

# Magyarország első SIL3 minősítésű felsőgépezeti rendszere

a szolnoki Szigligeti Színházban

A megújult szolnoki Szigligeti Színház 2022. szeptember 16-án került átadásra. A színpadtechnikai rendszerek komplett tervezését, gyártását, telepítését a GÉPBÉR-Színpad Kft. végezte.

A színpadi felsőgépezet megújításának keretében 18 db gépi diszlethúzó és 48 db ponthúzó került beépítésre. A színpadtechnológiai kiírás a felsőgépezet vezérlésére teljes út-idő szinkron elvárást írt elő. Ez a vezérléstípus csak a legmodernebb, magas minőségű vezérlőrendszerekkel hozható létre. Jelentős, valós időben működő számítástechnikai háttér, robusztus kommunikációs hálózat, magas szintű biztonsági rendszer szükséges az út-idő szinkron vezérlés létrehozására.

A helyspecifikus vezérlőszoftver kidolgozásával a nagy nemzetközi tapasztalatokkal rendelkező Drivecontrol céget bíztuk meg, megfelelő hazai fejlesztés hiányában. A GÉPBÉR-Színpad gépésztervező csapata, projektvezetése és a Drivecontrol tervezői csapata között többkörös egyeztetésre került sor 2019 szeptembere és 2020 januárja között.

Az egyeztetések folyamán értesültünk arról, hogy a színpadtechnika részére új EU-s szabvány készül. Ez a szabvány sokkal magasabb biztonsági szintet követel meg, az EU-tagállamokban sokkal szigorúbb feltételeket ír elő, mint a korábbi hatályos szabványok. A GÉPBÉR-Színpad Kft. vezetése úgy döntött, hogy pilot program keretében a szolnoki Szigligeti Színház felsőgépezete esetében már az új, de még életbe nem lépett szabványt alkalmazza.



Központi vezérlőpult

A szabvány szerinti használatimód-besorolás alapján a felsőgépezeti rendszernek ki kell elégítenie a SIL3 előírásait. Ez a szabvány MSZ EN 17200:2020 néven 2020. január 1-jén lépett hatályba Magyarországon. Azonban SIL3 komplett rendszer még nem valósult meg hazánkban, így semmilyen tapasztalattal nem rendelkezünk ezen a téren.

A Drivecontrolal történt egyeztetéseink folyamán tisztázódott, hogy már a gépésztervezés folyamán is figyelembe kell venni a SIL3 előírá-



Színpad 3D modell a vezérlőpulton

sait. A SIL3 rendszerek esetében már a beépített érzékelőknek (multiturn absolut encoder, erőmérő, kötélágankénti kötélmozulást-érzékelők stb.) is gyártói, SIL3 minősítéssel kell rendelkezniük.

Az EN 62061 és EN ISO 13849-1 alapján elvégzett kockázatértékelés alapján feltárt veszélyhelyzetek csökkentése érdekében a megszokottól eltérő mechanikai változtatásokat kellett végrehajtanunk, hogy teljesíteni tudjuk a SIL3 előírásait.

A Drivecontrol vezérlőszoftvere rendelkezik a TÜV által hitelesített SIL3 minősítéssel. A Drivecontrol rendszerének alapja a helyspecifikusan fejlesztett ITEMS vezérlőszoftver, a Beckhoff EtherCAT rendszere, a SIL3 előírásainak teljesítéséhez szükséges vezérlő- és szerverszkevények tervezése. Csak az erős- és gyengeáramú tervek 1639 oldalt tettek ki...



Központi szerver



Vezérlőszkevény

A díszlethúzó, a ponthúzó gépegységei, valamint a vezérlőszekrények a zsinórpadláson, a színpadtér feletti gépházakban kerültek elhelyezésre. A gépházak kialakításánál fontos szempont volt, hogy megfelelő hangszigeteléssel rendelkezzenek. A gépházakat akusztikai jóváhagyás után építettük ki. A taposórács irányába 20 cm vastagságú, hangszigetelt, járható felületű, könnyen tisztítható burkolatrendszer alkalmaztunk. Ez a burkolatrendszer rejti el a jelentős mennyiségű kábeltálcát, így a gépházban a gépegységeken kívül nem látható kábel.

