartalékképzés ezen módja a redundáns berendezések kikapcsolt állapotát jelöli normál üzemvitel esetén. Erre az üzemállapotra jellemző, hogy az üzemben tartott berendezések szolgáltatják az „n” kapacitást, a redundáns gép pedig zérus energiafogyasztással tartalékként áll rendelkezésre szükség esetén. Adatközpont-üzemviteli szempontból akkor alkalmazható biztonsággal, ha az adatközpont terhelése statikusan a tervezett terhelés alatt marad, tehát a gépterem részterhelésen üzemel. Ekkor fel kell mérni, hogy a részterhelés mekkora teljesítményigényt támaszt a kiszolgáló rendszerek felé, és úgy célszerű meghatározni a kikapcsolható redundáns berendezések számát, hogy a részterhelésre vetítve mindig maradjon „n+1” tartalék a rendszerekben.

A hideg tartalék alkalmazásának létezik egy kevésbé kockázatos módja. Ekkor nem kapcsoljuk ki teljesen a redundáns gépet/gépeket, hanem azokat készenléti állapotban tartjuk. Ez azt jelenti, hogy beépített teljesítményük normál üzemben nincs felhasználva, de bármely pillanatban indíthatók szükség esetén. Egy 4 modulból álló UPS rendszer „n+1” redundáns kiépítésben például heti váltásban pihentetheti moduljait az egyenletes üzemóra-kihasználtság, illetve a jobb működési hatásfok elérése miatt. Az üzemben lévő UPS-ek jellemzően 90%-os kihasználtság felett működnek a legenergiahatékonyabb módon. Ha az „n” kapacitásunk 75 kVA egy 4 modulós, n+1 redundáns UPS rendszerben, akkor az egyes modulok terhelése

- üzemelő modul esetén: 75 %
- üzemelő modul esetén: 100 %

A tisztán félvezető UPS modellek nem hordozzák transzformátoros társaik jelentős terhelés-hatásfok függését.

Adódik egy másik előnye is annak, hogy „standby”, azaz készenléti üzemben tartjuk a redundáns kapacitásokat. Ha a modulokból felépített rendszer vezérlése alkalmas rá, akkor bármely „n” kapacitást kiszolgáló modul meghibásodása esetén feléleszti az addig készenléti üzemben tartott modult, és az „n” kapacitás ismét rendelkezésre áll.

„Meleg” vagy „forgó” tartalék

Ebben az esetben a redundáns gép terhelésmegosztással vesz részt az IT berendezések, illetve a védendő fogyasztók ellátásában. Sok esetben a kiszolgáló gépek részterhelésen történő üzemeltetése energiahatékonyság szempontjából nem a legjobb, de kétséget kizáróan ez a legbiztonságosabb tartalékképzési módzat.

Üzem közben karbantartható géptermi infrastruktúra

Ez a fajta kiépítés szintén tartalmaz redundáns elemeket, tehát ellátási tartalékokkal rendelkezik. A tartalék berendezések/modulok oly módon kerültek a rendszerbe, hogy az ellátási lánc bármely komponense kiszakaszolható karbantartás céljából, és ez megtehető a rendszer működőképességének, és teljes funkcionalitásának megtartása mellett. Az érintett -kiszakaszolható- komponensek:

- Ellátási útvonalak (kábelek, vezetékek)
- Elosztószekrények

- Generátorok
- Szünetmentes tápegységek

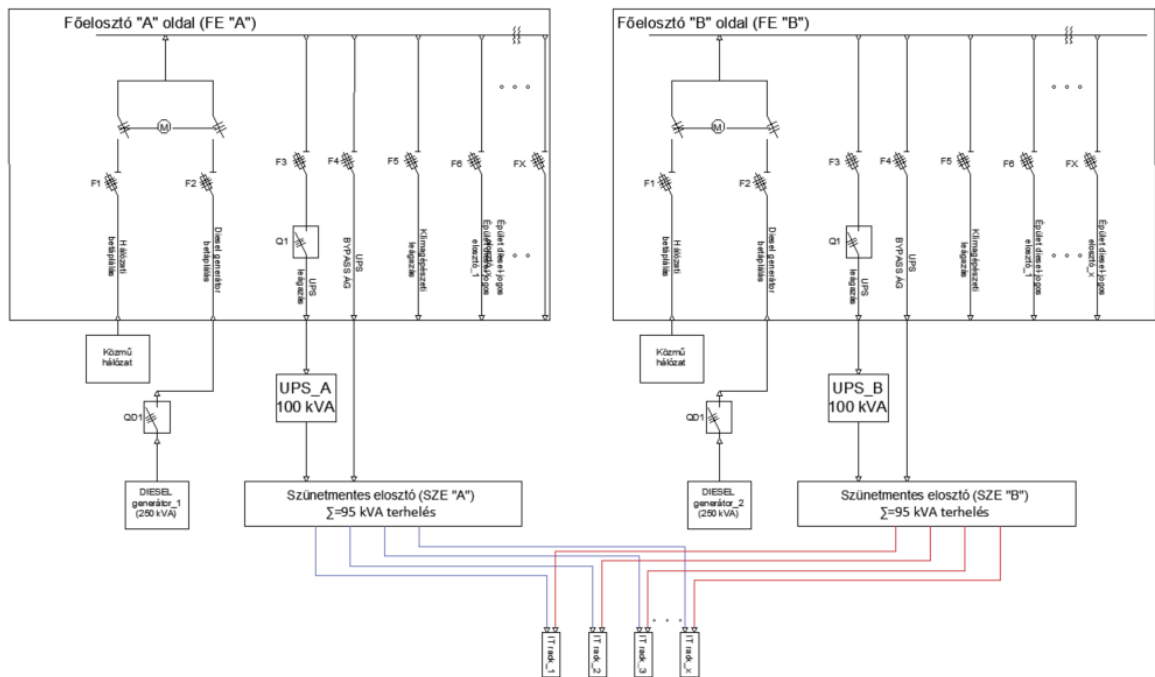
A kiépítés legegyszerűbb, legátláthatóbb, és legrobosztusabb megvalósítása az ellátási vonalak megkettőzése, tehát „A”, és „B” tápirány kialakítása. Itt megemlítjük, hogy a kritikus géptermi IT infrastruktúra elemeit kettős betáplálású eszközökből kell kiépíteni, mely kivitel elterjedt, és széles körben használatos. Fontos, és lényegi különbség a pusztán redundáns kiépítéssel szemben, hogy itt nem szükséges az ellátó nyomvonalak, vagy azok rendszerkomponenseinek feszültségmentes karbantartásához leállítani a védendő eszközöket, hiszen a kiépítés rendelkezik alternatív útvonallal az eszközök tápellátásához.

Előnyei:

- Átlátható
- A felmerülő hiba behatárolása egyszerű

Hátrányai:

- kialakításának, fenntartásának, és felügyeletének költsége legalább kétszeres az előző megoldásokhoz viszonyítva
- Nagyobb helyigénye van a kiépítésnek
- Az egyes rendszerek („A”, vagy „B”) normál (megosztott terhelésű) üzem során maximum 50% kihasználtságúak lehetnek



13. ábra: Üzem közben karbantartható géptermi infrastruktúra

A 13. ábra által bemutatott kapcsolás elsődleges energiaforrásai egy telephelyen rendelkezésre álló áramhálózatok kiszakadásra csatlakozási pontjai. A hálózati betáplálások villamosenergia ellátását két, egymástól független alállomásról, vagy alállomás-szinten függetleníthető sínfelekről oldják meg. A közcélú villamosenergia hálózaton eltérő gyakorisággal változó időtartamú kimaradások/feszültség-ingadozások fordulnak elő. Ezek az ellátásbéli kiesések egy részről üzemzavar jellegűek lehetnek, más részről az egyes hálózatrészek tervszerű karbantartása alkalmával elvégzett kapcsolások/átterhelések is eredményezik, de mindenképp veszélyforrást jelentenek a védendő fogyasztók folyamatos üzemére. A rövidebb áramkimaradások nem eredményezik szükségképpen a diesel-generátor indítását, erre az időre a telepített szünetmentes tápegységek (UPS-ek) szolgáltatnak -megfelelő minőségű és mennyiségű- villamosenergiát a védendő fogyasztók számára megszakításmentesen. A telephelyen az UPS-ek áthidalási idejét a hozzájuk kapcsolt telepek eltárolt kapacitásai biztosítják. Bármelyik ellátási oldal hálózatának -beállítható időtartamon túli- kiesése esetén a fixen telepített diesel-generátor beindításra kerül. Bármelyik generátor a teljes géptermi infrastruktúra ellátását képes biztosítani, amíg az üzemanyag ehhez rendelkezésre áll.

A hálózati betáplálás fogadó termináljai az FE „A”, és FE „B” tervjelű elosztóberendezés F1; míg a diesel-generátor telep betáplálás kábelének fogadó termináljai az F2 tervjelű késes biztosítók kapcsain találhatóak. A késes biztosítók feladata az áramutak kijelölése, ezek a berendezések üzemi áramok megszakítására, illetve bekapcsolására nem alkalmasak. Használhatók azonban a közöttük kiépített villamos berendezések kiszakadására; mely képességüket eljárászerűen alkalmazzuk is különböző karbantartási/javítási műveletek esetén. A hálózati, és a diesel-generátoros betáplálások közötti áttérés a bemutatott kiépítésben egy automatikus hálózat-diesel átkapcsolóval valósul meg. A tápirány választó kapcsoló az „FE” jelű főelosztó berendezések áramsínjeire csatlakozik, ennek feladata, hogy a villamos energiát az elosztószekrényen belül az elosztószekrény leágazásaihoz szállítsa. Tulajdonképpen, ha az elvi kapcsolást magunk elé képzeljük, tekinthetjük az áramsín egy megnyújtott ekvipotenciális áramköri pontnak. Ha a 9. ábra egyszerűsített hálózati képét tovább követjük a villamosenergia útját, áramsínnek következő csatlakozó berendezései a leágazások biztosítói, melyek a F3-tervjeltől kezdődően kerültek feltűntetésre. Az „FE” tervjelű elosztóberendezés minden leágazása diesel-jogos. Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy az elsődleges hálózati betáplálás kiesését, és a diesel-generátorra történő áttérhelést követően minden leágazás terhelése átkerül a kiválasztott, fixen telepített diesel-generátorra. Az UPS szintén

redundáns kialakításban üzemel, a szükséges teljesítmény kétszerese került telepítésre 2 berendezés formájában. Leágazásai az F3-F4, illetve az F5-F6 biztosítókkal védettek. Az UPS berendezés belső felépítéséből adódóan alkalmas lehet arra, hogy a normál betáplálását, illetve a belső bypass-betáplálását külön leágazásokról tápláljuk meg, de gyakori megoldás az is, hogy a betáplálására csak egy leágazást használunk. Ebben az esetben az UPS bemeneti kapcsain kifejezetten erre a célra gyártott, kiegészítő sínezést szerelünk fel, mely feladata a normál (egyenirányító) betáplálás, és a belső bypass betáplálás fázissorrend-helyes villamos összefogása.

Uptime Institute Tier minősítési rendszer

Az adatközpontok belső felépítése és topológiája

[A fejezethez Az Uptime által kapott angol nyelvű belső anyagot használtam fel, mely egyes részei a weboldalukon is megtalálható: <https://uptimeinstitute.com/tier-certification> 2023.03.25.]

Az adatközponti infrastruktúrával szemben támasztott általános követelmény, hogy a rendelkezésre állása az IT infrastruktúra által ellátott feladathoz megfelelő mértékű legyen. Könnyen belátható, hogy egy könyvtári archiváló rendszer elérhetőségének hosszabb-rövidebb időre történő kiesése egyáltalán nem okoz balesetet, vagy katasztrófaveszélyes állapotot, továbbá nem jár jelentős anyagi kárral sem. Ha egy kórház, egy atomerőmű, egy veszélyes anyagokkal/technológiával dolgozó vegyi üzem, vagy egy bank rendszerei állnak le akár másodpercekre is, a következmények sokkal súlyosabbak lesznek. Gazdaságilag indokolt tehát, hogy a feladatnak megfelelő infrastruktúrát építsünk fel, és ennek megfelelően válasszuk meg a helyszínt, berendezéseket, rendszerszintű redundancia szinteket, berendezésszintű redundancia szinteket, valamint építészeti elhelyezéseket. A rendelkezésre állás tárgyalása során megkerülhetetlen az „n” koncepció bemutatása. „n” az a berendezés/egység teljesítmény szám, mely elegendő a rendszer energiaellátáshoz, de nem tartalmaz tartalékot az egyes berendezés/egység teljesítmény kiesése esetén. Az adatközpontok rendelkezésre állásának rendszerezésére több független, jellemzően -de nem szükségszerűen- piaci alapon működő szervezet állított fel kategóriákat, melyeket különböző, a szervezet által feljogosított cégek, vagy auditorok tanúsíthatnak. A tanúsítás eredménye a legtöbb esetben egy igazoló plakett, illetve egy publikáció, mely lehetővé teszi

a tanúsítvány online ellenőrzését a tanúsítást kiadó cég honlapján. A piacon gyakran előforduló -topológiával foglalkozó- szabványok a következők:

- Uptime Institute Tier Standard
- ANSI/BICSI 002-2014
- ANSI/TIA 942-A 2014

Az EN 50600 egy Nemzetközi szabványsorozat, mely folyamatos fejlesztés alatt áll, több aspektusában utal az Uptime Institute (a továbbiakban: UI), a TIA 942, és a BCSI szabványokra. A létesítményt 1-4-ig terjedően osztályozza annak rendelkezésre állásától függően. A fentiek közül a legelterjedtebb, globálisan alkalmazott felhasználó-szintű szabvány, az Uptime Institute Tier Standard - Topology kategóriáin keresztül ismertetem a jellemző topológiai kiépítéseket. Az adatközpont szakmai környezetében uralkodó nyelv az angol, ezért sok esetben a megnevezések a forráshűség miatt nem kerülnek fordításra.

Uptime Institute Tier III. vonatkozás

Az Uptime Institute az üzem közben karbantartható rendszerek tekintetében egy komplexebb követelményrendszert állított fel, melyet az alábbiakban mutatunk be:

Alapkövetelmények:

- Redundáns komponensekkel rendelkezzen a villamosenergia-kapacitást biztosító berendezések vonatkozásában, valamint több ellátási vonal kerüljön kiépítésre a védendő infrastruktúrához, melyből egy mindig aktív kell legyen (a transzformátorok, és a hálózat-átkapcsolók áramútvonali elemnek minősülnek)
- Minden IT berendezésnek kettős betáplálási lehetőséggel kell rendelkeznie
- 12 órás diesel-generátor üzemhez elegendő mennyiségű üzemanyag tároló kapacitás kell legyen a helyszínen

A kiépítés követelményei:

- Az elosztási útvonalakból minden kapacitást biztosító komponens és elem eltávolítható legyen tervszerűen, anélkül, hogy a kritikus környezetet befolyásolná.
- A telephely igényeinek kielégítésére elegendő beépített kapacitás álljon rendelkezésre, amikor a redundáns berendezéseket bármilyen okból kikapcsolják.

Üzemviteli megközelítés:

- Az aktív útvonal ki van téve a nem tervezett tevékenységek miatti fennakadásoknak.
- A helyszíni infrastruktúra összetevőinek működési hibái az adott villamosenergia-ellátási vonal megszakadását okozhatják.

- Bármely rendszer nem tervezett leállása vagy meghibásodása hatással lesz a kritikus környezetre.
- Egy kapacitást biztosító komponens vagy elosztószekrény nem tervezett kimaradása vagy meghibásodása hatással lehet a kritikus környezetre.
- A telephelyi infrastruktúra tervezett karbantartása elvégezhető a redundáns kapacitáselemek és elosztási útvonalak felhasználásával a fennmaradó berendezések biztonságos munkavégzéséhez.
- A karbantartási tevékenységek során a villamosenergia-kimaradás veszélye megemelkedhet. (Ez a karbantartási feltétel nem rontja le a normál működés során elért Tier-minősítést.)

2. táblázat: TIER követelményrendszer összefoglalója

	TIER I	TIER II	TIER III	TIER IV
Minimum kapacitás komponensek	N	N+1	N+1	N bármilyen hiba után
Elektromos rendszer ellátó hálózat	1	1	1 aktív 1 alternatív	2 folyamatosan aktív
Kritikus rendszer tápirányok	1	1	2 folyamatosan aktív	2 folyamatosan aktív
Folyamatosan karbantartható rendszer	Nem	Nem	Igen	Igen
Hibatűrő	Nem	Nem	Nem	Igen
Elkülöníthetőség	Nem	Nem	Nem	Igen
Folyamatos hűtés biztosított	Nem	Nem	Nem	Igen

TIER I

Az I. szintű megoldások elismerik, a tulajdonos (IT-t támogató) dedikált helyszíni infrastruktúra iránti igényét. Az I. szintű infrastruktúra jobb környezetet biztosít, mint egy átlagos iroda és a következőket tartalmazza: dedikált helyiség az IT-rendszerek számára; UPS az áramkimaradások, és zavarok kiszűrésére; dedikált hűtőberendezés, amely nem áll le a normál irodai munkaidő végén. és helyszíni áramtermelés (pl. aggregát, üzemanyagcella) az informatikai funkciók védelme érdekében a hosszabb áramkimaradások esetén.

TIER II

A Tier II megoldások redundáns kritikus energia- és hűtő komponenseket tartalmaznak, hogy nagyobb biztonsági tartalékot nyújtsanak az IT-folyamatok megszakadásaival szemben a helyszíni infrastruktúra számára. A redundáns komponensek jellemzően extra UPS modulok, hűtőberendezések, szivattyúk, hűtőegységek és a helyszíni áramtermelés (pl. generátor, üzemanyag cella). A meghibásodás vagy a szokásos karbantartás valamelyik kapacitáskomponens kiesését eredményezi.

TIER III

A TIER III infrastruktúra a párhuzamos karbantartás koncepciójával bővíti a rendelkezésre álló lehetőségeket a Tier I és Tier II megoldásokhoz képest. Az egyidejű karbantartás azt jelenti, hogy minden egyes kapacitás vagy elosztási komponens, amely az informatikai feldolgozási környezet támogatásához szükséges, karbantartható vagy leállítható tervezetten, az IT-környezetre gyakorolt hatás nélkül. A telephelyi infrastruktúra topológiájára gyakorolt hatás az, hogy a II. szint redundáns kritikus összetevőjéhez egy redundáns áramellátási és hűtési útvonal is hozzáadódik. A karbantartás lehetővé teszi, hogy a berendezéseket és az elosztási útvonalakat gyakran és rendszeresen újszerű állapotba hozzák. Így a rendszer megbízhatóan és kiszámíthatóan az eredetileg tervezett módon fog működni. Ezen túlmenően a karbantarthatóság lehetővé tétele megköveteli, hogy az IT-üzemeltetést támogató minden egyes rendszert vagy komponenst ki lehessen kapcsolni a tervezett karbantartás céljából anélkül, hogy az hatással lenne az IT-környezetre. Ez a koncepció kiterjed az olyan fontos alrendszerekre is, mint a mechanikus üzem vezérlőrendszerei, a helyszíni energiatermelés indítórendszerei (pl. generátor, üzemanyagcella), az EPO vezérlők, a hűtőberendezések és szivattyúk áramforrásai, a szigetelő szelepek és mások.

Villamoság

A topológia szerinti kiépítés: üzem közben karbantartható telepi infrastruktúra. A kiépítés tartalmaz redundáns komponenseket, az ellátás nyomvonalának az előző kategóriától eltérően többszörösnek kell lennie, redundáns komponensek a Tier II. kategóriában leírtak szerint szükségesek. Az egyes berendezések a redundáns ellátási nyomvonallal együtt kiszakaszolhatók az „n” teljesítmény folyamatos biztosítása mellett. Karbantartás céljából a berendezések leválaszthatósága alapvető szempont, ez a következőket jelenti:

Gépészeti rendszerek esetén az ellátó nyomvonalon bármely elzáró elemnek, vagy szerelvénynek cserélhetőnek kell lennie oly módon, hogy a csőszakasz, amelyben helyet foglal, az „n” kapacitás veszélyeztetése nélkül leüríthető legyen. Áramellátó rendszerek esetén az ellátó nyomvonalon bármely berendezésnek, vagy szerelvénynek kiszakaszolhatónak kell lennie oly módon, hogy a berendezésről mindennemű - földpotenciáltól eltérő- külső potenciál leválasztásra kerül (beleértve a vezérlő/működtetőfeszültségeket is).

Gépészet

A folyamatosan karbantartható adatközpont redundáns kapacitás komponensekkel és többszörös, egymástól független elosztási útvonallal rendelkezik. A villamos energia ellátó

hálózat és a gépészeti ellátási útvonalak tekintetében egyidejűleg csak egy elosztó útvonalra van szükség az IT infrastruktúra kiszolgálására. Az elektromos energia ellátó hálózat definíciója szerint a helyszíni energiatermelő rendszer kimenete (pl.: generátor, energia cella) és az IT rendszert ellátó UPS bemenetéig tartó elektromos ellátó rendszer útvonala, valamint az IT rendszerek hűtéséért felelős eszközök ellátási útvonala azok betáplálási pontjáig. A hűtési elosztó hálózat magában foglalja az IT területről történő hőelvonás összes elemét egészen addig, amíg a keletkezett hőt a külső térnek le nem adjuk (pl.: közvetítő közeggel, folyadékhűtővel vagy direkt freecooling alkalmazásával). Minden IT eszköz kettős betáplálással rendelkezik annak érdekében, hogy megfeleljen a telephely elektromos kialakításának és lehetővé tegye a folyamatos üzemet. A fenti követelményeknek meg nem felelő eszközök kiszakaszolására szakaszoló kapcsolókat kell beépíteni. 12 órás üzemanyag tartály szükséges a diesel generátorok számára a helyi áramtermelés biztosítása érdekében, mely fedezni tudja az N kapacitás igényt.

TIER IV

A IV. szintű telephelyi infrastruktúra a III. szintre épül, és a telephelyi infrastruktúra topológiáját kiegészíti a hibatűrés koncepciójával. Az egyidejű karbantartási koncepciók alkalmazásához hasonlóan a hibatűrés minden egyes rendszerre vagy komponensre kiterjed, amely támogatja az IT-műveleteket. A IV. szint figyelembe veszi, hogy a rendszerek vagy komponensek bármelyike bármikor meghibásodhat, vagy bármikor bekövetkezhet egy nem tervezett kiesés. A hibatűrés IV. szintű meghatározása egyetlen komponens vagy útvonal meghibásodásán alapul. A telephelyet azonban úgy kell megtervezni és üzemeltetni, hogy elviselje az összes lehetséges hiba kumulatív hatását. Tehát a meghibásodás által megzavart infrastruktúra-összetevő, rendszer és elosztási útvonal, például, egyetlen kapcsolótábla meghibásodása kihat minden alpanelre és berendezéskomponensre, amelyből a kapcsolótábláról kapja az áramot. Egy IV. szintű létesítmény ezeket a halmozott hatásokat anélkül tűri, hogy a számítógépterem működését nem befolyásolják.

UPS

UPS-ek létjogosultsága

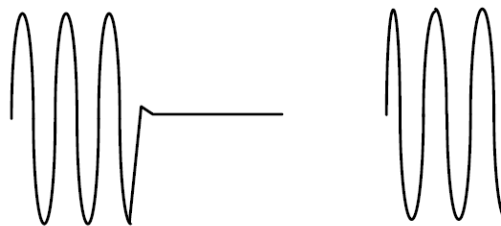
Az adatközponti villamosenergia ellátás legfontosabb feladata a védendő fogyasztók folyamatos üzemének biztosítása/fenntartása. Az adatközpontok ellátása túlnyomó részt közcélú villamosenergia-ellátó hálózatról valósul meg. Fontos megemlíteni, hogy ezen hálózatok megbízhatósága, és rendelkezésre állása igen széles spektrumon mozog. Eltérő

gyakorisággal változó időtartamú kimaradások/feszültségingadozások fordulnak elő. Ezek az ellátásbéli kiesések egy részről üzemzavar jellegűek lehetnek, más részről az egyes hálózatrészek tervszerű karbantartása alkalmával elvégzett kapcsolások/átterhelések is eredményezik. Az adatközpont védendő fogyasztóinak folyamatos üzemét ezek a hálózat kimaradásai ellehetetlenítik; szükség van tehát egy olyan megoldásra, mely segítségével biztosíthatjuk a folyamatos villamosenergia-ellátást. Belátható, hogy a kimaradás idejére valamely külső áramforrás szükséges, hogy a megszakítás nélküli ellátást biztosítsuk a kritikus infrastruktúránk részére. A szünetmentes tápegységek kifejezetten erre a célterületre kifejlesztett berendezések, hálózati kimaradás esetén akkumulátor telepekből nyert energiával valósítják meg a fogyasztók zavartalan ellátását. Jelen alfejezet célja, hogy a szünetmentes tápegységek (UPS-ek) kialakítási lehetőségeit, illetve az alkalmazott technológiákat bemutassa kifejezetten az adott megoldás előnyeinek, hátrányainak és működési hatékonyságának kielemezésével.

Hálózati kimaradások

A jelenség alatt a hálózati feszültség megszűnik, az áramhálózat nem képes a csatlakoztatott fogyasztók ellátását biztosítani. A megszakítás időtartamától függően lehet:

- instant jellegű (0,5 – 30 ciklus kimaradás a szinuszos hullámon),
- pillanatnyi (30 ciklustól 2 mp. kimaradás a szinuszos hullámon)
- átmeneti (2 mp. – 2 perc kimaradás a szinuszos hullámon))
- tartós (2 percnél tovább tart)



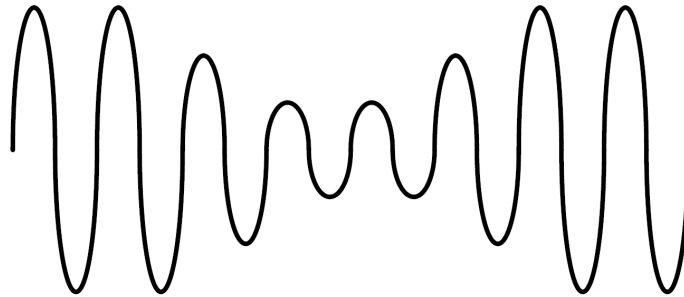
14. ábra: Hálózatkimaradás hullámalakja

A megszakítások okai eltérőek lehetnek, de általában valamilyen elektromos meghibásodás eredménye; táphálózati károk, például villámcsapás, állatok, fák, járműbalesetek, pusztító időjárás (erős szél, erős hó vagy jég a vezetőkeken stb.), berendezés meghibásodása vagy közmű hálózati megszakító kioldása. A közcélú villamosenergia-ellátó hálózat úgy van kialakítva, hogy automatikusan kompenzálja ezeket az eseményeket, egy részük mégis befolyásolja a szolgáltatott villamosenergia minőségi paramétereit. Az egyik leggyakoribb példa a villamos közmű hálózatok védelmi berendezéseinek, például automatikus áramköri

visszakapcsolóinak (GVA, LVA) működése. Ezek a védelmi automatikák meghatározott séma szerint kapcsolnak, az általuk okozott áramszünetek/megszakítások program szerint valósulnak meg a hiba természetétől függően. A „definitív kioldás” vagy „tartós megszakítás” kifejezés olyan helyzetet ír le egy közüzemi rendszerben, ahol az automatikus védelmi eszközök a hiba természete miatt nem tudják visszakapcsolni az áramellátást, és kézi beavatkozásra van szükség. Ha az áramszünet 2 percnél tovább tart, annak valószínűleg ez lehet az oka.

