

Az Operaház új színpadgépezete

1. rész. Minden idők legnagyobb hazai színpadtechnikai munkája 2017–2022

A Magyar Állami Operaház által kezdeményezett felújítás meghatározó elemei a színpad és az előadások kiszolgálását végző színpadgépezet és vezérlés, a színpaddíszlet beszállítását végző gépek, valamint a színpadi tűzszakaszokat biztosító berendezések korszerűsítése, a hatályos színpad- és biztonságtechnikai szabványok érvényesítése voltak.

A korszerűsítést megelőző időszakban a színpadtechnikai berendezések már alig voltak képesek kiszolgálni az Operaház repertoárját, és ezek az 1984-ben telepített, elhasználódott berendezések – műszaki paramétereiket tekintve – már nem tettek eleget a 21. század elvárásainak, az érvényes biztonsági szabványoknak sem feleltek meg. Az új rendszer felé elvárás volt a sebességek és a terhelhetőség növelése, a zajszint csökkentése, a scenikai lehetőségek bővítése, természetesen az üzembiztos működés elérése mellett.

A szükségessé vált teljes rekonstrukció megvalósítása két, egymással párhuzamosan dolgozó szakterület – az építőipar és a színpadgépezet – együttműködésére alapult (utólag beigazolódott, hogy ez a feladatmegbontás jó megrendelői döntés volt, a több évig tartó munka kitűnő szakmai együttműködés és csak az ilyen felállásból adódó, nem meghatározó jelentőségű konfliktusok mellett zajlott le).

2016 októberében jelent meg az Európai Unió hivatalos lapjában a Magyar Állami Operaház ajánlatkérő részvételi felhívása az Operaház felújításának színpadtechnológiai tervezési, gyártási, bontási és kivitelezési feladatai elvégzésére. A felhívásra jelentkezett négy hazai és külföldi vállalkozói csoport közül – a hiánypótlásokat követően – végül a bírálók három konzorciumot minősítettek ajánlatadásra alkalmasnak.

2017. január végén került sor a kétszakaszos, tárgyalásos közbeszerzési eljárás ajánlattételi szakaszának megindítására. A március 24. és május 9. között lefolytatott tárgyalássorozat eredményeképpen véglegesítve lettek a felek közötti szerződéses feltételek és a megvalósítandó műszaki tartalom.

A pályázók kötelező érvényű, módosított ajánlatainak benyújtási határideje 2017. június 8. volt. Mindhárom konzorcium érvényes ajánlatot tett.

Az összességében legkedvezőbb és egyben a legalacsonyabb összegű vállalás a Bosh Rexroth Kft., a Színpad- és Emelőgéptechnika Kft. és a Hidromatic Kft. alkotta Szin-Tek konzorcium részéről érkezett. A megrendelői első döntés megjárta a Közbeszerzési Döntőbizottságot, míg végül 2017. december 6-án aláírásra került a színpadgépezeti tervezési, gyártási, bontási és kivitelezési feladatok elvégzésére vonatkozó vállalkozási szerződés, nettó 6 366 700 Ft + 5% tartalékkeret értékben.

A tervezési munkát azonnal meg kellett kezdeni, mivel szerződéses kötelezettség volt a bírálati dokumentáció elkészítése a felsőgépezetre 60, míg az alsógépezetre 90 napon belül. A tervek készítésével és jóváhagyásával egyidejűleg megkezdődött a munkaterület átvétele, az előrendelések elküldése és a tárgyalássorozat az alvállalkozói szakcégekkel, mivel a befejezés ekkor még 2019 első felévére volt tervezve.

A munkálatok párhuzamosan folytak az építészeti rekonstrukcióval, de annak műszaki-tartalmi változtatásai, bonyolultságai miatt azok nem az eredeti ütemterv szerint haladtak, ezért több alkalommal kellett módosítani a kivitelezés határidejét. Váratlan események történtek a mi munkaterületünkön is. Ilyen volt pl. a vasfüggönyök esete, ugyanis a felújításuk során derült ki, hogy a tűzgátló lapjaik azbesztből készültek, ezért csak speciális szakéggel lehetett azokat elbontani, majd veszélyeshulladék-tárolóba elszállíttatni.

Az Operaház felújításának újabb mérföldköveként 2020 elejére készítette el a generáltervező ZDA-Zoboki Építésziroda azt a rekonstrukciós és korszerűsítési programtervet (egymás között így neveztük: az „Vbl-tervet”), amely további színpadgépezeti feladatokat is tartalmazott, alapvetően a nézőtér és a színpadtér kapcsolódásának sávjában. Ennek megvalósításaként ki lett bővítve a függönykamra, többek között új bádofüggöny, előszínpadi csoport-húzó, VIP-bejárat készült, illetve rögzítve lett a díszített előfüggöny kivitele.

Ezt a hatalmas, több tucat hazai és külföldi szakember nagy volumenű és feszített ütemű munkáját kíséreljük meg most bemutatni, tervezői-kivitelezői szemmel.

Az előző színpadgépezet bontása

Az első és rögtön az egyik legnagyobb kihívás az 1984-ben beépített alsó- és felsőgépezet teljes elbontása volt. Az új berendezések elhelyezhetősége és a funkcióbővítés miatt az alsógépezet jelentős építészeti bontással is járt. A nehézségek elsősorban egyrészt az acélszerkezetek és a fapadlózás mennyiségéből, az épület és a berendezések méreteiből, elhelyezkedéséből, másrészt a munkavégzés baleset- és tűzveszélyességéből adódtak, hiszen egész Európában csupán két régi operaház nem égett le fennállása óta, az egyik a budapesti volt.

Már 2018. január 4-én megkezdődtek a helyszíni munkálatok: az épület megmaradó részeinek védelme, a színpad elzárása a nézőtértől, a munkaterületek kizárása az elektromos és épületgépezeti rendszerekből. A munkavégzéshez elengedhetetlen volt a minden részletre kiterjedő bontási terv összeállítása. Ennek részeként minden szikrával, lánggal járó munkafolyamatról a helyi vezetőséget, a karbantartókat és a tűzoltóságot előzetesen tájékoztattuk. Az elektromos vágógépek szikráit fémlemezrel fogtuk fel, a lángvágással érintett területekre további vaslemezeket fektettünk és minden nap – munkavégzés után – a megfelelően kioktatott kollégákból tűzorséget állítottunk fel.

A zenekari árok fapadlózatának és az alsógépezet orsós rendszerű egységének elbontása volt az első lépés, majd következett az acélszerkezetek eltávolítása. Az alsóbb emelőszinteket az árokban bontottuk szét és mobil elektromos emelővel mozgattuk a színpadszintre.



Régi süllyedők acélszerkezetének darabolása

A zenekari árok után kicsit nyugodtabban lehetett dolgozni, mert leengedhetővé vált a színpadot a nézőtérrel elválasztó tűzgátló vasfüggöny. A főszínpadi süllyedőuteákat, a nézőtér felől indulva, soronként bontottunk a zenekari ároknál már kitapasztalt módszerrel. Az utcák bontásával egyidejűleg építettük a színpad szélére a védőkorlátokat. Ehhez a munkafázishoz tartozott még a hátsószínpad 12 m átmérőjű forgószínpad részének elbontása.

A munka nagyságára jellemző, hogy csupán az elbontott alsógépészeti berendezések acélszerkezetei több mint 310 tonnát tettek ki, emellett mintegy 100 m³ padlóanyagot is el kellett távolítani.

A kiépítésre kerülő új alsógépészet szükségessé tette az alsószínpadi süllyesztékben (a -3 pincszinten) lévő, mintegy 150 m² alapterületű elektromos kapcsolótér elbontását, ami teljes egészében vasbeton szerkezetű volt.

