

# VoIP és IP telefónia rendszerek energiaellá- tása és hűtése

Írta: Viswas Purani

**69. tanulmány**

**APC**<sup>®</sup>  
Legendary Reliability<sup>®</sup>

## Összefoglaló

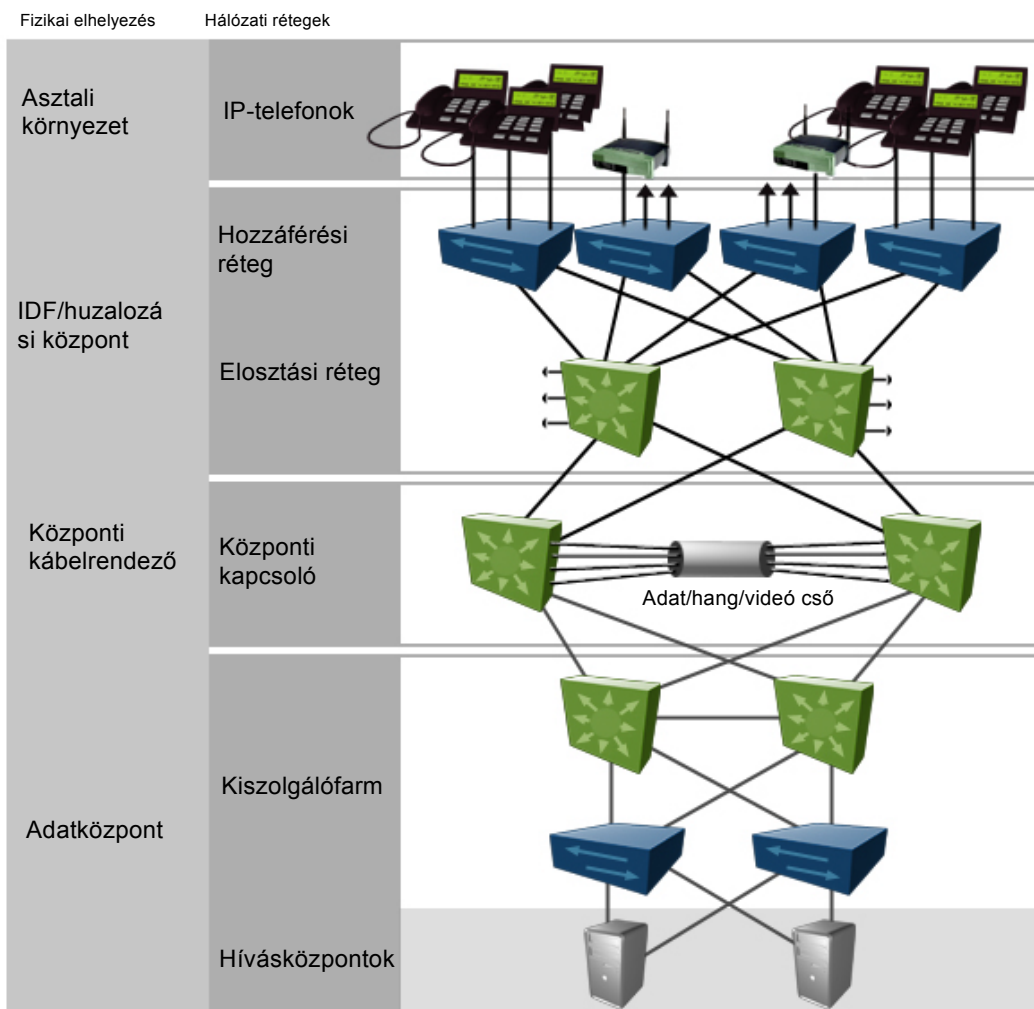
A VoIP (Voice Over IP, IP alapú hangtovábbítás) rendszerek nem várt és nem tervezett igények felmerülését okozhatják az energiaellátás és a hűtés terén a huzalozási központokban és helyiségekben. A legtöbb huzalozási helyiség sem szünetmentes tápellátással, sem a készülékek túlhevülésének megelőzésére alkalmas szellőztető vagy hűtőrendszerrel nem rendelkezik. A VoIP készülékek egyedi hűtési és energiaellátási igényeit megismerve garantálható a VoIP telepítések sikeressége és költséghatékonysága. Tanulmányunkban áttekintjük a VoIP készülékek energiaellátásának és hűtésigényének tervezését, valamint ismertetünk néhány egyszerű, gyors, megbízható és költséghatékony eljárást a régi létesítmények felújítására, illetve újak építésére.

## Bevezetés

A hagyományos távközlési és PBX telefonrendszerek leváltásához a VoIP és az IP telefónia rendszereknek azonos vagy magasabb rendelkezésre állást kell garantálniuk. A hagyományos PBX rendszerek magas rendelkezésre állását jelentős részben hosszú üzemidő biztosítására képes, beépített akkumulátoruk garantálja, amely a hálózaton keresztül a telefonkészülékek áramellátását is képes megoldani. Az IP telefónia előtt még ott áll a feladat, hogy az áramellátás és a jelek együttes továbbításának régóta bevált módszerét átvegye, és így biztosítsa az elvárt rendelkezésre állást. A hagyományos huzalozási központoknak, amelyek eddig csupán passzív eszközöknek, például patch paneleknek és huboknak adtak helyt, most komoly teljesítményű switcheket, routereket és hosszú üzemidejű szünetmentes tápegységeket kell befogadniuk. Ezen huzalozási központok hűtése és szellőztetése mostantól kiemelt figyelmet kap, hiszen fontos szerepet játszik a folyamatos üzem fenntartásában.

Az átlagos IP telefonhálózat rétegekből épül fel, mindegyik réteg a négy fizikai hely valamelyikén található összetevőkből áll. (1. **ábra**) A négy hely hűtési és energiaellátási igényei mások, ahogy azt a következő részben látni fogjuk.

1. ábra: Átlagos IP-telefonrendszer rétegei és a készülékek elhelyezése



## Kommunikációs készülékek

A jellemző kommunikációs készülékek és végpontok az IP telefonok (**2a ábra**), a vezeték nélküli hubok (**2b ábra**), továbbá a megszokott telefonos szolgáltatásokat biztosító szoftveres telefon alkalmazást futtató hordozható számítógépek. Az IP telefonok jellemzően 6–7 watt fogyasztásúak, de léteznek ennél nagyobb energiaigényű készülékek is. Az egyik új, egyelőre vázlatos szabvány, az IEEE 802.3af az ilyen jellegű készülékek által a CAT5 kábelén keresztül felvehető áramot 350 mA-re korlátozza, illetve megadja, hogy mely erek használhatók az áramellátásra. Egy az új szabványnak megfelelő hálózat körülbelül 15 watt továbbítására képes legfeljebb 100 méteres távolságra. A nagyobb fogyasztású készülékeket külső áramforrással, például váltakozó áramú adapterrel kell ellátni.

2a ábra: IP telefon



2b ábra: Vezeték nélküli hub



## Környezet

Az említett kommunikációs készülékek a munkaasztalokon, ritkábban falra szerelve helyezkednek el, és jellemzően irodai környezetben használják őket. Az új telepítésű vagy átépített hálózatok esetében áramellátásukat nagy valószínűséggel az adatkábelek biztosítják, bár egyes esetekben normál hálózati tápellátást is igényelnek.

## Problémák

Az IP telefonoktól elvárják, hogy ugyanolyan rendelkezésre állást biztosítsanak, mint amelyet elődjeik, a hagyományos PBX telefonok. A legnagyobb probléma, amit kezelni kell, az az, hogy a folyamatos üzemet még hosszabb idejű áramkimaradás esetén is biztosítani kell.