Hálózati feszültség átmeneti csökkentése

A jelenség az AC feszültség csökkenése adott frekvencián 0,5 ciklus és 1 perc közötti időtartamra. A feszültségcsökkenést általában rendszerhibák okozzák, de okozhatják a nagy indítási árammal járó terhelések bekapcsolásai is.



15. ábra: átmeneti feszültségcsökkenés a szinusz hullámon

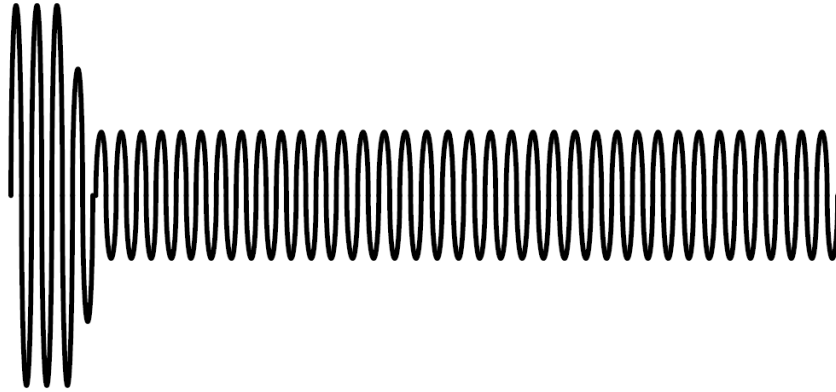
Az átmeneti feszültségcsökkenés gyakori okai közé tartozik a nagy terhelések elindítása (például egy nagy klímaberendezés, vagy szivattyú) és a közmű hálózatkezelő által végzett távoli hibaelhárítás. Hasonlóképpen, egy ipari létesítményen belüli nagy motorok indítása jelentős feszültségcsökkenést eredményezhet. A motor indításkor a normál üzemi áram hatszorosát, vagy többet is képes felvenni. Ilyen nagy és hirtelen elektromos terhelés megjelenése jelentős feszültségcsökkenést okozhat az áramkör többi részén.

Megoldást jelent erre a problémára a lágyindítás, melynek számos megvalósítása elérhető a piacon. Ha ezzel a módszerrel végezzük nagy -induktív jellegű- egységtelejesítményeink bekapcsolását, nem hatunk vissza az elektromos infrastruktúra többi részére indításkor.

- Csillag-delta átkapcsolás
- Frekvenciaváltóba integrált felfutási rámpa beállítása
- Szilárdtest-lágyindító alkalmazása

Hálózati feszültség tartós csökkentése

Az alacsony feszültség hosszú távú problémák eredménye a villamosenergia-ellátó rendszerben. Az alacsony feszültség túlmelegedést okozhat a motorokban, és a nemlineáris terhelések meghibásodásához vezethet.



16. ábra: Tartós feszültségcsökkenés a szinusz hullámon

Ha az alacsony feszültség állandósult jellegű, az komoly berendezéshibára, beszállítási problémára utal, mellyel foglalkoznunk kell, adott esetben a közcélú villamosenergia-ellátó hálózat üzemeltetőjét kell felkeresnünk a megoldás érdekében, hogy a vonatkozó villamosenergia-minőségi paraméterek a megfelelő tűrési határértékek közé kerüljenek a csatlakozási ponton.

Az UPS alapvető funkcionális részeinek bemutatása

Bemenő szűrő áramok

A bemeneti szűrőáramkör a váltóáramú (AC) hálózat és az UPS egyenirányító bemeneti fokozata közé csatlakozik. A szűrőáramkörnek az összes magasabb frekvenciát csillapítania kell, és csak a hálózati 50 Hz-et vagy 60 Hz-et szabad átengednie a következő fokozatba. A bemeneti szűrők a legtöbb kapcsolóüzemű tápegységbe be vannak építve, hogy csökkentsék a váltakozó áramú hálózatban jelenlévő elektromágneses és egyéb elektromos zajok okozta interferenciát. A szűrőket annak biztosítására is használják, hogy a tápegységek megfeleljenek az EMI előírásoknak és szabványoknak. A bemeneti szűrőáramkörnek két fő funkciója van az alábbiak szerint:

Megakadályozza, hogy a tápegységen belül generált EMI-jelek elérjék a bemeneti váltóáramú tápvezetékét, és hatással legyenek az ugyanarra a vonalra csatlakoztatott többi berendezésre. Megakadályozza, hogy a tápvezetéken a nagyfrekvenciás feszültség és az EMI áthaladjon és elérje a táp kimenetét. A bemeneti szűrő kialakítása és alkatrészeinek kiválasztása annak szem előtt tartásával történik, hogy ne növelje szükségtelenül a táp

méretét, költségét, illetve ne rontsa számottevően a tápegység működési hatáskörét. Annak ellenére, hogy különféle szűrőkialakítások léteznek, amelyek eltérő jellemzőkkel és hatásokkal rendelkeznek a tápegység teljesítményére, a passzív L-C szűrő mindkét fenti funkciót biztosítja, miközben a legjobb kompromisszumot kínálja méret, költség és teljesítmény között. Megemlítendő, hogy a passzív szűrők nem kívánatos hatásokat okozhatnak, ezért fontos ismerni a terhelés jellegét, és annak megfelelően az ahhoz leginkább illeszkedő szűrőkialakítást alkalmazni.

[Data Center Handbook (Hwaiyu Geng 2014)]

[Jupiter Evolving: Transforming Google's Datacenter Network via Optical Circuit Switches and Software-Defined Networking (Rui Wang, Jianan Zhang, Virginia Beauregard, Patrick Conner, Steve Gribble, et al 2022)]

[Computer Data Center Design (Robert F. Halper 1985)]

[The Datacenter as a Computer (Luis Andre Barroso, Jimmy Clidaras 2022)]

Túlfeszültség elleni védelem

A túlfeszültségvédők (vagy -elnyomók) védelmet biztosítanak a túlfeszültségek ellen, amelyek rövid távú, a névleges feszültség 110 %-át meghaladó feszültségek. Gyakran villámcsapással és villamos hálózati kapcsolásképek kialakításainak tranziens folyamataival magyarázzák, de valójában a túlfeszültségek 80 %-a a létesítményen belül keletkezik, és az épületen belüli különféle eszközök által keltett elektromos kapcsolás vagy egyéb zavarok miatt következnek be. A túlfeszültség okozta megnövekedett feszültség a forrástól függetlenül károsíthatja az elektromos rendszerek alkatrészeit, például számítógépeket, és az erre érzékeny elektronikai berendezéseket. A megfelelően megtervezett áramellátási rendszer mindig lépcsőzetes megközelítést alkalmaz a túlfeszültség-védelem kialakítására, amely az UPS-sel együtt működik megfelelően.

Egyenirányító

A bemeneti szűrő áramköröktől és a túlfeszültség elleni védelemtől eltekintve -az offline UPS kivételével- minden esetben ezzel a komponenssel kezdődik az UPS belső felépítése. Az egyenirányító két kulcsfontosságú funkciót lát el. Az első, hogy a bemeneti váltakozó áramot egyenáramra alakítja, a második, hogy a galvanikus elven, akkumulátorokban eltárolt villamos energia visszatöltését/eltárolását lehetővé teszi. Az UPS méretétől függően az egyenirányító modul tartalmazhatja az akkumulátortöltőt. Kisebb (azaz 3000

VA alatti) szünetmentes tápegységeknél gyakori, hogy az egyenirányító és az akkumulátortöltő külön alkatrészt képez.

Akkumulátor töltő

Ez a szerkezeti egység akkumulátortelep töltését, illetve kezelését biztosítja. A standby UPS-ek esetén ez az egység csak az akkumulátorok töltéséért felel, mivel ezen UPS-ek nem képesek kettős konverzióban működni. Az akkumulátor töltése -a line-interactive UPS-ek esetén - a belső DC feszültségű hálózataról történik. Fontos megemlítenünk, hogy a különböző technológiájú, és különböző tárolókapacitású telepek (VRLA, NiMh; Li-ion; LiPo) különböző töltési stratégia szerint kezelendők, mely programok az akkumulátortöltők töltési házirendjében előre definiáltak, de a nagyobb teljesítményű, külső akkumulátor telepekkel szerelhető berendezések esetében kvázi-szabaddon paramétereizhetők.

Projekt munka

Szakmai összefoglaló

A munkám célja egy energia-, nyersanyag- és költséghatékony fenntartható adatközpontok létrehozását és üzemeltetését támogató eszköz fejlesztése volt. A jelenlegi munkahelyem erre a feladatra kértek fel 2022 szeptemberében, melyet kiváló lehetőségnek találtam, egyben a diplomadolgozatom alapjának is szántam. A célom az volt, hogy a korábban hosszú és időigényes számolási metódus ezen fejlesztés révén annak analitikai és módszertani, illetve optimalizációs funkciója fejlettebbé váljon, robusztussága, validáltsága növekedjen, ezáltal a szimulációs rendszer megbízhatóbbá és rendszeres, piacképes szolgáltatás alapjává váljon. A fejlesztés első lépéseként meghatározásra került egy adatközpont. Ez alapján felmértem a már meglévő egységeket, illetve ellenőriztem az ezeket befolyásoló környezeti, villamossági és épületgépészeti technológiákat. Több ponton is vizsgáltam az éghajlatra vonatkozó adatokat, ami alapján az ehhez fejlesztett szoftverben az éves átlagok legrosszabb, átlagos és legmagasabb értékeit is figyelembe vehetjük az adatközpontok értékelésénél.

Nagy hangsúlyt fektettem a modellalkotásra, mely a korábbi elképzelések szerint pontos, a fajlagos értékekből számított jó közelítő értékeket ad meg. Ehhez szükség volt a beépítendő berendezések adataira, melyeket tipizált táblázatokba rendeztem. A bemenő adatokból

számított értékekkel az analitikai és a matematikai modell képes lefuttatni az adatközpontok számításait és ezeket kvázi valós időben mutatni a felhasználónak.

A projekt hasznosíthatósága folytán szükség volt egy olyan felhasználóbarát felület kidolgozására, amely képes megjeleníteni és kezelni az elkészült számításokat. Nagy hangsúlyt fektettem a vállalati arculat és a már meglévő felhasználói fiókok együttes kezelésére. Végül egy egységes és jól nyomon követhető felületet sikerült megalkotni.

A számítási módszer tesztelése rendkívül fontos feladat volt. Ennek során ellenőrizni kellett a korábbi bonyolult számítások és a szoftver által kalkulált értékek pontosságát, így elősegítve az esetleges hibák, pontatlanságok kiszűrését. Ezek alapján egy riportálás megalkotása a következő feladat, ami a jövőbeli megrendelők igényeire szabva mutatja be a lemodellezett adatközpontok gazdasági és egyéb meghatározó mutatóit, éghajlatra vonatkozó paramétereit, továbbá egy virtuális felületen képes a berendezések közötti összefüggéseket kezelni. A szoftver lehetővé teszi, hogy a tervezők által kiválasztott sémát egy önálló projektként bemutató, prezentáló és egyben ellenőrző riportot kapjunk. Ezáltal meghatározhatók a tervezendő, módosítandó vagy indikatív ajánlatként elkészítendő adatközpontok legoptimálisabb eshetőségei, továbbá a megrendelői igényekhez igazítva szemléltethető, hogy miként változnak az esetleges főbb adatközponti mutatószámok. Tervezői oldalról támogatást nyújt, hogy az elképzelések nincsenek alábecsülve vagy feleslegesen túlméretezve, míg a kereskedői oldalon támogatást jelent egy, a jelenlegi piacon egyedülálló összetett és jól strukturált riport.

Bevezetés

A fentebb részletezett feladatra egy külső szoftverfejlesztő céget kerestem, mely képes a saját know-how-t egy, az igényekre szabott és minőségben megfelelő eszköz megalkotására. A szoftver PUECalc szoftvernek neveztem el.

A PUE Kalkulációs Rendszer (PUECalc) kereskedői támogató rendszer. Célja

- szerverparkok hűtési megoldásai (konfigurációk) összeállításának hatékony támogatása,
- on-line szimuláció lehetőségének a biztosítása – eszközök és paraméterek változtatása esetén hogyan változik a konfiguráció hatékonysága,
- többféle mutató (KPI) kiszámításával a konfigurációk objektív összehasonlíthatóságának a biztosítása, ami alapján kiválasztható a leghatékonyabb konfiguráció,

- paraméterezzhető riport készítés az összeállított konfigurációról.

A PUECalc alkalmazás nem egy tipikus mérnöki tervező eszköz. Az alkalmazással a konfigurációba betervezett eszközök paramétereit és azok logikai kapcsolatait lehet modellezni, amelyek mentén a konfiguráció méretezhető (milyen eszközből hány darab szükséges), valamint a működés hatékonyságát leíró mutatószámok (KPI-ok) kiszámíthatók. A PUECalc alkalmazás műszaki szempontból vizsgálja a konfigurációk hatékonyságát, melynek fő mérőszáma a PUE (Power Usage Effectiveness). A PUECalc alkalmazás 1.0 verziója nem tartalmaz eszköz árakat, árlistákat, ezért nem szolgáltat információt a konfigurációk várható költségeiről. Ugyanakkor konfiguráció szintű gazdasági adatok megadásával (pl. CAPEX, OPEX) több, gazdasági jellegű mutató (pl. TCO, ROI) kiszámításával segíti az optimális megoldását kiválasztását.

A gazdasági jellegű mutatók számítása során a PUECalc alkalmazás figyelembe veszi a megújuló energiaforrásokat, pl. a szerverpark mellé telepített naperőművet (fajlagos paraméterek megadásával).

A PUECalc alkalmazás az összeállított konfigurációkat háromféle topológia nézetben kezeli

- fizikai topológia – a szerverpark termei és kültéri helyszínei, milyen eszközök kerültek elhelyezésre az egyes termekben és kültéri helyszíneken,
- az elektromos rendszer logikai topológiája – a konfigurációban elhelyezett elektromos eszközök hogyan kapcsolódnak egymáshoz,
- a gépészeti rendszer topológiája – a konfigurációban elhelyezett gépészeti eszközök hogyan kapcsolódnak egymáshoz.

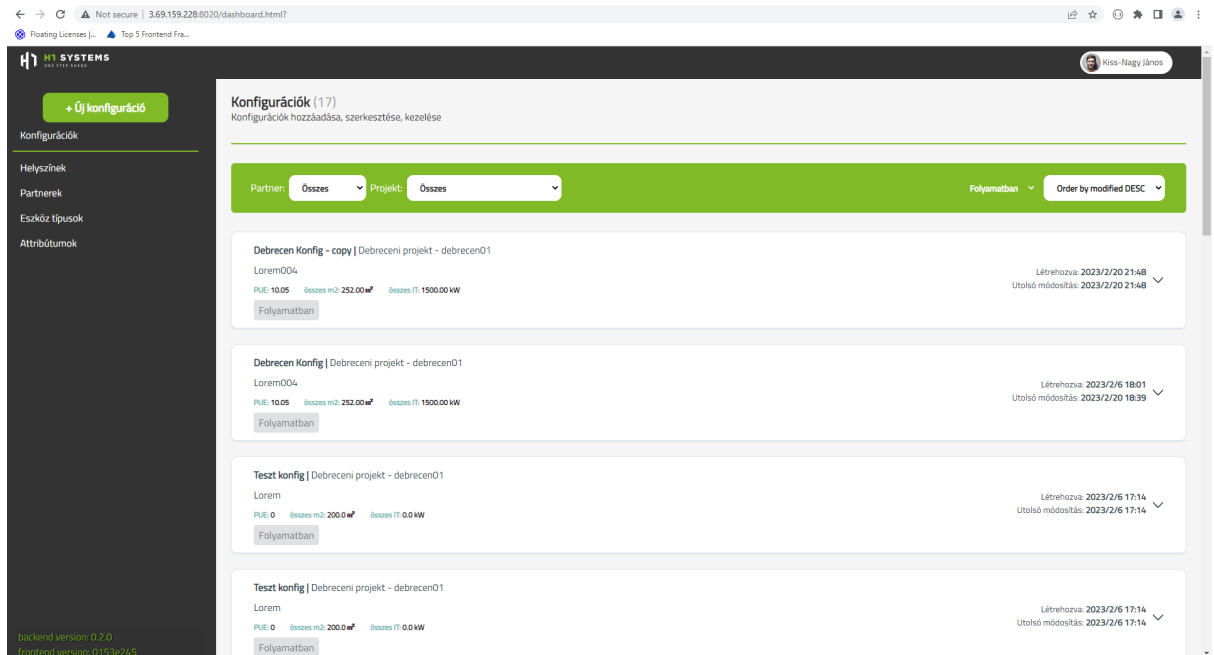
A PUECalc alkalmazás webes alkalmazás. Az alkalmazás funkciói modern, intuitív webes felületeken érhetők el. Az alkalmazás fő funkciói:

- Adminisztratív funkciók - a PUECalc alkalmazás törzsadatait kezelő funkciók
 - partnerek, projektek, projekt helyszínek,
 - eszköztípusok és azok attribútumai.
- Webes konfiguráció szerkesztő funkciók
 - menü vezérelt táblázatos és űrlapszerű felületek a konfigurációk áttekintésére és teljeskörű kezelésére,
 - a konfiguráció konkrét eszközeinek felvitelére, paraméterezésére és a kapcsolataik megadására,
 - a számított mutatók áttekintésére,
 - a riportok generálására.

- Grafikus tervező felület
 - o grafikus tervező felületen a konfiguráció topológiáinak a szerkesztése,
 - o a termék, helyszínek és eszközök elhelyezése,
 - o az eszközök kapcsolatainak berajzolása, módosítása.

Az alkalmazás nyitó képernyője

Sikeres felhasználó azonosítást követően az alkalmazás irányítópultja (dashboard) nyílik meg, melyet az alábbi ábra szemléltet:



17. ábra: PUECalc nyitó képernyő

Az irányítópult felső sorában a bejelentkezett felhasználó adatai láthatók. Az irányítópult bal oldalán az alkalmazás menürendszere található. Mivel az alkalmazás fő funkciója a konfigurációk kezelése, ezért

- a menürendszerben a konfiguráció kezelés a kiemelt menüpont,
- a menürendszer felett, kiemelt helyen érhető el az új konfigurációt létrehozó funkciógomb, továbbá
- az irányítópult automatikusan a konfigurációk listáját mutatja.

Az alkalmazás további funkciói a menüpontokon keresztül, illetve a konfigurációk listáján keresztül érhetők el.

Konfigurációk kezelése

Áttekintés

A konfiguráció egy szerverfarm hűtésére összeállított konkrét, egymással összefüggő elektromos és gépészeti logikai terv. A PUECalc alkalmazás a konfigurációkat partnerek projektjeihez kapcsolódva kezeli – konfiguráció csak konkrét partner konkrét projektjéhez rögzíthető. A projekt meghatározza a projekt helyszínét is. Egy projekthez tetszőleges számú konfiguráció készíthető, lehetővé téve ezzel a különböző verziók összehasonlítását.

A konfigurációban felvitelre kerülnek

- a szerverfarmot alkotó helyiségek, kültéri helyszínek és azok konkrét paraméterei,
- az egyes helyiségekben és kültéri helyszíneken elhelyezett elektromos eszközök és azok konkrét paraméterei,
- az egyes helyiségekben és kültéri helyszíneken elhelyezett gépészeti eszközök és azok konkrét paraméterei,
- az eszközök logikai kapcsolatai,
- a konfiguráció központi mutatóinak számításához szükséges gazdasági és műszaki információk.

A PUECalc alkalmazás a konfigurációba felvitt eszközök automatikus méretezésével segíti a felhasználók munkáját – a logikai kapcsolatok megléte esetén kiszámolja a betervezett kapacitású, teljesítményű eszközökből a szükséges darabszámokat, pl. hány beltéri hűtő berendezés szükséges a terembe telepített IT kapacitás lehűtésére. A PUECalc alkalmazás nem ellenőrzi műszaki szempontból sem az összeállított konfiguráció teljességét, sem annak helyességét. A konfigurációt szerkesztő felhasználó felelőssége műszaki szempontból teljes és működőképes konfiguráció összeállítása. Az alkalmazás a termék és eszközök paraméterei és kapcsolatai alapján számolja

- az egyes eszközök által kiszorgálandó elektromos vagy hűtési teljesítményt,
- az eszközök méretezését
- hány eszköz szükséges egy adott típusú és teljesítményű eszközökből a kiszámolt kiszorgálandó teljesítménynek a beállításoknak (pl. üzemmód, redundancia) megfelelő módon történő kiszorgálásához,
- mekkora az egyes eszközök kihasználtsága,
- a konfiguráció jellemző mutatószámait (KPI).

A számítások végrehajtását külön engedélyezni kell a konfiguráción. A számítások végrehajtását csak a konfiguráció teljessége esetén, az eszközök és kapcsolataik felvitelét követően javasolt bekapcsolni. A kiszámolt attribútumok, darabszámok és mutatószámok helyessége a konfiguráció teljességének a függvénye. Például, ha egy elektromos elosztó

nincs még bekötve a megfelelő elektromos főelosztóba, akkor a főelosztó méretezése során az alkalmazás nem tudja figyelembe venni a még be nem kötött elosztó teljesítményét.

A konfiguráció számítása során az alkalmazás figyelembe veszi, illetve alkalmazza

- a projekthelyszín éves időjárás adatait,
- az eszköztípusokhoz feltöltött számítási segédtablázatokat.

Előzetesen feltöltött időjárás adatok és számítási segédtablázatok nélkül a rendszer számítási eredményei félrevezetőek lehetnek. Az időjárás adatok és a segédtablázatok feltöltését a törzsadat kezelési funkciók ismertetik.

A konfigurációk lehetnek Folyamatban és Lezárt státuszúak. Szerkeszteni csak a Folyamatban státuszú konfigurációkat engedi az alkalmazás, a Lezárt státuszú konfigurációk csak megtekinthetők, de nem módosíthatók.

A konfigurációkezelés lépései

A konfigurációk létrehozásának és szerkesztésének folyamatát az alábbi tevékenységek foglalják össze:

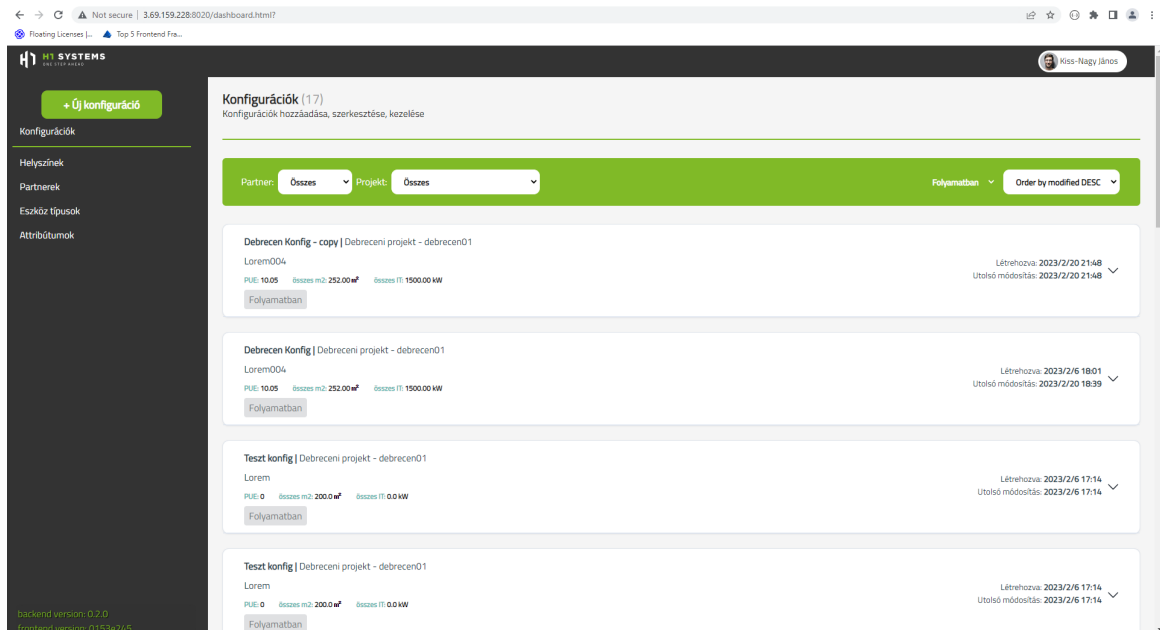
- Projekt helyszín létrehozása
 - o Amennyiben még nem létezik a rendszerben.
 - o A hideg, átlagos és meleg időjárásra vonatkozó éves óras bontású időjárás adatok feltöltése.
 - o Időjárás adatok nélkül a PUE mutató és az erre hivatkozó többi KPI számítása nem a valós értékeket fogja mutatni.
- Partner és projekt létrehozása
 - o Amennyiben még nem léteznek a rendszerben.
 - o A konfigurációkat konkrét partner konkrét projektjéhez kapcsolódóan lehet létrehozni.
- Konfiguráció létrehozása
 - o A konfigurációt létrehozó varázsló végrehajtása – a konfiguráció azonosító adatainak és legalább egy helyiségnek vagy kültéri helyszínnek a megadása.
- Konfiguráció szerkesztése
 - o A még hiányzó helyiségek és kültéri helyszínek hozzáadása a konfigurációhoz.
 - o Eszközök elhelyezése a helyiségekben és kültéri helyszíneken.
 - o Eszközök kapcsolatainak a létrehozása – melyik eszköz melyik eszközökbe van bekötve.

- Számítási segédtablázatok meglétének az ellenőrzése
 - o A konfigurációba betervezett eszközök gyártója, eszköztípusa és teljesítménye szerinti számítási segédtablázatok feltöltése az eszköztípusokhoz – lásd eszköztípusok kezelése.
- A konfiguráció gazdasági információinak és műszaki megadása
 - o A konfiguráció mutatószámainak számolásához szükséges input adatok megadása, pl. hány évre számol TCO-t, CAPEX, OPEX költségek, áram és vízdíjak, károsanyag kibocsátási mutatók.
- Számítási algoritmusok engedélyezése
 - o Az alkalmazás méretezi a konfigurációba felvitt eszközöket (a betervezett teljesítményű eszközből hány darabra van szükség).
 - o Az alkalmazás kiszámolja a konfiguráció mutatószámait (KPI).
- Szimulációs iterációk
 - o Eszköz paraméterek módosítása, eszközök cseréje, kapcsolatok szerkesztése.
 - o Konfiguráció verziók létrehozása – lásd konfiguráció másolása.
 - o Konfiguráció újra számolása.
 - o A konfiguráció újra számolt mutatószámainak az elemzése.
- Riportkészítés
- Konfiguráció zárása
 - o Véglegessé, írásvédetté teszi a konfigurációt.

A konfigurációk áttekintő táblázata

Az alkalmazásba felvitt konfigurációk listája táblázatos formában a Konfigurációk menüpont alatt érhető el. Bejelentkezést követően a felhasználók számára az irányítópulton automatikusan a konfigurációk listájának táblázata nyílik meg.

A konfigurációk áttekintő táblázatát az alábbi ábra szemlélteti:



18. ábra: Konfigurációk

A táblázat alapértelmezetten a szerkesztés folyamatban státuszú konfigurációkat mutatja a módosításuk időpontja szerint csökkenő sorrendben – a legutoljára módosított konfiguráció kerül a táblázat tetejére.

A táblázat partnerre, projektre és a konfiguráció állapota (Folyamatban, Lezárt) szerint szűrhető.

A táblázat a konfiguráció neve, a létrehozás, valamint a módosítás időpontja szerint rendezhető csökkenő, illetve növekvő sorrendbe.

