



Korszerű adatközpontok energetikája

Az Energetikai Szakkollégium Schenek István emlékfélévének negyedik előadására 2015. március 26-án került sor, ahol az érdeklődők a korszerű adatközpontok felépítéséről, energiaigényéről, biztonsági és energiahatékonysági követelményekről, környezetvédelmi, valamint gazdasági szempontokról hallhattak.

Előadónk Czinege Zoltán, a Persecutor Kft. kutatója, valamint Nagy Károly, a Persecutor Kft. projektvezetője voltak.

Czinege Zoltán előadása

Adatközpontok felépítése, tulajdonságai

Első előadónk, Czinege Zoltán előadásának bevezetőjében röviden ismertette a mai korszerű adatközpontokkal szemben támasztott fontosabb elvárásokat, tipikus felépítésüket és energetikai tulajdonságaikat. A nagyobb, összetettebb létesítmények alapkövetelménye a szinte 100%-os rendelkezésre állás, a rendszer kisebb hibák, valamint karbantartások mellett is folyamatos működést kell, hogy biztosítson. Az energiaellátó hálózati hibák kiküszöbölése érdekében úgynevezett UPS-eket (szünetmentes tápegységeket) és diesel generátorokat alkalmaznak. Az UPS-eknek akár 6-8 perc áthidalására is alkalmasnak kell lenniük. Az IT berendezések energiaellátási láncának utolsó eleme a távfelügyelettel kezelhető PDU (Power Distribution Unit), ami akár alkalmas lehet minden egyes egység fogyasztásmérésére, és teljes vezérlésére. Mind a gépészeti, mind az IT berendezések az általuk felvett villamos teljesítményt hővé alakítják át. A felszabadult hő nagysága egyes adatközpontok esetében több MW-os nagyságrendű is lehet, aminek elvezetéséről, azaz a rendszer hűtéséről gondoskodni kell. Ez a hőmennyiség azonban hasznosítható is lehet, a hulladékhő felhasználásával az adatközpont üzemeltetése pedig jóval gazdaságosabbá válhat. Korábbi létesítmények tervezése során kevésbé fontos szerepet kaptak az energetikai szempontok, azonban az energiafelhasználás folyamatos és igen intenzív növekedése miatt manapság már egyre nagyobb hangsúlyt fektetnek az adatközpontok energiahatékonyságára. Ennek következtében a rendszer hőtechnikai folyamatainak optimális tervezése jelentős költségcsökkentési lehetőséget jelent.

Adatforgalmi trendek világszerte

A technológia és az életszínvonal fejlődésének következtében egyre több ember jut adattárolásra alkalmas eszközökhöz világszerte, mint például a telefon, vagy a fényképezőgép. Ezek minőségi fejlődése is folyamatos, aminek következtében a tárolt adatok összetettsége, így annak mérete is növekszik. Így elmondható, hogy egyre több ember, egyre nagyobb mennyiségű adatforgalmat generál, ami a szektor gyors fejlődését követeli meg. A fejlődést jól írja le a Moore-törvény, ami tapasztalati megfigyelésekre alapozva azt mondja ki, hogy az integrált áramkörök összetettsége nagyjából 18 hónaponként megduplázódik. A hatalmas bővülés szemléltetésére jó példa továbbá, hogy 2009-ben átlagosan 50 Gb/s adatforgalom generálódott, ami 2020-ra a jelenlegi trendek alapján 500 Gb/μs-ra várható, mindez 10^7 nagyságrendű növekedést jelez előre. Az ilyen ütemű bővülés korlátozására már kísérletek is történtek. Megemlíthetjük hazai példának az internetadó ötletét, vagy például a mobiltelefonokba épített fényképezőgépek felbontásának 5 MPx-ben való korlátozásának felvetését az Európai parlamentben.

Mindezzel szemben elmondható, hogy a készülékek számítási energiaigénye folyamatosan csökkenő trendet mutat a fejlődés következtében. Ezt fogalmazza meg a szintén tapasztalatokon alapuló Koomey-törvény, amely szerint ez az érték körülbelül minden 19. hónap után feleződik meg.