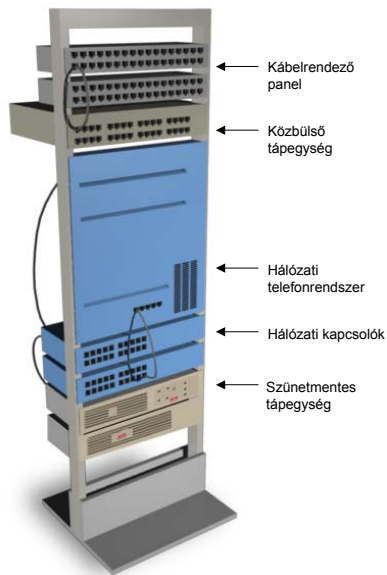
## Bevált módszerek

Ezt a problémát legjobban a telefonok adatvonalakon keresztüli áramellátásával (ún. In-Line power, vonalon belüli áramellátás) lehet megoldani. Ezzel elhárul a tápellátás a munkaasztalokra való eljuttatásának gondja. A telefonkészülékek áramellátását a huzalozási helyiségben elhelyezett hálózati switch biztosítja, amelyet viszont nagy áthidalási idejű szünetmentes tápegység lát el energiával. A fali aljzatokból táplált, vagyis vonalon belüli áramellátás fogadására nem képes készülékekhez külön, – négy, hat vagy nyolc órás, esetleg hosszabb – áthidalási időt biztosító szünetmentes tápegységet lehet vásárolni.

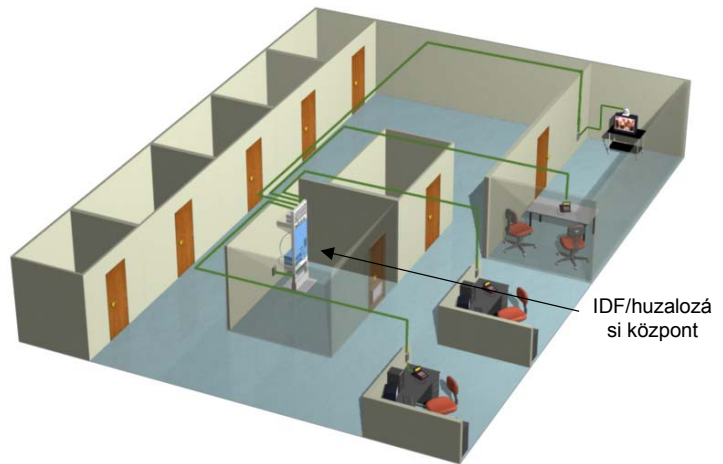
## Közbülső kábelrendező

A közbülső kábelrendezők, más szóval huzalozási helyiségek kétszlopos állványra szerelt második és harmadik rétegbeli hozzáférési és elosztó switcheket, hubokat, routereket, patch paneleket, szünetmentes tápegységeket és egyéb telekommunikációs készülékeket tartalmaznak. (3a és 3b ábra) Az újabb switchek jelentős része képes tápellátást biztosítani az adatvonalakon keresztül a kommunikációs készülékeknek (végszakaszi tápegység – end-span). Az erre nem képes switchek esetében megfelelően méretezett, külső „közbülső szakaszi” (mid-span) tápegységgel kell biztosítani az áramellátást.

3a ábra: Közbülső kábelrendező



3b ábra: Közbülső kábelrendező jellemző elrendezése



zö elrendezése

## Környezet

A közbülső kábelrendezőket általában az épület egy távolabbi pontjára rejtik el, érdemleges szellőzés és világítás nélküli helyiségbe. Amíg a felhasználó nem költözik új épületbe, addig nagy valószínűséggel ezeket a huzalozási központokat szeretné tovább használni. A hagyományos telekommunikációs hálózatoknál a huzalozási központok elsősorban a benyomótáblák, a patch panelek és néhány kisebb, moduláris hub vagy switch elhelyezését szolgálták. Az új IP telefonos berendezések azonban nagyságrenddel több energiát fogyasztanak. Az új IP telefonos switchek jellemzően 19"-os rackszekrénybe illeszkednek, és a gyártótól függetlenül a legváltozatosabb légcseré megoldásokat alkalmazzák, például oldalról oldalra, előlről hátulra stb. Egy átlagos közbülső kábelrendezőbe 1-3 szekrénynyi készüléket kell elhelyezni, ezek összesen 500 – 4000 wattnyi egyfázisú váltakozó áramú tápellátást igényelnek.

## Problémák

A VoIP és az IP telefonrendszerek telepítésekor – áramellátás és hűtés szempontjából – a legtöbb figyelmet ezekre a közbűlső kábelreendezőkre kell fordítani. Energiafogyasztásuk a hálózat architektúrájától és a kapcsoló típusától függően az 500 – 4000 watt tartományba esik, amit egyfázisú, 120 vagy 208 voltos feszültségű, váltakozó áramú hálózatról vesznek fel. Ha megfelelő energiaelosztó rendszert akarunk kiépíteni, megfelelő típusú elektromos csatlakozókat (például L5-20, L5-30, L6-20, L6-30) és kellő mennyiségű energiát akarunk biztosítani, miközben az összes készüléket megfelelő kismegszakítós védelemmel és szünetmentes tápegységgel akarjuk ellátni, akkor komoly kihívás elé nézünk. A hűtés és a légmozgás biztosítása a huzalozási helyiségeknél sokszor még komolyabb, ám nem egy esetben figyelmen kívül hagyott probléma.

## Bevált módszerek

A közbűlső kábelreendezőkben elhelyezett készülékekhez kivétel nélkül szünetmentes tápellátást kell biztosítani. A szünetmentes tápegység kiválasztása a következő szempontok szerint történik:

- A teljes energiaigény wattban mérve
- A kívánt áthidalási idő percben mérve
- A kívánt redundancia vagy hibatűrési szint
- A feszültségszint és a szükséges elektromos csatlakozótípusok

A szünetmentes tápegységet a wattban mért összterhelésnek megfelelően kell méretezni. Egy átlagos rackbe szerelhető szünetmentes tápegység, mint például az APC Smart-UPS (4a ábra) körülbelül négykilences (99,99 %) rendelkezésre állást garantál a tápellátásban, míg egy N+1 redundáns, beépített bypasszal rendelkező egység, például az APC Symmetra RM (4b ábra) egy órás áthidalási idővel körülbelül öttilences (99,999 %) rendelkezésre állást biztosít, ami a legtöbb alkalmazásnál elegendő. A rendelkezésre állások elemzése a függelékben található.

*4a ábra: APC Smart-UPS*



*4b ábra: APC Symmetra RM*



A szünetmentes tápegységekhez kiegészítő akkumulátorokat is lehet vásárolni, így növelni lehet az áthidalási időt. A 4a és a 4b ábrán látható készülékekhez is létezik kiegészítő akkumulátor, amelynek alkalmazásával az áthidalási idő akár a 24 órát is elérheti.

Bizonyos létfontosságú alkalmazásoknál, például a sürgősségi szolgálatok esetében magasabb – hat- vagy hétkilences – rendelkezésre állásra is szükség lehet. Az ilyen szigorú elvárásoknak kettős hálózati

switchekkel, kettős betáplálással, kettős szünetmentes tápegységekkel és üzem közben is karbantartható, generátoros tartalékforrással kiegészített rendszerekkel lehet megfelelni. Sok vállalat, így az American Power Conversion Corporation is nyújt rendelkezésre állás témájú tanácsadást, amelynek alapján könnyebben össze lehet állítani a létfontosságú hálózatok magas rendelkezésre állású energiaellátó infrastruktúráját.

Az utolsó lépés a huzalozási központ készülékeihez – ide értve a szünetmentes tápegységeket is – szükséges aljzatok és dugók kiválasztása. Lehetőleg minden készüléket közvetlenül a szünetmentes tápegység vagy a transzformátor hátoldalához kell csatlakoztatni, a további elosztók használatát kerülni kell. Természetesen nagy számú készülék esetén ez a megoldás a gyakorlatban nem alkalmazható, ilyenkor kifejezetten ilyen célra tervezett, rackszekrénybe szerelt energiaelosztó egységet (PDU) kell alkalmazni. Az energiaelosztó egységnek elengedő aljzattal kell rendelkeznie ahhoz, hogy a meglévő készülékeket és a jövőbeli bővítéseket egyaránt képes legyen kiszolgálni. Lehetőleg az aktuális fogyasztást külön kijelzőn megjelenítő energiaelosztó egységet kell választani, ezekkel ugyanis részben elkerülhetők az emberi hibák miatt jelentkező túlterhelések és az ezekből fakadó terhelés kiesések.