A táblázat egyes sorai kinyithatók, illetve összecukhatók. A táblázat sorai automatikusan összecukott állapotban jelennek meg. A konfigurációk részletesebb adatai, valamint a konfigurációk kezelésére vonatkozó funkciók a kinyitott nézetben érhetők el. A konfigurációk kinyitása és összecukása a létrehozás, illetve módosítás időpontja mellett található nyíl ikonra kattintással történik.

Konfiguráció szerkezete

A konfigurációba felvitt elemek (helyiségek, eszközök) listáját tartalmazza blokkos szerkezetben. A három blokk:

- Fizikai rendszer blokk
- Elektromos hálózat blokk
- Gépészeti rendszer blokk

Az egyes blokkok a listanézethez hasonlóan lenyitható listás formában jelennek meg az egyes topológia típus szerint csoportokba rendezve. A csoportosítás alapja az adott

topológiatípushoz tartozó eszköz/elem lista. Adott topológia típuson belül a megjelenítés sorrendje az eszköz/elem kódja növekvő sorrendben.

The screenshot shows a software interface for system configuration. On the left, there is a sidebar with 'Alapvető információk' (Basic information) and 'F5 konfigurációs adatok' (F5 configuration data). The main area displays a table of physical system blocks. The table has columns for Name, Manufacturer, Type, Power, and Redundancy. The data is as follows:

Név/Kód	Gyártó	Típus	Teljesítmény	Redundancia
Elektronos elosztó 0_001	Elektronos elosztó	Elektronos elosztó	100 kW	N=1
Elektronos felosztó IT_001	Elektronos felosztó	Elektronos felosztó	1200 kW	N=1
Összes folyékony hűtés 1 egység: CHILLER_OUTTOTT_1_001	Outtott_1	Outtott_1	800 kW	N=1
SZERVERTEREM				
SZT_001 Szervercsoba 01		IT rack csám	Max. szerkezeti hőterhelés	Emberi hőterhelés
		m2	dB	kW
KÜLTÉR				
OUTDOOR_001 Külső helyiség		IT rack csám	Max. szerkezeti hőterhelés	Emberi hőterhelés
		m2	dB	kW

19. ábra: Blokkok listanézete

Fizikai rendszer blokk

A fizikai rendszer a konfigurációhoz felvitt helyiségek és kültéri helyszínek listája jelenik meg, kinyitott állapotban az egyes helyiségekbe telepített eszközök listája is áttekinthető.

A helyiségek elemtípus szerint csoportosítva jelennek meg. A megjelenített információk:

- A helyiség neve
- Helyiség kódja és neve – pl. INFRA_001|Szerverterem1
- A helyiség alábbi attribútumai
 - o Alapterület
 - o IT rackszám
 - o Szerkezeti hőterhelés
 - o Humán hőterhelés
- Kinyitáskor a listában megjelennek az adott helyiségben elhelyezett eszközök
 - o Az eszköz kódja, neve
 - o Gyártó
 - o Típus
 - o Teljesítmény
 - o Redundancia

Elektromos rendszer blokk

Az elektromos rendszer blokkban az adott konfiguráció elektromos eszközeinek listája jelenik meg kód szerint növekvő sorrendbe rendezetten és a fizikai blokk eszközlístájánál ismertetett tartalommal.

The screenshot displays a software interface for system configuration. On the left, a sidebar titled 'Alapvető információk' (Basic Information) provides details about the project, including the partner name, project name, location, and configuration code. Below this, there are buttons for 'Szerkesztés' (Edit), 'Grafikus szerkesztő' (Graphic Editor), 'Duplikálás' (Duplicate), and 'Exportálás' (Export). The main area, titled 'F5 konfigurációs adatok' (F5 Configuration Data), shows a table of components under the 'ELEKTROMOS RENDSZER' (ELECTRICAL SYSTEM) tab. The table lists various electrical components with their codes, types, and power ratings.

Név/Kód	Cyűrtés	Típus	Teljesítmény	Redundancia
Körkös elosztó: KE_001			kW	
Szűrtmentes elosztó: SZM_001	Szűrtmentes elosztó	Szűrtmentes elosztó	600 kW	N+1
Világítás: VL_001	Világítás gyűrt		kW	
Szűrtmentes főelosztó: SZFE_001	Szűrtmentes főelosztó	Szűrtmentes főelosztó	1000 kW	N+1
Transzformátor: TR_001	Transzformátor	Transzformátor	3000 kW	N+1
Elektromos főelosztó: FE_001	Elektromos főelosztó	Elektromos főelosztó	1000 kW	N+1
Elektromos elosztó: E_001	Elektromos elosztó	Elektromos elosztó	100 kW	N+1

20. ábra: Rendszer blokkok

Gépészeti rendszer blokk

A gépészeti rendszer blokkban az adott konfiguráció elektromos eszközeinek listája jelenik meg kód szerint növekvő sorrendbe rendezetten és a fizikai blokk eszközlístájánál ismertetett tartalommal.

Új konfiguráció rögzítése

Új konfiguráció rögzítése a menürendszer fölött található Új konfiguráció funkciógombbal kezdeményezhető. A gomb megnyomását követően felugró ablakban megnyílik a konfigurációt létrehozó varázsló, melyet az alábbi ábra szemléltet:

Debrecen Konfig - CTF | Debreceni projekt - debrecen01

Létrehozás: 2023/02/16 16:45
Utolsó módosítás: 2023/01/19 06

Folyamatban

Alapvető információk

Partner: Mész Párter 3 Debrecen

Projekt: Debreceni projekt

Helyszín: Debrecen

Konfiguráció kód: deb007

Konfiguráció név: Debrecen Konfig - CTF

Konfiguráció kész: Létrehozás

Utolsó profil: Fénykép

Névem: FUSZ

Elektronos rendszer számláló:

Mechanikus rendszer számláló:

Par - évek: 1000
Összes m2: 0 00 m2

Összes m3: 0
Sant: 0

TGD: 3 1803368234610

Szerkesztés

Gráfikus szerkesztő

Duplikálás

Exportálás

Fő konfigurációs adatok

MECHANIKUS RENDEZÉS

ELEKTRONOS RENDEZÉS

Név/Kód	Gyártó	Típus	Lejtszám	Redundancia
Kötéses eszköz KE_001			kW	
Származékos elosztó SZE_001	Származékos elosztó	Származékos elosztó	600 kW	N=1
Világítás VL_001	Világítás gyrt		kW	
Származékos Rendszer SZRE_001	Származékos Rendszer	Származékos Rendszer	1000 kW	N=1
Transzformátor TR_001	Transzformátor	Transzformátor	2000 kW	N=1
Elektronos Rendszer ER_001	Elektronos Rendszer	Elektronos Rendszer	1000 kW	N=1
Elektronos elosztó EE_001	Elektronos elosztó	Elektronos elosztó	100 kW	N=1

21. ábra: Új konfiguráció felvitele

A konfiguráció létrehozásához legalább egy helyiség vagy kültéri helyszín megadása kötelező. Az alkalmazás automatikusan szerverterem típusú helyiség megadását javasolja, de ez felülbírálnak. A helyiséghez vagy kültéri helyszínhez bekért adatok köre annak típusától függ – lásd törzsadatok kezelése, eszköztípusok áttekintése. A konfiguráció létrehozása során egynél több helyiség vagy kültéri helyszín is megadható. A további terem hozzáadása gomb megnyomására az alkalmazás az úrlapon újabb blokkot nyit a helyiség vagy kültéri helyszín számára. Feleslegesen megnyitott blokk a típus melletti X ikonnal törölhető. A konfiguráció létrehozása gomb megnyomására az alkalmazás az úrlap ellenőrzését követően létrehozza a konfigurációt. A lezárt konfigurációk megtekintése a következő fejezetekben ismertetett szerkesztő képernyőkön történik. Lezárt konfigurációk esetében a szerkesztő képernyők csak olvasási módban nyílnak meg, minden módosító funkció védett.

Konfiguráció szerkesztése

Meglévő konfiguráció szerkesztésekor vagy megtekintésekor a listanézetből indulva a Szerkesztés/Megtekintés gombbal, az adott konfiguráció részletező aloldala jelenik meg. A konfiguráció részletező oldalt az alábbi ábra szemlélteti:

The screenshot shows a web interface for configuration management. On the left, there's a sidebar with 'Alapvető információk' (Basic information) including partner, project, location, and creation/modification dates. The main area is titled 'Fő konfigurációs adatok' (Main configuration data) and contains a table with the following data:

Név/Kód	Gyártó	Típus	Teljesítmény	Redundancia
Kötelék eszékbe HE_001				
Szűretmentes elosztó SZE_001	Szűretmentes elosztó	Szűretmentes elosztó	600 kW	N+1
Világítás VL_001	Világítás gyrt			
Szűretmentes Rendszer SZFE_001	Szűretmentes Rendszer	Szűretmentes Rendszer	1000 kW	N+1
Transzformátor TR_001	Transzformátor	Transzformátor	2000 kW	N+1
Elektronos Rendszer ER_001	Elektronos Rendszer	Elektronos Rendszer	1200 kW	N+1
Elektronos elosztó E_001	Elektronos elosztó	Elektronos elosztó	100 kW	N+1

22. ábra: Konfigurációk részletezése

Az oldal fejléce

Az oldal fejlécének középső része a következő információkat mutatja:

- Konfiguráció állapotjelző címkeje
- Konfiguráció neve, a projekt és a partner neve, amelyhez a konfiguráció tartozik
- Létrehozás dátuma
- Utolsó módosítás dátuma

A fejléc alatt a konfigurációhoz tartozó fő mutatószámok (KPI) jelennek meg a felsorolás sorrendjében:

- Éves PUE
- Szerverteremek összterülete
- Összes IT teljesítmény
- TIER megfelelés
- TCO



23. ábra: Főbb KPI-ok a fejlécben

Megjegyzés: A konfiguráció számításának az engedélyezéséig a mutatószámok nulla értéket mutatnak.

Az egyes menüpontok kiválasztása esetén a munkaterület tartalma megváltozik:

- Alapinformációk
 - o A konfiguráció alapadatait mutatja.
- Helyiségek
 - o A konfigurációba felvitt helyiségek és külső helyszínek áttekintő és részletes listáját mutatja.
- Elektromos hálózat
 - o A konfigurációba felvitt elektromos rendszerhez tartozó eszközök listáját mutatja.
- Gépészeti rendszer
 - o A konfigurációba felvitt gépészeti rendszerhez tartozó eszközök listáját mutatja.
- Gazdasági információk
 - o A konfiguráció mutatószámainak számolásához megadott input adatokat, valamint a kiszámolt mutatószámokat mutatja.

Funkciók:

- Kalkuláció
 - o Újra számolja a konfigurációt
- Grafikus nézet megnyitása
 - o Az elektromos hálózat vagy gépészeti rendszer menüpont kiválasztása esetén megnyitja a menüpontnak megfelelő grafikus nézetet.
 - o Más menüpontok kiválasztása esetén a funkció nem érhető el.
- Másolás
 - o Megnyitja a konfiguráció másolás űrlapot, ahol megadhatók a másolat adatai.
 - o Megjegyzés: A konfiguráció partnere és projektje közvetlenül nem szerkeszthető. Egy már létező konfigurációt a másolás funkcióval lehet új partnerhez és/vagy projekthez létrehozni.
- Exportálás

Alapinformációk

A konfiguráció részletező oldal megnyitáskor alapértelmezetten az alapinformációk menüponttal kiválasztva jelenik meg.

Az alapinformációk menüpont kiválasztása esetén a munkaterület a konfiguráció leíró adatait tartalmazza, a jobboldali információs sáv tájékoztató információt jelenít meg.

A munkaterületen a konfigurációk alábbi adatait jeleníti meg a rendszer:

- konfiguráció kódja
- konfiguráció neve
- konfiguráció státusza
- konfiguráció leírása
- az konfiguráció pénzneme
- elektromos rendszer újraszámítás kapcsoló
- gépészeti rendszer újraszámítás kapcsoló
- konfiguráció számításához alkalmazott időjárás profil

Alapinformációk szerkesztése és megtekintése

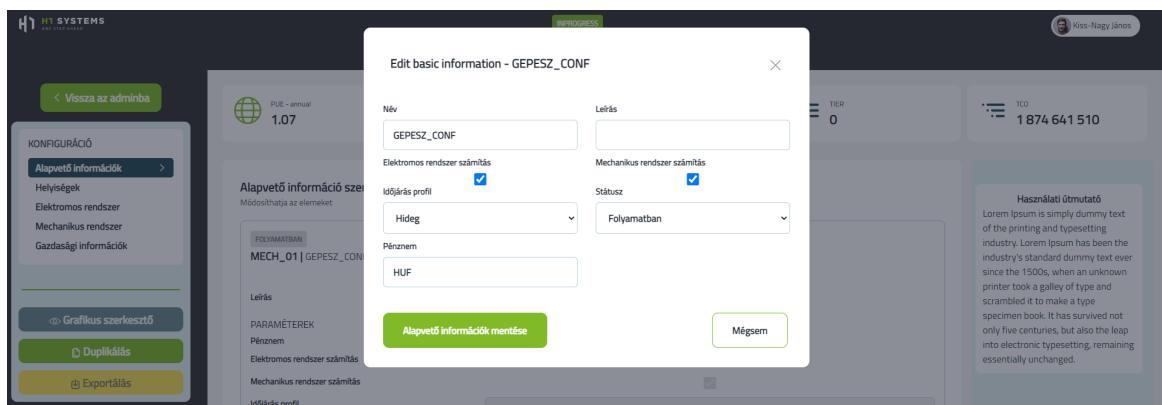
A szerkesztés és megtekintés mindig felugró ablakban történik. A konfigurációk alapinformációinak szerkesztő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:

Helyiségek

A Helyiségek menüpontot kiválasztva

- a munkaterület a konfigurációhoz rögzített helyiségek és kültéri eszközök listáját tartalmazza a helyiségek kódja szerint növekvő sorrendben,
- a jobb oldali információs sáv a konfigurációba elhelyezhető helyiség típusokat és a kültéri helyszínt mutatja.

A helyiségek listáját az alábbi ábra szemlélteti:



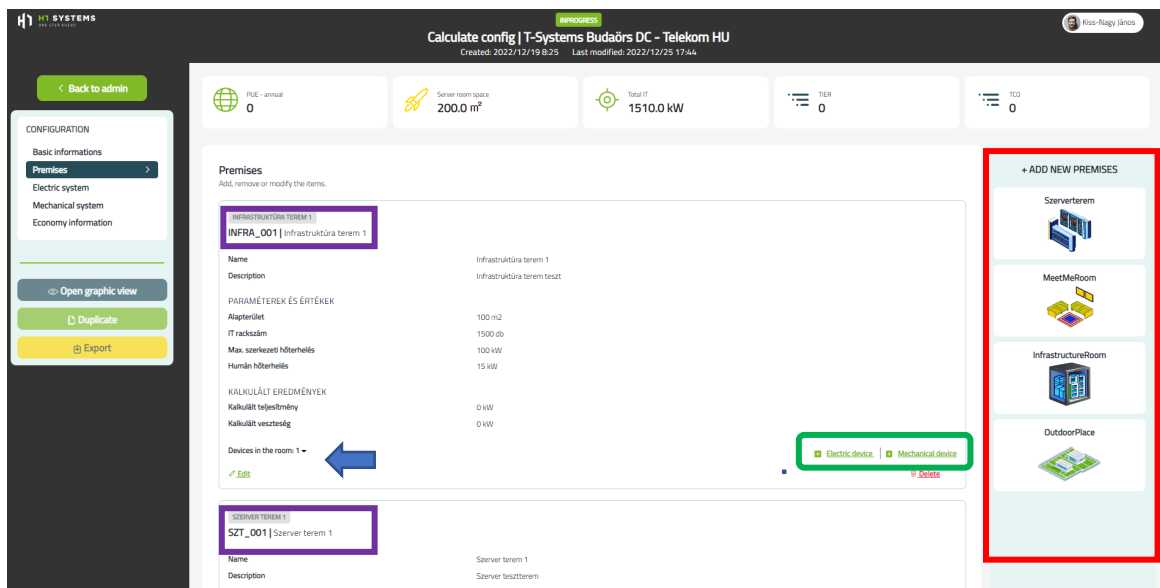
24. ábra: Helyiségek listája

Az egyes helyiségekről az alábbi információkat jeleníti meg a rendszer:

- A helyiség alapadatai
 - o helyiség kódja, neve, leírása
- A helyiség attribútumai
 - o a megjelenítési sorrendnek megfelelően

- külön blokkban az input attribútumok és külön blokkban a számított attribútumok
- A helyiségben elhelyezett eszközök
 - lenyitható, összecsukható lista
 - a teremben elhelyezett eszközöket mutatja
 - A lista tartalma megegyezik a konfiguráció áttekintésnél ismertetett eszközlista tartalommal

Műveletek



25. ábra: Műveletek

- Új helyiség hozzáadása
 - a jobboldali listából a megfelelő típust a teremlistára húzva megjelenik az elem szerkesztő felugró ablak, inicializálva a kiválasztott típussal és annak attribútumaival
- Szerkesztés
 - csak szerkesztési módban elérhető (nincs lezárva a konfiguráció)
 - az elem szerkesztő felugró ablakban módosíthatók a listaelem adatai, az eszköz típusát és az eszköz kódját leszámítva
- Megtekintés
 - csak megtekintési módban érhető el (a konfiguráció státusza lezárt)
 - az elem szerkesztő felugró ablakban szerkesztési lehetőség nélkül megtekinthetők a listaelem adatai, az eszközlíst leszámítva
- Törlés

- akkor engedélyezett,
 - szerkesztési módban engedélyezett (nincs lezárva a konfiguráció)
 - ha nincs eszköz a törlendő helyiségben elhelyezve
 - törlés előtt megerősítést kér a felhasználótól
 - „Biztosan törli az elemet a konfigurációból?”
 - Új elektromos eszköz hozzáadása
 - Megnyitja az eszköztípus választó képernyőt, ami az elektromos rendszer eszköztípusait tartalmazza
 - A típus kiválasztása után megjelenik az elem szerkesztő felugró ablak a kiválasztott elemtípussal és annak attribútumaival inicializálva
 - az elem fizikai kapcsolatainak listáját inicializálja a helyiséggel, amelyről az eszköz hozzáadását kezdeményezték
- Új gépészeti eszköz hozzáadása
 - Megnyitja az eszköztípus választó képernyőt, ami a gépészeti rendszer eszköztípusait tartalmazza
 - A típus kiválasztása után megjelenik az elem szerkesztő felugró ablak a kiválasztott eszköztípussal és annak attribútumaival inicializálva
 - az elem fizikai kapcsolatainak listáját inicializálja a helyiséggel, amelyről az eszköz hozzáadását kezdeményezték

Elektromos rendszer

Az Elektromos rendszer menüpontot kiválasztva

- a munkaterület a konfigurációhoz rögzített elektromos eszközök listáját tartalmazza az eszközök kódja szerint növekvő sorrendben,
- a jobb oldali információs sáv a konfigurációba elhelyezhető elektromos eszköz típusokat mutatja.

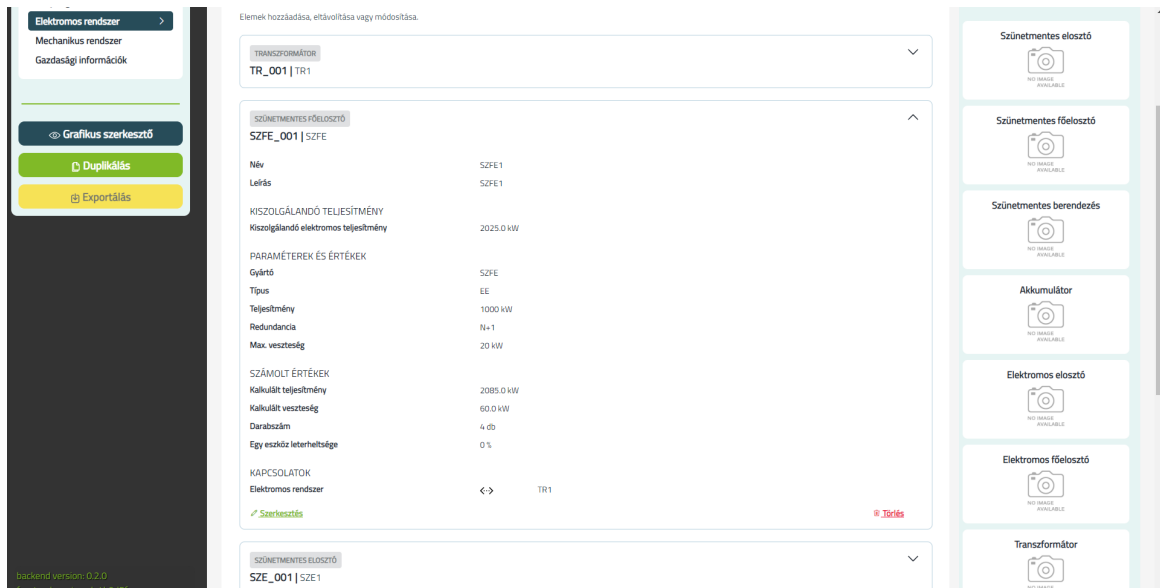
A lista elemei kinyithatók, összecsukhatók. Alapértelmezetten az eszközök listája becsukott állapotban jelenik meg.

Becsukott állapot

Az elem piktogramját, típusát, kódját, nevét és az eszköz főbb paramétereit mutatja.

Kinyitott állapot

A kinyitott állapotot az alábbi ábra szemlélteti:



27. ábra: Kinyitott állapot

A kinyitott állapot négy blokkba szervezeten mutatja az eszköz minden attribútumát:

- kiszolgálandó teljesítmény
 - o a konfiguráció kalkulációs algoritmusainak végrehajtása során kiszámolt kiszolgálandó teljesítmény
 - o elektromos eszközök esetében a becsatlakozó eszközöktől függ, gépészeti eszközök esetében a becsatlakozó eszközöktől, továbbá eszköztípustól függően függhet az eszköz termében elhelyezett hűtendő teljesítménytől
 - o a konfiguráció kalkulációjának végrehajtásáig nulla
- paraméterek és értékek
 - o az elem szerkesztő képernyőn megadott attribútum értékeket mutatja
- számolt értékek
 - o a kiszolgálandó teljesítmény és az input attribútumok alapján kiszámított output attribútumok
- kapcsolatok
 - o melyik teremben van elhelyezve az eszköz
 - o melyik eszközökbe csatlakozik be az eszköz (mely eszközök a szülői)

Műveletek

- Új eszköz hozzáadása
 - o a jobboldali listából a megfelelő típust az eszközlísta hűzve megjelenik az elem szerkesztő felugró ablak, inicializálva a kiválasztott típussal és annak attribútumaival
- Szerkesztés

- csak szerkesztési módban elérhető (nincs lezárva a konfiguráció)
- az elem szerkesztő felugró ablakban módosíthatók a listaelem adatai, az eszköztípust és az eszköz kódját leszámítva
- Megtekintés
 - csak megtekintési módban érhető el (a konfiguráció státusza lezárt)
 - az elem szerkesztő felugró ablakban szerkesztési lehetőség nélkül megtekinthetők a listaelem adatai
- Törlés
- akkor engedélyezett,
- szerkesztési módban engedélyezett (nincs lezárva a konfiguráció)
- ha nem kapcsolódik eszköz a törlendő eszközhöz elhelyezve (semelyik másik eszköznek sem szülője)
- törlés előtt megerősítést kér a felhasználótól
- „Biztosan törli az elemet a konfigurációból?”

Gépészeti rendszer

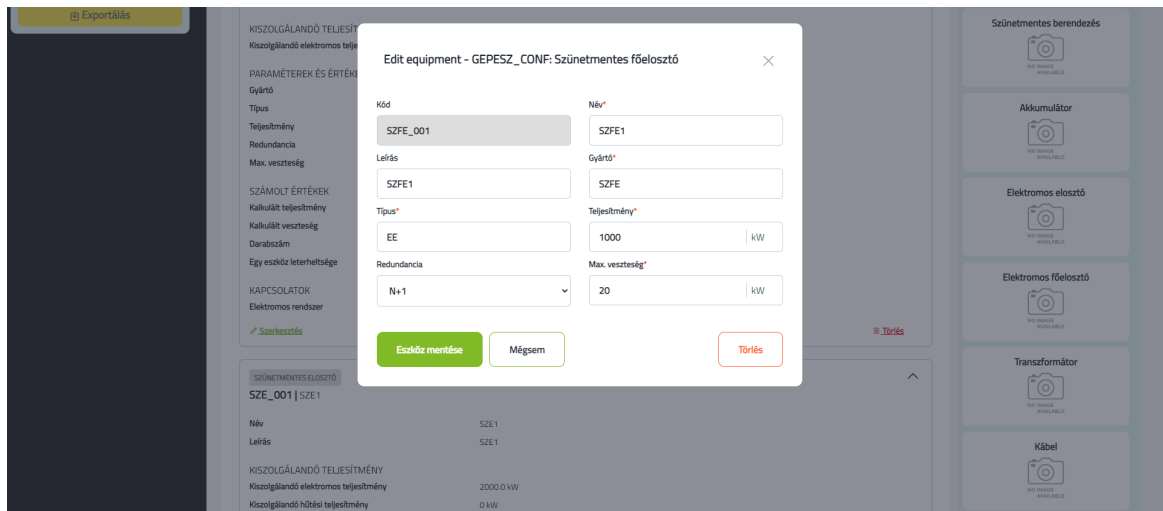
Működése megegyezik az Elektromos rendszer menüpont működésénél ismertetett működéssel, csak a konfigurációba rögzített gépészeti eszközökre vonatkozóan.

Elemek felvitele és szerkesztése

Minden elem, ami konfigurációba rögzíthető:

- helyiség és kültéri eszköz,
- elektromos eszköz,
- gépészeti eszköz.