Mindezek azt sugallják, hogy egyre kisebb, és egyre nagyobb számítási kapacitású eszközök megjelenése várható, míg a mai képességek megtartásával a mobilitás fokozható. Az információ generálás növekedése túltesz az ezt ellensúlyozó technológiai fejlődésen, ezért az adatközponti szektor – és benne a felhő alapú technológiák - dinamikus növekedése várható.

Hatékonysági mutatók az adatközponti világban

Adatközpontok jóságának meghatározására és egymás közötti összehasonlításokra rendelkezésre állnak üzemviteli és hatékonysági mutatók, amik jól jellemeznek egy-egy létesítményt. Egyik legfontosabb ezek közül a PUE (Power Usage Effectiveness), avagy energiatenzitás, amely a teljes, valamint az IT rendszerek energiafelhasználásának hányadosaként számolható. A teljes felhasználásból nem vonható le a megújulókból nyert energia, így a PUE értéke minden esetben nagyobb 1-nél. Fontos megemlíteni, hogy a fejlesztések következtében a megszokott érték csökkenő trendet mutat, azonban esetenként a magas érték oka az adatközpont alacsony kihasználtságában keresendő. Hazai környezetben a szokásos tartomány 1,5-2 közé esik. Másik fontos rendszerjellemző a DCIE (Data Centre Infrastructure Efficiency), avagy rendszerhatásfok, amely az IT rendszerek, valamint a teljes rendszer hányadosának a 100-szorosaként áll elő.

Adatközpontok működtetése során állami támogatások segítségével gazdaságosan integrálhatók megújuló energiatermelők a rendszerbe a működési költség csökkentésére. Ezek részarányát is mutatók segítségével vizsgálhatjuk. Egyik ilyen a GEC (Green Energy Coefficient), ami magyarul a megújuló energia részarányát jelenti. Számítása a felhasznált megújuló energia és a teljes energiafelhasználás hányadosával történik. Értéke 0-1 közé esik.

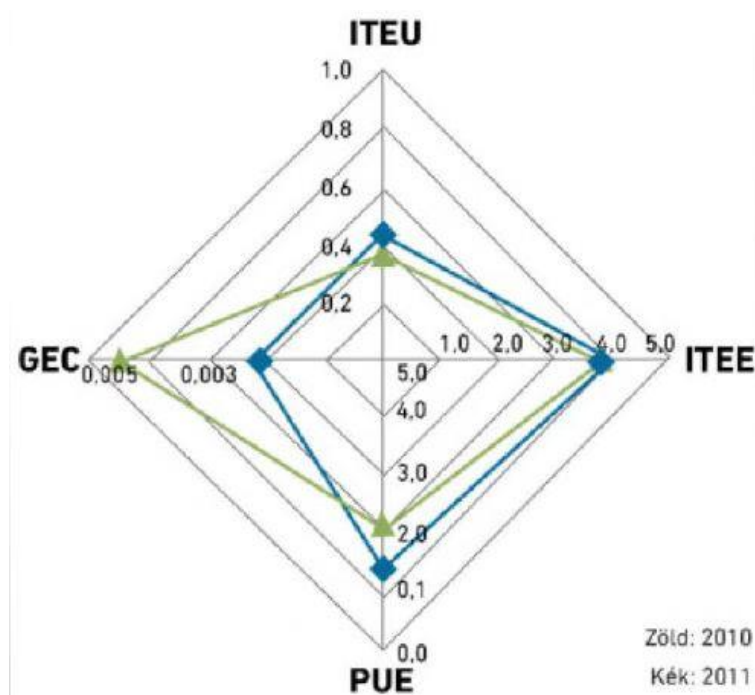
Fontos megvizsgálni ehhez kapcsolódóan a karbon-felhasználás hatékonyságát, amelyet a CUE (Carbon Usage Effectiveness) jellemez, ami az összes üvegházhatású gáz és a teljes energiafelhasználás hányadosaként adódik, ahol az üvegházhatású gáz értéke CO₂ egyenértékben számolandó.