A megfelelő, a kívánt teljesítményszintet, redundanciát, feszültséget és áthidalási időt biztosító szünetmentes tápegység kiválasztását célprogrammal, például az APC <http://www.apcc.com/template/size/apc/> címen elérhető programjával lehet megkönnyíteni. A rendszerben szerepel az összes elterjedtebb switch, szerver és adattároló eszköz teljesítménye, így ezeket az adatokat szükségtelen külön összegyűjteni. Az ilyen rendszerekben a szünetmentes tápegység kiválasztásakor különféle csatlakozótípusok közül is választhatunk.

A huzalozási helyiségben elhelyezett készülékek folyamatos, 7 x 24 x 365 üzemének biztosításához fel kell tártani és el kell hárítani a szellőztetéssel kapcsolatos problémákat. A probléma költséghatékony megoldásához először ki kell számolni a huzalozási helyiség energiafogyasztását (lásd az 1. táblázatot.)

A legfontosabb tudnivaló ezen a ponton az, hogy sok hálózati kapcsoló ugyan sok energiát vesz fel, ám ezt nem feltétlenül a huzalozási központban bocsátja ki. Egy második rétegbeli kapcsoló például akár 1800 wattot is fogyaszthat, ám a huzalozási helyiségbe ebből – hő formájában – csak 200-500 wattot juttat. Az energia fennmaradó része a hálózaton keresztül eloszlik az IP telefonkészülékeken, és hőenergia formájában szétszóródik az iroda területén.



1. táblázat: Munkalap VoIP huzalozási helyiség hőkibocsátásának számításához

Rendszerelem	Szükséges adat	Hőkibocsátás	Részösszeg
Vonalon belüli áramellátásra képtelen switchek, egyéb számítástechnikai készülékek (közbülső szakaszi tápegységek kivételével)	A névleges teljesítmények összege wattban mérve	Azonos a wattban mért elektromosenergia-felvétellel	_____ watt
Vonalon belüli áramellátásra képes switch	A névleges bemenő teljesítmény wattban mérve	0,6 x Bemenő teljesítmény	_____ watt
Közbülső szakaszi tápegységek	Névleges bemenő teljesítmény wattban mérve	0,4 x Névleges bemenő teljesítmény	_____ watt
Világítás	A folyamatosan bekapcsolt világítótestek wattban mért névleges teljesítménye	Névleges teljesítmény	_____ watt
Szünetmentes tápegységek	A szünetmentes tápegységek névleges teljesítménye (nem a terhelése!) wattban mérve	0,09 x Szünetmentes tápegységek névleges teljesítménye	_____ watt
Összesen	Fentiek részösszege	Fenti hőkibocsátások részösszege	_____ watt

A huzalozási helyiség hőkibocsátásának meghatározása után a 2. táblázatban felvázolt irányvonalakat kell követni.

2. táblázat: VoIP huzalozási helyiség hűtésének lehetőségei

A helyiség teljes hőterhelése	Körülmények	Elemzés	Teendők
< 100 W	Az épület légkondicionált	A falak hővezetése és a beszivárgó levegő elegendő	Semmi
< 100 W	Hűtésre alkalmatlan környezet, légkondicionáló vagy szellőztető rendszer nincs	A helyiségen kívülről hőmérséklete vagy szennyezettsége miatt biztonságosan nem lehet friss levegőt bevonni	A helyiségbe a készülékek közelébe zárt, számítógépekhez készített légkondicionálót kell helyezni.
100 – 500 W	Álmenyезet légkondicionáló rendszerrel, az épület légkondicionált	A külső helyiségekből érkező friss levegő elszívással megfelelő lehet, viszont az ajtó akadályozhatja a légmozgást. A levegő beáramlását az ajtón, elszívását pedig a légkondicionáló rendszeren keresztül kell biztosítani.	A helyiség mennyezetébe szereljük szellőzőrácsot, az ajtó alsó felébe pedig vágjunk szellőzőnyílást.
100 – 500 W	A helyiségből légkondicionáló rendszer nem érhető el. Az épület légkondicionált.	A külső helyiségekből érkező friss levegő elszívással megfelelő lehet, viszont az ajtó akadályozhatja a légmozgást. Az ajtó alján befelé, tetején pedig kifelé kell mozgatni a levegőt.	A helyiség ajtajának tetejébe szereljük kiömlő szellőzőrácsot, az aljába pedig vágjunk beömlőnyílásokat.

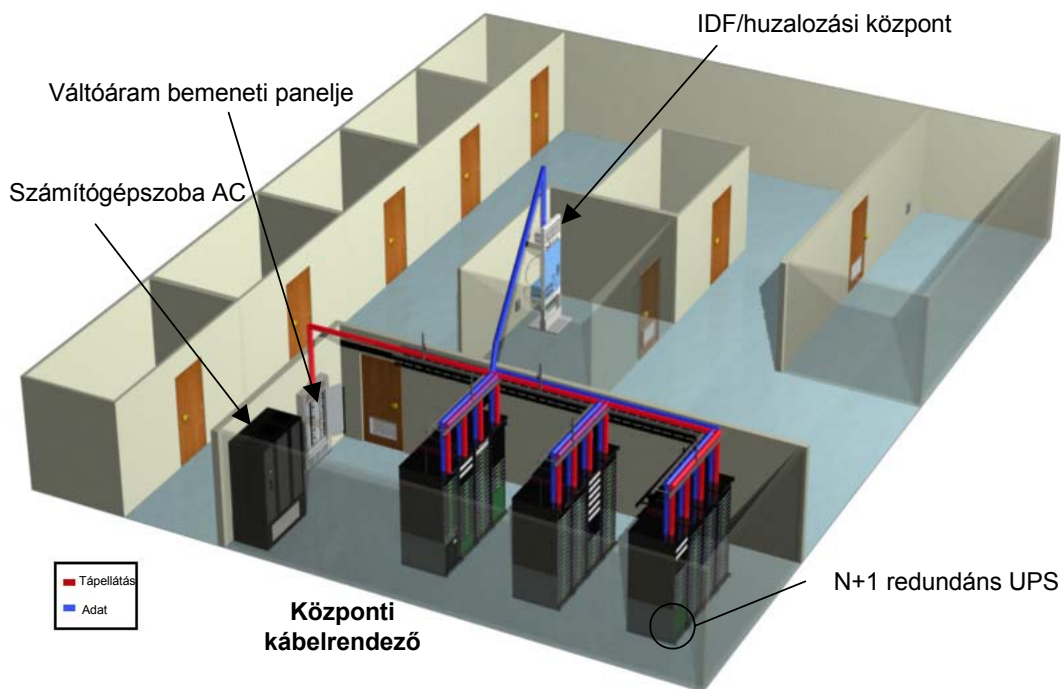
A helyiség teljes hőterhelése	Körülmények	Elemzés	Teendők
500 – 1000 W	Álmennyezet légkondicionáló rendszerrel, az épület légkondicionált	A helyiségen kívülről érkező levegő folyamatos elszívással elegendő, viszont az ajtó akadályozhatja a légmozgást. A folyamatos légmozgás szükséges, de nem biztosított.	A helyiség mennyezetébe szereljük ventilátorral ellátott szellőzőrácsot, az ajtó alsó felébe pedig vágunk szellőzőnyílást.
500 – 1000 W	A helyiségből légkondicionáló rendszer nem érhető el. Az épület légkondicionált.	A külső helyiségből származó friss levegő folyamatos mozgatás mellett elegendő lenne, de nincs hova elszívni.	A helyiség ajtajának felső részébe szereljük ventilátorral ellátott szellőzőrácsot, az ajtó alsó felébe pedig vágunk szellőzőnyílást.
> 1000 W	Álmennyezet elérhető légkondicionáló rendszerrel, az épület légkondicionált	A külső helyiségből származó friss levegő elegendő, ha közvetlenül keresztülhalad a készülékeken, illetve a készülékekből kiáramló forró levegő visszaszívása elkerülhető.	A készülékeket helyezzük zárt szekrénybe, ebből a kiáramló levegőt vezessük a légelszívó rendszerbe, a helyiség ajtajának aljába pedig vágunk szellőzőnyílásokat.
> 1000 W	Légkondicionáló rendszerhez nem lehet hozzáférni, az épület légkondicionált	Az ajtón keresztül szállítható levegő elégtelen, a készülékekből kiáramló levegőt helyileg kell hűteni.	A helyiségbe, a készülékek közelébe zárt, számítógépekhez készített légkondicionálót kell helyezni.