Új elem rögzítése, már felvitt elem módosítása vagy megtekintése egységesen, ugyanazon a felugró ablakon történik. Az elem szerkesztő képernyőt az alábbi ábra szemlélteti:



28. ábra: Új elem rögzítése

Az ablak nevében megjelenik a művelet, a konfiguráció neve és az elem típusa:

A felugró ablak tartalma:

- Az elem kódja
 - o védett
 - o új rögzítés esetén üres, tároláskor generálja a rendszer az elemtípus prefixe alapján
 - o prefix és a konfiguráción belüli, az elemtípusra vonatkozó sorszám
 - o pl. SZFE3 – a konfigurációban harmadikként elhelyezett szünetmentes főelosztó kódja
 - o a kiosztott sorszám folyamatosan növekvő, elemek törlése esetén „lyukak” keletkeznek az elemkódokban
- Név
 - o kötelező
 - o szabadszöveges mező
- Leírás
 - o opcionális
 - o szabadszöveges mező
- Az elemtípusnak megfelelő input attribútumok az elemtípuson definiált attribútum megjelenítési sorrendben
 - o minden input attribútum kötelező
- Az elem kapcsolatai – azoknak az eszközöknek a listája, amelyekbe szerkesztett eszköz becsatlakozik (amelyek a szerkesztett eszköznek szülői). A kapcsolat rögzítés menete:

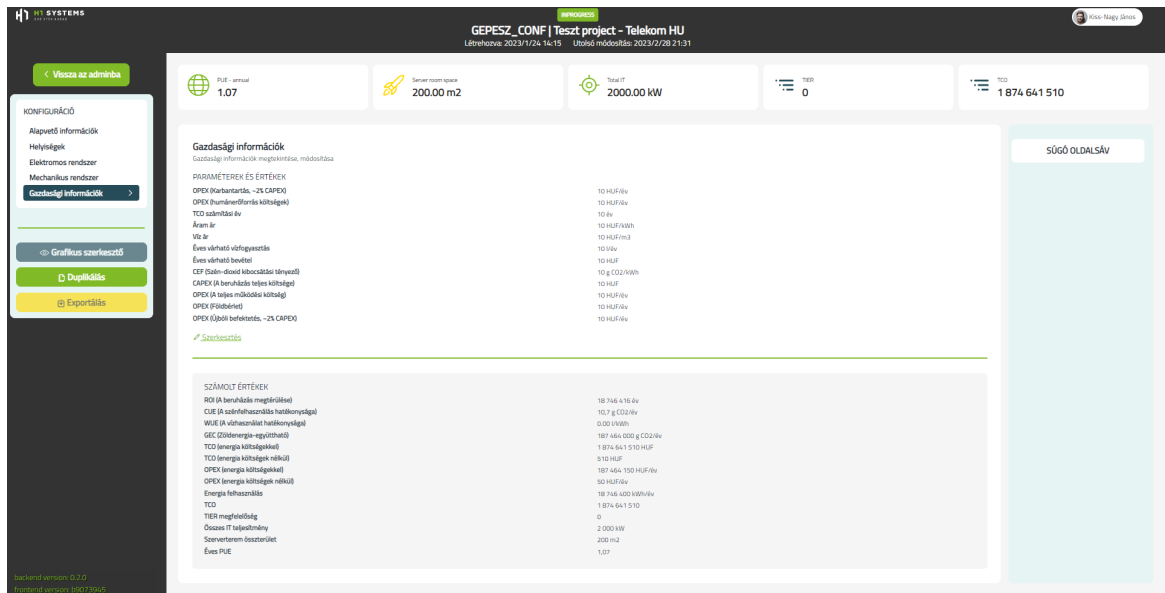
- egy elem tetszőleges számú kapcsolattal rendelkezhet
- minden eszköznek kell legyen fizikai kapcsolata – melyik teremben helyezték el
- csak olyan típusú kapcsolat rögzíthető, amely az elemtípuson engedélyezett
- a kapcsolat típus módosítása törli az eszköz kiválasztást az eszközválasztóban csak a kapcsolat típusnak megfelelő eszközök választhatók
- egy elem nem kapcsolódhat saját magához
- a kapcsolati listában egy eszköz csak egyszer adható meg

Műveletek

- **Kapcsolat hozzáadása**
 - Kapcsolat hozzáadásához előbb a kapcsolat típusát kell kiválasztani – az újonnan rögzített vagy szerkesztett elem melyik rendszer eszközehez csatlakozik. Azt, hogy melyik elem melyik rendszerbeli elemhez kapcsolódhat (fizikai topológia, elektromos rendszer, gépészeti rendszer), vagyis milyen típusú kapcsolatokkal rendelkezhet, az elemtípus jellemzői határozzák meg.
 - A kapcsolat típus kiválasztása vagy módosítása inicializálja a kiválasztható elemek listáját – azok az elemek választhatók, melyek
 - elemtípusának kategóriája megegyezik (megfeleltethető) a kiválasztott kapcsolat típusnak,
 - még nem szerepel az elem kapcsolatainak listájában és
 - nem az elem saját maga.
- **Mentés**
 - Menti az adatokat, bezárja az ablakot és frissíti a meghívó képernyő.
- **Mégse**
 - Bezárja az ablakot az adatok mentése nélkül.
 - Figyelmeztet az esetleges adatvesztésre, csak felhasználói megerősítés után zárható be az ablak.

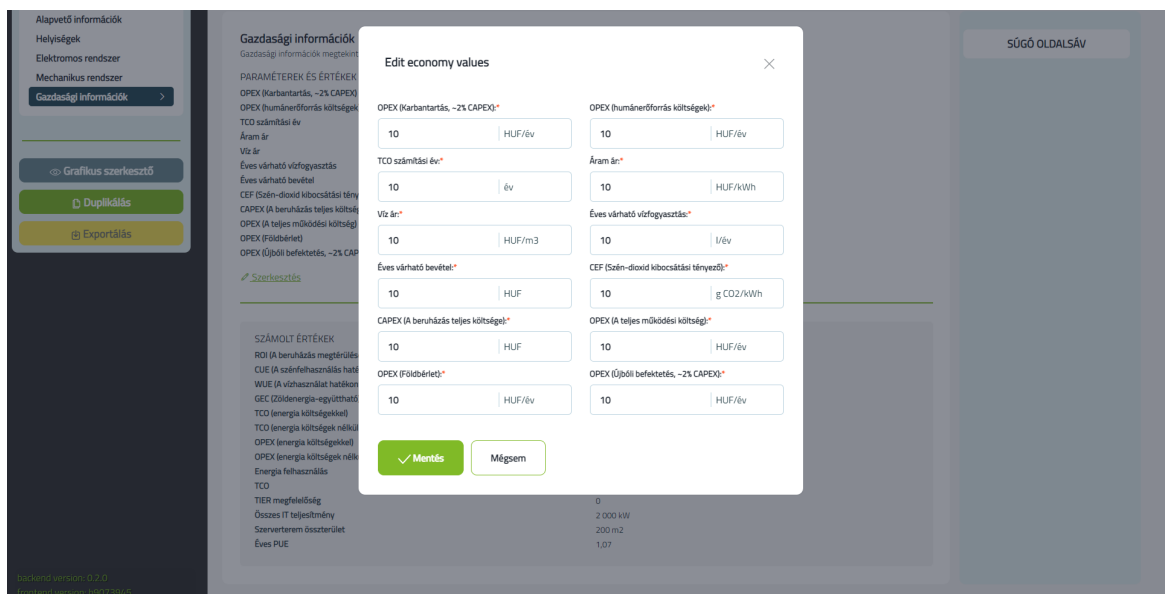
Gazdasági információk

A munkaterület a konfiguráció attribútumait tartalmazza az attribútumok megjelenítési sorrendjében, külön csoportosítva az input attribútumokat és a számított attribútumokat. A munkaterületet az alábbi ábra szemlélteti:



29. ábra: Gazdasági információk

A konfiguráció input attribútumai a munkaterület bal alsó sarkában található szerkesztés gombbal felugró ablakban szerkeszthetők, ha a konfiguráció nincs lezárva. A felugró ablak az attribútumok megjelenítési sorrendjében tartalmazza a konfiguráció input attribútumait. Minden input attribútum megadása kötelező. A konfiguráció attribútumok szerkesztő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:



30. ábra: Gazdasági adatok értékei

Attribútumok kezelése

Az attribútumok azok az elemi adatok, melyeket az elemtípusokhoz vagy konfigurációkhoz rendelve összeállítható, hogy az egyes elem típusok a rögzítés során milyen input adatokat várnak és a számítások során milyen adatokat fognak kiszámolni.

Az attribútumok áttekintése az alkalmazás fő képernyőjén az Attribútumok menüpont kiválasztásával történik. Az oldalon megjelenő attribútumok görgethető módon, lenyíló blokkokba rendezve jelennek meg. A lista alapértelmezetten név szerint alfabetikusan növekvő módon jelenik meg.

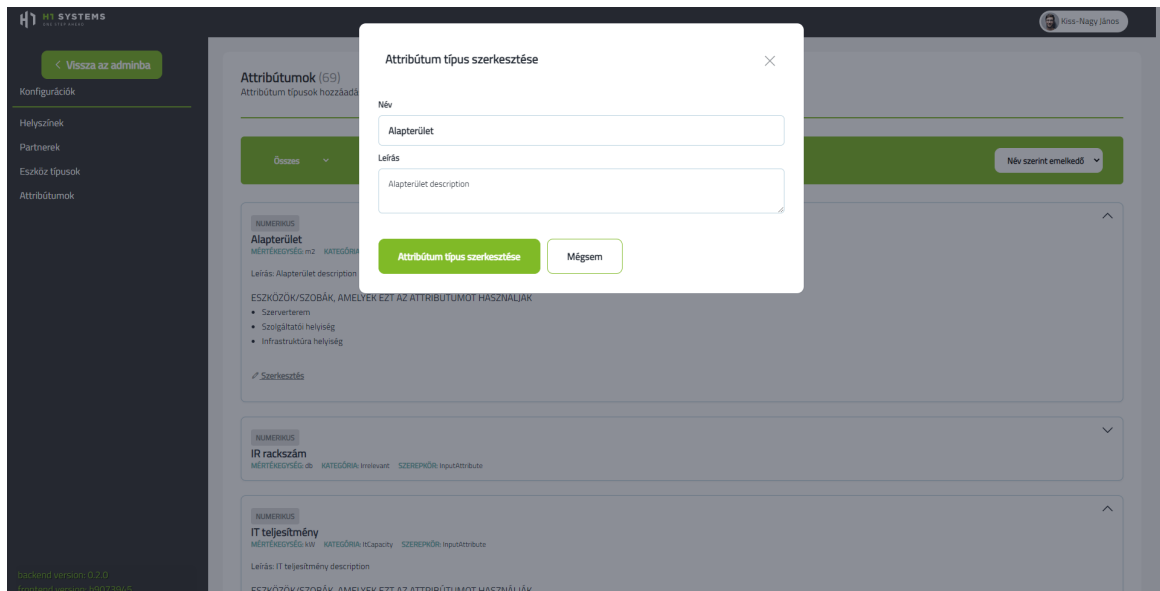
A lista egyes elemeinek a tartalma:

- az attribútum értékének típusa
- az attribútum neve
- mértékegység
- kategória
- szerepkör

Kinyitott állapotban a fenti információkon túl megjelenik az attribútum leírása, valamint az attribútumot használó eszköztípusok listája.

Az attribútumok beállításai a kalkulációs algoritmusok végrehajtásának egyik alappillére, ezért az attribútumok halmaza nem bővíthető és szűkíthető, szerkesztésük korlátozott.

Az attribútumok szerkesztő – megtekintő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:



31. ábra: Attribútumok szerkesztése

Elemtípusok kezelése

A konfigurációkba elhelyezhető konkrét helyiségek és eszközök az alkalmazásban definiált elemtípusokból hozhatók létre. Az elemtípusok:

- definiálják a konkrét input és output attribútumokat,
- definiálják az elemtípuson az attribútumok megjelenítési sorrendjét,
- definiálják az elemtípushoz tartozó kód prefixet, ami a konfigurációba elhelyezett konkrét eszközök kódgenerálásának az alapja.

Az elemtípusokhoz tölthetők fel:

- az elemtípusokból létrehozott eszközöknél megjelenített képek, valamint
- az elemtípusokból létrehozott eszközökre vonatkozó számítási segéd táblázatok.

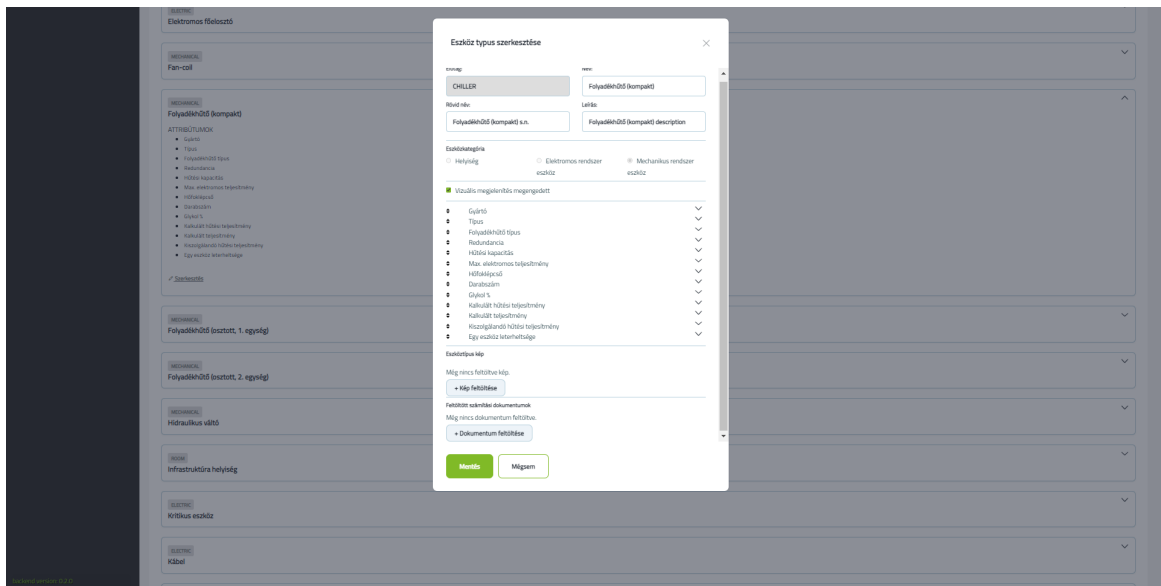
Az elemtípusok áttekintése az alkalmazás fő képernyőjén az Eszköz típusok menüpont kiválasztásával történik. Az elemtípusok áttekintő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:

Az elemtípusok az alkalmazásban általánosan alkalmazott listanézetben jelennek meg: lefelé görgethető, lenyitható blokkos szerkezetben.

A listában az elemtípusok alapértelmezetten a nevük szerint alfabetikusan növekvő sorrendben jelennek meg. A listát rendezni az elem nevére csökkenő vagy növekvő sorrendben lehet. Szűrni az elemtípusok kategóriájára lehet:

- helyiség, kültéri helyszín,
- elektromos eszköz,
- gépészeti eszköz.

Az elemtípusok szerkesztő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:



32. ábra: Elemtípusok szerkesztése

A vizuális megjelenítés megengedett jelző azt szabályozza, hogy az elemtípusból létrehozott eszközök elhelyezhetők-e a grafikus szerkesztő felületen.

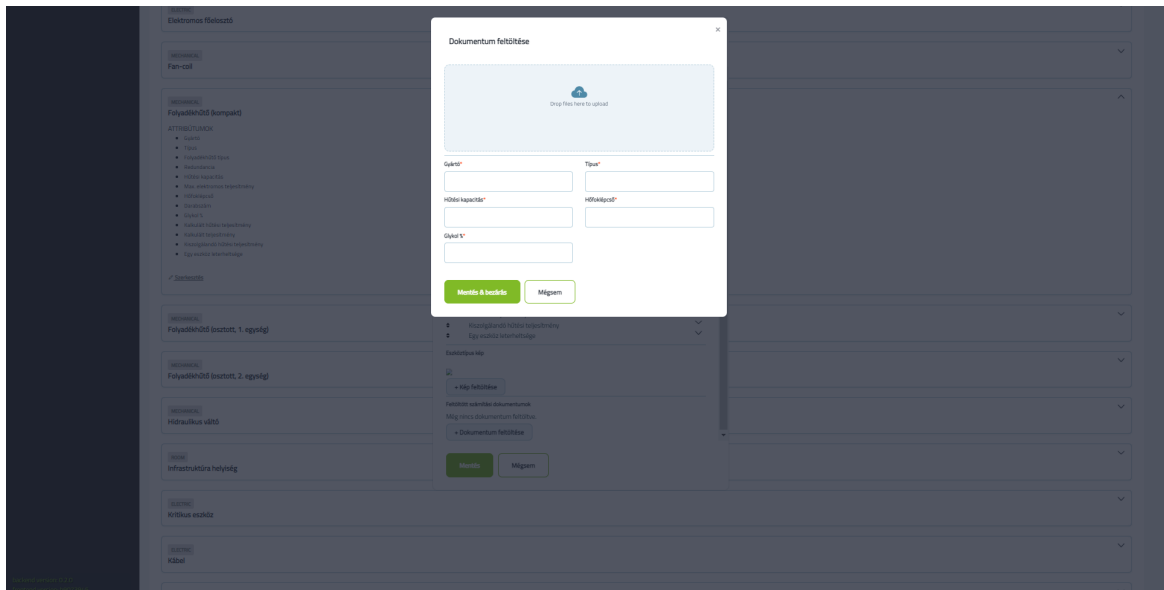
Kép műveletek

Az alkalmazás felületén és a riportokban az elemtípushoz ezen a felületen feltöltött kép jelenik meg az adott elemtíusból létrehozott konkrét eszközöknél. Kép feltöltéssel felülbírálnak az alapértelmezetten megjelenő „dummy” kép.

Számítási segédtablázatok feltöltése

Az elemtípushoz tölthetők fel az elemtípus alapján a konfigurációkban létrehozott konkrét eszközök számításai segédtablázatai – lásd mellékletek.

A számításai segédtablázatok feltöltő képernyőjét az alábbi ábra szemlélteti:



26. ábra: Számításai segédtabla feltöltése

Egy segédtablázat egy konkrét gyártó konkrét típusú és teljesítményű eszközére vonatkozik. Emiatt az alkalmazás a feltöltő felületen bekéri a táblázat beazonosításához szükséges adatokat. A bekérendő adatok körét az elemtípus definíció határozza meg. A munkaterületre behúzott táblázat csak az összes adat megadását követően tárolható.

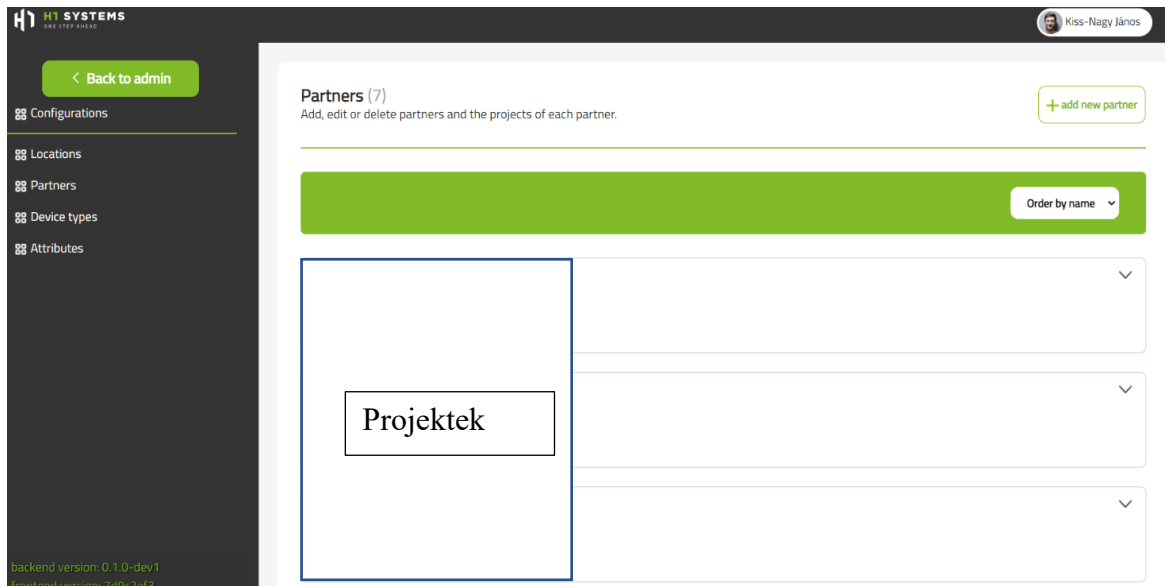
Partnerek kezelése

Partnerek kezelése a többi törzsadathoz hasonlóan szintén külön menüpont alatt érhető el.

A nyitóoldalon lenyíló blokkos szerkezetben jelennek meg a partnerek.

Az oldal címe: Partnerek, mellette zárójelben megjelenik a nyilvántartott partnerek száma.

Új partner hozzáadása



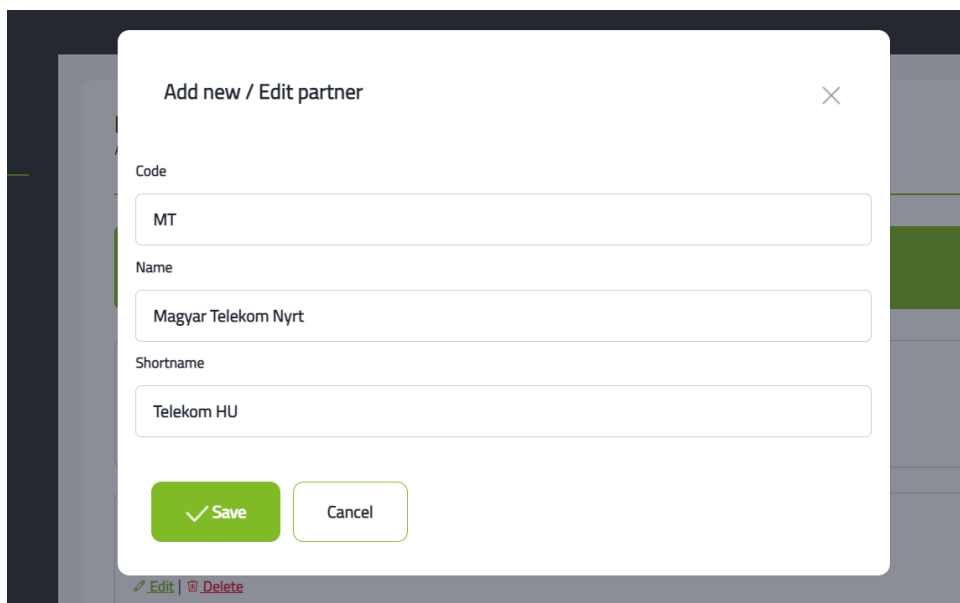
27. ábra: Új partner hozzáadása

Partner szerkesztése

Partner szerkesztése a blokk Szerkesztés funkciójáról indítható. Ugyanaz az ablak jelenik meg a hatására, mint új partner hozzáadásakor, azonban itt kitöltött állapotban.

Új partner felvétele

Az “Új partner hozzáadása” gombbal egy ablak nyílik meg, amin a partner adatai vihetők fel.



28. ábra: Új partner felvétele

Partnerek blokk

A lenyitott állapotban továbbra is ugyanúgy elérhetőek a partneradatok, és az említett funkciók, azonban lenyitva megjelennek a partnerekhez tartozó projektek is.

A projektek a blokkon belül valósítanak meg listanézetet. A lista a projekt adatai alapján (név, kód, dátumok) növekvő és csökkenő mód rendezhető. Alapértelmezett rendezés

- Elsődleges sorrend: folyamatban lévők elől
- Másodlagos: név szerint növekvő módon

Nem név szerinti rendezés esetén a másodlagos rendezés mindig név szerint növekvő.

Szűrés nincs.



29. ábra: Partner szűrése

Projekt szerkesztése

Projekt szerkesztése a projekt szakasz Szerkesztés funkciójáról indítható. Ugyanaz az ablak jelenik meg a hatására, mint új projekt hozzáadásakor, azonban itt kitöltött állapotban.

A projekt adatai módosíthatók, kivétel a kódja.

Az ablak leírása az Új projekt felvitele pontban.

Új projekt felvitele

Új projekt felvitele a projekt lista tetején található funkciógombtól indítható. Hatására megjelenik a következő ablak üres állapotban:

30. ábra: Új projekt felvitele

Az ablak elemei:

- Cím - indítástól függően
 - o “Új projekt felvitele” vagy
 - o Projekt szerkesztése
- Kód
 - o Szövegbeviteli mező
 - o Ellenőrzés: egyedi
 - o Kötelező mező
- Projekt neve
 - o Szövegbeviteli mező
 - o Ellenőrzés: egyedi
 - o Kötelező mező
- Leírás
 - o Szövegbeviteli doboz
 - o Opcionális
- Projekt kezdete
 - o Dátumválasztó
 - o Kötelező elem
 - o Nem lehet nagyobb, mint a végdátum

- Projekt vége
 - o Dátumválasztó
 - o Kötelező elem
 - o Nem lehet kisebb, mint a kezdő dátum
- Helyszín
 - o Legördülő lista
 - o Kötelező elem
 - o Értékei
 - o Az elérhető helyszínek
 - o Alapértelmezetten nincs kitöltve
- Státusz
 - o Legördülő lista
 - o Kötelező elem
 - o Értékei
 - o Folyamatban, Lezárt
 - o Alapértelmezetten: Folyamatban

Funkciók:

- Mentés
 - o Elmenti a módosításokat vagy létrehozza a projektet
 - o Bezárja az ablakot, visszatér a listanézethez, ahol frissül a képernyő
 - o az aktuálisan módosított/létrehozott partnerhez tér vissza, az adott projekten “állva”
- Mégse
 - o Mentés, módosítás nélkül bezárja az ablakot és visszatér a listanézethez olyan állapotban, ahogy megnyitotta róla az ablakot

Földrajzi lokációk kezelése

Törzsadatként kerülnek kezelésre az elérhető földrajzi lokációk. A többi törzsadathoz hasonlóan külön menüpont alatt érhetők el: Földrajzi lokációk.

A megjelenése és kezelése illeszkedik a rendszer alapműködéséhez.

Nyitóoldal: lenyíló blokkos szerkezetű listanézet.

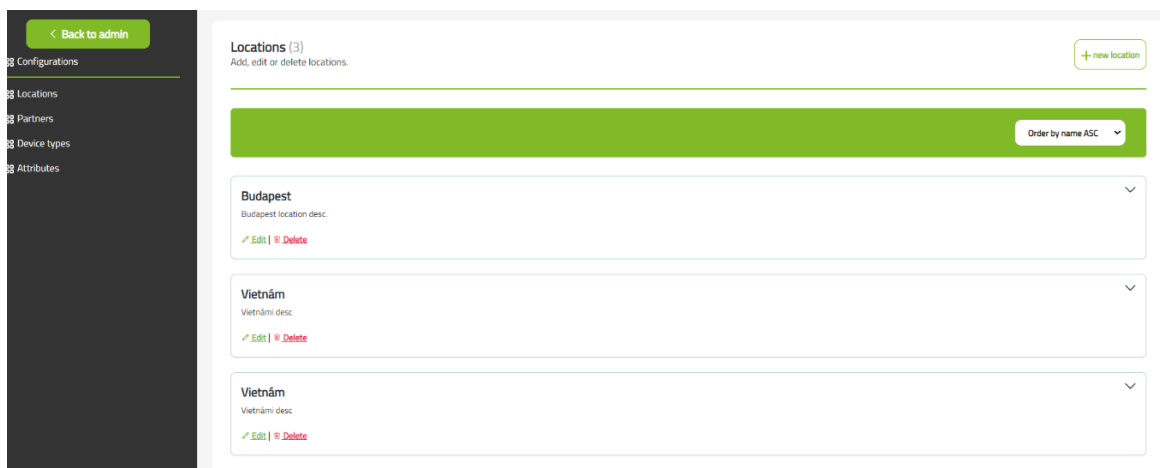
Oldal elemei:

- Oldal címe: Földrajzi lokációk

- Mellette zárójelben az elérhető lokációk száma
- Új lokáció hozzáadása funkciógomb
 - Megjelenik az üres állapotú szerkesztőablak
- Funkciósávban elérhető funkció
- Rendezés
 - Név A->Z
 - Név Z->A
 - Szűrés nincs értelmezve
- Blokkban megjelenő elemek becsukott állapotban
 - Lokáció neve
 - Lokáció leírása
 - Nem a teljes leírás, az első n karaktere (n a dizájn által meghatározott)
 - Funkciók:
 - Szerkesztés
- Szerkesztő ablak nyílik meg
 - Törlés
- Csak akkor aktív, ha nem tartozik hozzá konfiguráció, ellenkező esetben a lokáció már nem törölhet
- Törléshez mindig kell megerősítés (ablakban)

A listanézet alapértelmezetten név szerint alfabetikusan növekvő sorrendben jelenik meg.

Lokáció hozzáadása, szerkesztése



31. ábra: Lokáció szerkesztése

Lenyitott lokáció blokk

Lenyitott blokkban megjelenik a lokáció teljes leírása és elérhetővé válnak a lokációhoz tartozó időjárás profilok, illetve ezek szerkesztése. A blokkban az időjárás profilok

(hideg/átlagos/meleg) és az azokhoz tartozó időjárás adatok táblázata jelenik meg. Az egyes időjárás profilok listászerűen jelennek meg sávosan.

15.

Add new / Edit location

Name

Budapest

Description

Budapest location desc.