A telepítés során nagy nehézséget okozott, hogy a zsinórpadlásra csak egy 80×120 cm méretű nyíláson lehetett mindent feljuttatni. Ezt a szűk méretet már a gépegységek tervezésénél is figyelembe kellett vennünk.

Az elektromos vezérlőszekrények tervezésénél az alacsony gépház kialakítására is ügyelnünk kellett. Emiatt csak 180 cm magas, 40 cm mély, kétajtós szekrényeket tudtunk elhelyezni, amelyeket egyedileg kellett legyártatnunk.

Az elektromos telepítésnél csak halogénmentes kábeleket használtunk, így az esetleges tűzben nem szabadulnak fel mérgező gázok. Az elektromos kötéseink száma meghaladta a 10 000-t. A hibás bekötések száma 10 alatti volt, amely kollégáink hozzáértését dicséri.

A rendszerhez öt, teljes értékű csatlakozási pontot építettünk ki. Két csatlakozási pont van a két gépházban. Ezek csak szervizelés, hibaelhárítás esetén használhatóak, előadásokat innen lebonyolítani a rálátás hiányában nem lehetséges.

A jobb oldali karzatszinten alakítottuk ki a főpult csatlakozási helyét. Innen irányítják előadás alatt a felsőgépezeti rendszert. A színpadszinten kialakított csatlakozási helyről irányítható a felsőgépezet és a központi vezérlésbe integrált 5 részes zenekariárok-süllyedő is. A zenekari árok szinten lévő csatlakozási helyről is irányíthatók az zenekari árok süllyedő elemei.

A rendszerhez 3 db mobil vezérlőpult tartozik. Mindhárom pult teljes értékű, bármely csatlakozási ponthoz csatlakoztatható. A főpult 24"-os, a két kisebb pult 12". Az egyik kisebb pult rendelkezik külön kulesos kapcsolóval, a szerviz üzemmód aktiválásához.

A kezelőszemélyzet minden tagja önálló, a színház által meghatározott jogosultsághoz rendelt, belépő PIN kóddal rendelkezik.

A rendszer minden parancsot, hibaüzenetet naplóz, így könnyen beazonosíthatóak az esetleges hibák, illetve kezelői tévedések. A rendszer távfelügyelettel rendelkezik. A log fájlok alapján el tudjuk dönteni, hogy az esetleges hiba hol jelentkezett a rendszerben. Amennyiben a hiba szoft-



Díszlethúzó gépház



Díszlethúzó gépegységek



Ponthúzó gépegységek

ver jellegű, akkor azt távolról tudjuk javítani. Ha a hibát hardver okozza, akkor fel tudunk készülni a megfelelő cserére, javításra. A SIL3 rendszerek magasfokú diagnosztikai képességekkel rendelkeznek.

Az általunk kiépített rendszer minden bekapcsolásnál, az összes hajtásegységnél az alábbi ellenőrzéseket hajtja végre:

- ▶ Rendszermegszakítók ellenőrzése
- ▶ Fékmegszakítók ellenőrzése
- ▶ Statikus féktest
- ▶ Fék 1 egyenirányító működése
- ▶ Fék 1 mikrokapcsoló működése
- ▶ Fék 2 egyenirányító működése
- ▶ Fék 2 mikrokapcsoló működése
- ▶ EMD Fék 1 visszacsatolás
- ▶ EMD Fék 2 visszacsatolás
- ▶ EMD kapcsolók visszacsatolás
- ▶ EMD statikus féktest visszacsatolás
- ▶ EMD frekvenciaváltó visszacsatolás
- ▶ Erőmérő túlterhelés
- ▶ Erőmérő teszt
- ▶ Erőmérő alulterhelés
- ▶ Encoder IRC
- ▶ Encoder ARC
- ▶ Végállaskapcsoló alsó végállás
- ▶ Végállaskapcsoló alsó vészvégállás
- ▶ Végállaskapcsoló felső végállás

- ▶ Végállaskapcsoló felső vészvégállás
- ▶ Helyi vészstop kapcsolók
- ▶ Frekvenciaváltó
- ▶ Egyéb kikapcsolók
- ▶ EtherCat rendszer
- ▶ Kötélkeresztződés
- ▶ Kötéllazulás

Amennyiben a diagnosztika lefuttatása nem jelez hibát, akkor a rendszer működtethető állapotba kerül.