Adatközpontok esetében termelt igen nagy hőmennyiség hasznosítható a hőfogyasztók adatközpontra való telepítésével. Ennek jellemzésére az ERF (Energy Reuse Factor) mutató szolgál, amely a létesítményen kívül felhasznált, adatközpontból kinyert energia és a teljes energiafogyasztás hányadosaként adódik. Ez az érték jelenleg jellemzően 0, a jövőben ennek növekedése várható, maximuma 1.

Vízfelhasználás hatékonyságának jellemzésére szolgál a WUE (Water Usage Effectiveness). A vízfelhasználást elsősorban a hűtés evaporatív segítése jelenti, így várhatóan növekvő szerepet kap a jövőben ez a mutató.

Az energiafelhasználás mellett vizsgálhatjuk az egyes berendezések, például az IT rendszerek hatékonyságát. Ennek jellemzésére szolgál az ITEE (IT Equipment Efficiency) aminek számolása az összes beépített IT kapacitás és az összes IT villamos teljesítmény hányadosaként adódik. Fontos megemlíteni, hogy a létesített rendszerek már a beüzemelésükkor sem érik el a 100%-os kihasználtságot, ráadásul az adatközpontok általában túlméretezettek. A kihasználtság mérésére az ITEU (IT Equipment Utilization) szolgál, amely az összes felvett és beépített IT villamos teljesítmény hányadosaként adódik.

A különböző mutatók változásainak szemléltetése az úgynevezett pókháló diagram segítségével történik:



1. ábra: Változási trendek a különböző mutatókban

Adatközpontok energiahatékonyságának javítási lehetőségei

Igen jelentős problémája az adatközpontok üzemeltetésének, hogy gyakran már a beüzemelésüktől fogva nem tudnak 100%-os kihasználással működni, ami később, akár tovább csökkenthet. Ennek oka az, hogy az adattárolók beépítését érkezési sorrendben, egymásra építve – az IT szakemberek üzemeltetési logikájára alapozva - oldják meg, azonban ezek nem mindig férnek be a soron következő helyre, így sokszor előfordulhat, hogy az adott szekrény már nem képes befogadni egy nagyobb egységet, ezért az új szekrénybe kerül. Az így keletkezett hézagok kihasználatlanul maradnak.

A nagyobb adatközpontok villamosenergia-felhasználása, valamint az épületen belül keletkező hőtéljesítmény akár több MW-t is elérhet. Korábban az így keletkezett hulladékhő hasznosításával nem törődtek, azt a környezetbe vezették. A létesítmények és azok energiaigényének folyamatos növekedésével azonban ez az energia is egyre nagyobb méreteket öltött, aminek következtében az energetikai hasznosítás – gazdasági szempontok miatt – az utóbbi időben előtérbe került.