✓ Save Cancel

[Upload new weather data](#)

32. ábra: Lenyitott lokáció

Számolási metodika

Ebben a fejezetben szeretném az általam készített ábrákon szemléltetni, hogy a fentebb részletesen leírt és taglalt modell számolása miként néz ki a gyakorlatban. Az ábrák a jobb átláthatóság érdekében fekvő igazításban lesznek láthatóak, illetve egy, a valóságnak megfelelő adatközponton keresztül szemléltetem, hogy hogyan is egyszerűsödik le a folyamat.

A fentebb említett leírásokat a gépészetben jól bevált „a hőleadóktól a kazánig” elv szerint építjük fel. (34. ábra)

Létrehoztam a szoftverbe feltöltendő excel táblázatokat, melyekett az alap adatok kiválasztásánál szükséges beállítani. Ilyen például a már említett lokációs adatok (legenyhébb, átlagos, legmelegebb) órás időjárás adatok.

Első lépésben a helységeket szükséges meghatározni, illetve azok alap adatait (35. ábra). Ezek manuálisan felvitt értékek, mint például az alapterület, illetve a rackek száma. Ezt követően a korábban felvitt táblázatokból kiválasztjuk az éghajlattal kapcsolatos értékeket (37. ábra). Ez bővíthető elem, mivel globális szintű ügyfélkörnek szükséges ajánlatokat készíteni, ezért figyelembe vehető a külső hőmérséklet és a páratartalmi értékek a kültéri egységeknél.

Ezt követően elkezdődnek a berendezések, illetve gépegységek hozzárendelése az adott helységekhez. A (38. ábra), (39. ábra), (40. ábra), (41. ábra), (42. ábra), (43. ábra), (44. ábra), (45. ábra), (46. ábra) ábrákon szemléltetem, hogy az elektromos berendezésekhez milyen paramétereket kell bevinni és ezeknél milyen számolási metodikát alkalmazunk az adatok eszkalálására. Fontos megemlítenem a korábban kiemelt redundancia beállítását, mely a létesítményinformatika ezen ágának egyik fő különbsége a komfort rendszerektől.

A (47. ábra) egy adatközpont gépészeti rendszer általános felépítését mutatja, melyen jól szemléltettem, hogy milyen gépegységek közül választhatunk. Ezek zömében a lokáció és az igények határozzák meg, valamint a megrendelő. A (48. ábra), (49. ábra), (50. ábra), (51. ábra), (52. ábra), (53. ábra), (54. ábra), (55. ábra) a gépészeti egységeket tartalmazza, melyre részletesebben is kitérnék, de csoportonként.

Az első csoportba sorolom a (48-51. ábra) berendezéseket, azaz a Rack sori hűtőket, a Szekrényklímákat, CRAC-okat és a Fan-coilokat. Ezek számítási metodikája ugyan azok. Beállítjuk a redundancia szintet, a szükséges hűtési kapacitást gépenként, illetve, hogy helyileg hova tartoznak. Ezek valamely helységnek a beltéri berendezései és ennek a helységnek látják el a hűtését. Az ábrák jól szemléltetik, hogy ezt követően lesz egy felvett elektromos teljesítményük, mindemellett egy hűtési teljesítmény is melyeket tovább viszünk a számolási metodikánk mentén.

A második csoport a kültéri berendezéseket tartalmazza, azaz a Kompakt vagy az osztott folyadékűtőket. Ennek hasonló a logikája, mint az előzőnek azzal a különbséggel, hogy figyelembe vesszük a gépek esetében a közeget, a hőfoklépcsőt és a berendezés típusát/kialakítását. Ez alapján a bekért gépek adataiból kiválasztható a megfelelő kültéri egység, majd a számolási képlet nem változik.

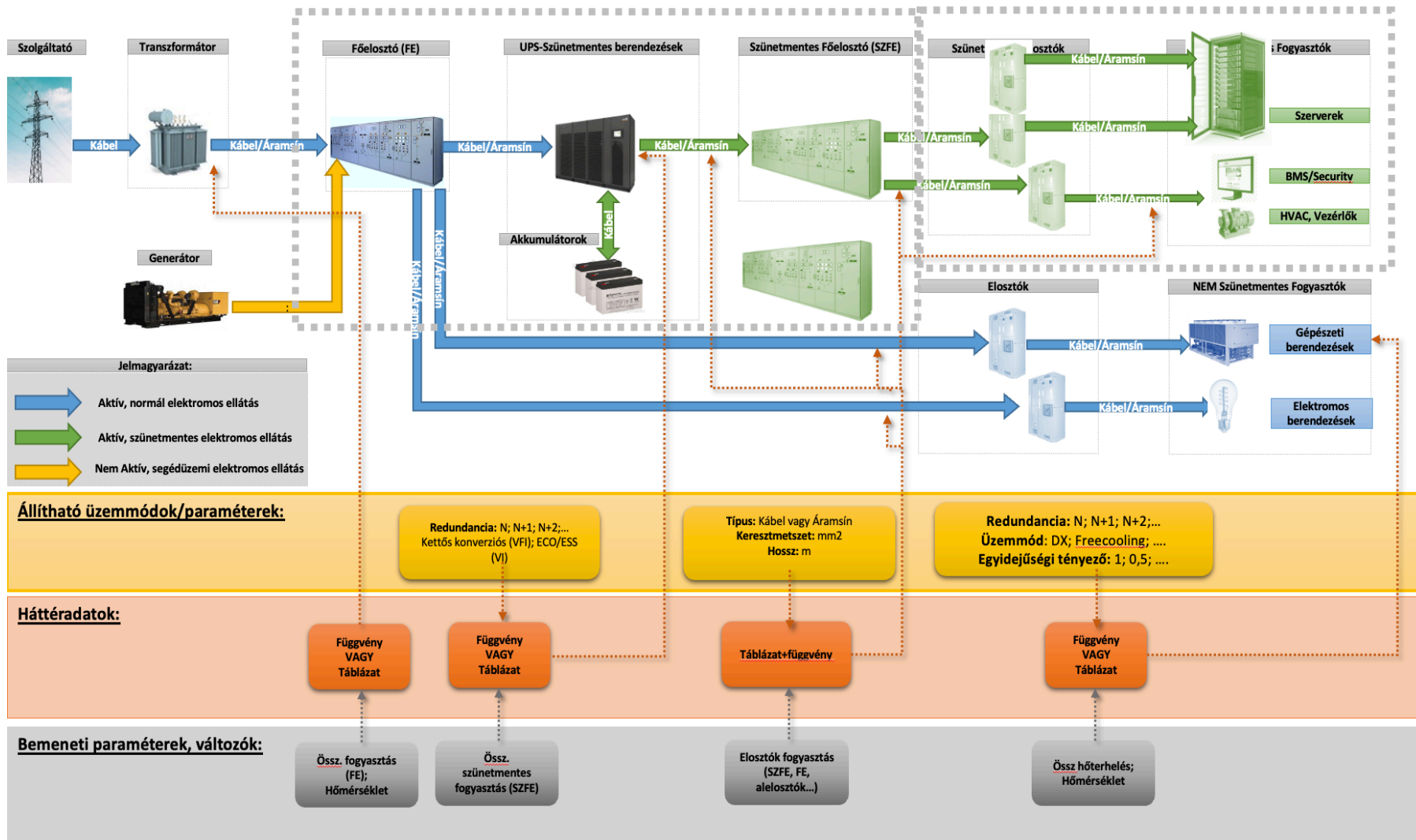
A harmadik csoport az egyéb hőterhelések, melyek hatást gyakorolnak a rendszerünkre. Ilyen a Szivattyú (55. ábra), de itt nem szignifikáns az általa termelt mennyiségű hó így csak villamos fogyasztással kalkulálok (általában nem gépteremben található). A másik hasonló a csővezetékek (56. ábra), melyeket WinWatt szoftverrel indikatívan határozom meg (a megfelelő szigetelés vastagság figyelembevételével) tapasztalati úton. Az elektromos rendszernél már számolunk a világítás által leadott hővel (46. ábra), de ebben a blokkban kezelem az emberi hőleadást is (58. ábra), mely komplett rendszert figyelembe véve nem jelentős, viszont a szoftver képes kalkulálni vele.

Végül egy adatközpontok számára fontos érték maradt, ez pedig a megújuló részarány. Az adatközpontok fogyasztási adatait befolyásolja a nap, szél és egyéb megújuló energiaforrásokból nyert villamos energia is. Mivel éves fogyasztási adatokkal foglalkozunk így ezeknek pozitív hozadékaik vannak az értékeinkre (57. ábra). Általában fotovoltikus erőművek azok, amelyek az adatközpontokra, mellettük épülnek és mivel korábban Magyarország villamosenergia menetrend kezelésével foglalkoztam így igen reprezentatív alapadatokkal rendelkezem a beépített kapacitások fajlagos éves termelésének becslésében.

Mindezek együttesen eredményezik a (59. ábra) által bemutatott PUE kalkulációt. Ez a legfontosabb KPI egy adatközpont kialakításában.

Legvégül részleteztem, hogy hogyan is számoljuk ki az egyéb gazdasági adatot, melyeket a szoftver egy riportban, felhasználóbarát és közérthető módon generál.

Adatközpontok felépítése – szoftver prezentálása



33. ábra: Adatközpont és szoftver felépítés

Helység felvitele

1. Lépés Helyiségek rögzítése

Szerver Helyiségek		
Helyiség neve		1. Szerver terem
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	200 m ²	DC1_m2
IT Rack szám	120 db	DC1_rack

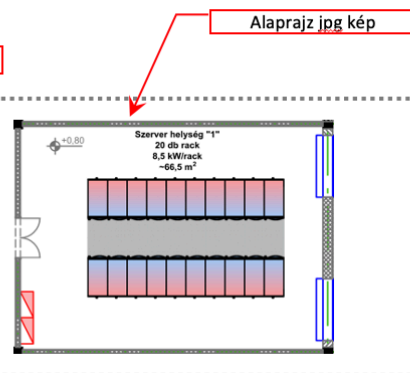
Helyiség neve		2. Szerver terem
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	200 m ²	DC2_m2
IT Rack szám	120 db	DC2_rack

Helyiség neve		Szolgáltatói helyiség MMR (Meet Me Room)
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	20 m ²	MMR1_m2
IT Rack szám	4 db	MMR1_rack

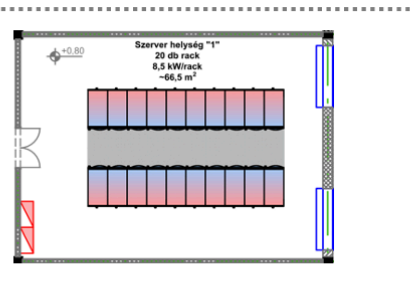
Kézzel bevitt információk

Kézzel kitöltendő paraméterek

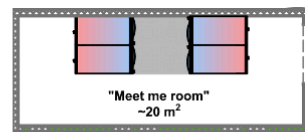
1. Szerver terem	
Alapterület	200 m ²
IT teljesítmény	400 kW
IT Rack szám	120 db



2. Szerver terem	
Alapterület	200 m ²
IT teljesítmény	450 kW
IT Rack szám	120 db



Szolgáltatói helyiség MMR (Meet Me Room)	
Alapterület	20 m ²
IT teljesítmény	10 kW
IT Rack szám	4 db



34. ábra: Helység felvitele

Éghajlat bevittele

Infrastruktúra Helyiségek (Épületen belül)

Helyiség neve	1. Áramellátó	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	50 m ²	E1_m2

Helyiség neve

Helyiség neve	2. Áramellátó	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	50 m ²	E2_m2

Helyiség neve

Helyiség neve	Gépészeti helyiség 1.	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	80 m ²	G1_m2

Helyiség neve

Helyiség neve	Közlekedő 1.	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Alapterület	80 m ²	K1_m2

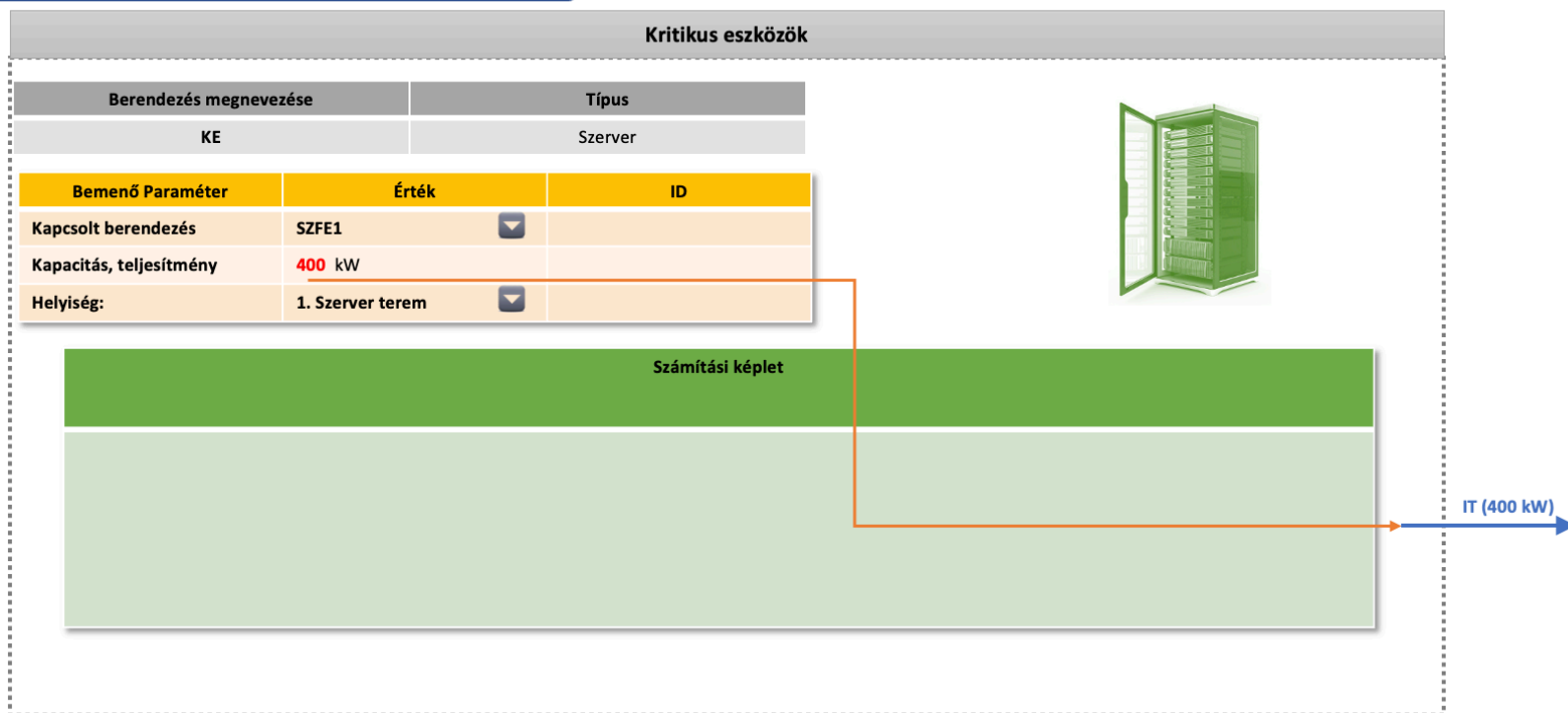
Kültér (Épületen kívül)

Helyiség neve	Kültér	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Kültéri hőmérséklet	Táblázat alapján	Outdoor

REC_NUM	DATUM	TIME	DATUM-TIME	ta	RH	G	vw
1	01.01	0:00	jan. 1.	3,632	74,904	0,0	6,27
2	01.01	1:00	jan. 1.	3,660	74,904	0,0	6,24
3	01.01	2:00	jan. 1.	3,650	74,904	0,0	5,19
4	01.01	3:00	jan. 1.	3,619	75,775	0,0	6,15
5	01.01	4:00	jan. 1.	3,546	75,775	0,0	5,79
6	01.01	5:00	jan. 1.	3,520	74,904	0,0	5,79
7	01.01	6:00	jan. 1.	3,471	75,775	1,1	5,46
8	01.01	7:00	jan. 1.	3,448	75,775	14,6	4,68
9	01.01	8:00	jan. 1.	3,541	74,904	52,1	4,70
10	01.01	9:00	jan. 1.	3,742	72,291	118,5	4,46
11	01.01	10:00	jan. 1.	4,065	70,549	110,2	5,43
12	01.01	11:00	jan. 1.	4,401	67,937	86,2	5,07
13	01.01	12:00	jan. 1.	4,704	66,195	106,7	6,39
14	01.01	13:00	jan. 1.	4,879	65,324	98,8	6,49
15	01.01	14:00	jan. 1.	4,922	65,324	20,9	6,03
16	01.01	15:00	jan. 1.	4,737	67,066	0,0	6,34
17	01.01	16:00	jan. 1.	4,391	68,808	0,0	5,72
18	01.01	17:00	jan. 1.	4,192	70,549	0,0	5,19
19	01.01	18:00	jan. 1.	4,031	72,291	0,0	5,20
20	01.01	19:00	jan. 1.	3,892	72,291	0,0	6,11
21	01.01	20:00	jan. 1.	3,805	73,162	0,0	6,51
22	01.01	21:00	jan. 1.	3,681	73,162	0,0	5,72
23	01.01	22:00	jan. 1.	3,244	74,033	0,0	6,03
24	01.01	23:00	jan. 1.	2,807	74,033	0,0	4,89
25	01.02	0:00	jan. 2.	2,369	64,278	0,0	3,28
26	01.02	1:00	jan. 2.	1,932	64,278	0,0	3,28
27	01.02	2:00	jan. 2.	1,495	64,278	0,0	3,59
28	01.02	3:00	jan. 2.	1,419	65,025	0,0	3,72
29	01.02	4:00	jan. 2.	1,335	65,025	0,0	3,04
30	01.02	5:00	jan. 2.	1,294	64,278	0,0	3,04
31	01.02	6:00	jan. 2.	1,231	65,025	1,3	3,53
32	01.02	7:00	jan. 2.	1,202	65,025	46,8	4,06
33	01.02	8:00	jan. 2.	1,407	64,278	168,5	4,28
34	01.02	9:00	jan. 2.	2,050	62,036	223,5	4,54
35	01.02	10:00	jan. 2.	2,705	60,541	214,8	4,71
36	01.02	11:00	jan. 2.	3,326	58,299	146,8	4,90
37	01.02	12:00	jan. 2.	3,854	56,804	106,6	4,46
38	01.02	13:00	jan. 2.	4,163	56,056	45,0	4,40
39	01.02	14:00	jan. 2.	4,249	56,056	22,1	4,09
40	01.02	15:00	jan. 2.	3,984	57,551	0,0	4,77
41	01.02	16:00	jan. 2.	3,407	59,046	0,0	4,07
42	01.02	17:00	jan. 2.	2,971	60,541	0,0	4,15
43	01.02	18:00	jan. 2.	2,613	62,036	0,0	4,09
44	01.02	19:00	jan. 2.	2,342	62,036	0,0	4,47
45	01.02	20:00	jan. 2.	2,143	62,783	0,0	3,97
46	01.02	21:00	jan. 2.	1,942	62,783	0,0	3,80
47	01.02	22:00	jan. 2.	1,244	63,531	0,0	3,87
48	01.02	23:00	jan. 2.	0,546	63,531	0,0	3,78
49	01.03	0:00	jan. 3.	-0,152	67,820	0,0	3,39
50	01.03	1:00	jan. 3.	-0,850	67,820	0,0	3,30
51	01.03	2:00	jan. 3.	-1,548	67,820	0,0	3,04
52	01.03	3:00	jan. 3.	-1,661	68,609	0,0	2,99
53	01.03	4:00	jan. 3.	-1,753	68,609	0,0	3,30

35. ábra: Helység felvittele, éghajlat meghatározása

2. Lépés Kritikus eszközök

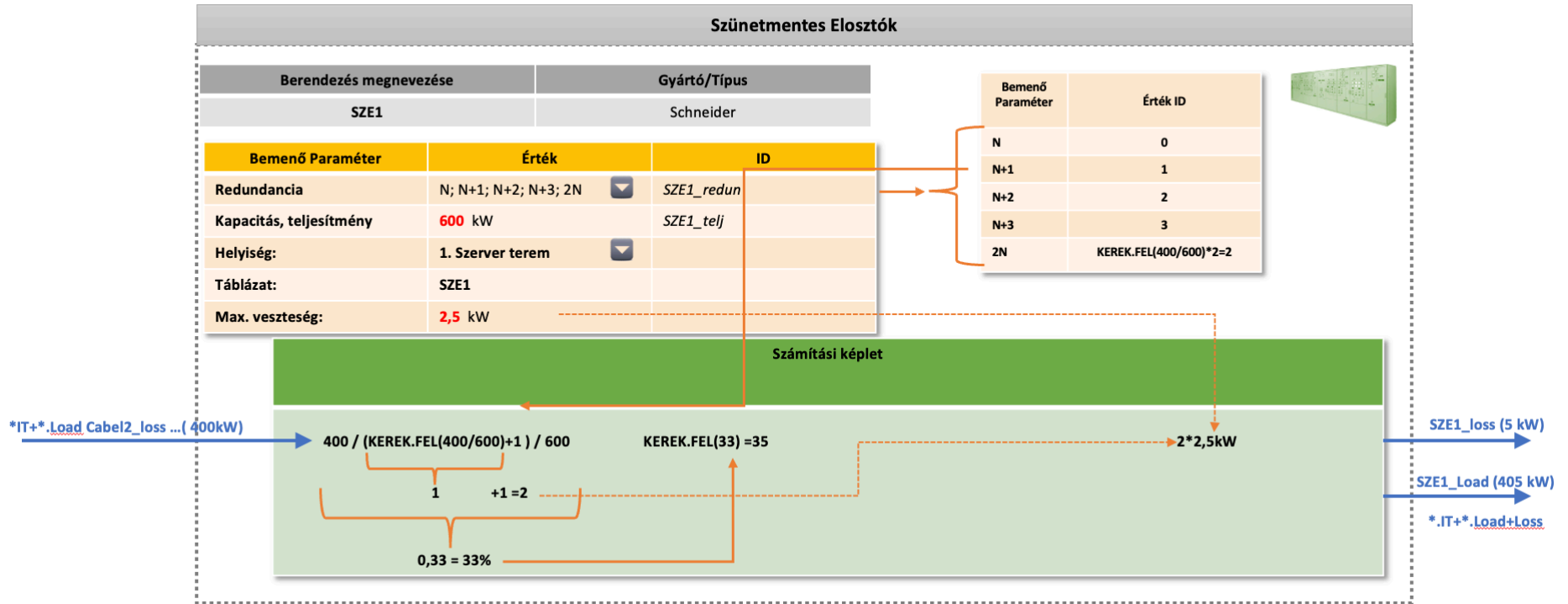


36. ábra: Kritikus eszköz bevitele

Elektromos rendszer felépítése

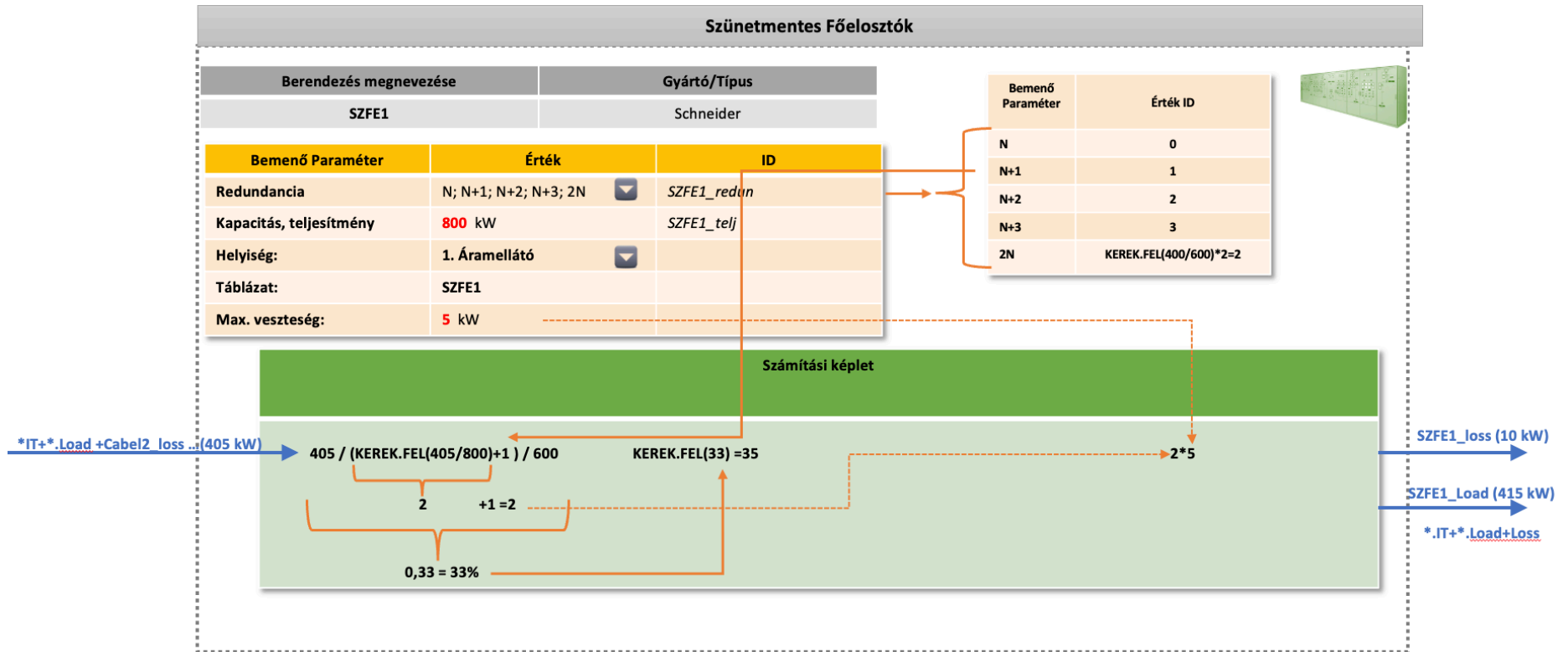
Szünetmentes elosztók számítása

3. Lépés Elektromos rendszer felépítése



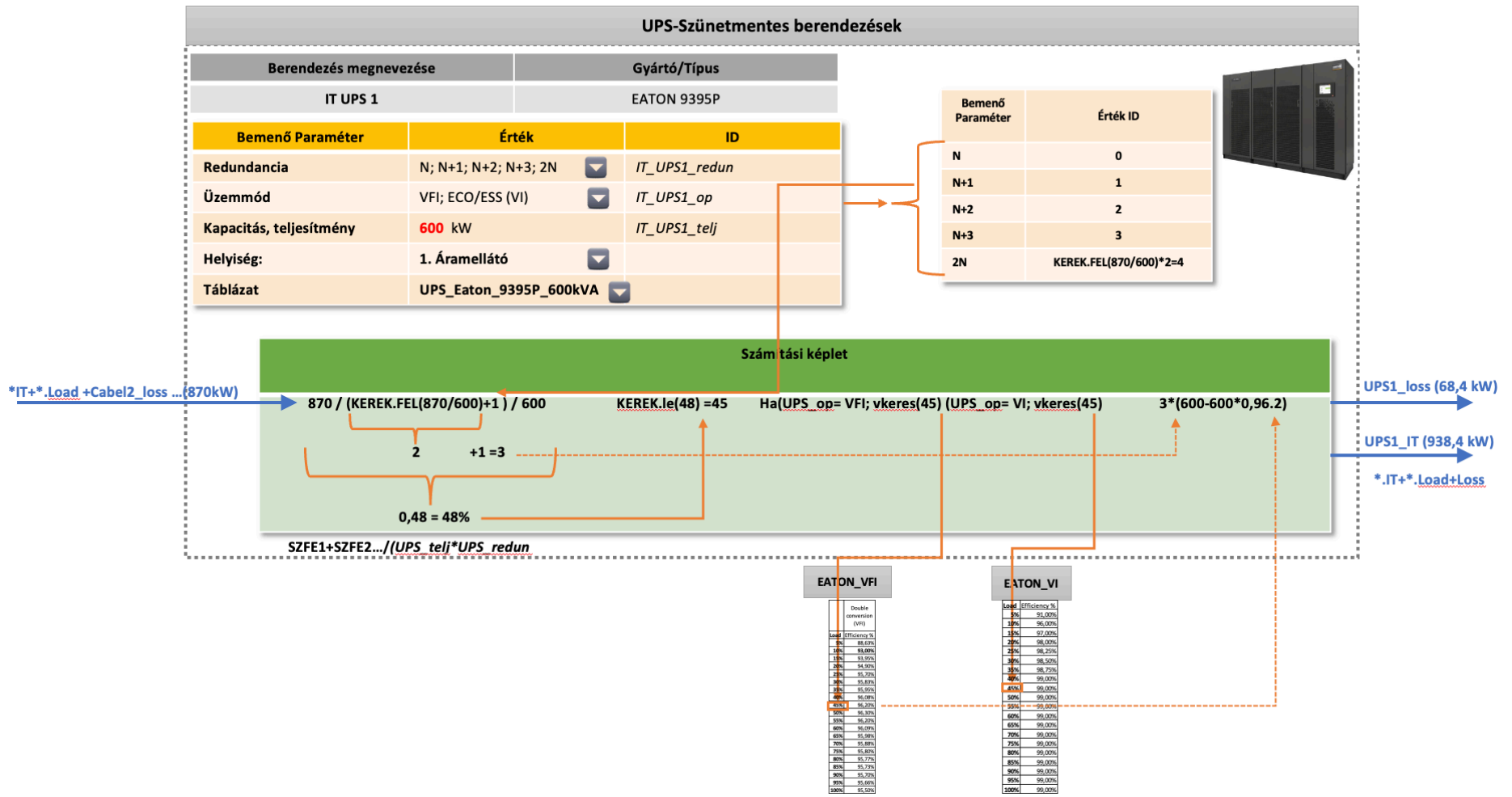
37. ábra: Szünetmentes elosztó számítása