A felsőgépezet beüzemelése és a személyzet oktatása után került sor a minősítő eljárásra. A rendszer minősítését a Gépteszt Kft. végezte; ez a cég már a gyártás, telepítés során is figyelemmel követte a projektet. A minősítési eljárás folyamán átadtuk a szokásos dokumentáción túl a beépített érzékelők SIL3 minősítését, a vezérlőrendszer SIL3 minősítését, a kockázatértékelés alapján végrehajtott módosításokról szóló nyilatkozatokat.

A helyszíni szemle és az átadott dokumentumok alapján a Gépteszt Kft. a felsőgéprendszerünket SIL3 minősítéssel látta el.

A sikeres minősítő eljárás után a két vállalat együttműködési szerződést kötött, melynek keretében a Drivecontrol magyarországi képviselőt a GÉPBÉR-Színpad Kft. látja el.

**Major Attila**



Koncert- és színháztechnikától ...



EVENTIONS PRODUCTS BV

... a kinetikus installációkig.

## Segítünk kibontakoztatni a kreativitást: PC-alapú vezérléstechnika a Beckhofftól

[www.beckhoff.hu/stage](http://www.beckhoff.hu/stage)

A Beckhoff által kínált PC-alapú automatizálás univerzális, széles határok között skálázható megoldásokat kínál a színpad-, színház- vagy koncerttechnika, a filmstúdiókban, élményparkokban vagy 4D/5D-mozikban alkalmazott speciális effektusok, illetve épületautomatizálási rendszerek számára. A Beckhoff sokrétű termékpala-tja a legkülönbözőbb feladatok ellátására alkalmas, segítségével az alkotók kreatív elképzeléseit könnyedén valóra lehet váltani. Az audió- és hangtechnikához vagy multimédia alkalmazásokhoz használt interfészek, valamint a rendszerbe épített DMX, Art-Net™, sACN, PosiStageNet és SMPTE Timecode protokollok, illetve egyéb hangtechnikai műveletek támogatásával minden kreatív színpadi ötletet megvalósító integrált vezérlőrendszer hozható létre.



New Automation Technology **BECKHOFF**

# Korlátok nélküli hang- és képátvitel TwinCAT TCP/IP hálózaton keresztül

**Bécsi Állami Operaház: a minőség és a kreativitás fokozása csúcstechnikát képviselő hang- és képtechnikai fejlesztéssel**

A Bécsi Állami Operaház világszerte az egyik leghíresebb operaház. A szezononként mintegy 300 előadás palettáján több mint 60 különböző opera és balett szerepel. Ez a feszített ütemterv óriási kihívást jelent a több műszakban dolgozó alkalmazottak és a színpadtechnika számára egyaránt – utóbbinak fennakadásmentesen kell működnie. A látogatók lehető legjobb zenei élményének biztosítása érdekében a hangrendszert a legmodernebb hangtechnikával és egy teljesen felújított hangvezérlő rendszerrel korszerűsítették. A rendszert az élvonalbeli hang- és képrendszerek tervezésére és kiépítésére szakosodott bécsi Salzgeber GmbH vállalat keltette életre, szorosan együttműködve a Beckhoff osztrák leányvállalatával.