Az alsó- és felsógépészet egyidejű bontása érdekében, védőtetőként a teljes zsinórpadlás alá ~500 m² felületű, OSB borítású függesztett terítéses állványt telepítettünk.

A felsógépészet bontását a gépek zsinórpadlásról történő leszállításához szükséges technológiai nyílások kialakítása, szakszerű körbekerítése, láncos emelőgépek és azok pályáinak kialakítása előzte meg. Elbontásra került a zsinórpadlás két szintjén a gépekkel együtt 4 gépház, a helyükön új akusztikus, szendviicszerkezetű dobozokat alakítottunk ki. A ki- és beszállításokhoz üzemben kellett tartani a hátsószínpadi díszletszállító emelőt, illetve a két, 9 m belmagasságú teherszállító technológiai emelőt, melyeket felújítva, az építkezés teljes időtartama alatt üzemeltetni kellett az utcaszint és a színpad szintje között.

A lebontott felsógépészeti berendezések mintegy 90 tonna súlyt tettek ki, a gépalapok és egyéb szerelvények további 20 tonnát, ezenkívül még több mint 40 km sodronykötél került elbontásra. A lebontott hulladék szortírozva – veszélyes, fém- és építési hulladék – került elszállításra.

2019-ben a hátsószínpadon folytatódott a bontási munkák – újabb kihívásokkal. A fa padlózat alatt vasbeton szerkezet volt trapézlemezre fektetve. A földemet 900 mm magas acél főtartók tartották a főfalakba ültetve. Ezek a főszínpadi főtartóknak közel kétszeresei voltak.

A jól átgondolt, felügyelt kivitelezésnek és a munkában részt vevő Építő Bázis 2000 és Conestoga vállalkozások szakemberei hozzáértő munkájának, valamint a munkavégzést végig ellenőrző Dobó Csaba munkavédelmi koordinátornak köszönhetően, a színpadgépészeti bontási munkák ideje alatt nem történt tüzeset.

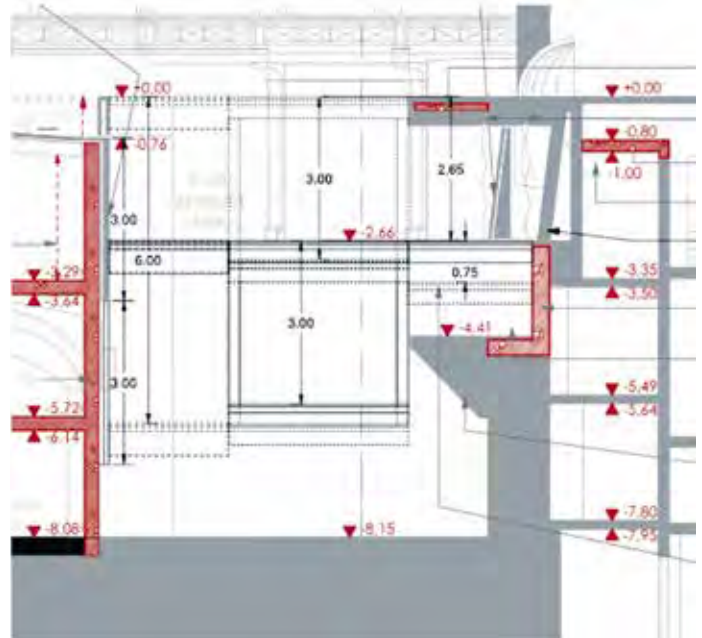
Alsógépészet

1. Zenekariárok-süllyedők

A zenekari árok területe három fő egységből áll: a nézőtér felőli egyszintes zenekari süllyedő (Z1), a színpad előtti kétszintes zenekari süllyedő (Z2) és a kiegyenlítő pódium (Z3). Mindegyik berendezés külön hajtással van felszerelve, hogy a mindenkori elvárásoknak legmegfelelőbb szintbeli zenekariárok-elrendezést lehessen kialakítani. A Z1 zenekari pódium ezenkívül a -5,72 m-es szinten található hangszerraktár kiszolgálását is végzi.

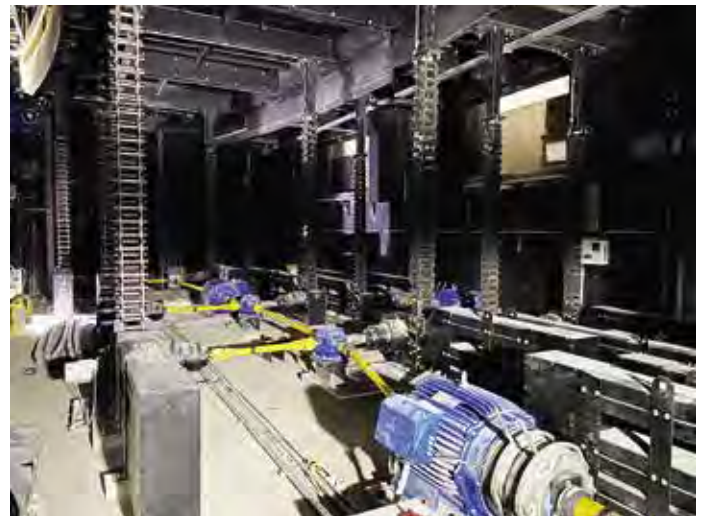
A zenekari árok kontúrja a rekonstrukció során átépítésre került, a kiviteli terveket a végleges környezeti kialakításnak megfelelően módosítani kellett. Gépészeti szempontból alapvetően a kétszintes süllyedő méretnövelése volt a meghatározó.

A zenekari pódiumok többrészes acél vázszerkezetből állnak, amelyek megvezetésekkel rendelkeznek Z1-nél a nézőtér felőli árokfalon, Z2-nél az árok mindkét oldalsó fala mellett elhelyezett vezetőtornyokon. Mindkét pódiumot 8-8 db SERAPID tolólánc hajtja, kizárólag függőleges irányban mozognak. A pódiumok bármilyen helyzetben leállíthatók, rögzíthetők és dupla fékes – a Z2 esetén két mechanikusan összekapcsolt – villanymotor használatával.



A zenekari árok metszeti rajza

A hajtásegységek tartalmaznak egy-egy inkrementális jeladót és STROMAG végálláskapcsolót, integrált abszolút jeladóval a menetparaméterek rögzítése és korlátozása céljából. Nyírás és zúzódás elleni védelem céljából a pódiumok körben élvédőkkel rendelkeznek, amelyek veszély esetén megállítják a pódiumot.



A zenekari árok süllyedőinek tolóláncos mozgatószerkezete

A pódiumok maximális emelési sebessége 0,2 m/s, fokozatmentesen változtatható. A Z1 esetén az emelés 5720 mm és a felső végállás egy szintben van a színpad ±0.00 szintjével. A Z2-t kétszintes szerkezetként kellett kialakítani, ahol az alsó platform 3000 mm távolságban fixen van csatlakoztatva a felső platformhoz. Az emelés 2720 mm, a felső végállás a felső platformot ugyancsak a színpad szintjével egy szintben zárja.

A színpadszintre emelt zenekari árok süllyedőinek két oldala és az épület falai között mindkét oldalon kb. 1,2 m széles szabad sáv található. Az egységesen fedett előszínpad kialakíthatósága érdekében ezeket a nyílásokat a fix előszínpad és a mellvéd közé beemelhető két-két gerendával és az azokra teríthető mobil színpadpadlóval lezárhatóvá tettük. Az így kialakuló hidak lehetőséget adnak lesüllyesztett Z1, Z2 pódium esetén is a nézőtér és az előszínpad közötti közlekedés megvalósítására.