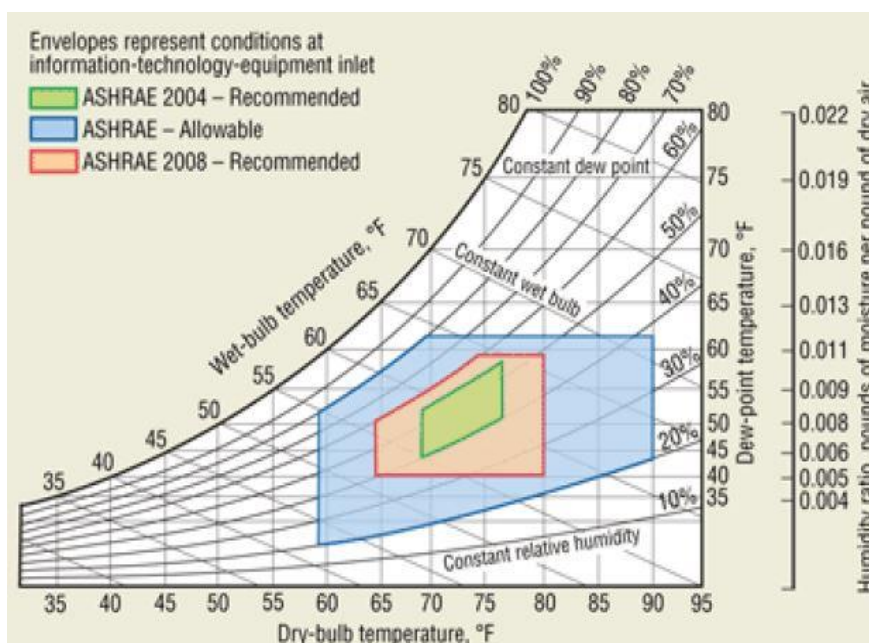
Adatközpontok létesítése során az építési helyszín megválasztása az átlagosnál sokkal alaposabb tervezést igényel. Vizsgálni kell például a vonattálmásoktól, repülőtérrektől való távolságot a vibrációs hatások felmérésének érdekében, vagy például a környéken észlelhető villámlás gyakoriságát. Korábban ezeket igyekeztek minél inkább északabbra, lehetőleg hűvös éghajlatra elhelyezni, hogy a létesítmények hűtése minél egyszerűbben megoldható legyen a környezet segítségével, ezáltal a PUE érték 1,1-1,2 közé csökkenthető. Az előadó véleménye szerint, a jövőben sokkal gyakrabban fog előfordulni, hogy az adatközpontok vagy egy már meglévő hőfelhasználóra,

vagy esetlegesen hőfelhasználóval együtt kerülnek megépítésre. A hőszivattyús rendszerek fejlődésének köszönhetően lehetőség adódik arra, hogy a keletkezett hulladékhő jelentős része távhőellátásra felhasználható legyen, igen gazdaságos módon. Az USA-ban publikáltak már olyan terveket, ahol egy adatközpontra települt lakópark hőellátását a létesítményben felszabadult hőteljesítmény elszállításával biztosítják.

További költségcsökkentési lehetőséget jelenthet az adatközpont villamosenergia-igényeinek saját forrásból történő fedezése pl. megújuló energiaforrások alkalmazásával, azonban ezek a beruházások ipari mértékben egyelőre nem versenyképesek, elterjedésükhöz és gazdaságos üzemeltetésükhöz állami támogatásra is szükség van.

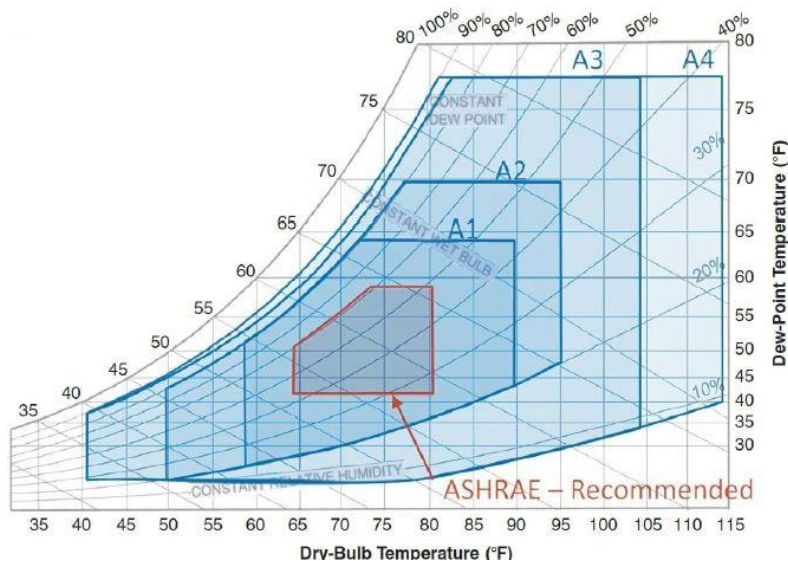
Az ASHRAE követelményrendszer változásai