Fotó: © BECKHOFF

1869. május 25-én Ferenc József császár és Erzsébet császárné (Sissi) jelenlétében Mozart Don Giovanni című művének előadásával ünnepélyesen megnyitották a Bécsi Állami Operaházat. A második világháborúban elszenvedett súlyos károkat követően az épületet 1955. november 5-én nyitották meg újra Beethoven Fidelio című operájának előadásával

A rendszernek rendkívül sokféle hangtechnikai igénynek kellett megfelelnie: a tökéletes akusztika mellett követelmény volt az optimalizált diagnosztikai lehetőségek és energiamérés biztosítása, továbbá a rendszer – különösen az erősítők – állapotának grafikus megjelenítése. „A Bécsi Állami Operaházban több mint 20 éve folyamatosan használt hangrendszer már nem tudott lépést tartani a korszerű hangosítási követelményekkel. Nekünk tipikus hangjeleket kell kezelniük, mint például az operavokálok, akusztikus hangszerek, kórus, orgona és a kísérezene hangja” – fejtette

ki Athanasios Rovakis, a Bécsi Állami Operaház hang- és videórendszereiért felelős szakembere.

A hangszórók kiválasztását elsősorban a művészi követelmények határozták meg, a produkciótól függően például az énekes és hangszeres szólások, vagy a kórus szerves beágyazása. A hangszóróknak bizonyos irány- és távolságérzetet, illetve egy adott hangfekvést is kell kelteniük. „A mai rendszerek, amelyeknek térbeli lefedettsége mellelvezhető, egészen másképp használhatók és hangolhatók, mint az akár csak néhány évvel ezelőttek. Ez különösen fontos olyan helyzetekben, ahol

sok teremakusztikai feladat van, mint például ebben az operaházban” – magyarázta Athanasios Rovakis. „Egyedi építészeti kialakítása miatt a Bécsi Állami Operaház nagyon élénk hangzású, így néha nagy távolságokat és különféle hangirányokat kell figyelembe vennünk. Egy zenekari páholyban más a hangélmény, mint például a galérián. Összességében a hangok jobban hallhatók a földszinti állóhelyek hátsó részeiben, míg a felsőbb szinteken kiegyensúlyozottabb a lefedettség. A nézőtér közel 2700 látogatót tud befogadni, akiknek többsége a felső két szinten ül, így természetesen ezt is figyelembe kell vennünk a hangosítás beállításánál” – részletezte a vezető hangmérnök.

A teljes hangrendszer átépítése több éves gondos tervezés után, 2020 novemberében fejeződött be. A szórakoztatóipari megoldások tervezésében és kivitelezésében sokéves tapasztalattal rendelkező Salzgeber GmbH vezető projektmérnöke, Tino Pfeifer kezdettől fogva részt vett a munkában. Ő tervezte meg és fejlesztette ki a felügyelt tápellátást, az erősítők távfelügyeletét, valamint az erősítők és a kiegészítő jelek összekapcsolását.

„Egy L-Acoustics hangszóró rendszerre esett a választásom – konkrétan az ARCS W/F sorozatra, amely különösen jó akusztikai élményt biztosít ebben a térben. Ezt követően minden további integrációs lépésnek ezen a kiválasztott rendszeren kellett alapulnia, vagy azzal kompatibilisnek kellett lennie” – magyarázta Athanasios Rovakis. A hangmester a hangesatornák és a teljesítményerősítők összegyűjtött és elemzett adatain alapuló diagnosztikai lehetőséget akart megvalósítani. „Ezt a funkciót korábban rendkívül időigényes volt analóg módon megvalósítani, ugyanakkor mindenképpen korszerűsíteni szerettük volna” – fejtette ki Rovakis. „Az itt kezelendő sokféle hangcsa-





A nézőtér első szintjének középső páholyát a mai napig Kaiserloge-nak, azaz császári páholyoknak hívják, mivel a császár és az udvar számára volt fenntartva. A császár a páholya mögötti, eredeti állapotában megmaradt teaszalona is visszavonulhatott. A hangvezérlő helyiség a páholy feletti ablakok mögött található