A zenekari süllyedőpódiumoknak személyszállításra alkalmasnak kellett lenniük. A pódiumok platformjai a szélükön körbefutó, betüzhető védőkorlátot kaptak.

Mindkét süllyedőre színpadi hang- és világítási csapdákat helyeztünk el, a Z1-re 20 db-ot, míg a Z2 mindkét szintjére 10-10 db-ot.

További műszaki paraméterek:

	Z1 süllyedő	Z2 süllyedő
mozgó felület	29 m ²	2×50 m ²
önsúly	~8.000 kg	~26 000 kg
motorteljesítmény	37 kW/6-pólus	2 db 55 kW/6-pólus
emelőmű	8 db LinkLift 80	8 db LinkLift 100
statikus teherbírás	5 kN/m ²	5 kN/m ² (max. 200 kN)
dinamikus terhelhetőség	2 kN/m ² (max. 55 kN)	2 kN/m ² (max. 80 kN)

A Z3 berendezés a zenekari árok hátsó fala mellett helyezkedik el. Feladata a különböző mélységű zenekari árok lehetőségének biztosítása. A berendezés fő elemei a két tartóoszlop és az azokra támaszkodó járóraés, melyet a zaj csökkentése érdekében rugalmas elemekkel kapcsolunk az emelőgerendákhoz.

A vezetőoszlopok tartalmazzák a hajtásegységet, ami görgőláncokon keresztül mozgatja az emelőgerendákat. Az emelőgerendát a vezetőoszlopon elhelyezett excenteres vezetőgörgők vezetik. Segítségével elvégezhető az emelőgerenda pontos beállítása.

Az emelőgerendán, az alsó láncbekötésnél vannak beépítve a mérőcellák, melyekkel a folyamatos terhelésmérést végezzük. A bekötőcsap alsó végén található csapágyanyák biztonsági ütközőként szolgálnak, normál esetben nem érnek hozzá az alsó támaszlemezhez. A függesztőláncok együtt hordása itt, a mérőcellák támasztócsavarjaival állítható be.

A felső láncbekötésnél beépített poliuretán rugók segítségével van lehetőség a láncok feszességének beállítására. Az önálló egységet képező hajtás ugyancsak rugalmas elemekkel kapcsolódik a vezetőoszlophoz.

A hajtásegység tartalmazza a fékes villanymotort, a kúpkerekes hajtómű és a motor közé épített második féket, a hajtó lánckerekeket, a láncterelő görgőket, a hajtómű tengelyére fogasszj-hajtással kapcsolt végállaskapcsolót és a lánc átugrását megakadályozó elemeket. A végállaskapcsolóba beépítve található az abszolút útdadó is.

Műszaki paraméterek:

mozgó felület	11,84×2,82 m (~30 m ²)
mozgási sebesség	0,15 m/s
mozgástartomány (löklet)	1000 mm
statikus teherbírás	5 kN/m ² (max. 100 kN)
statikus teherbírás	5 kN/m ²
dinamikus terhelhetőség	2 kN/m ² (max. 40 kN)

2. Főszínpadi süllyedők

A főszínpad új süllyedőrendszerének kialakításánál alapelvárás volt, hogy a színpad felületének tagoltsága megegyezzen a korábbi pódiumokéval, mivel az évtizedek során elkészített díszletek ezeknek a méreteknak a figyelembevételével lettek kialakítva.

Jelentős fejlesztési igényként merült fel az alsószínpad jobb használhatósága, a nagyobb méretű díszletek mozgatására, tárolására alkalmassá tétele, a nyugalomban maradó felső szint mellett az alsószínpaddal történő díszlet-elem-mozgathatóság és a Lázár utcai falak áttörésével új beszállási útvonal kialakítása.

Az új süllyedőrendszernek – a kornak megfelelő technikai színvonal mellett – nagyságrenddel gyorsabbnak és a korábbinál halkabbnak kell lennie.

A főszínpadi süllyedőrendszer felépítése

Az elvárások kielégítésére hat 12×3 m-es, függőlegesen mozgatható, hordozókeretre épített kétszintes utca, valamint azok mellett – a második utcától kezdődően – 2×5 db 3×3 m-es, kétszintes oldalpódium lett kialakítva. Az első utca előtt – a forgószínpad vasfüggöny előtti közvetlen besüllyeszthetősége miatt – még egy 12×1,5 m méretű, a színpadi koesi magasságának megfelelően kb. 0,4 m függőleges mozgathatósággal ellátott kiegyenlítő pódium került telepítésre.



A főszínpadi süllyedőrendszer

Az egyes süllyedőutcák felépítése az ábrákon látható.

Az utcák 12×3 m-es színpad-

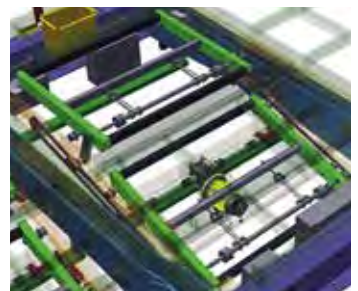


Süllyedőutca burkolattal és burkolat nélkül



színttel és kb. 10,4×3 m-es alsószínpadszinttel rendelkeznek, melyeket egy hordozókeret fog össze. A keret négy sarkában található négy oszlop, ezekből teleszkópszerűen 1,5 m hosszan kitolható a színpadszint, ami kívánság esetén előre is dönthető, 10%-os lejtéssel.

A színpadszint tartalmaz négy 1,2×1 m-es és közepén egy 2,4×1 m-es, külön-külön nyitható csapdafedelelet. A csapdafedelelek nyitásuk során besiklanak a színpad nézőtér felőli padlózata alá. Az alsószínpad a hordozókeret oszlopaiban található megvezetések mentén függőlegesen 3,14 m lökettel mozgatható. A mozgástartományok kialakításakor figyelembe kellett venni az épület adottságait, az elvárást, hogy a színpadszint lesüllyeszthető legyen az alsószínpad –3,14 m-es szintjére (de a hordozókeret még így is elférjen a –11,20 m-en található alsó betonfödém felett), valamint kiemelt helyzetben használható legyen a –3,14 m és 0,00 m között mozgatható alsószínpadi pódium belmagassága.



A fedlap acélszerkezete két végpozícióban

Ezek az elvárások tették szükségessé – az alsószínpad mozgatásán felül – a színpadszint teleszkópokkal történő mozgathatóságát. Az alsószínpad felületéből ki kellett hagyni az oszlopokat és az azokat merevítő acélszerkezetek helyét. Az alsószínpadok irányába történő kijárhatóságok érdekében a merevítők felett található két kis pódium, melyeket az alsószínpad a felső véghelyzete felé emelkedve magára vesz.

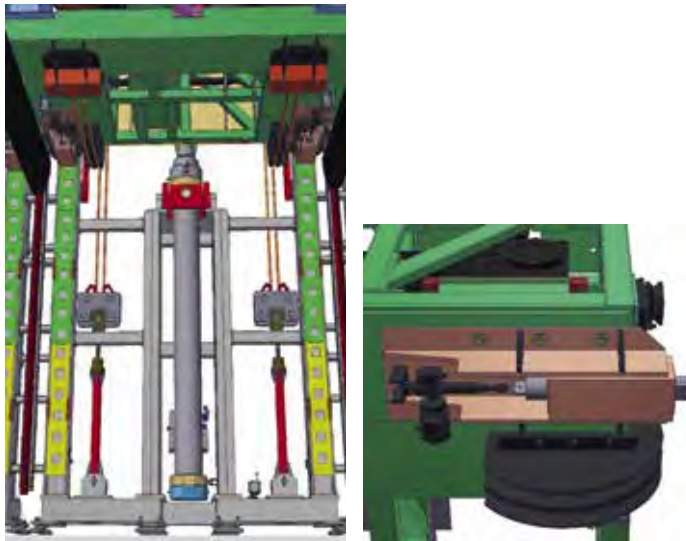
▶ Mindkét színpadszinten öt-öt villamos csatlakozódoboz található, valamint a színpadszint része a forgószínpadi kocsi megvezetését szolgáló sín páris. Az utcák és a süllyedőrendszer további fontos elemei a fenti ábrákon feketére színezett „bumperek”, melyek a szomszédos szerkezetek között esetlegesen átlógó és így beesípódó tárgyakat az utcák megállításával megóvják egy adott nyomóerőnél nagyobb behatástól.