Végül megemlítjük, hogy a huzalozási helyiségek környezeti értékeinek (mint hőmérséklet és páratartalom) folyamatos ellenőrzése javasolt, így ugyanis időben felismerhetők a rendellenességek, elegendő idő marad a megelőző intézkedésekre, és elkerülhetők a nem kívánt leállások.

# Központi kábelrendező

A központi kábelrendezőt központi készülékszobának (MER) vagy kapcsolódási pont helyiségnek (POP) is nevezik. Itt kapnak helyet a legfontosabb VoIP és IP telefonos berendezések, például a harmadik rétegbeli routerek, switchek és számos további hálózati, számítástechnikai és telekommunikációs berendezés. (5. ábra) A T1 és T3 vonalak általában a központi kábelrendezőben végződnek, itt biztosítják az internetes gerinchálózattal való kapcsolatot.

5. ábra: Központi kábelrendező



A központi kábelrendező általában az épület alagsorában vagy földszintjén található, és ez egyben a szolgáltatások belépési pontja is. Az átlagos központi kábelrendezőben 4 –12 szekrényi készülék található, amelyek energiafogyasztása 208 V feszültségű, váltakozó áramú, egy- vagy háromfázisú hálózaton 4 – 40 kW. Bizonyos készülékek -48 Voltos egyenáramot is igényelhetnek. A központi kábelrendezőben általában kétoszlopos rackek találhatók, amelyekben különféle IP telefonos és egyéb számítástechnikai berendezéseket helyeznek el. A készülékek légmozgatási módszere változó lehet, mint például oldalról oldalra vagy előlről hátulra stb., méretük 19” vagy 23”. Az újabb IP telefonos és számítástechnikai eszközök jellemzően 19”-os rackszekrénybe szerelhetők.

## Problémák

A központi kábelrendezőkben sokszor nincs szünetmentes tápegység, ha van is, akkor áthidalási ideje nem megfelelő, továbbá nem egy esetben hiányzik a különálló, precíziós hűtőrendszer.

## Bevált módszerek

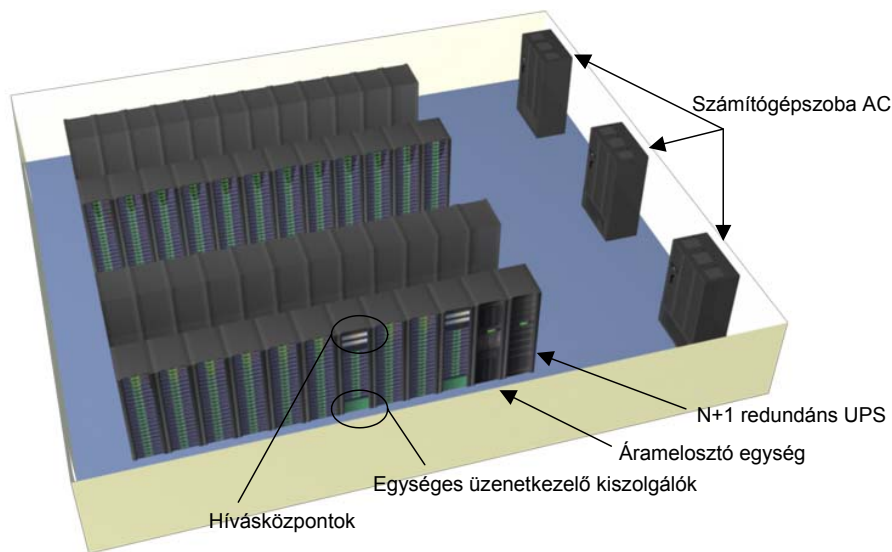
Mivel a központi kábelrendezők a legkülönbélebb, létfontosságú hálózati, informatikai és telefonos készülékeknek adnak helyt, úgy kell tekinteni őket, mintha kisméretű adatközpontok vagy hálózati helyiségek lennének. Ha tápellátás tekintetében meg akarjuk közelíteni az ötkilences rendelkezésre állást, akkor a központi kábelrendezőt moduláris, redundáns, beépített bypass-szal rendelkező, legalább 30 perces áthidalási időt biztosító szünetmentes tápegységekkel kell védeni. Nagyobb áthidalási időt és nagyobb, hat- vagy hétkilences rendelkezésre állást kettős switchekkel, kettős tápellátással, kettős szünetmentes tápegységekkel és generátorral kiegészített, üzem közben is karbantartható elektromos rendszerrel lehet elérni. Sok vállalat, így az American Power Conversion Corporation is nyújt rendelkezésre állás témában tanácsadást, amelynek alapján könnyebben össze lehet állítani a létfontosságú hálózatok magas rendelkezésre állású infrastruktúráját.

A központi kábelrendezőket saját, precíziós légkondicionáló berendezésekkel és környezetfigyelő eszközökkel kell ellátni. A létfontosságú, magas rendelkezésre állású rendszereknél meg kell fontolni a redundáns légkondicionálás megvalósítását. A nagy teljesítményű szekrényeknél (> 3 kW/shégy) további léghosztó és -elszívó eszközöket kell használni, így előzve meg a forró pontok kialakulását. A szerverekkel és adattárolókkal ellentétben sok switchre jellemző, hogy oldalról oldalra mozgatja a levegőt. Ebből zárt rackek használatakor problémák származhatnak. Ezeket a problémákat részletesebben az APC 50-es számú, „Cooling Solutions for Rack Equipment with Side-to-Side Airflow” (csak angolul) című tanulmánya tárgyalja.

## Adatközpont vagy szerverfarm

Az adatközpont vagy szerverfarm (6. ábra) ad helyet az összes IP telefonos alkalmazásszervernek és szoftvereknek, például a híváskezelőknek és az egységes üzenetkezelő rendszernek. Emellett, a szervezet méretétől és a hálózat architektúrájától függően lehetséges, hogy a központi, harmadik rétegbeli switchek és a második rétegbeli elosztó switchek szintén ide kerülnek. Méretétől függően (kis, közepes vagy nagy) egy átlagos adatközpontban vagy szerverfarmon a szekrények száma tíztől egészen a több százig terjedhet, bennük pedig akár több száz, létfontosságú – például ERP vagy CRM – üzleti alkalmazásokat futtató és webes szolgáltatásokat biztosító szerver és egyéb számítástechnikai és hálózati eszköz helyezkedhet el.

6. ábra: Átlagos adatközpont vagy szerverfarm



### Környezet

Az adatközpontok általában a vállalati irodában helyezkednek el, fogyasztásuk a kisebb központoknál egy- vagy háromfázisú, 208 volt feszültségű, váltakozó áramú hálózattal 10 kW, a nagyobb központoknál pedig háromfázisú, 480 volt feszültségű, váltakozó áramú hálózattal akár több száz kW is lehet. Bizonyos telekommunikációs készülékek -48 volt feszültségű egyenáramot is igényelnek, ám a készülékek túlnyomó többsége kizárólag váltakozó áramot igényel. Az adatközpontok nagy része akkumulátoros szünetmentes tápegységgel, generátorral és precíziós légkondicionálóval egyaránt rendelkezik.

### Problémák

Az IP telefónia szerverek és switchek alapvetően elhanyagolható terhelést rónak az adatközpontra, de esetükben nagyobb áthidalási időt, redundanciát és magasabb fokú rendelkezésre állást kell garantálni, mint az egyéb számítástechnikai és hálózati eszközöknél.

## Bevált módszerek

Bár az adatközpont általában rendelkezik szünetmentes tápegységekkel és generátorral, sok esetben jobb, ha az IP telefonos készülékek különálló, redundáns, nagyobb áthidalási időt biztosító szünetmentes tápegységeket kapnak. A nagyobb áthidalási időt és magasabb rendelkezésre állást kívánó készülékeket el kell különíteni, és az adatközpont egy különálló területére, különálló rackekben kell helyezni. A készülékeket dedikált, nagyobb áthidalási idejű, szükség esetén N+1 vagy N+2 redundanciájú szünetmentes tápegységekkel kell ellátni. Ezt a szemléletet „célzott rendelkezésre állásnak” nevezzük, alkalmazásával úgy lehet növelni az üzletmenet szempontjából létfontosságú IP telefonos berendezések rendelkezésre állását, hogy nem kell költséges, a teljes adatközpontra kiterjedő beruházásokat végezni. A magas rendelkezésre állású adatközpontok és hálózatok esetében meg kell fontolni a magasabb szintű redundancia megvalósítását, ami a szekrényekben elhelyezett létfontosságú szerverek és egyéb berendezések kettős áramellátásával, kettős generátorral és kettős N+1 szünetmentes tápegységekkel érhető el.