Fotó: © Beckhoff

Csoportkép a Bécsi Állami Operaház nagy lépcsőházában, amely szintén eredeti állapotában maradt fenn (balról jobbra): Bezeeczy Balázs, a Beckhoff osztrák leányvállalatának értékesítési mérnöke; David Salzgeber, a Salzgeber vállalat ügyvezető igazgatója; Tino Pfeifer, a Salzgeber vezető projektmérnöke; Athanasios Rovakis, a Bécsi Állami Operaház vezető hangmérnöke; Michel Matuschke, a Beckhoff szórakoztatóiparért felelős menedzsere

torna miatt át kell látnunk, hogy egy jel valóban oda jut-e el, ahová szántuk. Távvezérlési lehetőségeink is vannak – például tudunk némitani fizikai nyomógombokkal, amelyek a hangkeverő pult automatizálásába is be vannak építve.” További követelmény volt a hangeszközök energiaviszonyainak figyelése és hibadiagnosztikája, valamint a hangrendszer állapotainak, beállításainak grafikus ábrázolása is.

Következő lépésként olyan megoldást kellett találnunk, amely összekapcsolja ezeket a funkciókat a kiválasztott hangrendszerrel. Itt került képbe a vezérlőberendezések szállítójaként a Beckhoff. Mivel az L-Acoustics hangberendezései SNMP (Simple Network Management Protocol V1.0) felületen keresztül kommunikálnak a vezérlőrendszerrel, Christian Henke, a Beckhoff osztrák leányvállalatának munkatársa a Salzgeber vállalattal szoros együttműködésben kifejlesztett egy kommunikációs funkcióblokkot a TwinCAT 3.1 szoftverhez való illesztéshez. „A TCP/IP szerverünk (TF6310) korlátlan számú eszközt és funkciót képes vezérelni. Erre egyetlen versenytársunk sem képes, reakcióidőink pedig még gyorsabbak is a megköveteltnél” – fűzte hozzá Michel Matuschke, a Beckhoff szórakoztatóiparért felelős iparági menedzsere.

### A hangrendszer energiafelügyelete

Az 1950-es évek óta a Bécsi Állami Operaház hangtechnikáját többször bővítették, illetve egyes esetekben le is cserélték. „Ennek során az újabb rétegek ráépültek a régebbiekre, ami meglehetősen kusza kábel- és berendezés-elrendezésekhez vezetett a hangvezérlő teremben” – magyarázta Athanasios Rovakis. „Tino Pfeifer, a Salzgeber



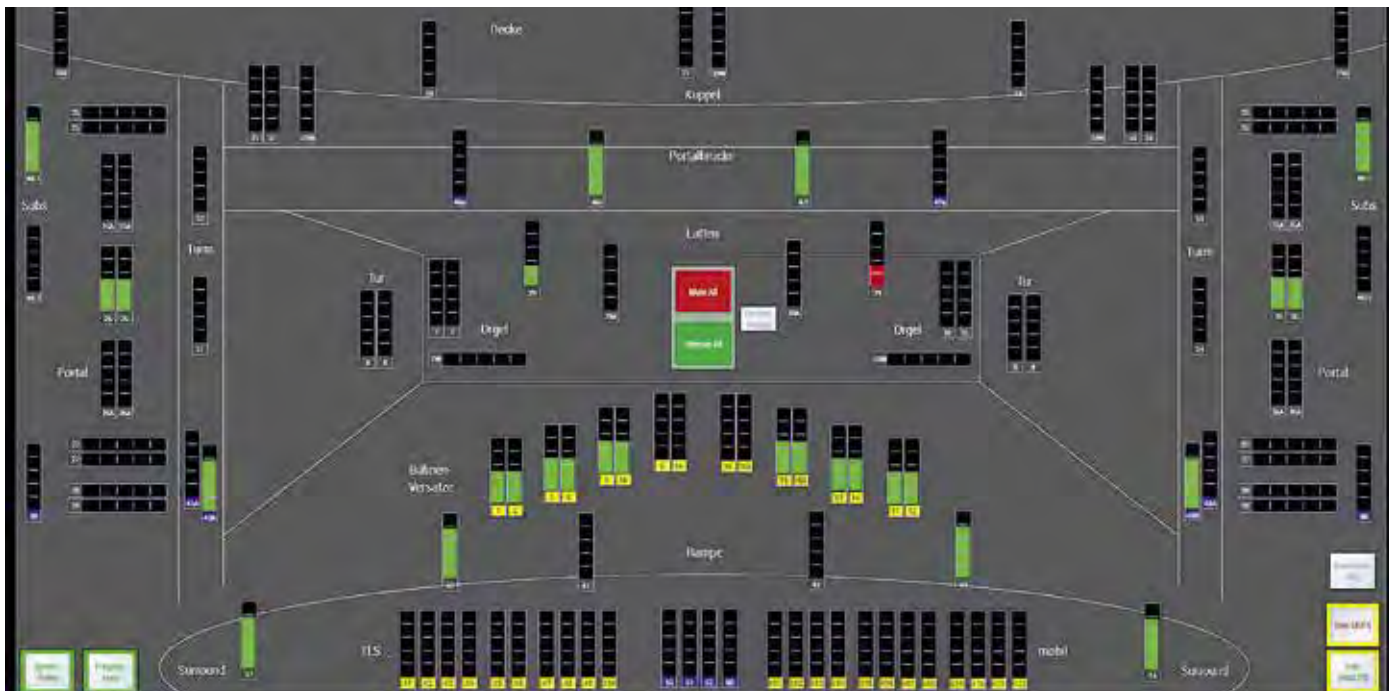
Athanasios Rovakis vezető hangmérnök a hangvezérlő teremben. Ő és hét fős csapata végez mindent, ami a hangtechnikával, a színpadi mozgó- és állókép-vetítéssel, valamint a Bécsi Állami Operaház adatfolyam-átvitellel közvetített élő („Live at Home”) műsorának kezelésével kapcsolatos