A színpadszint statikus teherbírása 5 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 175 kN), dinamikus terhelhetősége 2 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 70 kN). Az alsószínpadszint statikus teherbírása 5 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 175 kN), dinamikus terhelhetősége 2 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 50 kN). A hordozókeret statikus teherbírása 5 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 175 kN), dinamikus terhelhetősége 2 kN/m^2 (egyenletesen elosztva max. 120 kN).

Az utcák és elemeik mozgatása

A drótkötelekre függesztett utcák mozgatása a két rövid oldaluk mentén elhelyezett tartószerkezetekbe épített hidraulikahengerekkel történik. Az oldalankénti 2×2 drótkötél egyik vége két feszítőhengeren keresztül lett lehorgonyozva a tartószerkezetre, míg a másik végük az utcákra lett erősítve. Valamennyi drótkötél át van vetve egy-egy terelőkeréken, melyek egy hidraulikahengerrel mozgatott járomra vannak erősítve. Ezzel a megoldással az utcák a munkahengerek sebességének és löketének duplájával, azaz maximálisan $0,5 \text{ m/s}$ sebességgel mozognak.

Lényeges az utcák két oldalának szinkronban történő mozgatása az acélszerkezet befeszülésének elkerülése végett. Ezt a Rexroth számára fejlesztett BLE tengelyvezérlők végzik a talaj és az utca hordozókerete közé szerelt köteles abszolút útdadó és a járom és a tartószerkezet közötti elmozdulást mérő abszolút útdadó adatainak feldolgozásával.



Az utcák vezetőoszlopai reteszlécekkel és a reteszelő szerkezet

Az utcák adott helyzetben reteszekkel – ezek az emelőkeretek alján elhelyezett, aktuátorokkal mozgatott csapokkal – rögzíthetők. A mm-es pontosságú szintbeállítás érdekében a vezetőoszlopra erősített reteszlécek függőlegesen 200 mm -es tartományban mozgathatók. A megfelelő reteszléc-pozíciót a kívánt utcaszint beállításának megfelelően a vezérlés határozza meg.

Az alsószínpad és a teleszkópok max. $0,2 \text{ m/s}$ sebességű mozgatása az oszlopokban, illetve az alsószínpad négy sarkában elhelyezett SERAPID tololáncokkal történik. A tololáncok meghajtása a hordozókeretre szerelt villanymotorokkal a szinkronizálást végző kardántengelyeken, hajtóműveken keresztül történik.

A színpadszint billentését 6 db trapézmenetes orsó végzi, meghajtásuk egy villanymotor és a kardántengelyek segítségével történik. A csapdafedelek mozgatása elektromechanikus, a fedelek lánchajtás segítségével kerekeken gurulnak a kialakított vezetősínekben.

3. Oldalpódiumok

Az oldalpódiumok $3 \times 3 \text{ m}$ -es színpadszintből és alatta $3,14 \text{ m}$ távolságban fixen elhelyezett $3 \times 3 \text{ m}$ -es alsószínpadból állnak.

A pódiumok színpadszintje – hasonlóan az utcákhoz – a nézőtér felé előredönthető, max. 10% -os lejtőt képezve. Az oldalpódiumokat egy-egy villamosan reteszeltető ajtó választja el a fix alsószínpadtól, ami csak a pódium alsószínpadon tartózkodásakor nyitható. A beesípódésvédelem burkolatokkal és élvédőkkel van megoldva. Az élvédők magassága a pódiumok maximális sebességének megfelelő. Annak érdekében, hogy az alsószínpadszinten a pódium álló helyzetében minél magasabb tárgyak legyenek mozgathatók, ezek az élvédők felhajtathatók, ilyenkor tiltja a pódium mozgatását. A díszletelemek villamos csatlakoztatási lehetőségének érdekében mindkét szinten egy-egy fedéllel ellátott villamos csatlakozódoboz „csapda” került elhelyezésre.

Mind a színpadszint, mind az alsószínpadszint statikus teherbírása 5 kN/m^2 , dinamikus terhelhetősége 2 kN/m^2 .

Az oldalpódiumok mozgatása

Az oldalpódiumok függőleges mozgatása közvetlenül bekötött hidraulikus munkahengerrel, maximum $0,5 \text{ m/s}$ -os sebességgel történik. Igény vagy hosszabb állás esetén a pódiumokat reteszelni kell. A megkívánt pontosságú beállíthatóság érdekében a kitolható reteszelőcsapokat fogadó reteszlécek függőlegesen 200 mm -es tartományban mozgathatók. A reteszléc pozícióját a vezérlés automatikusan meghatározza. A színpadszint billentése trapézmenetes orsókkal történik, melyek meghajtásáról kardántengelyek segítségével villanymotorok gondoskodnak. A megfelelő pozíció meghatározása köteles útdadókkal, a végállások karos végálláskapcsolókkal történnek.



Oldalpódiumok szerkezeti felépítése

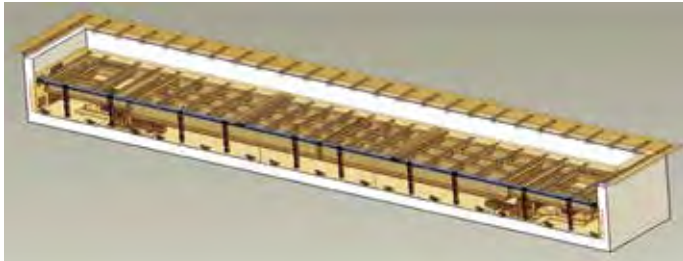


Előtérben kiemelt oldalpódium, háttérben kiemelt utcák felső véghelyzetben

4. Szintkiegyenlítő pódium

A szintkiegyenlítő pódium a zenekari árok és a nagyszínpad között található. A 400 mm-es menetűt a ±0,00 és -400 mm szintpadszint között van.

A szintkiegyenlítő pódium két azonos acélszerkezetű platformból áll, amelyek középen vannak összezsavarozva és összesen 4 db LinkLift 50R emelőrendszerre vannak helyezve. A vezetést mindegyik oldalon egy vezetősaruvall rendelkező T-profil veszi át.



Szintkiegyenlítő szerkezeti felépítése

Két LinkLift emelőrendszert egy villanymotor hajt, így 2 villanymotor került beépítésre. A motorok szinkronizálása elektronikusan történik. Az útvonal és a végállások rögzítése összesen 2 forgójeladóval, 2 köteles jeladóval és 4 végállaskapcsolóval történik. A hozzáférés a motorok fölött található, két kiemelhető fedlapon keresztül lehetséges. Az első utca és a szintkiegyenlítő pódium közötti nyíróél vezetett fedőburkolattal van biztosítva.

A fapadlózatban két vezetősín található a színpadi kocsik számára.