Ellenőrizzük, hogy az adatközpont meglévő precíziós légkondicionáló rendszere rendelkezik-e elegendő hűtési kapacitással az új IP telefonos készülékek befogadásához. A magas rendelkezésre állás eléréséhez érdemes redundáns légkondicionáló egységeket választani. A nagy energiasűrűségű szekrényeknél (> 3 kW/shégy) további légeosztó és -elszívó eszközöket kell használni, így előzve meg a forró pontok kialakulását. Léteznek olyan elkerülhető, a hűtő- és rackrendszerek adatközpontokba vagy szerverszobákba való telepítésekor mégis szinte minden esetben elkövetett hibák, amelyek a rendelkezésre állás csökkenését és a költségek növekedését okozzák. Ezeket részletesebben az APC 49-es számú, „Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms” (csak angolul) című tanulmánya tárgyalja.

## Összegzés

A kommunikációs eszközök irodai környezetben való használata gyakorlatilag problémáktól mentes. Hasonlóan az adatközpontokban és a szerverfarmokon sem kell súlyosabb gondokkal számolni, az IP telefonrendszerek ugyanis csak elhanyagolható terhelésnövekedést okoznak. A létfontosságú IP telefonos szerverek és switchek számára ugyanakkor „célzott rendelkezésre állást” lehet biztosítani. A központi kábelrendezőkhöz esetében kisebb problémát jelenthet a korlátozott áthidalási idő, amely generátor telepítésével vagy nagyobb kapacitású akkumulátorral ellátott szünetmentes tápegységgel oldható meg. Az energiaellátás és a hűtés terén a legtöbb problémával a huzalozási helyiségeknél kell számolni. A kisméretű, dedikált, kellő áthidalási időt nyújtó szünetmentes tápegységek költséghatékony megoldást jelentenek ahhoz képest, mintha az összes huzalozási központot egyetlen nagyméretű, központi szünetmentes tápegység látná el. A huzalozási helyiségek esetében a hűtés egy külön probléma. A legtöbb esetben a szükséges légmozgás könnyedén megteremthető, bár egyes helyzetekben célzott légkondicionálóra van szükség.

## Irodalomjegyzék

1. 37-es számú APC tanulmány: „Az adatközpont és hálózati terem infrastruktúra túlméretezéséből eredő többletköltségek elkerülése”

2. 5-ös számú APC tanulmány: „A következő-generációs adatközpontok lényeges hűtőrendszer követelményei”
3. 24-es számú APC tanulmány: „Effect of UPS on System Availability” (csak angolul)
4. 43-as számú APC tanulmány: „Dynamic Power Variations in Data Centers and Network Rooms” (csak angolul)
5. 1-es számú APC tanulmány: „The Different Types of UPS Systems” (csak angolul)
6. 50-es számú APC tanulmány: „Cooling Solutions for Rack Equipment with Side-to-Side Airflow” (csak angolul)
7. 49-es számú APC tanulmány: „Avoidable Mistakes that Compromise Cooling Performance in Data Centers and Network Rooms” (csak angolul)

## Hivatkozások

1. American Power Conversion Corporation
2. Avaya
3. Cisco Systems
4. Nortel Networks
5. 3COM
6. IEEE

### Néhány szó a szerzőről:

**Viswas Purani** az USA-beli APC fejlődő technológiák és alkalmazások igazgatója. 16 éves teljesítményelektronikai tapasztalattal rendelkezik. Egyetemi diplomáját Indiában, teljesítményelektronika szakirányon szerezte, majd részt vett a vezető európai és amerikai vállalatok szünetmentes tápegységekkel és váltakozó/egyenáramú vezérlésekkel kapcsolatos technológiáinak indiai átvételében. Második diplomáját nemzetközi vállalatirányítási területen szerezte az USA-ban, sikeres, adatközpont-támogatással foglalkozó vállalkozást indított a Közel-Keleten, továbbá Motorola Semiconductor disztribúciót nyitott Nyugat-Indiában. Hét évet töltött az APC-nél, ahol a Symmetra és az InfraStruxure termékvonalak termék- és programigazgatója volt, és terméktervezéssel, fejlesztéssel, piaci bevezetéssel és támogatással világszerte egyaránt foglalkozott.

# Függelék

## A rendelkezésre állás elemzése

Az APC Availability Science Center (rendelkezésre állási tudományos központ) integrált rendelkezésre állási elemzésekkel határozza meg a rendelkezésre állási szinteket. Az elemzések során megbízhatósági blokkdiagram és állapottér modellezés segítségével veszik figyelembe a modellezendő környezetet.

A megbízhatósági blokkdiagramok az architektúra alrendszerait képviselik, az állapottér diagramok (más néven Markov-gráfok) pedig az elektromos rendszer által felvehető állapotokat jelenítik meg. Például, ha az áramellátás megszakad, a szünetmentes tápegységek akkumulátoros táplálásra állnak át. Az elemzés alapadatai az iparág által elismert külső szervezetektől származnak, mint például az IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) és az RAC (Reliability Analysis Center). (A2 táblázat) A statisztikai rendelkezésre állási szintek alapját független szervezetek által ellenőrzött feltételezések, elméletek adják.

### Joanne Bechta Dugan, Ph.D., a Virginiai Egyetem professzora

„Én az elemzést hitelt érdemlőnek, a módszert pedig megbízhatónak találtam. A megbízhatósági blokkdiagramok és a Markov haszonmodellek együttes alkalmazása kiváló megoldás, segítségével egyesíthető a Markov haszonmodell rugalmassága és pontossága a megbízhatósági blokkdiagramok egyszerűségével.”

A rendelkezésre állási elemzések célja a különféle elektromos architektúrák hatásainak felmérése. Összesen 26 különböző architektúra rendelkezésre állását számították ki és hasonlították össze. Ezután hat architektúrát választottak ki, ezek jelentik a jó, a jobb és a legjobb választást a huzalozási központok és az adatközpontok esetében. A választásokat költség/rendelkezésre állás kompromisszumok alapján tették.

A hatféle architektúra és ezek rendelkezésre állása az alábbi ábrákon látható.



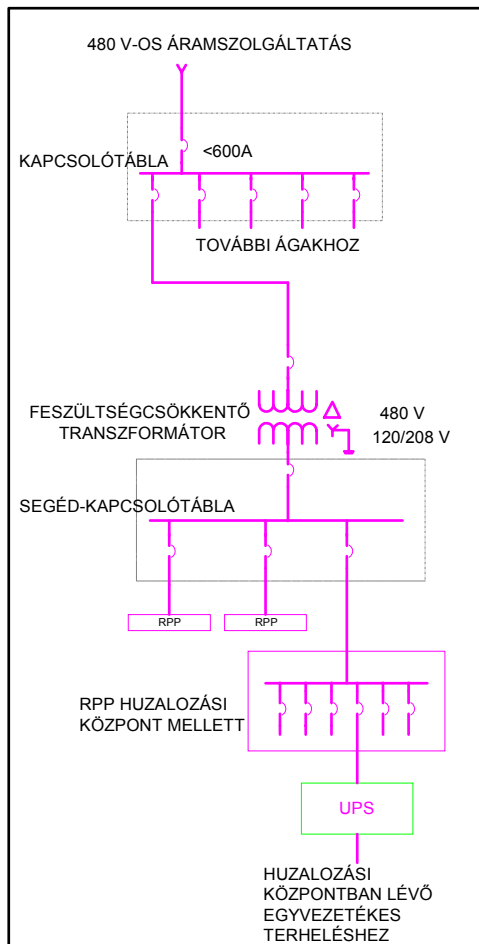
## Architektúrák huzalozási helyiségekhez és közbűlő kábelrendezőkhöz