munkatársa segítségével a hangvezérlő termet magas fokú modularitás biztosítására törekedve teljesen újraterveztük, úgyhogy a következő 25 évben remélhetőleg már nem kell alapvető változtatásokat végrehajtanunk rajta” – tette hozzá.

A vezérlőteremben, ahonnan az összes hang- és képberendezést kezelik, már csak háromféle kábel van: egy-egy a be- és kimeneti áramkörök, valamint egy a hálózat számára. „Az energiaelosztást a Beckhoff Q6015 típusú ultrakompakt ipari PC-je végzi, amely EK1100 típusú EtherCAT esatolóval és a hozzá illeszkedő buszcsatlakozókkal van ellátva. Ezzel a megoldással igény szerint be- és kikapcsolható a tápellátás, továbbá diagnosztika

is végezhető a védőmegszakítókön” – magyarázta Tino Pfeifer.

Fixen kábeleztet eszközök helyett a Salzgeber tizennyolc darab 19 col széles vezérlőszekrénybe építhető egységből álló rugalmas rendszert tervezett. Az egyes vezérlőszekrényeken keresztül minden egyes fogyasztó és aljzat csoportokhoz rendelhető, kapcsolható, és energiaállapotuk kiolvasható. A cél az volt, hogy az egymással összefüggő funkcionális egységeket rugalmasan és helyüktől függetlenül lehessen kapcsolni. A moduláris buszkialakítás még azt is lehetővé teszi, hogy teljes vezérlőszekrényeket leválassunk és szervizelés céljából kivigyük a helyiségből. „Mivel rengeteg előadással és próbával kell foglalkoznunk,



A hangberendezések állapotának megjelenítése. A kezelőfelület egyetlen lapján közel 1000 PLC-változó jelenik meg, és ezek értéke 50 ms-onként frissül



Fotó: © HELENE FURTHNER KREATIV FOTOGRAFIE

Christian Henke, a Beckhoff osztrák leányvállalatának munkatársa a Salzgeber vállalattal szoros együttműködésben kifejlesztett egy kommunikációs funkcióblokkot a TwinCAT 3.1 szoftverhez való illesztéshez, hogy az L-Acoustics hangberendezései kommunikálhassanak a vezérlőrendszerrel

amelyek mind-mind más műszaki követelményeket támasztanak, ez az elrendezés jelentősen segít megőrizni az áttekinthetőséget” – nyilatkozta Athanasios Rovakis. „Minden kritikus alkatrészről van tartalékunk arra az esetre, ha valami elromlana. Elemezzük a hálózati tápellátás mindhárom fázisát, amelyek saját maradékáram-érzékelővel vagy megszakítóval vannak ellátva. Az eszközöket dinamikusan tudjuk kapcsolni hat

távrolról vezérelt és felügyelt aljzatsoporton keresztül.”