5. Lógódíszlet-tároló

A lógódíszlet-tároló a hátsószínpadi vasfüggöny előtt helyezkedik el. Fő eleme az acél rácsszerkezetű mozgó híd, ami a színpadszint padlónyílásába illeszkedik és alsó helyzetben tűzgtárló lezárást biztosít. A hídszerkezetben 6 db 19,0×0,45 m felületű pole van, melyekre elhelyezhetők az összegöngyölt díszletek. A polcok enyhe befelé lejtéssel készültek a göngyölt elemek kigurulásának megakadályozása céljából. A híd homloksíkjából esetleg kilógó tárgyak becsípődését a fődém alatt elhelyezett fénykapu akadályozza meg.



Lógódíszlet-tároló szerkezeti felépítése

A mozgó hídszerkezetre rugalmas kapcsolatokon keresztül csatlakoznak a híd két végén lévő hajtásegységek, ezek görgőslánccal segítségével mozgatják a hidat. A láncokat csigahajtóműre szerelt egyfészes villanymotor hajtja, a második fék a hajtómű csigatengelyének másik végén található. A hajtásegységek végállaskapcsolóval, inkrementadóval vannak ellátva, és a kétoldali hajtás pontos szinkron mozgatásának ellenőrzéséhez abszolútadó került elhelyezésre.

A hídszerkezet jelentős önsúlyát ellensúlyokkal egyenlítjük ki. Az ellensúlyok összes tömege kisebb a hídszerkezet önsúlyánál, hogy a záráshoz szükséges mozgatóerőt biztosítsuk. A függesztőláncok felső bekötésénél találjuk a folyamatos terhelésmérésre szolgáló mérőcellákat.

Műszaki adatok:

fedlap statikus teherbírása véghelyzetben	5 kN/m ² (max. 100 kN)
dinamikus terhelhetőség (polcok terhelhetősége)	20 kN
mozgástartomány (löket)	2160 mm
mozgási sebesség	0,08 m/s

6. Színpadi kocsik

A színpadi kocsik lehetővé teszi a főszínpadon az utcás kialakítás helyett gyűrűs forgó használatát.

A színpadi kocsik parkoló helyzete a hátsószínpadon található, ahol a kiegyenlítő pódiummal a színpadszintre lehet süllyeszteni. Használatkor a kiegyenlítő pódiummal kiemeljük, majd önjáróan a főszínpadra, a kívánt helyére mozgatjuk. A főszínpadon a süllyedőutcakkal színpadszintre süllyeszthető.

Az előre-hátra mozgáshoz a szerkezetet pneumatikus úton megemeljük, a kívánt helyzet elérése után pedig lesüllyesztjük. A kocsik besüllyesztése után egy dokkolóval kapcsolódunk a külső energiaellátáshoz és a központi vezérléshez. A kocsik haladó mozgása akkumulátorról történik, de meghibásodás esetén külső csatlakozásról is mozgatható. A dokkoló meghibásodása esetén a külső csatlakozásról a levegőellátás is lehetséges.

A berendezés viszonylag bonyolult kialakítású, közös keretbe épített, több különböző feladatot lehetővé tevő részegységből épül fel. A zártszelvényekből készült külső keret tartja a 8 m átmérőjű forgótárcsát és a 11 m külső átmérőjű gyűrűt.

A fő keret négy sarkában találjuk a haladó hajtásokat és a hozzájuk tartozó vezérlőszekrényeket. A rendezői bal oldali hátsó sarokba került a dokkoló, és itt található a vezérlés és energiaellátás külső csatlakozási lehetősége is. Ugyancsak ebben a szerviznyílásban találjuk a pneumatika vezérlőszekrényét.



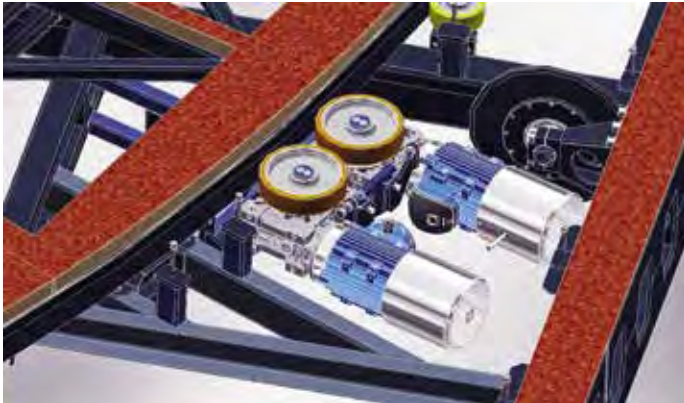
Forgószínpadi kocsik hátsó hajtásegysége és dokkolószekrénye

A haladó hajtás minden sarokban 4-4 hajtott kereket mozgat, melyekből kettő közvetlenül a hajtóműtengelyre illeszkedik, a másik kettőt pedig görgőslánccal hajtjuk meg. A hajtásegységet gázrugókkal feszítjük a talajhoz a megfelelő vonóerő elérése miatt. A dokkoló pneumatikus működésű, munkahenger tolja be és húzza ki a padlóba épített aljzatba.

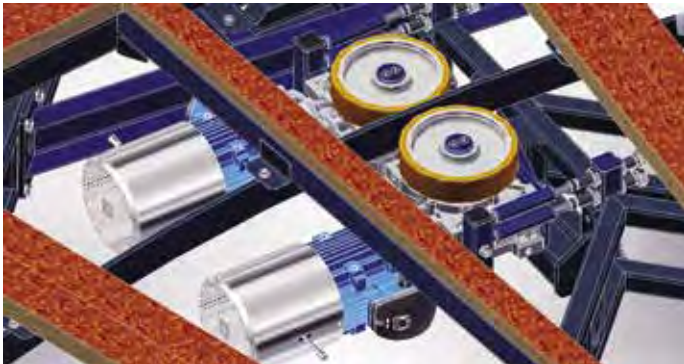
A kocsik helyzetét haladó mozgása közben a két hátsó sarkában elhelyezett lézertáv mérő segítségével határozzuk meg. Az egyenes vonalon történő mozgást a szabályozott hajtáson kívül négy oldalvezető tárcsa is segíti. A forgó tárcsa és a gyűrű a haladó keret szerkezetébe épített támkerekeken forog. A belső tárcsa oldalirányú tartásáról a központi csap gondoskodik. A gyűrű oldalirányú vezetését függőleges tengelyű támkerekekkel biztosítottuk.

A tárcsát és a gyűrűt két-két hajtásegység forgatja. Mindegyik hajtásegység két hajtómotort tartalmaz, melyek csigahajtóművön keresztül hajtják meg a dörzskerekeket. A villanymotorok közül az egyik fékes, a másik fék nélküli, így a tárcsát és a gyűrűt egyaránt két-két fékes hajtás tartja álló helyzet-

- ▶ ben. A dörzskerekeket gázrugókkal szorítjuk a hajtóívekre, hogy a megfelelő vonóerőt biztosítani tudjuk.



A gyűrű hajtásegysége



A tárcsa hajtásegysége

A tárcsa és a gyűrű szükség esetén összereteselhető. A reteszelést a gyűrűbe beépített reteszrúd végzi, melyet tolómotorral mozgatunk. A reteszrúd a tárcsa peremén található furatokba tolható be, így kb. 5°-onként rögzíthető egymáshoz a két forgó elem. A tolómotor mozgatását a gyűrűn elhelyezett csúszósínes árambevezető teszi lehetővé. A pontos reteszelési helyzetet egy optikai jeladó is figyeli, így minimalizálva a mellé reteszelés valószínűségét.