Szünetmentes főelosztó számítás



38. ábra: Szünetmentes főelosztó számítása

UPS egységek számítása



39. ábra: UPS egységek számítása


Akkumulátorok számítása

Akkumulátorok		
Berendezés megnevezése	Gyártó/Típus	
Akkumulátor 1	Panasonic	

Bemenő Paraméter	Érték	ID
Kapcsolt UPS berendezés	IT UPS 1	
Akkulátor darabszám	42 db	
Max hőleadás	1,5 kW	Batt_1_loss
Helyiség:	1. Áramellátó	

Számítási képlet

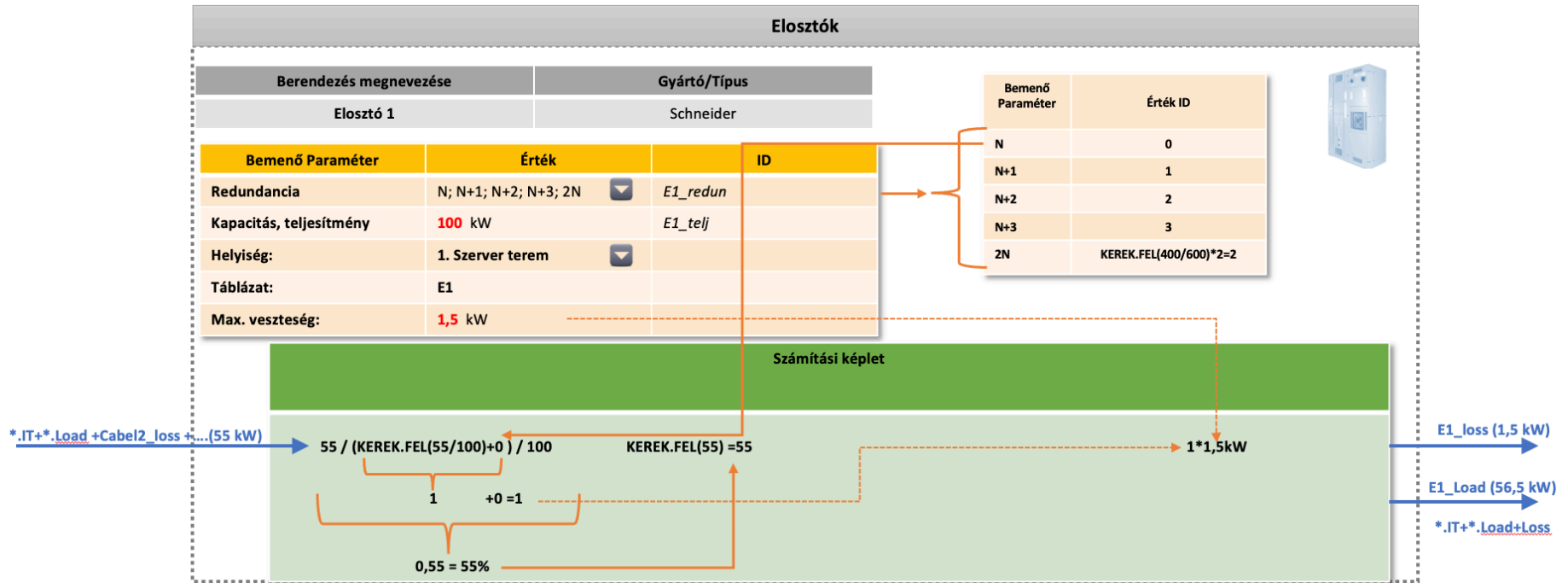
Maximális töltésnél jelentkező hőleadás



Batt_1_loss (1,5 kW)

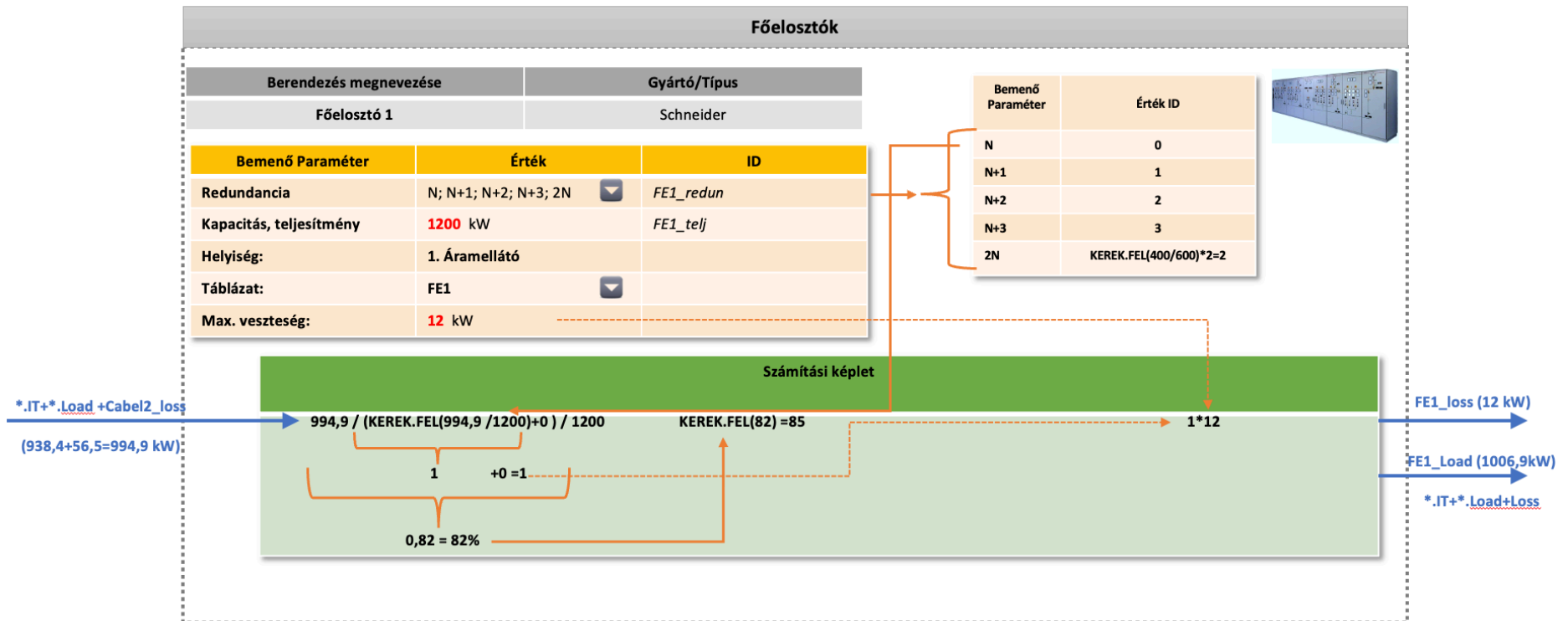
40. ábra: Akkumulátor számítás

Elosztók számítása



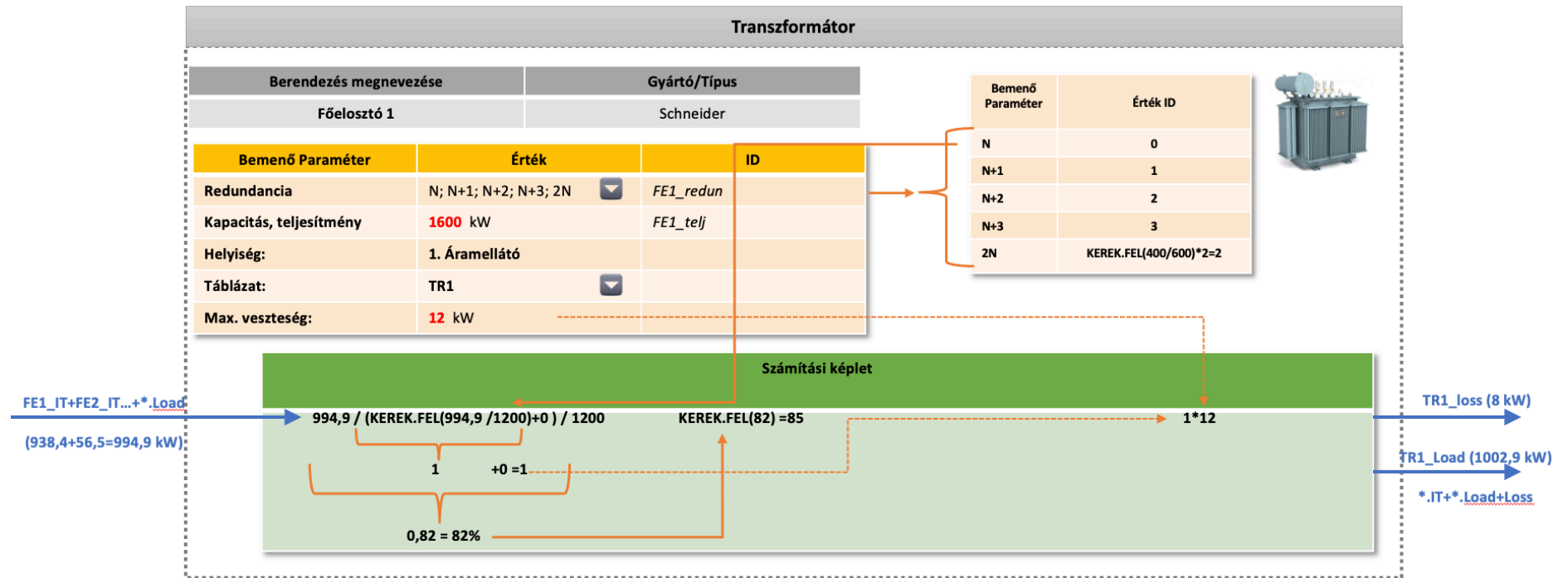
41. ábra: Elosztó egységek számítása

Főelosztók számítása



42. ábra: Főelosztók számítása

Transzformátor számítás

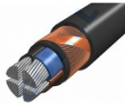


Kábelek számítása

Kábelek

Berendezés megnevezése	Gyártó/Típus
Kábelek 1	

Bemenő Paraméter	Érték	ID
Kapcsolt berendezés (telj.)	SZFE1 <input type="button" value="v"/>	
Max veszteség	5 kW	
Helyiség:	1. Áramellátó <input type="button" value="v"/>	



Számítási képlet

→ Cable1_loss (5 kW)

44. ábra: Kábel számítása, fajlagos érték

Világítás számítás


30,00 kW

Számítási képlet

→ Cable1_loss (5 kW)

Helyiség:	1. Áramellátó	
Max csatlakozás	0,5 kW <input type="button" value="v"/>	
Max csatlakozás	30 db	
Kapcsolt berendezés (telj.)	FE1 <input type="button" value="v"/>	
Bemenő Paraméter	Érték	ID
Helyiség:		
Berendezés megnevezése		

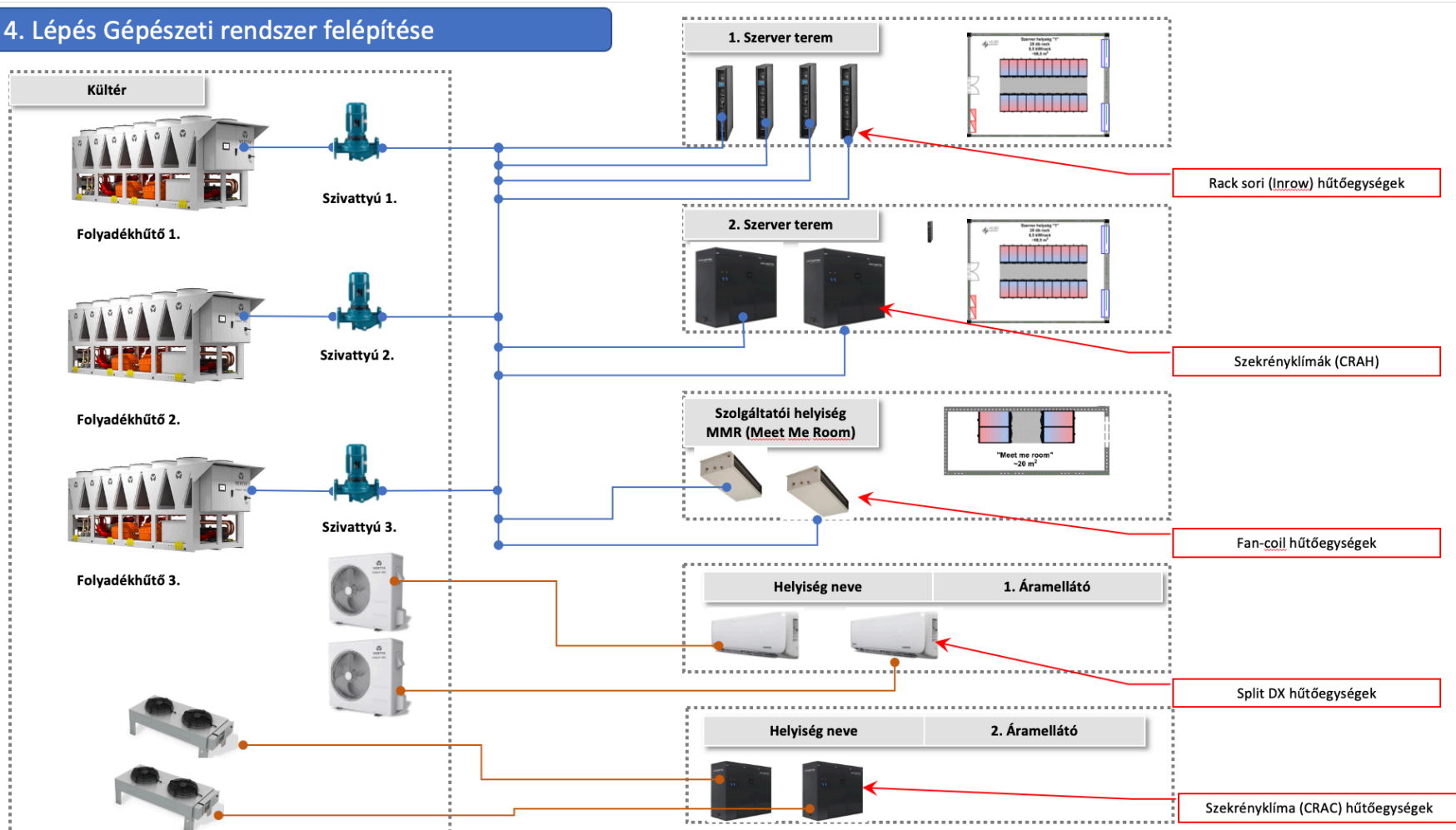
Berendezés megnevezése	Gyártó/Típus



Világítás

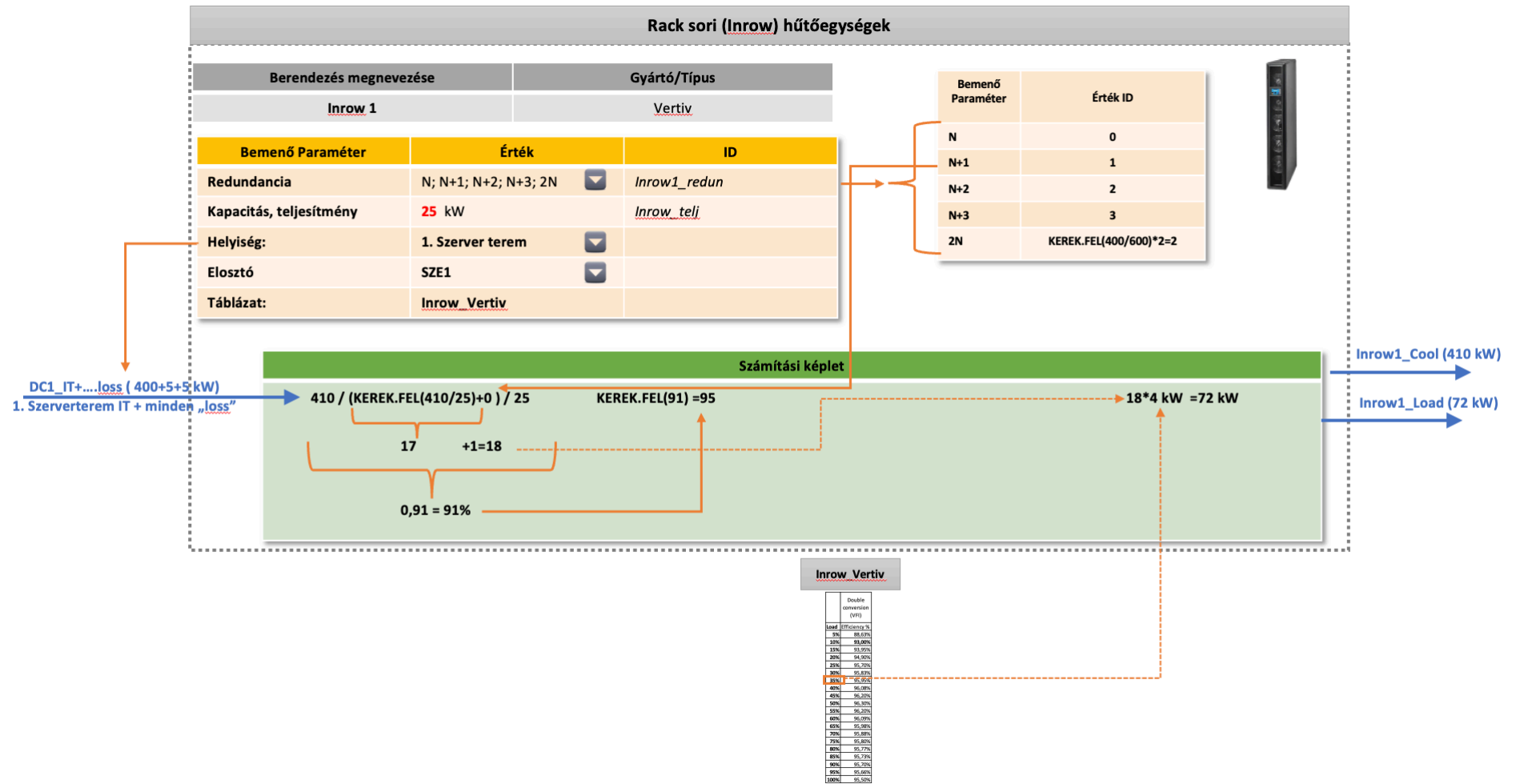
45. ábra: Világítás számítás, fajlagos érték