Az adatközpontok légtechnikai rendszerének tervezésére gondos figyelmet kell fordítani, mivel az épületben található IT berendezések csak jól meghatározott páratartalom és hőmérséklet értékek között képes az üzembiztos működésre, miközben közel 100%-os rendelkezésre állást kell biztosítani. A tervezéshez segítséget nyújtanak az ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers) által kidolgozott javaslatok, amelyek a létesítményben működő berendezésekhez kialakítandó klímával kapcsolatban tesznek ajánlásokat. Az utóbbi években mind a megengedhető hőmérséklet-, mind a megengedhető páratartalom-tartomány megnőtt, ami lehetőséget ad az épületkomplexum rugalmasabb tervezésére, valamint egyes éghajlati övekben akár szabadáramlásos légrendszer kiépítésére is.



2. ábra: ASHRAE követelményeinek lazulása

További lazításokat tartalmaz a 2011-es ASHRAE TC 9.9 követelményrendszer. Az ajánlott terület bővülésének következtében hazai környezetben is lehetőség nyílik versenyképes adatközpont létesítésére.



3. ábra: ASHRAE TC 9.9 2011-es követelmények

Nagy Károly előadása

Adatközponti energiahatékonyság és rendelkezésre állási biztonság

Második felkért előadónk, Nagy Károly előadásának bevezetőjében felvezette, hogy az adatközpontok tervezése során a biztonsági követelményeknek minden esetben prioritást kell élvezniük az energiahatékonysági kritériumokkal szemben, biztosítani kell a megépült létesítményeknek megbízható, közel 100%-os rendelkezésre állását. 2005-ben az USA szabványügyi hivatala által akkreditált, telekommunikációs iparszövetség által publikált szabványt készítettek, ami az épülettől és biztonsági követelményektől függően 4 besorolást tartalmaz (I-II-III-IV) és a TIER nevet kapta. Ez egy technológiákkal együtt folyamatosan fejlődő és változó ajánlás, mely egyre nagyobb hangsúlyt helyez az üzemeltetési és emberi erőforrás kockázatokra.

TIER besorolások

Rendelkezésre állási követelményektől függően a TIER-rendszer 4 besorolást tartalmaz. Magasabb szint eléréséhez megbízhatóbb, nagyobb rendelkezésre állással rendelkező üzemeltetés szükséges. Leglazább követelményekkel a TIER I. rendelkezik, ezt a minősítést többnyire kisebb szervertermek kapják. Az ilyen típusú létesítmények esetén nincs elvárás a redundanciával szemben, így jellemzően nem rendelkeznek tartalék szünetmentes tápegységgel (UPS). Emiatt egy-egy üzemzavar, vagy karbantartás esetén annak idejére a rendszer leállításával kell számolni. Az éves maximális leállási idő maximum 28,8 óra lehet, az éves rendelkezésre állása pedig minimum 99,671%-os.

Ugyancsak kisebb szervertermeknél alkalmazhatják a TIER II. besorolást. Különbséget az előző típussal szemben az jelenti, hogy a létesítményben tartalék generátor, valamint tartalék szünetmentes táp is megjelenik, tehát részleges redundanciát írnak elő az energiaellátás és hűtés terén egyaránt, azonban a karbantartás és a kisebb üzemzavarok továbbra is leállással járhatnak. A redundáns infrastruktúra maximális éves leállási ideje 22 óra lehet, az elvárt várható rendelkezésre állásának legalább 99.741%-t kell elérnie.

A TIER III. besorolás az előzőekkel szemben már többnyire nagyobb szervertermek létesítésére vonatkozik. Az ezt teljesítő épületeknek több, egymástól független hálózati kapcsolattal kell rendelkezniük, valamint biztosítaniuk kell, hogy az infrastruktúra karbantartása leállás nélkül kivitelezhető legyen. A redundancia minden esetben legalább N+1-es szintű, maximális éves leállási idő 1,6 óra, az éves rendelkezésre állás pedig legalább 99.982%-os kell legyen.