További műszaki adatok:

koesi névleges mérete	12 000×12 000 mm
magasság	~410 mm
hasznos terhelhetőség	4 kN/m ² (max. 100 kN)
forgás kerületi sebessége	max. 2 m/s
haladási sebesség	0-0,23 m/s
haladó hajtás vill. teljesítmény	4×0,75 kW = 3 kW
forgatás villamos teljesítmény	4×2,2 kW = 8,8 kW

7. Hátszínpadai szintkiegyenlítő pódium

A szintkiegyenlítő pódium a hátszínpad földemét képezi, feladata a színpadi koesi színpadszinten süllyesztése, amikor az a hátszínpadon helyezkedik el.

A berendezés két fő része a járólató és az oldalfalakra szerelt 3-3 db tartóoszlop. A tartóoszlopok padlóba betonozott teherelosztó statikai tartókon nyugszanak. Az oszlopok karjaira vannak építve a trapézmenetes emelőorsók. Az orsók önzárók, így a szerkezet zuhanás ellen védett. Az orsók felső végére csuklós kapcsolaton keresztül csatlakoznak a nyeregyszerű tartófejek, melyekre egy-egy mérőcellán keresztül van felültenve a járólató.



A tartóoszlopok

Az egy oldalon lévő három emelőorsó kardántengelyekkel kapcsolódik egymáshoz és a hajtómotorhoz. A fékes villanymotor előtét-hajtóműveken keresztül hajtja meg az emelőorsók behajtótengelyeit. Az emelőorsók előtt helyezkedik el az ütközőbak, ami lefelé irányban túlfutás ellen védi a szerkezetet.



A hajtómotor beépítése

Műszaki adatok:

járólap névleges mérete	12 000×12 000 mm
statikus terhelhetőség	5 kN/m ² (max. 400 kN vagy forgó +150 kN)
dinamikus terhelhetőség	250 kN (vagy forgó +50 kN)
mozgástartomány (löklet)	400 mm
járólap saját tömege	~23 t
mozgási sebesség	0,345 m/min
beépített villamos teljesítmény	2×18,5 kW

8. Kellékszállító technológiai emelő

A két, egymáshoz képest tükörképes berendezés a főszínpad hátsó sarkaiban, a lift előtt helyezkedik el. Feladatuk kisebb díszletelemek, kellékek szállítása az épület különböző szintjei között. A berendezéseknek öt-öt megállójuk van, a legfelső a színpadszinten található.

A kellékszállító a vezetőoszlopokra függesztett görgőláncokon, a járókabin aljára épített hajtásegységgel mozog. A kabin acélkeretét belülről rétegelt lemez borítja, melyre függőleges lécezés került, a szállított elemek elcsúszásának megakadályozására. A fülke nyitott oldalát a nyílás élein végigfutó fénysorompó védi, ami a díszletelemek esetleges kiborulásakor leállítja a szerkezet mozgását.

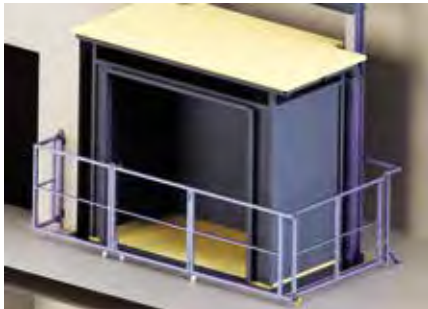
A kabint mozgó hajtásrendszer két fékes villanymotorral hajtott csigahajtóművön keresztül hajtja meg a kardántengellyel hozzákapcsolt lánckerekeket. A jobb oldali lánckerék tengelyének végén találjuk az abszolút útadót. Az inkrementadó a motortengelyen, a fékek előtt kapott helyet. A hajtás ele-

meit tartalmazó oldallapok – a zajesökkentés érdekében – rugalmas elemeken keresztül kapcsolódnak a hajtáskerethez.



A hajtásegység

A berendezés aknaajtói felújításra kerültek. Az ajtókat a szemöldökgerendára szerelt reteszelő szerkezet zárja, illetve nyitja. A kétszárnyú ajtók belső (bal) szárnyának zárt állapotát biztonsági görgős kapcsolóval figyeljük, így félfélt állapotban nem tud működni. A jobb oldali külső szárnyat biztonsági liftajtózár reteszeli. A berendezés része a színpadszínti védőkorlát. A hívó-küldő vezérlés az alsó szintek között lehetséges. Színpadszintre mozgás csak a színpadszínti kezelőablóval, a berendezés fedlapja körüli védőkorlát zárása után lehetséges. A fülke lesüllyedése után a védőkorlát a vezetőoszlopok mellé behajtható.



A színpadszínten álló berendezés a védőkorláttal

Műszaki adatok:

kabin névleges mérete	~2480×1200 mm
szabad magasság	~2000 mm
fedlap stat. terhelhetősége színpadszínten	5 kN/m ²
hasznos terhelhetőség	5 kN
mozgástartomány	~10 130 mm
mozgási sebesség	0,15 m/s

9. Díszletszállító technológiai emelők

A díszletelemeket szállító berendezések az épület Lázár utcai falánál, a díszlet-előkészítő helyiség két sarkában helyezkednek el. A jobb oldali két helyen áll meg: a díszlet-előkészítő helyiségben és a színpadszínti jobb oldali díszletraktárban, a bal oldali a pinceszinten, az utcaszínten, a közbülső raktár szintjén és a színpadszínti bal díszletraktárban lévő négy megállót szolgálja ki.

A berendezés a vezetőoszlopokra függesztett görgősláncon, a járókabint aljára épített hajtásegységgel mozog. A kabin acélkeretét belülről itt is rétegelt lemez borítja, a nyitott oldalakat védő fénysorompó a díszletelemek esetleges kiborulásakor leállítja a szerkezet mozgását.

A kabint mozgató hajtásegység két emelőkeretből és a közéjük beépített fékes villanymotorból áll. Az emelőkeretek egy kúpkeres hajtóművet tartalmaznak, ami két féltengelyen keresztül hajtja a nem teljesen egyforma méretű keretek két szélén található lánckerekeket. A szélesebb keret hajtóművén található a második fék és a hosszirányú vezetőkerekek, a keskenyebb keret féltengelyeinek végeire építettük a végálláskapcsolót és az abszolút utadót.



A kabin alja a hajtásegységgel

A díszletszállító emelők aknaajtói felújításra kerültek. Az ajtók zárását és nyitását a kellékszállító emelőnél ismertetett módon oldottuk meg. A Lázár utca szintjén található ajtók a hátsószínpaddal azonos tűzszakaszt alkotnak, így ezek nem tűzgátló kivitelűek, de a többi aknaajtóra acéllemez borítással tűzgátló szigetelés került.

Műszaki adatok:

kabin névleges mérete	~2030×4060 mm
szabad magasság	~9 m
hasznos terhelhetőség	15 kN
mozgástartomány	RJ: ~5015 mm / RB: ~8130 mm
járókeret saját tömege	~5000 kg
mozgási sebesség	0,15 m/s
beépített villamos teljesítmény	18,5 kW

10. Teherszállító emelő

A nagyobb méretű díszletek beszállítására készült teherszállító emelő a hátsószínpadon, a szintkiegyenlítő pódium előtt helyezkedik el. A berendezés baldachinos rendszerű, fő részei a különálló fedlap, a járókeret, a hajtásegység, a vezetősínek és az automata korlát.

A fedlap a berendezés alsó helyzetében a színpadszínti padlóba illeszkedik, annak teherviselő részét képezi. A baldachinos kialakításnak köszönhetően a berendezés alsó végállásának eltérései nem befolyásolják a fedlap pontos illeszkedését. A fedlap oldalára helyezhető betéteket szereltünk, melyek a színpadi kocsik vezetősíneinek pontos helyzetét biztosítják.