### JÓ

#### EGYVEZETÉKES TERHELÉS

Akkumulátor üzemideje = 1 óra

4 db 9-es  
99,9979872%

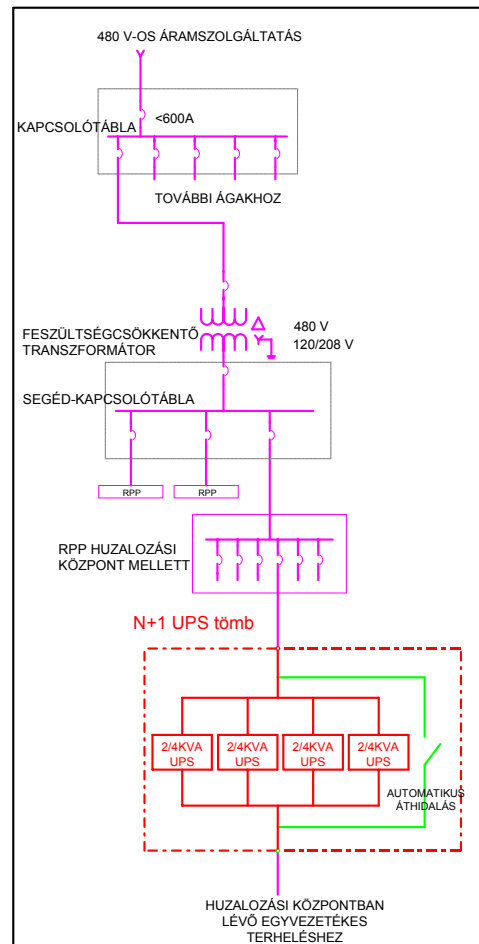


### JOBB

#### EGYVEZETÉKES TERHELÉS

Akkumulátor üzemideje = 1 óra

5 db 9-es  
99,99938958%

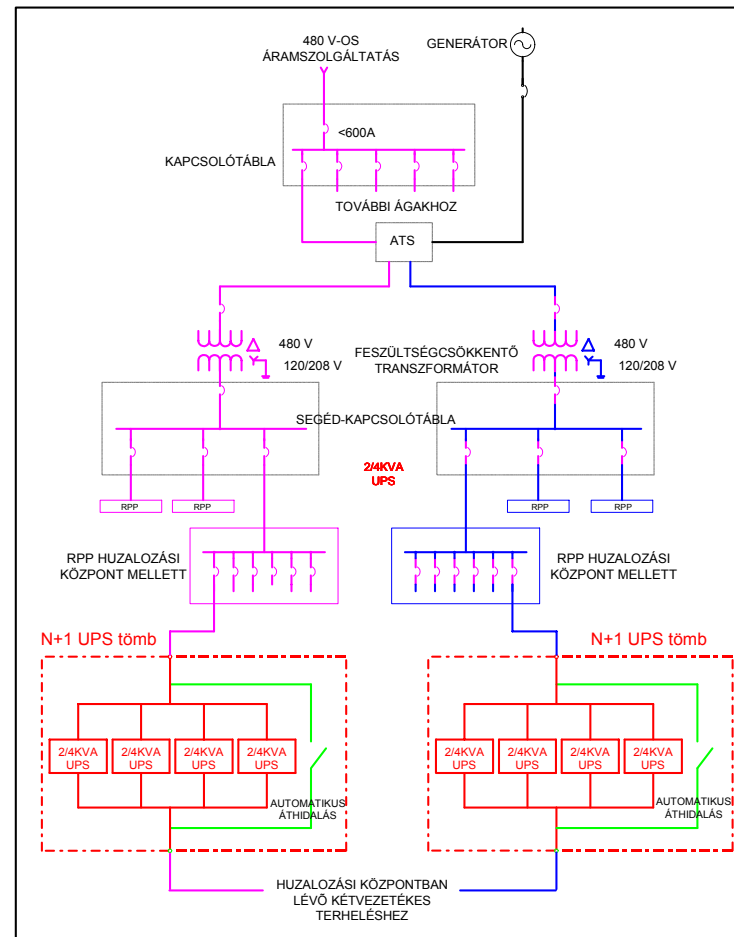


### LEGJOBB

#### KÉTVEZETÉKES TERHELÉS

Akkumulátor üzemideje = 1 óra

6 db 9-es  
99,99995489%



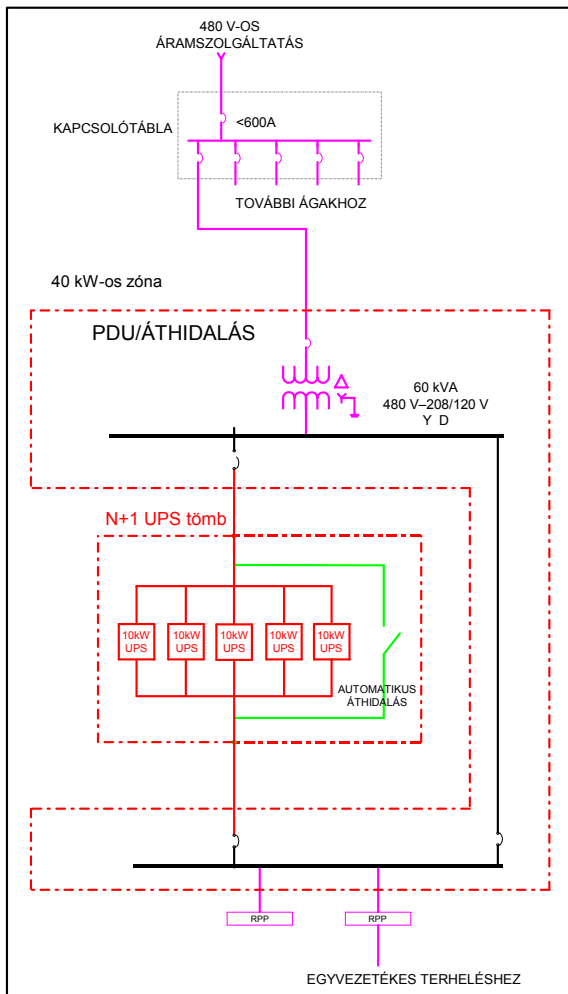
Architektúrák adatközpontokhoz vagy központi kábelrendezőkhöz