4. Lépés Gépészeti rendszer felépítése



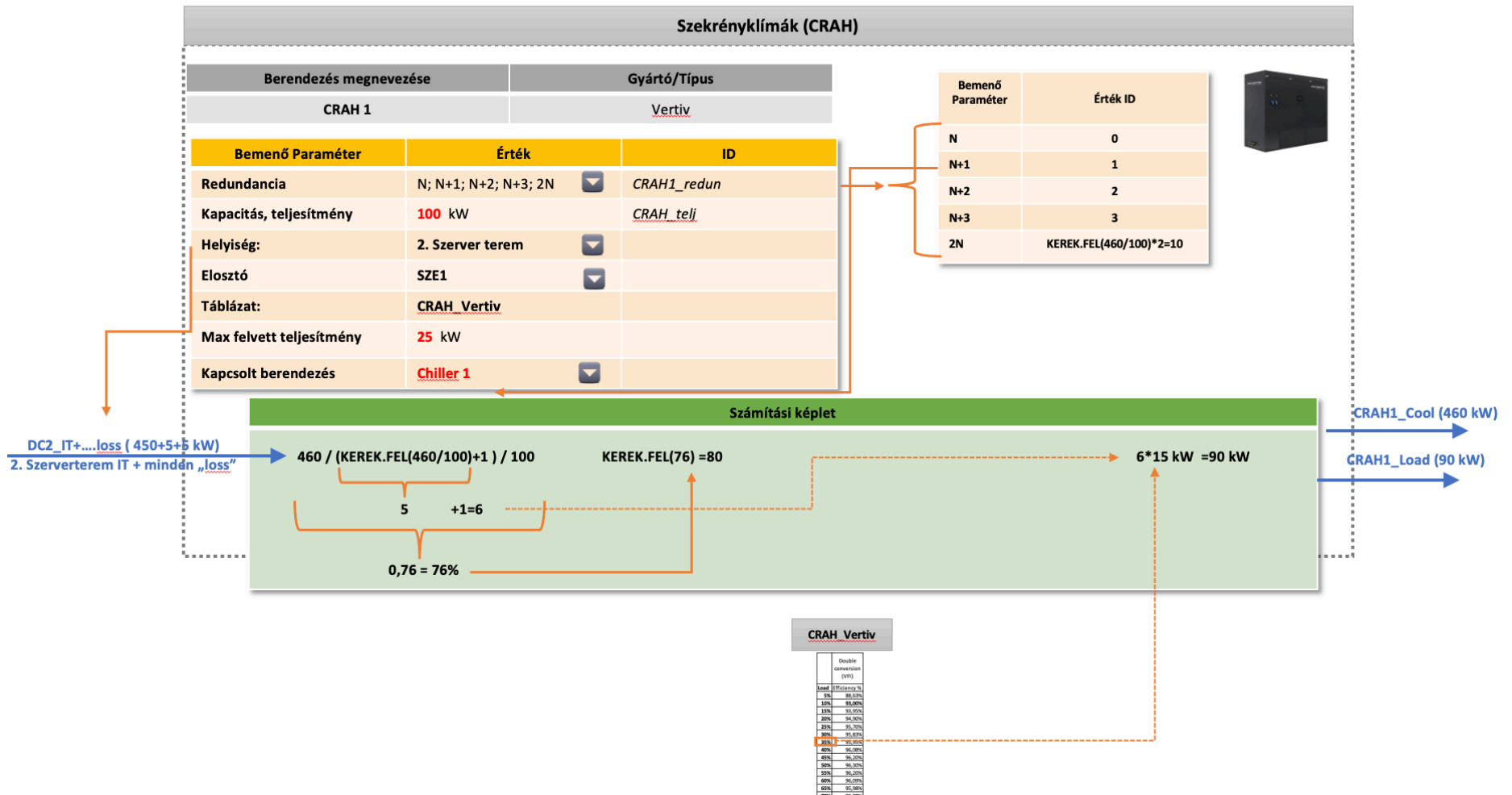
46. ábra: Gépészeti rendszer felépítése

Rack sori hűtőegységek számítása



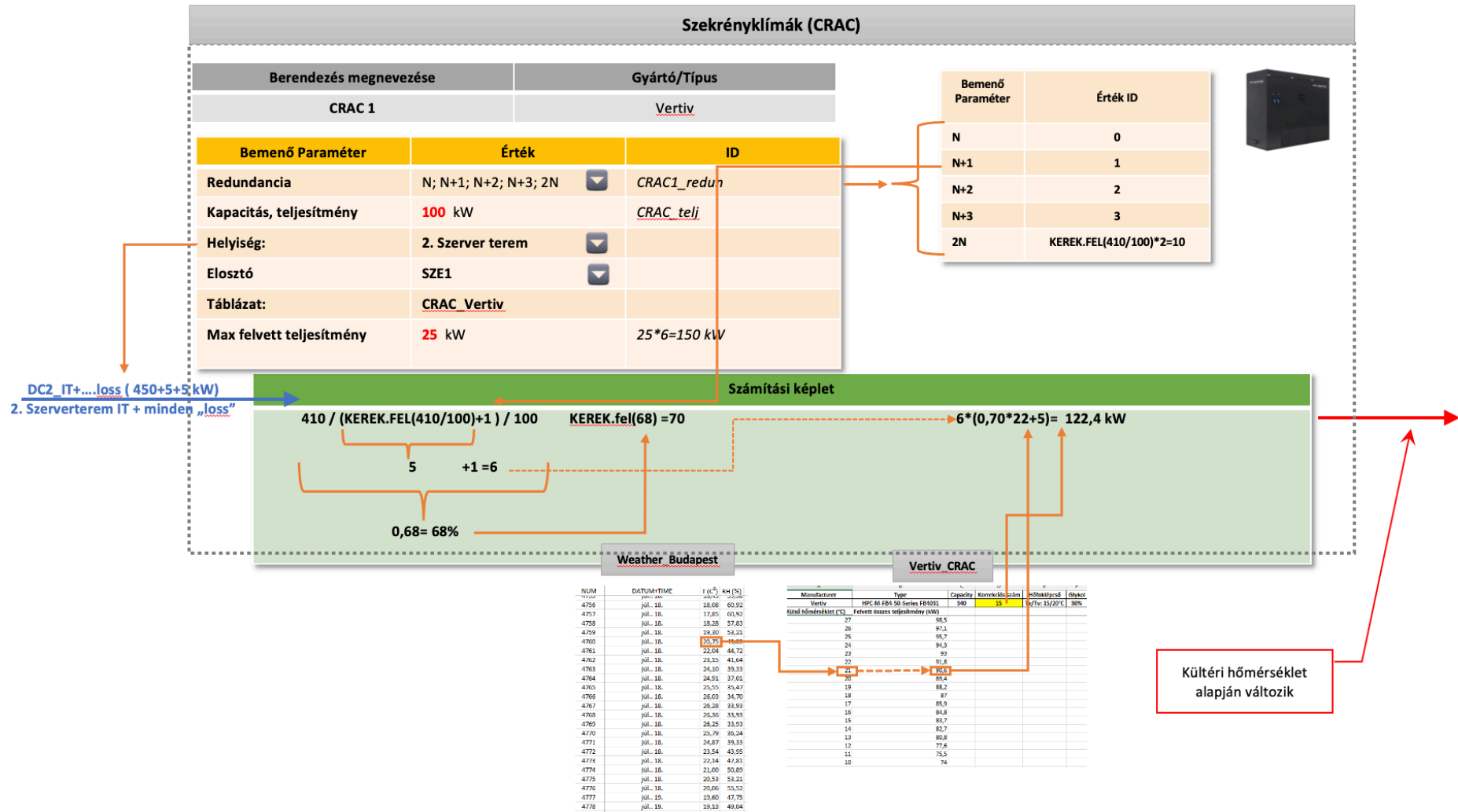
47. ábra: Inrow egység számítása

Szekrényklímák számítása



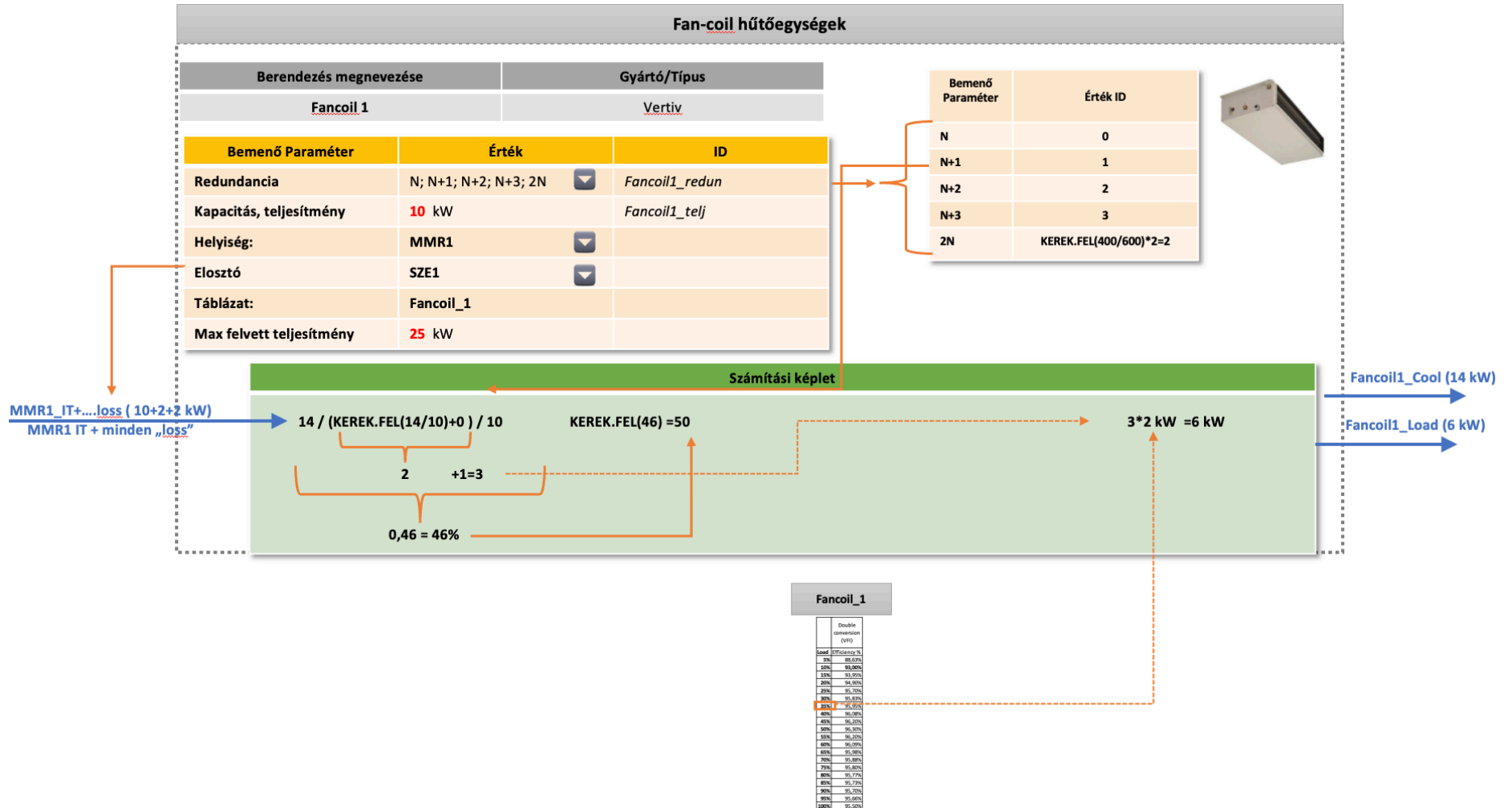
48. ábra: CRAH egységek számítása

CRAC szekrényklímák számítása



49. ábra: CRAC egységek számítása

Fan-coil egységek számaítása



50. ábra: Fan-coilok számaítása

Kompakt folyadékűtők számítása

Folyadékűtők (Kompakt)		
Berendezés megnevezése	Gyártó	Típus
Chiller 1.	Vertiv	4031

Bemenő Paraméter	Érték	ID
Redundancia	N; N+1; N+2; N+3; 2N	Chiller1_redu
Kialakítás	Normal; Freecooling; Adiabatus	Chiller1_op
Kapacitás, teljesítmény	340 kW	Chiller1_telj
Helyiség:	Kültér	Outdoor
Elosztó	SZE1	
Max felvett teljesítmény	130 kW	130*4=520 kW
Hőfoklépcső	15/20 °C	
Glykol %	30 %	

Bemenő Paraméter	Érték ID
N	0
N+1	1
N+2	2
N+3	3
2N	KEREK.FEL(870/600)*2=4

Számítási képlet

$$884 / (\text{KEREK.FEL}(884/340)+1) / 800 \quad \text{KEREK.fel}(61) = 65 \quad 4 * (0,65 * 90,6 + 15) = 295,56 \text{ kW}$$

$$3 + 1 = 4$$

$$0,61 = 61\%$$

Weather Budapest Vertiv_4031

Inrow1_cool+ ... cool
410+460+14kW=884 kW



Minta számítás itt:
Vertiv_4031_chiller_fogyasztas_&_PUE.xlsx

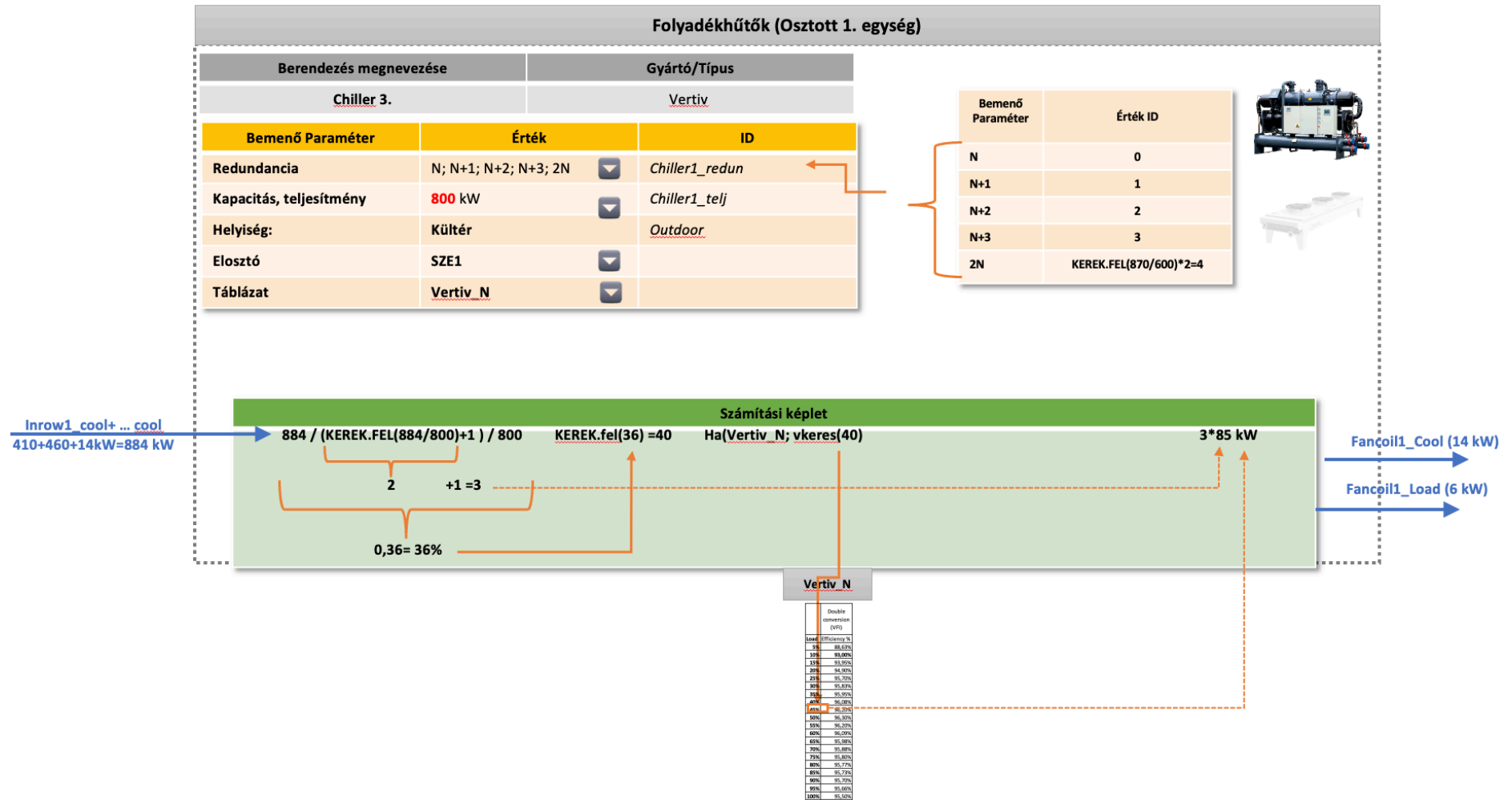
NUM	DATUM-TIME	t (°C)	out (°C)
4756	juł. 18.	17,85	60,92
4757	juł. 18.	17,85	60,92
4758	juł. 18.	18,28	57,83
4759	juł. 18.	19,90	58,21
4760	juł. 18.	20,75	49,35
4761	juł. 18.	22,04	44,72
4762	juł. 18.	23,15	41,64
4763	juł. 18.	24,10	39,35
4764	juł. 18.	24,91	37,01
4765	juł. 18.	25,15	35,47
4766	juł. 18.	26,03	34,70
4767	juł. 18.	26,28	33,99
4768	juł. 18.	26,36	33,93
4769	juł. 18.	26,25	33,03
4770	juł. 18.	25,79	30,24
4771	juł. 18.	16,67	39,35
4772	juł. 18.	23,54	43,95
4773	juł. 18.	22,14	47,81

Működés	Type	Capacity	Korrekciós szorzó	Hőfoklépcső	Glykol
Vertiv	HPX M 150 Series K8001	340	15	15/20°C	30%
Gyűjtő hőmérséklet (°C)		Felvett összes teljesítmény (kW)			
		27	197,9		
		26	167,7		
		24	94,3		
		23	93		
		22	91,8		
		21	90,6		
		20	89,4		
		19	88,2		
		18	87		
		17	85,9		
		16	84,8		
		15	83,7		
		14	82,7		
		13	80,8		
		12	79,6		
		11	76,6		
		10	74		

Külső hőmérséklet alapján változik

51. ábra: Kompakt folyadékűtők számítása

Osztott folyadékűtők számítása



52. ábra: Osztott folyadékűtő számítása

Folyadékűtők (Osztott 2. egység)

Berendezés megnevezése	Gyártó	Típus
<u>Chiller 1.</u>	<u>Vertiv</u>	4031


Bemenő Paraméter	Érték	ID
Redundancia	N; N+1; N+2; N+3; 2N <input type="button" value="▼"/>	<u>Chiller1_redun</u>
Kialakítás	<u>Normal</u> ; <u>Freecooling</u> ; <u>Adiabatus</u> <input type="button" value="▼"/>	<u>Chiller1_op</u>
Kapacitás, teljesítmény	340 kW	<u>Chiller1_telj</u>
Helyiség:	<u>Kültér</u>	<u>Outdoor</u>
Elosztó	SZE1 <input type="button" value="▼"/>	
Max felvett teljesítmény	130 kW	

Bemenő Paraméter	Érték ID
N	0
N+1	1
N+2	2
N+3	3
2N	KEREK.FEL(870/600)*2=4

Számítási képlet

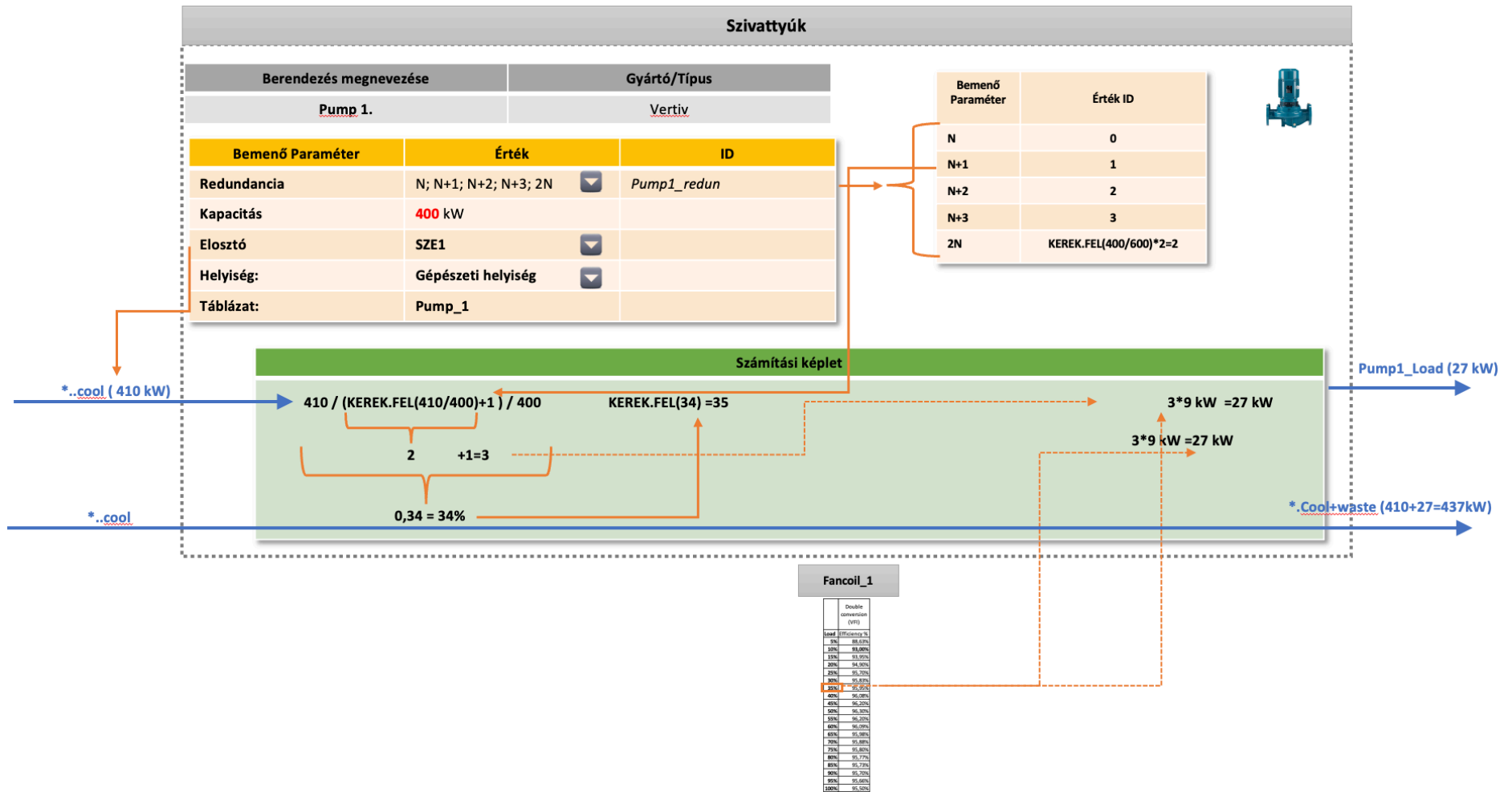
Ugyanaz mint a Folyadékűtők (Kompakt) -nál

Inrow1_cool+ ... cool
410+460+14kW=884 kW



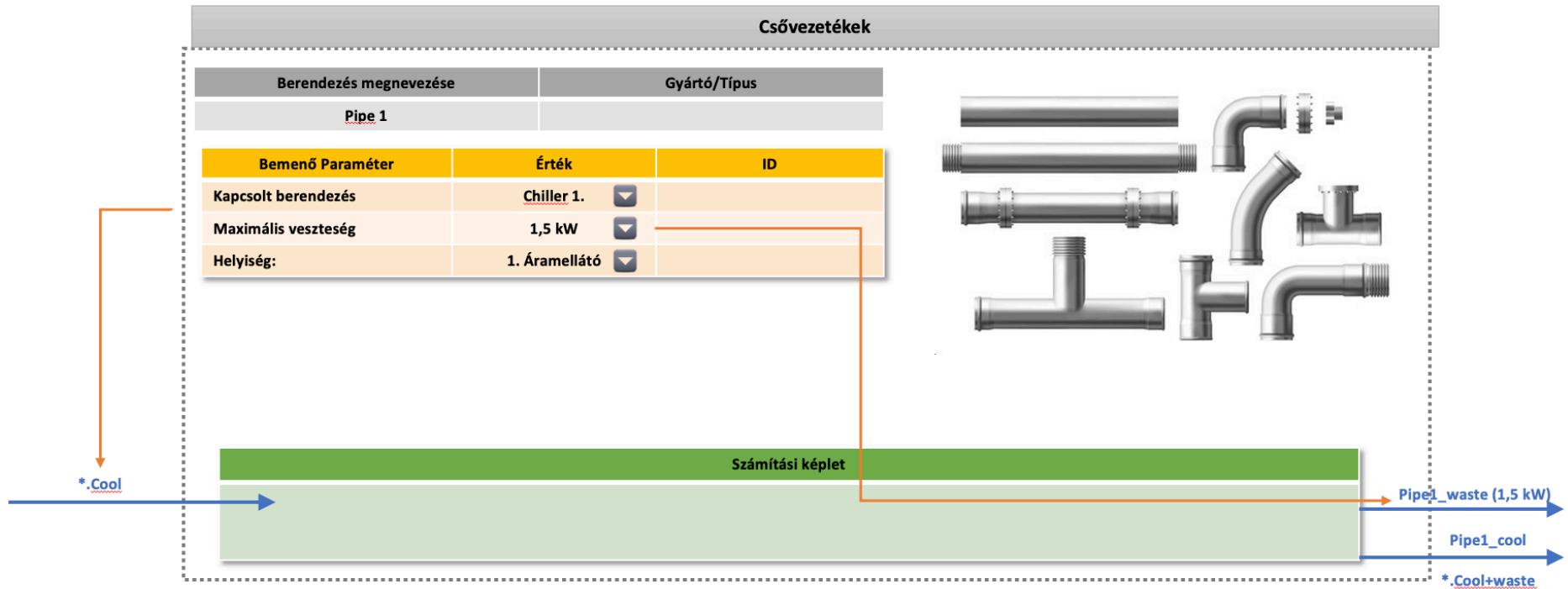
53. ábra: Osztott folyadékűtő számítása - adiabata

Szivattyúk számítása



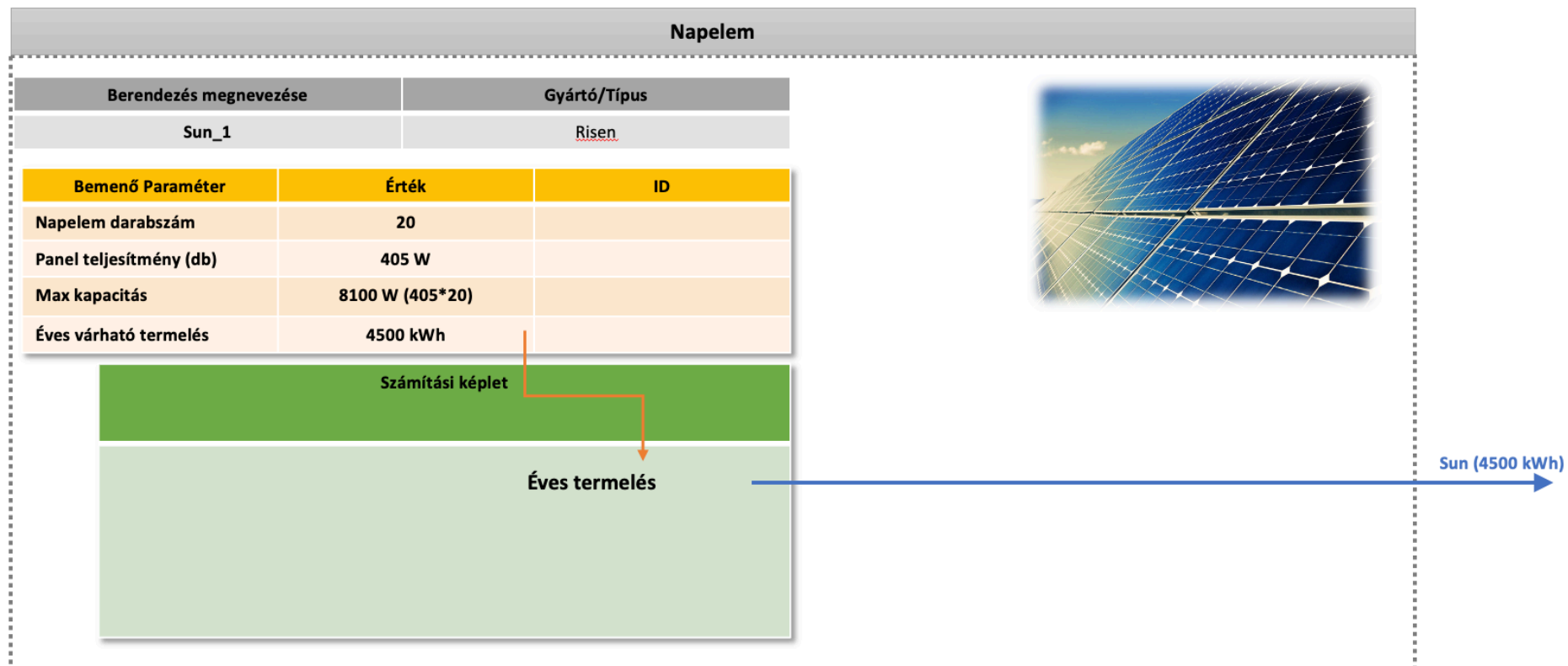
54. ábra: Szivattyú számítása

Csővezetékek számítása



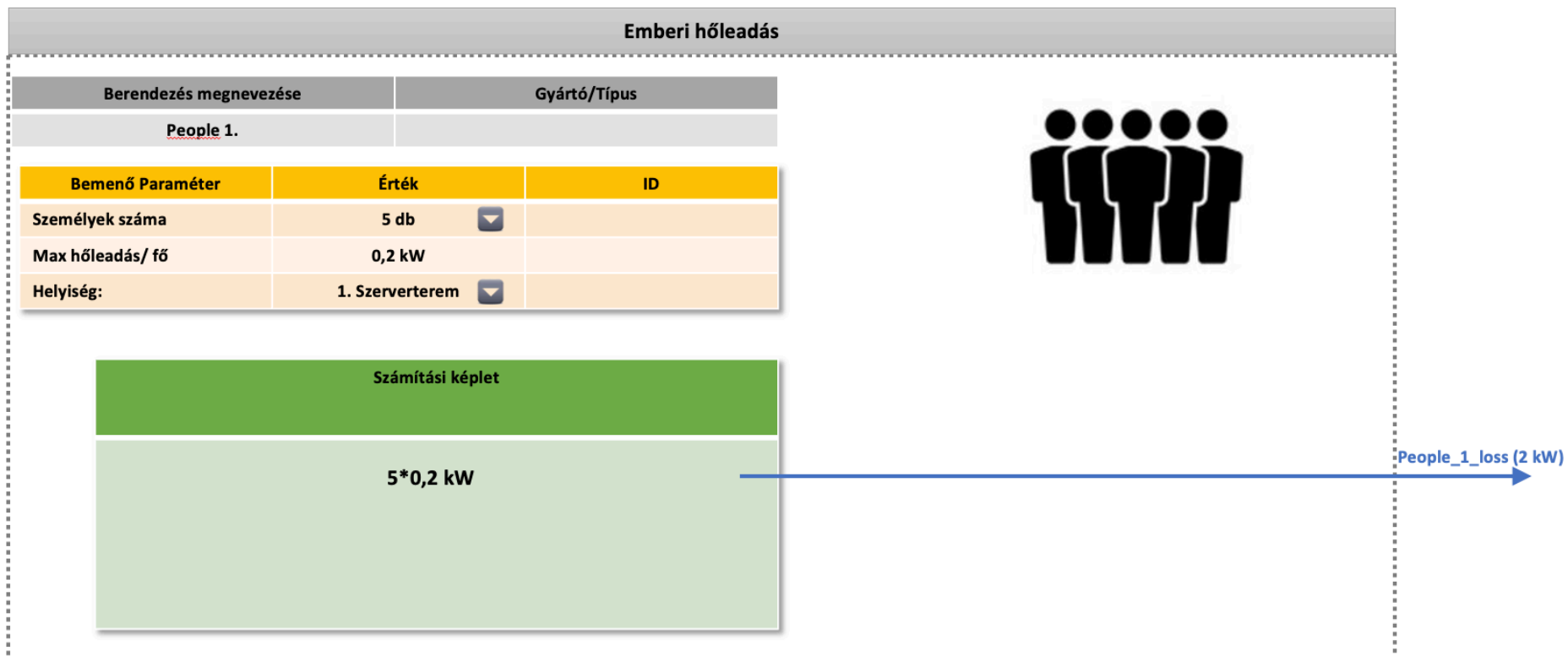
55. ábra: Csőhálózat számítása

Megújulók számítása



56. ábra: Megújuló alkalmazása

MEP számítás



57. ábra: Hővesztés MEP számítás

PUE kalkuláció részletezése

PUE számítás

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Power}}{\text{IT Equipment Power}}$$

Helyszínhez tartozó külső hőmérséklet táblázat

Kültéri eszközök össz. fogyasztása a hőmérséklet alapján (kW)

PUE érték=(Trafókon lévő össz. fogy+ Kültéri eszközök össz.) / Össz IT fogyasztás
PUE=(TR1_load+TR2_load...+Chiller1_load+ Chiller2_load) / (DC1_IT+DC2_IT...)