Az összes vezérlőszekrény azonos felépítésű, és a következőket tartalmazza: egy BK9100 típusú Ethernet buszcsatlakozót, amelyhez két KL3403 típusú, háromfázisú teljesítménymérő terminál tartozik, hat áramváltót, két KM2614 típusú négyesáttörésű reléterminált 16 A-es megszakító érintkezőkkel, és egy KL1809 típusú buszterminált az áramvédő-kapcsolók figyeléséhez. „Összesen több mint 100 kapcsolóeset áll rendelkezésre, számos különféle felügyeleti lehetőséggel” – magyarázta Tino Pfeifer. A teljesítménymérő terminál pontosan mutatja az egyes terhelések állapotát. Az egyes kimenő áramkörök áramfelvételét burkológörbe-elemzéssel figyeljük, és az így nyert adatokat referenciaként tároljuk. A vezérlőszekrények két központi billentyűzetről, valamint PC-ről is kezelhetők. „Az összes funkciót a földszinten lévő előadóteremből is működtethetjük, ehhez mindössze hálózati kapcsolatra van szükségünk” – részletezte Athanasios Rovakis.

### Az összes teljesítményerősítő állapotának megjelenítése grafikus ábrázolással

A grafikus ábrázolást végző szoftver a TwinCAT HMI szerverprogramon (TF2000) alapul, amely egy C6515 típusú, vezérlőszekrénybe épített ipari PC-n fut. Az összes hangberendezés állapotát megjelenítő kezelőfelület egyetlen oldalon körülbelül 1000 PLC-változót tüntet fel, amelyek 50 ms-onként frissülnek. A kezelőfelület különféle ablakai az energiaelosztási viszonyokat, az állapotfigyelési

paramétereket és a hangjeleket jelenítik meg. „A grafikus ábrázolás, illetve az áttekinthetőség fejlesztése volt az egyik legfontosabb szempontunk, és ez volt az egyik fő oka, amiért a Beckhoff vállalattal való együttműködés mellett döntöttünk” – jelentette ki Athanasios Rovakis. „Most már követni tudjuk a monitoron, hol mi történik. Ha egy hangjel lejátszásakor messze vannak a hangszórók, akkor diffúz zajt kapunk, amelynek eredetét a keverőpultnál dolgozva nem lehet pontosan meghatározni. Ez esetben javukra válik, hogy a kezelőfelületen a hangszórók kivezérlésmérői háromdimenziós elrendezésben jelennek meg.” A hangkimenetek egyenként vagy együttesen is némíthatók a vezérlőteremben található fizikai gombokkal, a hangkonzolokon és a kezelőfelületen. Az erősítők pillanatnyi üzemiállapota is ki van emelve a vezérlőteremben. A LED-csíkok kellemes közvetett fényt hoznak létre. A némított hangszórókat kék szín jelzi. A teljesen automatizált vezérlőteremben a vörös fény és a tompított környezeti világítás azt jelzi, hogy „adásban” vagyunk, és fokozza a kezelők összpontosítását.

„A Beckhoff vezérlőrendszere melletti döntésünk egyik fő oka a rendszer nyitottsága és az alkatrészek hosszú távú rendelkezésre állása volt. A buszterminálokkal minden funkciót le tudunk fedni, sőt, hozzáadott értéket is teremtettünk olyan funkciók megvalósításával, amelyekre korábban nem is gondoltunk” – fejtette ki Athanasios Rovakis.

További információk:

[www.it-revolutions.com/en](http://www.it-revolutions.com/en)  
[www.wiener-staatsoper.at/en](http://www.wiener-staatsoper.at/en)  
[www.beckhoff.com/entertainment-industry](http://www.beckhoff.com/entertainment-industry)