**JÓ**

**EGYVEZETÉKES TERHELÉS**

Akkumulátor üzemideje = 1/2 óra

4 db 9-es  
99,99860878%

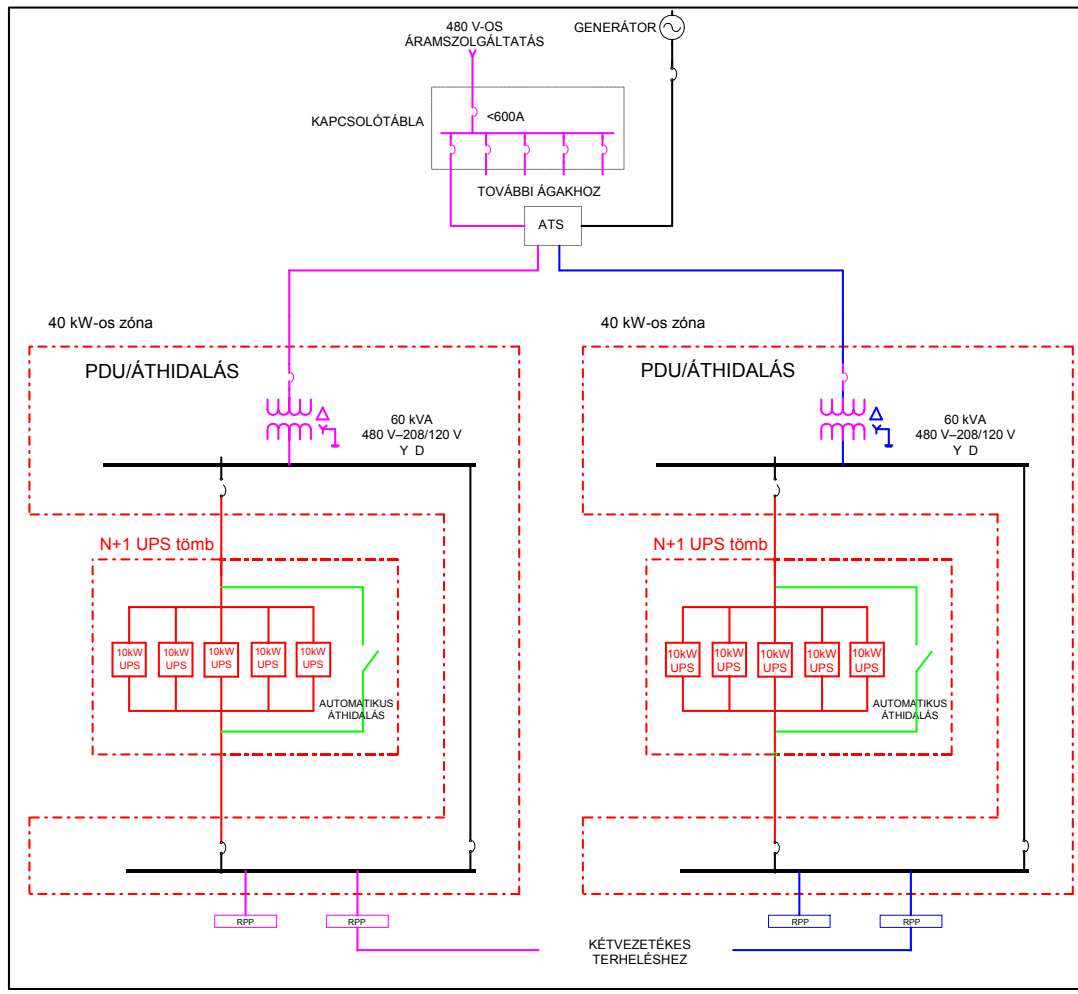


**JOBB**

**KÉTVEZETÉKES TERHELÉS**

Akkumulátor üzemideje = 1/2 óra

6 db 9-es  
99,9994652%

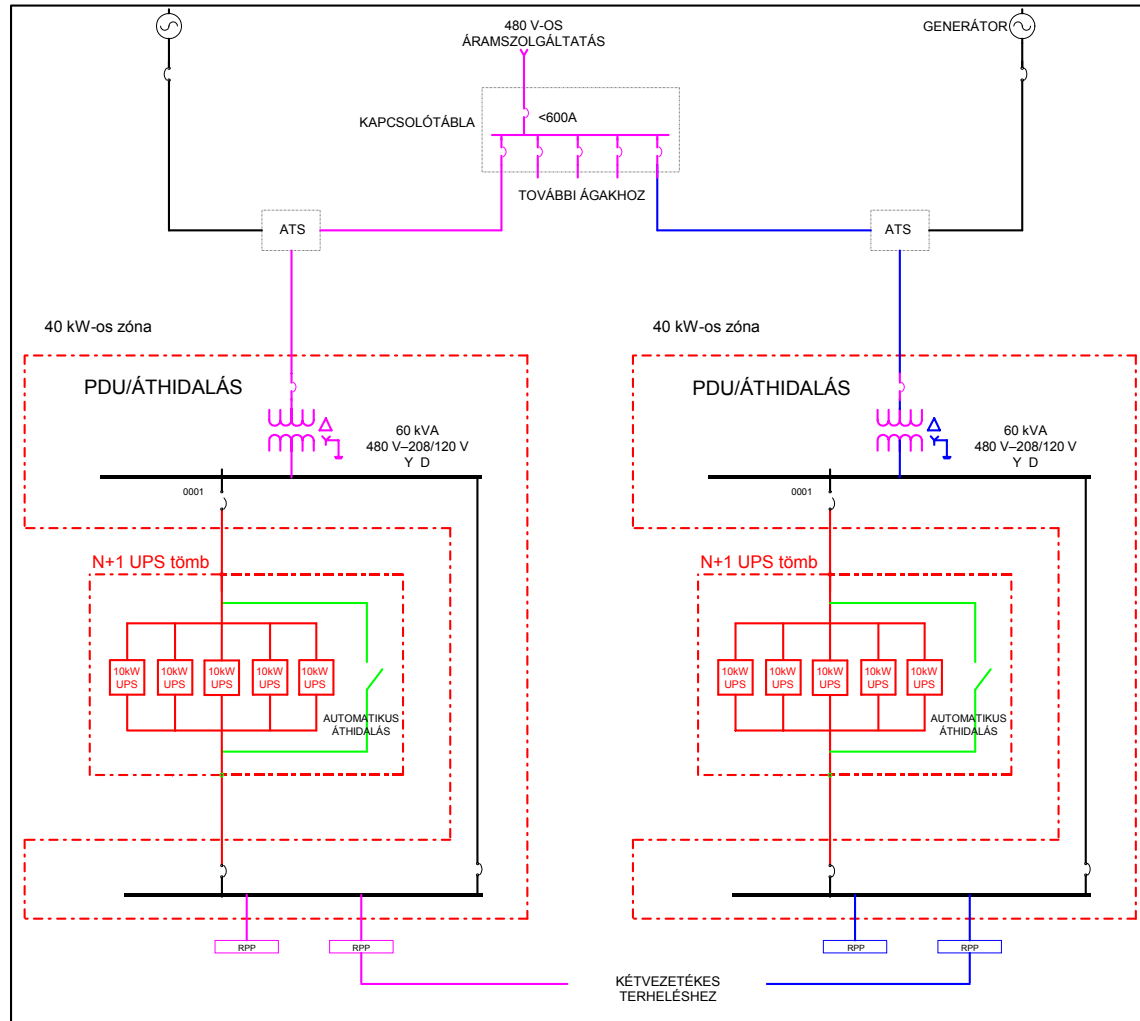


**LEGJOBB**

**KÉTVEZETÉKES TERHELÉS**

Akkumulátor üzemideje = 1/2 óra

7 db 9-es  
99,99999517%



### Az elemzések során felhasznált adatok

Az architektúrák modellezéséhez használt adatok túlnyomó része külső forrásokból származik. A rackszekrénybe szerelhető automatikus tápátkapcsolók (ATS) adatai az APC hasonló termékeinek gyakorlati használatával szerzett tapasztalatokra alapulnak – ezek a termékek már közel öt éve szerepelnek a piacon, és széles körben elterjedtek. Az elemzések során a következő elemeket vették figyelembe:

1. Végződtetések
2. Megszakítók
3. Szünetmentes tápegységek
4. Energiaelosztó egység (PDU)
5. Statikus tápátkapcsoló (STS)
6. Rackbe szerelhető automatikus tápátkapcsoló (ATS)
7. Generátor
8. Automatikus tápátkapcsoló (ATS)

Az energiaelosztó egység három összetevőre osztható fel: megszakítók, feszültségcsökkentő transzformátor és végződtetések. A kapcsolótábla értékelése a főmegszakító, egy mellékáramkörü kismegszakító és az összes sorosan kapcsolt végződtetés alapján történik. Az **A2 táblázat** a meghibásodási forrásokat és arány-

számokat  $\left(\frac{1}{MTTF}\right)$  és a helyreállítási arányszámokat  $\left(\frac{1}{MTTR}\right)$  tartalmazza az egyes összetevőkhöz;

ahol az MTTF jelentése a meghibásodásig átlagosan eltelt idő (Mean Time To Failure), az MTTR jelentése pedig a helyreállításig átlagosan eltelt idő (Mean Time To Recover).

### Az elemzések során alkalmazott elméletek

Mint minden rendelkezésre állási elemzésnél, érvényes modell alkotásához előzetes feltételezéseket, elméleteket kell felállítani. Az **A1 táblázat** ezeket tartalmazza.