Megjegyzés: Órás hőmérséklet adatoknál 8760 PUE érték lesz amit grafikonon kell ábrázolni

REC_NUM	DATUM	DATUM+TIME	External Relative Humidity	Dry-bulb temp	Wet-bulb temp	Cooling Tower Consumption	PUE	Annual Average PUE
1	2020.01.01	jan. 1.	94	26	25,23	15,20	1,431	1,430
2	2020.01.01	jan. 1.	87	25,4	23,73	12,40	1,429	1,430
3	2020.01.01	jan. 1.	84	26	23,9	12,40	1,429	1,430
4	2020.01.01	jan. 1.	89	26	24,57	15,20	1,431	1,430
5	2020.01.01	jan. 1.	90	24,8	23,54	12,40	1,429	1,430
6	2020.01.01	jan. 1.	94	25	24,25	12,40	1,429	1,430
7	2020.01.01	jan. 1.	100	24	24	12,40	1,429	1,430
8	2020.01.01	jan. 1.	91	24,9	23,77	12,40	1,429	1,430
9	2020.01.01	jan. 1.	89	26	24,57	15,20	1,431	1,430
10	2020.01.01	jan. 1.	74	27	23,41	10,00	1,428	1,430
11	2020.01.01	jan. 1.	74	29	25,26	15,20	1,431	1,430
12	2020.01.01	jan. 1.	74	29	25,26	15,20	1,431	1,430
13	2020.01.01	jan. 1.	79	29	26,02	21,20	1,433	1,430
14	2020.01.01	jan. 1.	69	29,9	25,28	15,20	1,431	1,430
15	2020.01.01	jan. 1.	66	31	25,78	21,20	1,433	1,430
16	2020.01.01	jan. 1.	59	31	24,56	15,20	1,431	1,430
17	2020.01.01	jan. 1.	56	29,9	23,07	10,00	1,428	1,430
18	2020.01.01	jan. 1.	55	29	22,14	8,40	1,428	1,430
19	2020.01.01	jan. 1.	66	28	23,09	10,00	1,428	1,430
20	2020.01.01	jan. 1.	84	26	23,9	12,40	1,429	1,430
21	2020.01.01	jan. 1.	79	27	24,14	12,40	1,429	1,430
22	2020.01.01	jan. 1.	79	26	23,2	10,00	1,428	1,430
23	2020.01.01	jan. 1.	74	26,1	22,58	10,00	1,428	1,430
24	2020.01.01	jan. 1.	74	26	22,49	8,40	1,428	1,430
25	2020.01.02	jan. 2.	78	25	22,13	8,40	1,428	1,430
26	2020.01.02	jan. 2.	74	25,2	21,76	8,40	1,428	1,430
27	2020.01.02	jan. 2.	89	23	21,66	8,40	1,428	1,430
28	2020.01.02	jan. 2.	94	23	22,28	8,40	1,428	1,430
29	2020.01.02	jan. 2.	85	23,2	21,35	7,20	1,427	1,430
30	2020.01.02	jan. 2.	94	22	21,3	7,20	1,427	1,430
31	2020.01.02	jan. 2.	94	22	21,3	7,20	1,427	1,430
32	2020.01.02	jan. 2.	81	24,1	21,69	8,40	1,428	1,430
33	2020.01.02	jan. 2.	79	26	23,2	10,00	1,428	1,430
34	2020.01.02	jan. 2.	58	28	21,79	8,40	1,428	1,430
35	2020.01.02	jan. 2.	56	28,7	22,06	8,40	1,428	1,430
36	2020.01.02	jan. 2.	55	31	23,83	12,40	1,429	1,430

58. ábra: PUE kalkuláció

Gazdasági számítások részletezése

Gazdasági számítások

Bemenő Paraméter	Érték		ID
CAPEX (Teljes beruházás költsége)	25 000 000	HUF; EUR; USD ...	CAPEX
OPEX (Teljes üzemeltetés költsége)	5 000 000	HUF/Year	
TCO számítási év	10	Year	TCO_year
Áram ár	45	Ft/kWh, EUR/kWh...	Energy_price
Víz ár	300	Ft/m3, EUR/03....	Water_price
Éves várható vízfogyasztás	3 500	l/Year	Water
Éves várható bevétel	9 000 000	HUF/Year	income
CEF (Carbon Dioxide Emission Factor)	260	g CO ₂ /kWh	CEF

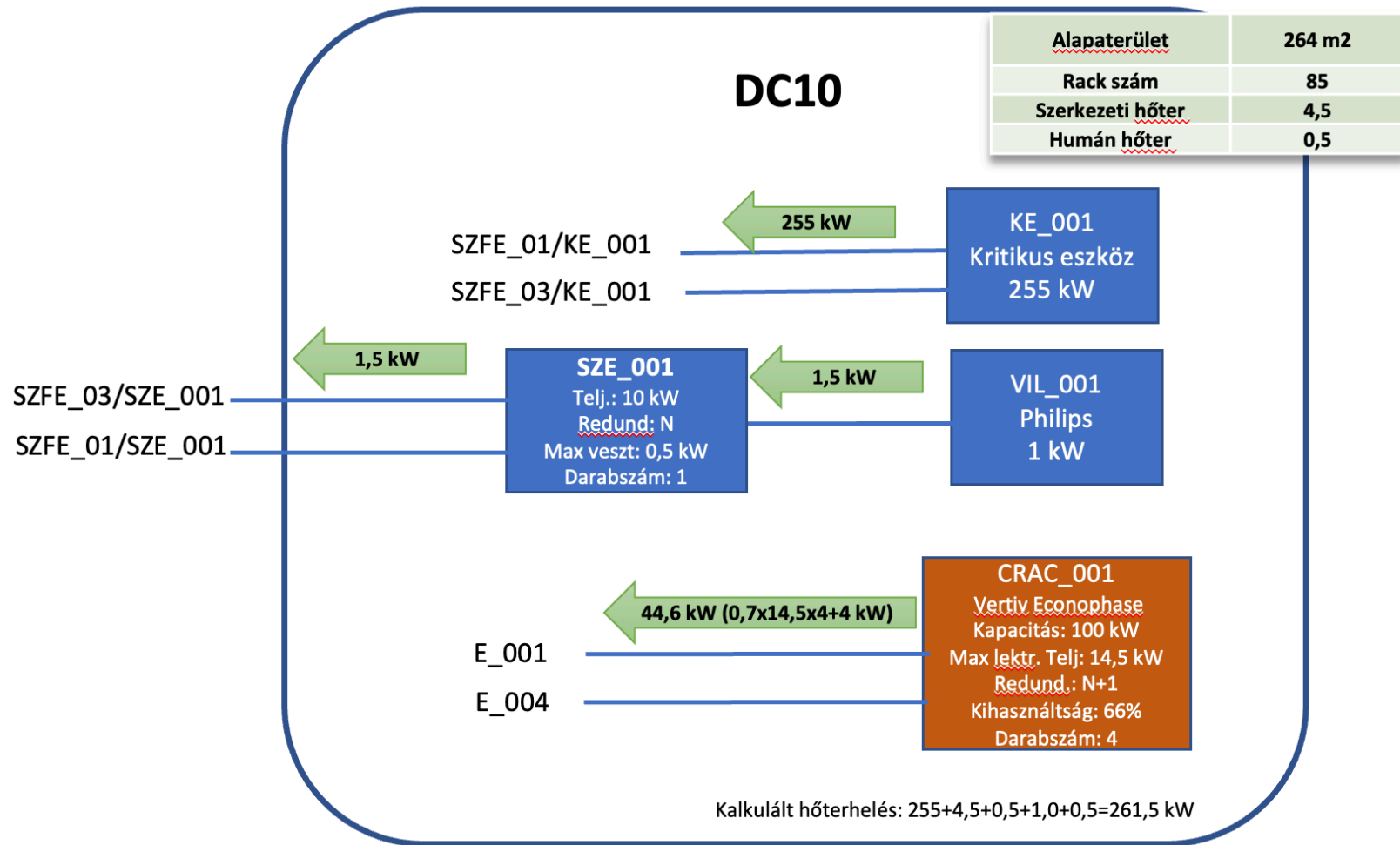
Bemenő Paraméter	Érték ID
OPEX (Total)	OPEX
OPEX (Land leasing)	OPEX_land
OPEX (Reinvestment ~2% CAPEX)	OPEX_reinvest
OPEX (Maintenance ~2% CAPEX)	OPEX_Maint
OPEX (Human resource costs)	OPEX_Human

Gazdasági KPI-ok Számítási képletek

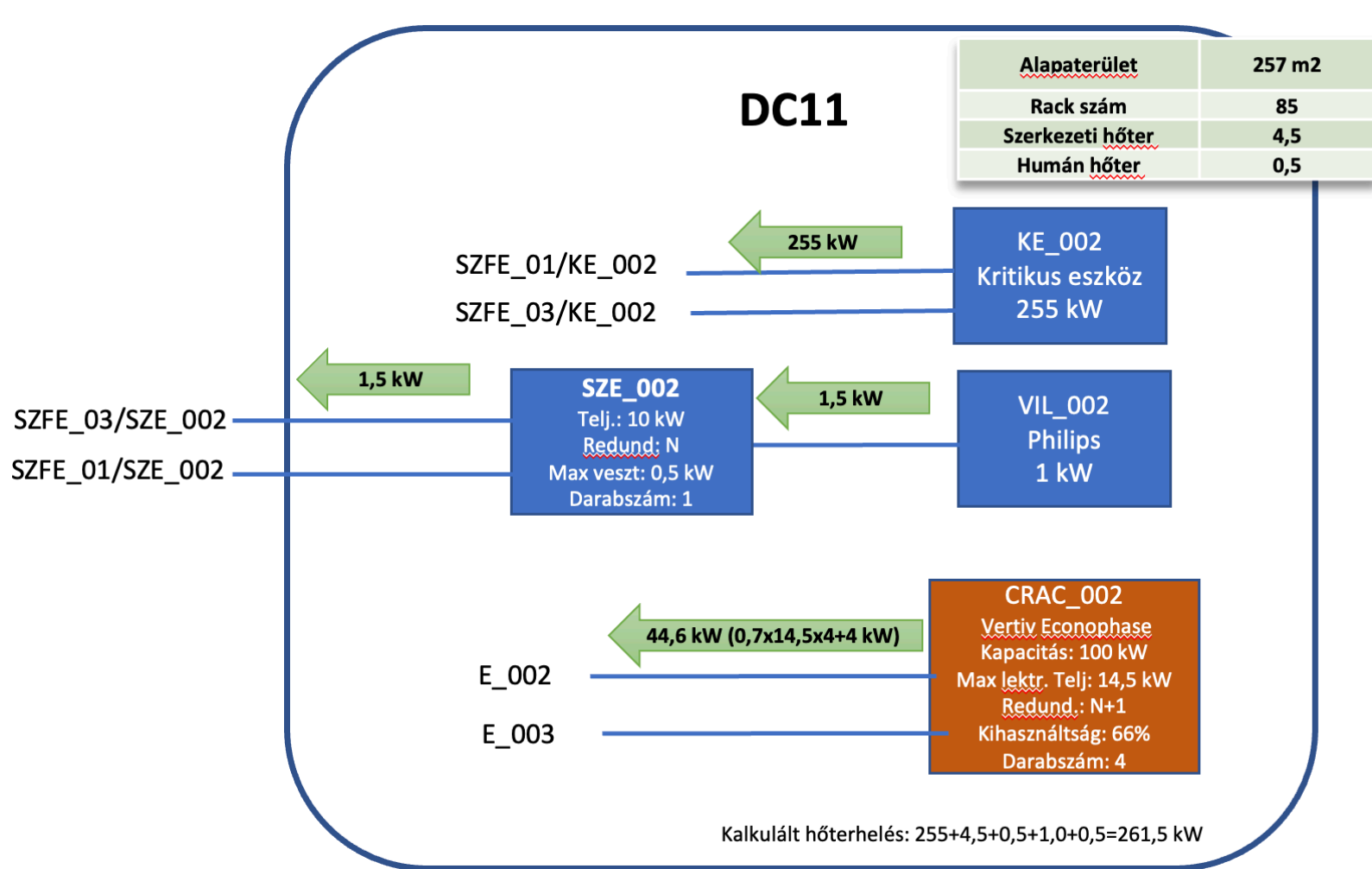
KPI	Számítási képlet	ID	Érték
Energy consumption	$PUE_Average * IT_Sum * 8760$	Nrg_consum	1 794 821 kWh/year
OPEX (without energy)	$OPEX + OPEX_land + OPEX_reinvest + OPEX_Maint + OPEX_Human$	OPEX_Without_nrg	794 821 €/year
OPEX (with energy)	$(OPEX + OPEX_land + OPEX_reinvest + OPEX_Maint + OPEX_Human) + (Nrg_consum - SUN) * Energy_price + Water * Water_price$	OPEX_With_nrg	2 523 324 €/year
TCO (without energy)	$CAPEX + OPEX_Without_nrg * TCO_year$	TCO_Without_nrg	21 635 129 €
TCO (with energy)	$CAPEX + OPEX_With_nrg * TCO_year$	TCO_With_nrg	35 463 149 €
GEC (Green Energy Coefficient)	$(Nrg_consum - SUN) * CEF$	GEC	g CO ₂ /year
WUE (Water Usage Effectiveness)	$Water / Nrg_consum$	WUE	120 l/kWh
CUE (Carbon Usage Effectiveness)	$(PUE_Average - SUN) * CEF$	CUE	g CO ₂ /kWh
ROI (Return on Investment)	$(CAPEX + OPEX_With_nrg) / Income$	ROI	5,4 year

59. ábra: Gazdasági számítások

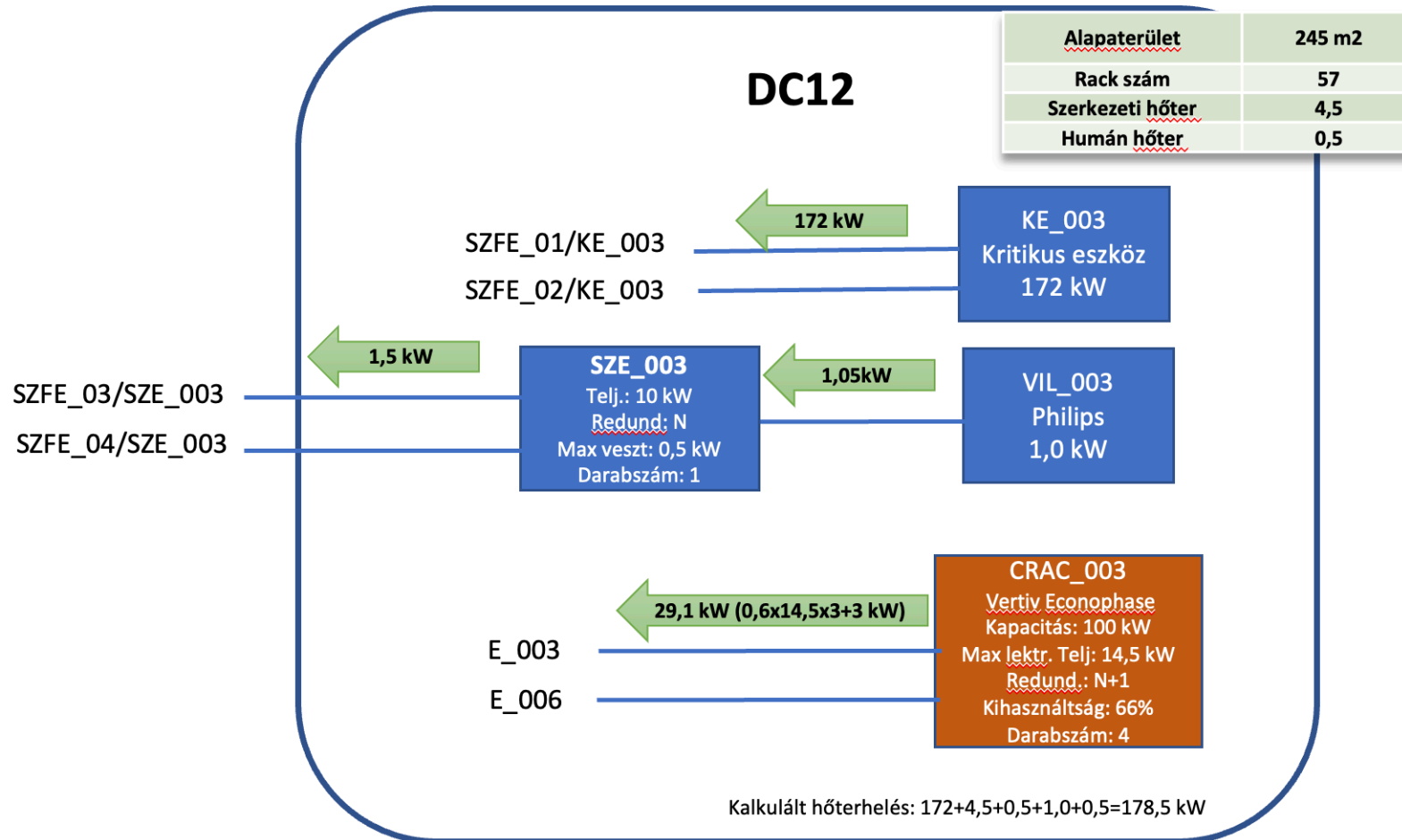
Gyakorlati példa



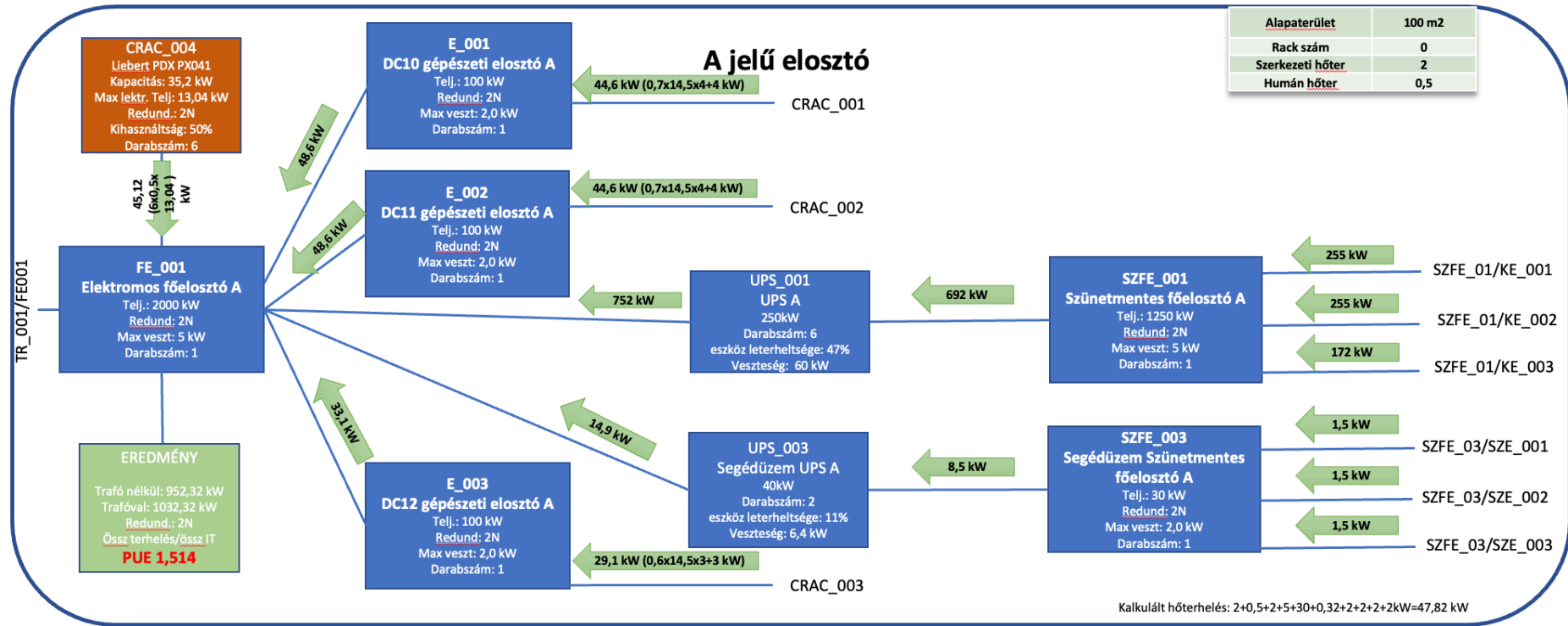
60. ábra: Példa DC10 szerverterem



61. ábra: Példa DC12 Szerverterem



62. ábra: Példa DC13 Szerverterem



63. ábra: Példa PUE kalkuláció számítás

Összefoglalás

A projekt előkészüléskor egy olyan felhasználóbarát szoftver létrehozását tűztem ki célul, mellyel időt, befektetett energiát és költségeket lehet megtakarítani. A projekt eredményeként létrejött mérnöki szolgáltatás keretében a versenytársaknál rövidebb határidővel (meglévő modell esetén akár 50%-kal, új modell esetén 20-30%-kal gyorsabban), és a legnagyobb energia-, és költséghatékony üzemeltetési megoldásokat bemutatva nagy energiahatékony adatközponti létesítmények tervezése vagy meglévő adatközponti létesítmények auditja és optimalizálása valósulhat meg.

A kutatási projekt arra kívánt megoldást nyújtani, hogy miként lehet a különböző iparági szegmensekre, létesítménytípusra és földrajzi allokációra értelmezett adatközponti működéseket energetikai szempontból optimalizálni. A tervezőket és a kereskedőket is támogatja a fejlesztett megoldás mivel a szoftver alapját képező adathalmaz folyamatos bővítésével egy naprakész kiválasztási módszert követően szinte percek alatt lehetőség van az adatközpontok műszaki és gazdasági elemzéseit elvégezni. Mindemellett a szoftver támogatást nyújt a tervezőknek a kiválasztott berendezések optimumának meghatározásában, valamint a kereskedők ajánlatainak magasabb minőségi szintre emelését is elősegíti.

További fejlesztési javaslat merült fel bennem, mert az energetika és hatékonyság szempontjából kiélesedett piaci versenyben nagy potenciál rejlik egy olyan szoftver alkalmazásában, amely képes egy-két napon belül az adott épület, időjárás öv és megrendelői igényeknek eleget téve viszonylag rövid idő alatt a lehető legpontosabb előrejelzést adni egy épület energetikai korszerűsítésére. A jelenlegi modell szerinti blokkosított rendszerben az adott egységek kicserélhetőek és ezen logika mentén akár egy komfort céllal használt épület fűtés-hűtés vagy légtechnika rendszere is fajlagosan megbecsülhető. A végső cél az, hogy az adatközpontoknál működő metodika alapján jelentős mértékben meghatározható, egy adott épület komfort egységeinek variációjával csökkenthetőek-e az üzemeltetési vagy éppen karbantartási költségek. Egy jól működő eszköz az épületüzemeltetésben potenciális lehetőség lehet akár a meglévő ügyfelek, akár új ügyfelek szerzésében.

Summary

When preparing the project, I aimed to create a user-friendly software that would save time, invested energy and costs. As part of the engineering service created as a result of the project, the design of highly energy-efficient data center facilities with a shorter deadline than competitors (up to 50% faster in the case of an existing model, 20-30% faster in the case of a new model) and presenting the most energy- and cost-effective operational solutions or audit and optimization of existing data center facilities can be implemented.

The research project wanted to provide a solution on how to optimize data center operations interpreted for different industry segments, facility types and geographical allocation from an energetic point of view. The developed solution supports both designers and traders, as with the continuous expansion of the data set that forms the basis of the software, it is possible to perform technical and economic analyzes of data centers in almost minutes following an up-to-date selection method. In addition, the software provides support to the designers in determining the optimum of the selected equipment, and also helps to raise the offers of the dealers to a higher level of quality.

A further development proposal arose in my mind, because in the intensified market competition in terms of energy and efficiency, there is great potential in the application of a software that is able to make the most accurate forecast possible within a day or two, meeting the needs of the given building, weather zone and customer in a relatively short time to give for the energetic modernization of a building. In the block system according to the current model, the given units can be replaced, and according to this logic, even the heating-cooling or air-conditioning system of a building used for comfort purposes can be individually estimated. The final goal is that, based on the methodology operating at the data centers, it can be determined to a significant extent whether the operating or maintenance costs can be reduced by varying the comfort units of a given building. A well-functioning tool in building management can be a potential opportunity to acquire either existing customers or new customers.

Irodalomjegyzék

- Invitech – Techpercek- Az adatközpontok fejlődése 2023.03.21.
<https://www.invitech.hu/techpercek/az-adatkozpontok-fejlolese>
- Knauf álpadló katalógus, Letölthető: <http://www.ekt.bme.hu/Ujkiv4/5ea-mb-20140422.pdf> 2023.02.19.
- ASHRAE Handbook: Fundamentals 2013
- MSZ EN 50310
- Dr. Menyhárt József: Az épületgépészet kézikönyve, Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1977
- Dr.Homonnay Györgyné: Épületgépészet 2000 I. kötet:Alapismeretek, Épületgépészet Kiadó kft., Budapest, 2000
- Dr.Homonnay Györgyné: Épületgépészet 2000 I. kötet:Alapismeretek, Épületgépészet Kiadó kft., Budapest, 2000
- TIA-941 Certification – Telecommunications Industry Association 2014
- ANSI/BICSI 002-2014
- EN 50600 TÜVIT
- Jupiter Evolving: Transforming Google’s Datacenter Network via Optical Circuit Switches and Software-Defined Networking (Rui Wang, Jianan Zhang, Virginia Beauregard, Patrick Conner, Steve Gribble, et al 2022)
- Computer Data Center Design (Robert F. Halper 1985)
- The Datacenter as a Computer (Luis Andre Barroso, Jimmy Clidaras 2022)
- <https://uptimeinstitute.com/tier-certification> 2023.03.25.
- Ibrahim Dincer, Mehmet Kanoglu - Refrigeration Systems and Applications
- Data Center Handbook (Hwaiyu Geng 2014)
- GYAKORLATI HŰTÉSTECHNIKAI ISMERETEK Juhász László – Maiyaleh Tarek – Vadász József - Vasáros Zoltán
- <https://gobertpartners.com/what-does-dissipated-mean-in-science> 2023.02.10.
- [Dr. Bognár György, Ender Ferenc, Dr. Szabó Péter: Termikus labor bevezető segédlet]
- US Air Force Aviod Integrity Program
- <http://gepterem.kontiraktiv.hu/site/index.php?id=termek4,hu> 2023.03.19.

NYILATKOZAT

a diplomadolgozat nyilvános hozzáféréséről és eredetiségéről

A hallgató neve: ZSILÁK MIHÁLY
A Hallgató Neptun kódja: JKC3BD
A dolgozat címe: ENERGIA-, NYERSANYAG- ÉS KÖLTSÉGHATÉKONY
FENNTARTHATÓ ADATKÖZPONTOK LÉTREHOZÁSÁT ÉS ÜZEMELTETÉSÉT
TÁMOGATÓ ESZKÖZ FEJLESZTÉSE
A megjelenés éve: 2023
A konzulens tanszék neve: Épületgépészet Létesítmény- és Környezettechnika Tanszék

Kijelentem, hogy az általam benyújtott diplomadolgozat egyéni, eredeti jellegű, saját szellemi alkotásom. Azon részeket, melyeket más szerzők munkájából vettem át, egyértelműen megjelöltem, s az irodalomjegyzékben szerepeltettem.

Ha a fenti nyilatkozattal valótlant állítottam, tudomásul veszem, hogy a Záróvizsga-bizottság a záróvizsgából kizár és a záróvizsgát csak új dolgozat készítése után tehetek.

A leadott dolgozat, mely PDF dokumentum, szerkesztését nem, megtekintését és nyomtatását engedélyezem.

Tudomásul veszem, hogy az általam készített dolgozatra, mint szellemi alkotás felhasználására, hasznosítására a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem mindenkori szellemi tulajdonkezelési szabályzatában megfogalmazottak érvényesek.

Tudomásul veszem, hogy dolgozatom elektronikus változata feltöltésre kerül a Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem könyvtári repozitori rendszerébe.

Kelt: Budapest, 2023 év április hó 21 nap



Hallgató aláírása

**KONZULTÁCIÓS
NYILATKOZAT**

A ZSILÁK MIHÁLY (hallgató Neptun azonosítója: JKC3BD) konzulenseként nyilatkozom arról, hogy a diplomadolgozatot áttekintettem, a hallgatót az irodalmi források korrekt kezelésének követelményeiről, jogi és etikai szabályairól tájékoztattam.

A záródolgozatot/szakedolgozatot/diplomadolgozatot/portfóliót a záróvizsgán történő védeésre javaslom / nem javaslom¹.

A dolgozat állam- vagy szolgálati titkot tartalmaz: igen nem*²

Kelt: Budapest, 2023 év április hó 23 nap


Belső konzulens