A TIER IV. követelményeit kiemelt fontosságú létesítmények esetén alkalmazzák (pl. bank, online kereskedelem, egyes állami intézmények). Megvalósításánál szintén követelmény, hogy a karbantartási munkálatok leállás nélkül végezhetőek legyenek, azonban a IV. szint megköveteli a hibatűrő infrastruktúra kivitelezését, ami 2N+1-es redundancia szintet, maximum 26,3 perces éves leállási időt, valamint legalább 99.995%-os éves rendelkezésre állást jelent.

Rövid összefoglalást a TIER szabvány egyes szintjeinek további követelményeiről a következő táblázat tartalmaz:

Tulajdonság	Tier I	Tier II	Tier III	Tier IV
Áramellátó és hűtési utak száma	1 aktív	1 aktív	1 aktív 1 passzív	2 aktív
Redundáns komponensek	N	N+1	N+1	2N
Névleges teljesítmény [W/m ²]	200-300	400-500	1000-1500	1500+
Hálózati feszültség	208, 480 V	208, 480 V	12-15 kV	12-15 kV
Megépítése idő [hónap]	3	3-6	15-20	15-20
Első építési éve	1965	1970	1985	1995
Becsült építés költség [mFt/m ²]	1.1	1.4	2.2	2.7
Éves IT leállás [min]	1727.224	1361.304	94.608	26.28
Redelkezésre állás	99.671%	99.741%	99.982%	99.995%

1. táblázat: Egyes besorolások további követelményei és azok értékei

Magyarországon a jelen bekezdésbe taglalt TIER szabvány szerinti kategóriába besorolt adatközpont jelenleg nem létezik, mivel a megvalósított rendszerek között fellépő piaci verseny ezt nem indokolja, valamint a minősítési eljárás magas költségekkel rendelkezik. Ez azonban nem jelenti azt, hogy egyes hazai létesítményeink ne felelnének meg valamelyik szintnek.

Energiahatékonyság

A biztonsági követelmények emelkedése közel minden esetben az energiahatékonysági értékek kárára történnek. Ennek egyik oka a rendszerek melegeedéséből származó veszteség, aminek részaránya azonban minimálisnak tekinthető az egészhez képest. Komolyabb veszteségeket okozhat az, hogy a TIER III és a TIER IV esetében a redundanciák miatt a berendezések jelentős részéből nem csak a szükséges „N” db, hanem „N+1” vagy akár „2N” db kivitelezése is elvárt, így az összetettebb, több komponensből álló rendszerek vesztesége elkerülhetetlenül megnő. Például egy korszerű UPS esetén ~96%-os hatásfokkal tervezhetünk, ami 1 MW teljesítmény mellett ~40 kW veszteséget termel, 2 UPS esetén ez az érték duplázódik. Emellett az egyes elemek, például 2 transzformátor párhuzamos üzeme során alacsony kihasználás mellett az optimális üzemtől eltérve hatásfokbeli romlás is bekövetkezik.

A veszteségek csökkentésére alapvetően két lehetőség van. Ezek közül az egyik a rendszer moduláris jellegű felépítésének tervezése, aminek a lényege a tervezendő objektum építőkockákra (modulokra) bontása, illetve ezekből való összerakása. A rendszer akkor éri el a célját, ha a moduloknak, mint részeknek biztosítva van a függetlensége az egész egység változásaitól. Adatközpontra levetítve ez IT terület alapú modulok létrehozását jelenti, aminek ellátásáról több kisebb áramellátó egység gondoskodik. További moduláris egységeket alkalmazhatunk UPS berendezések esetén. Másik módszerként a mérési és szabályozási rendszerek megfelelő kiépítését említhetjük meg, ami a gépészeti rendszerek felügyeleti szabályozását jelenti külső és belső környezeti, valamint IT terhelési paraméterek alapján. További veszteségcsökkentő lehetőségként az esetében speciális, energiatakarékosságot szolgáló vezérlési módok alkalmazását, mint ECO és modulmenedzsment szabályzás megvalósítását említhetjük meg.

Megyeri Szabolcs
az Energetikai Szakkollégium tagja