A1 táblázat: Az elemzések során figyelembe vett feltételezések

Feltételezés	Leírás
<b>Megbízhatósági adatok</b>	Az architektúrák modellezéséhez használt adatok túlnyomó része külső forrásokból származik. Ahol nem álltak rendelkezésre adatok, ott iparági becsléseket alkalmaztunk. A megbízhatósági adatok összegzését az A2 táblázat tartalmazza.
<b>Az összetevők meghibásodásának gyakorisága</b>	Az elemzésnél vizsgált összetevők mindegyike állandó meghibásodási arányt mutat. Ez a legjobb feltételezés, figyelembe véve, hogy a berendezéseket csak tervezett élettartamuk alatt használjuk. Ha az eszközöket tervezett élettartamukon túl is használjuk, akkor nemlineáris együtthatóval kell módosítani a meghibásodási arányszámot.
<b>Helyreállító munkacsoportok</b>	Ha „n” darab összetevő van sorba kapcsolva, akkor feltételezzük, hogy „n” fő karbantartó áll rendelkezésre.
<b>A rendszerösszetevők működőképességük maradnak</b>	Feltételezzük, hogy a meghibásodások elhárításáig az összes rendszerösszetevő működőképességük marad.
<b>Meghibásodások függetlensége</b>	A modellek felállításakor feltételeztük, hogy az ismertetett architektúrák felépítése megfelel a jól bevált ipari módszereknek. Ennek eredményeként rendkívül kicsi a valószínűsége a közös okra visszavezethető hibáknak, a fizikai és elektromos elválasztás pedig megelőzi a hibák továbbterjedését.
<b>Kábelezés meghibásodásának gyakorisága</b>	Az összetevők közötti kábelezést a számítások során figyelmen kívül hagytuk, ugyanis a kábelezés meghibásodási aránya túlságosan alacsony ahhoz, hogy biztonsággal meg lehessen becsülni, illetve statisztikai jelentőséggel bírjon. A korábbi munkák kimutatták, hogy az ennyire alacsony meghibásodási arányú elemek minimális hatással bírnak az összesített rendelkezésre állásra. A fontosabb végződtetéseket ettől függetlenül számításba vettük.
<b>Emberi hiba</b>	Az elemzések nem terjedtek ki az emberi hibára visszavezethető leállásokra. Noha az adatközpontok leállásait vizsgálva ez is fontos tényező, a modellek feladata az energiaellátó infrastruktúrák összehasonlítása, valamint ezek fizikailag gyenge pontjainak azonosítása. Továbbá az emberi hibák rendelkezésre állásra gyakorolt hatásáról nincsenek adatok.
<b>A tápellátás rendelkezésre állása a fő szempont</b>	Az elemzések a tápellátás rendelkezésre állására vonatkoznak. Az üzleti folyamatok rendelkezésre állása jellemzően ennél alacsonyabb, ugyanis az energiaellátás helyreállása nem jelenti az üzleti folyamatok azonnali helyreállítását. A számítógépes rendszerek általában időt igényelnek az újrainduláshoz, ami miatt csökken a rendelkezésre állási idő – ebben az elemzésben ezt nem vettük figyelembe.
<b>A hibák elkülönítése nem jár előnyökkel</b>	Bármely létfontosságú folyamat meghibásodása hibának számít, és egyenértékű az összes rendszerelem egyidejű meghibásodásával. Egyes vállalkozások esetében egy-egy folyamat meghibásodása nem jár olyan komoly következményekkel, mintha az összes folyamat leállna. Az elemzések során csak egy folyamatot vettünk figyelembe.

A2 táblázat: Összetevők és értékek

Összetevő	Meghibásodási arányszám	Helyreállítási arányszám	Adatforrás	Megjegyzések
Elektromos hálózat	3,887E-003	30,487	EPRI - Az elektromos hálózatra vonatkozó adatokat összegyűjtötték, majd kiszámították az összes hibaesemény súlyozott átlagát.	A tényleges érték földrajzi területeként erősen eltérő.
Dízelmotoros generátor	1,0274E-04	0,25641	IEEE 493-1997 Gold Book szabvány, 406. oldal	A meghibásodási arány az üzemórák számától függ. 0,01350 meghibásodás indítási kísérletenként, 3-4. táblázat, 44. oldal
Automatikus tápátkapcsoló	9,7949E-06	0,17422	Megbízhatósági / rendelkezésre állási felmérés - 4489-es számú ASHRAE tanulmány	
Végződtetés, 0-600 V	1,4498E-08	0,26316	IEEE Gold Book szabvány 493-1997, 41. oldal	
6 végződtetés	8,6988E-08	0,26316	Az IEEE 493-1997 Gold Book szabvány 41. oldalának tartalma alapján számítva.	Transzformátor szekunder ága, vezetónként egy végződtetés. Mivel az összetevők között két végződtetés csoport van, összesen hat végződtetéssel kell számolni.
8 végződtetés	1,1598E-07	0,26316	Az IEEE 493-1997 Gold Book szabvány 41. oldalának tartalma alapján számítva.	A transzformátor primer ága, vezetónként egy végződtetés és a nulla. Mivel az összetevők között két végződtetés csoport van, összesen nyolc végződtetéssel kell számolni.
Megszakító	3,9954E-07	0,45455	IEEE Gold Book szabvány 493-1997, 40. oldal	Rögzített (sajtolt műanyagházzal), 0-600 A
Energiaelosztó egység transzformátor, feszültségcsökkentő	7,0776E-07	0,01667	Az MTBF az IEEE 493-1997 Gold Book szabványának 40. oldaláról származik, az MTTR átlagos értékét a Marcus Transformer Data and Square D. szolgáltatatta	<100 kVA
Statikus tápátkapcsoló	4,1600E-06	0,16667	Gordon Associates, Raleigh, NC	A meghibásodási arány a vezérlésre is kiterjed; a helyreállítási arányszámot az ASHRAE ilyen méretű STS-re nem adta meg, ezért a 600-1000 A STS-re vonatkozót használtuk.

Összetevő	Meghibásodási arányszám	Helyreállítási arányszám	Adatforrás	Megjegyzések
UPS Backplane	7,0000E-07	0,25000	Becsült érték a Symmetra gyakorlati alkalmazásai alapján	
UPS Bypass-szal	4,00E-06	3,00000	A meghibásodási arányszám a Power Quality Magazine 2001 februári számából származik, a helyreállítási arányszám azon a feltételezésen alapul, hogy a pótalkatrészek rendelkezésre állnak.	A meghibásodási arányszám moduláris, bypass-szal ellátott szünetmentes tápegységet feltételez.
UPS Bypass nélkül	3,64E-05	3,00000	A meghibásodási arányszám a Power Quality Magazine 2001 februári számából származik, a helyreállítási arányszám pedig azon a feltételezésen alapul, hogy a karbantartó személyzet 4 órán belül kiszáll, majd 4 órán belül elvégzi a javítást.	Bypass nélküli szünetmentes tápegység. Az MTBF az MGE „Power Systems Applications Guide” dokumentuma szerint áthidalás nélkül 27440 óra.
Szekrénybe szerelhető automatikus tápátkapcsoló	2,00E-06	3,00000	APC Redundant Switch tapasztalati értékek	Számításaink alapján az APC szekrénybe szerelhető automatikus tápátkapcsoló MTTF értékére kétmillió órát kaptunk. Visszafogottabb, 500000 órás értékkel számoltunk.

## Állapottér modellek

A hatféle architektúra által felvehető állapotokat hat állapotter modellel kezeltük. A megbízhatósági adatok mellett további, a hat állapotter modellen belül használt változókat is definiáltunk. (A3 táblázat)

*A3 táblázat: Az állapotter modellek változói*

Változó	Érték	Adatforrás	Megjegyzések
PbypassFailSwitch	0,001	lpari átlag	Annak a valószínűsége, hogy az áthidalás a szünetmentes tápegység meghibásodásakor nem képes hálózati áramforrásra váltani.
Pbatfailed	0,001	Gordon Associates, Raleigh, NC	Annak a valószínűsége, hogy a szünetmentes tápegység teljesítménye akkumulátorra váltáskor leesik. A vezérlésre is kiterjed.
Pbatfailed (Redundant UPS)	0,000001	A fenti érték négyzete	A két akkumulátoros szünetmentes tápegység egymástól való teljes függetlenségét feltételezi.
Tbat	1 vagy fél óra		Az akkumulátoros üzemidő környezetfüggő.
Pgenfail_start	0,0135	IEEE Gold Book szabvány 493-1997, 44. oldal	Annak valószínűsége, hogy a generátor nem indul el. A meghibásodási arány az üzemórák számától függ. A 44. oldal 3-4. táblázata szerint 0,01350 hiba esik minden indítási próbálkozásra. A valószínűségi értékhez az automatikus tápátkapcsolót is számításba vettük.
Pgenfail_start (Redundant UPS)	0,00911	50 x a fenti érték négyzete	A Pgenfailed értéket ötvenedére csökkentettük, így vettük figyelembe a redundáns generátortelegeknél a közös okra visszavezethető meghibásodásokat.
Tgen_start	0,05278	lpari átlag	A generátor elindításához szükséges idő az áramkimaradás kezdetétől számítva. Értéke 190 másodperc.