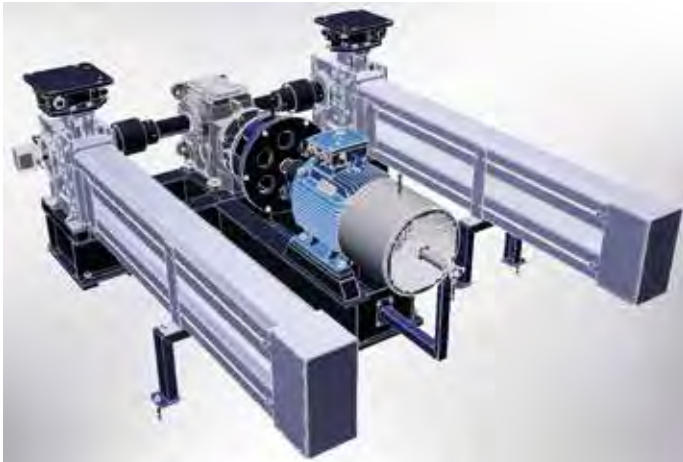
A járókeret a hajtásegységeken nyugszik. Vezetését az akna két rövidebb oldalán található vezetősínek adják, melyekbe a járókeretre szerelt kétirányú vezetőgörgők csatlakoznak. A járókeret két rövidebb oldalát burkolatokkal láttuk el, ezekhez támaszthatók a szállított díszletelemek. A berendezéshez tartoznak a járókeret két hosszanti oldalára betűzhető korlátok.

A járókeret két, független hajtásra támaszkodik, melyek szinkronban mozgatják a járókeretet. A hajtásegységet fékes villanymotor hajtja meg. A motor tengelyének hátsó végén találjuk az inkrementjeladót. A biz-



A járókeret burkolatokkal és betűzhető korlátokkal

- ▶ tonságos működéshez szükséges második féket a motor és a hajtómű közé építettük be. A járókeret emelését hajtásonként két tololánc biztosítja.



A hajtássegység

A teheremelő része az alsó szint két hosszanti oldalán beépített automata korlát. A korlátok a padlóból emelkednek ki a berendezés indításakor, és alsó helyzetben átjárható küszöböt képeznek. A korlátok közös hajtásról működnek, amit a nézőtér felőli rendezői jobb oldalon helyeztünk el. A hajtássegység görgősláncon keresztül emeli a korlátokat.

Műszaki adatok:

járólap névleges mérete	9730×2310 mm
korlátokon belüli szabad méret	2100 mm
szabad magasság	3730 mm
fedlap statikus terhelhetősége a berendezés alsó állásában	5 kN/m ² (max. 100 kN)
járókeret hasznos terhelhetősége	100 kN
mozgástartomány	4845 mm
fedlap saját tömege	2320 kg
járókeret saját tömege	~5000 kg
mozgási sebesség	0,2 m/s
beépített villamos teljesítmény	2×22 kW

11. Személyemelő

Az Operaház számára 4 db személyemelő készült, melyek személyeket, kisebb díszlet-elemeket szállesztenek vagy emelnek a kétszintes utcasüllyedők felső és alsó szintje között.

A berendezés két egymásba épített, teleszkóposan mozgó keretből, és a belső keretben mozgó emelőplatóból áll. A két mozgást összehangoltan vezérelt külön hajtássegységek valósítják meg. Mindkét hajtás kétfékes motorral, külön végá-láskapcsolóval és inkrementál- ill. abszolút jeladóval van felszerelve. A hajtássegység omega hajtással, fogazott szíjak segítségével emeli a járóplatót.



Személyemelő pozicionálása az utcában

A személyemelő hármaskerekeken gördíthető, így a szerkezet pontosan a színpadnyílás alá mozgatható. A pontos beállítás után a személyemelő a négy sarkán elhelyezett talpakkal rögzíthető.

A süllyedőutca acélszerkezetén való becsípődésmentes áthaladást alulról felszerelhető búvóhüvely biztosítja, melyet a használni kívánt helyen lévő bukó fedlap nyitása után lehet a nyílásba szerelni. A búvóhüvely alján elektromechanikus élvédelem véd a becsípődés ellen.

A személyemelő két dokkolórúddal igazítható a pontos helyzetbe. A dokkolórudak leeresztett, ill. betolt állapotát egy-egy kapcsolóval érzékeljük. A süllyedőutca elhelyezett felső kapcsoló érzékeli a személyemelő bedokkolt állapotát és tiltja a bukó fedlap, teleszkóp, felsőszínpad billentésének, illetve az utca alsó platójának mozgását.

Műszaki paraméterek:

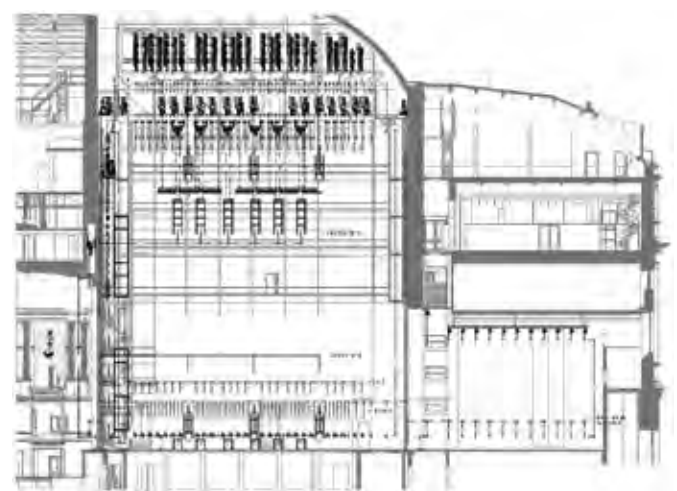
nyílás névleges mérete	1000×1200 mm
emelőplató névleges mérete	850×970 mm
terhelhetőség felső szinten	5 kN (statikus), 2 kN (dinamikus)
mozgástartomány	2590–3500 mm
berendezés saját tömege	~880 kg
mozgási sebesség	0–0,6 m/s

Felsőgépezet

A főszínpadi felsőgépezet gép- és vezérlőegységei a színpadtér feletti kétszintes taposórácsra telepített új akusztikai dobozokban lettek elhelyezve, ezáltal is biztosítva, hogy a felsőgépezeti berendezések általános zajszintje a nézőtér első sorából mérve nem haladja meg a 35 dBA értéket.

A falak és a mennyezetek 60 mm vastag PIR töltetű szendvicspanelből készültek, a mennyezetben 4 cm vastagságú fagyapot hangelnyelő réteggel. A padló rétegrendje: 3 mm gumiszőnyeg, 1,2 cm nűtfédes OSB lap, 2×5 cm lépésálló hőszigetelés, 0,7 mm acéllemez a járórácsra fektetve. A padlón lévő kötélkivezetéseknél 3 cm vastag polifoamréteg került a lépésálló szigetelésre.

Az alsó zsinórpadláson lévő, klimatizált akusztikai dobozok mérete 22×4,2 m (itt a díszlethúzó, világítástartók, panorámák, horizont és a világítási híd mozgó gépei vannak), a felsők mérete 20×5,4 m (itt a ponthúzó függőleges és keresztirányú mozgó gépei vannak).



Színpadtornyó hosszmetsete

1. Szinkron díszlethúzó

A színpadgépezet teljes felújításának keretében 53 db díszlethúzó került a régi, elöregedett húzók helyére, új villamos vezérléssel ellátva. A gépi dísz-

lethúzó kötélidos hajtásegységei a zsinórpádlás alsó szintjén találhatók (+26,45 szint). A villamos szekrények közvetlenül a gépeken helyezkednek el.

A díszlethúzó hajtásegysége csendes futásra válogatott kúpkeresekes hajtóművel és dupla fékes, speciális színházi célra fejlesztett villanymotorral felszerelt, melynek tengelyére került a vezérléshez szükséges impulzusadó. A motorok kontaktusos (digitális) hőmérséklet-érzékelőkkel biztosítottak a túlmelegedés ellen. Az alkalmazott fékek lágy fékfelülettel vannak ellátva, így működtetéskor a fékek sem adnak zavaró zajhatást. A féknyitás-érzékelés beépített, a vezérléssel bekapcsolásonként ellenőrzésre kerül.



Díszlethúzó hajtásegysége villamos szekrénnel

A végállások kezelése (alul, felül, üzemi és vészvégállás) a dobtengelyről fogazott szíjjal hajtott STROMAG hajtóműves végálláskapcsolóval történik. Ebben a kapcsolóban került elhelyezésre az útméréshez szükséges abszolút útdadó is.

A mozgató ellensúlyos rendszerű. Ezzel a megoldással – a direkt húzókhöz viszonyítva – jelentős villamosenergia-megtakarítás érhető el. A kötélidos hajtás mozgatókötelei az ellensúlyhoz alul-felül kapcsolódnak, körbekötte. Az ellensúlypályába a díszlettartó és a hasznos terhelés közel felét helyeztük el.

A terhelésmérést a hasznos terhelések mérésére a súlypálya feletti gyűjtőkerék után helyeztük el, egy e célból kiépített kötéltelrelő egységbe. A folyamatos terhelésméréssel a mérések eredménye a szinkron gépeknél gépegységként kijelvezhető, ugyanakkor a rendszer összegzi a felsőgépészetbe bekötött terheket (a nem mozgató terheket is), így megakadályozható a statikai tartórendszer összesen legfeljebb 15 tonnában meghatározott terhelésének túllépése.



Díszlethúzó súlymérő celláinak kötéltelrelései

A terhelésmérést és egyúttal az „alulterhelődést” Zemie gyártmányú mérőcella végzi. Alulterhelődés esetén (pl. a díszlettartó cső felül egy szomszédos elem) a rendszer leáll.

Műszaki paraméterek:

díszlettartó cső hossza	18 m (hátról rövidülnek 11,8 m-ig)
kettős díszlettartó cső	Ø 48,3 mm cső
mozgástartomány	24 m (+1,0 m-től)
hasznos terhelés	4 kN
függesztések száma	6 db (utolsónál 4 db)
egy kötélt terhelhetősége	2 kN
mozgató sebessége	0–1 m/s (szinkron)
emelésnél a max. gyorsulás	1 m/s ²

2. Szinkron ponthúzó

A színpadi feladatok szélesebb körű kielégítése érdekében 96 db ponthúzó került telepítésre, melyek még géppel keresztirányban is mozgathatók 26 sorban. A ponthúzó egység mechanikusan különálló két fő részből áll.

Az egyik fő rész az ellensúly nélküli kötélidos emelő hajtásegységből, kötéltől, terelésekből, oldalirányban elmozgatható kocisból, valamint műterhelésből és biztonsági karabinerekből épül fel. A kötelek a keresztirányban elgördíthető kocisoktól futnak le a tereléssel ellátott műterhelésekhez.

A másik fő rész a keresztirányú mozgató, ami az emeléstől függetlenül kötélidos hajtásegységgel, az ehhez tartozó mozgató kötelekkel, terelésekkel készült. A mozgató kö-



Oldalirányú mozgás



Emelő mozgató

telek a taposórács alatti sínben oldalirányban elmozgatható kocisokhoz vannak kikötve.

A hajtásegységek a villamos szekrényeikkel együtt a +29,9 méteren lévő felső taposórácsszinten lévő akusztikai dobozban találhatóak. Az egy ponthúzóhoz tartozó 4-4 emelő, ill. a keresztirányú mozgatót végző gépegység váltakozva a jobb és bal gépházakba, egymás mellé lettek telepítve.

Az emelést végző hajtásegységek fő elemeinek (kúpkeresekes hajtómű, dupla fékes villanymotor, impulzusadó, hajtóműves végálláskapcsoló) konstrukciós megoldása megfelel a díszletemelőknél leírtakkal.

A ponthúzó folyamatos terhelésmérési eredményeit is összegzi a vezérlőrendszer és az összesített igénybevétel alapján akadályozza meg a zsinórpádlás túlterhelését.

Műszaki paraméterek:

hasznos emelési teherbírás	2 kN	
oldalmozgatási erő maximum	0,5 kN	
mozgatási sebesség	emelésnél	0,001–1 m/s (szinkron)
	oldalmozgatásnál	0,1 m/s (max.)
emelésnél a maximális gyorsulás	1 m/s ²	
mozgástartomány	emelésnél	23,2 m (+1 m-től +24,2 m-ig)
	oldalmozgatásnál a horizonton belül	18,2 m (horizont íve szerint csökkenve)

3. Világítási tartók

Az operaházi igénynek megfelelően 3 db világítási tartó készült, hajtásegységeiknek konstrukciós kialakítása gyakorlatilag megegyezik a szinkron díszlethúzókéval. A kettős világítástartó cső hossza 18 m, átmérője 51 mm, a mozgástartomány 21 m. Az összes hasznos teherbírás (szerelvényekkel) 10 kN, a mozgatás szabályozható sebessége 0–0,3 m/s.

A világítástartók energiaellátása az energiláncban az alsó zsinórpaddalasszintről levezetett kábelekkel történik.



Világítási tartó hajtásegysége villamosszekrénnyel

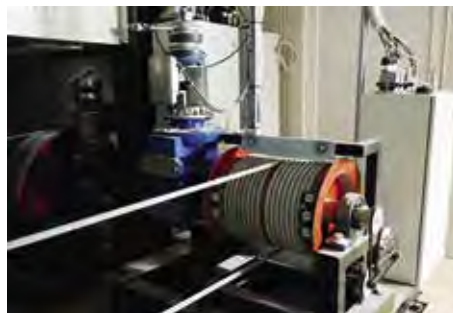
4. Világítási híd

A berendezéssel egyrészt világítási eszközök mozgathatók és tarthatók megadott mozgástartományon belül, másrészt a nullhúzó mögötti híd a színpadnyílás függőleges szűkítésére is szolgál.

A mozgatható híd a két fix világítási torony közé szerelt kétszintes, ellensúlyos rendszerű acélszerkezet. A hidat a nézőtér felől esztétikai céllal és az előfüggöny megvédése érdekében rétegelt lemez és bárnyborítás takarja.

A hídra a lejárás az első karzatszintről mindkét oldalon hágesókkal biztosított, míg a karzat szélén a híd felé automatikusan záródó lengőajtók találhatók. A hídon lévő világítási eszközöket a díszletekkel történő ütközés megakadályozására – a színpad felőli oldalon – ütközőkengyelek védik.

A világítási híd csapágyazott kötél-dobos hajtásegységét a villamos szekrényével együtt a színpad feletti, rendezői jobb oldali gépházba telepítettük (+26,45 szint). A hajtásegység konstrukciója megegyezik a szinkron díszlethúzókéval.



A világítási híd energiaellátása 2 db energiláncban az alsó fix hídszintről levezetett kábelekkel történik

A terhelésmérést a hasznos terhelések mérésére a súlytartó feletti gyűjtőkerék után helyeztük el, egy e célból kiépített kötélterelő egységre. A folyamatos terhelésméréssel a mérés eredménye kijelvezhető, ill. a túlterhelés elkerülhető.

A világítási híd energiaellátása 2 db energiláncban az alsó fix hídszintről levezetett kábelekkel történik.

Műszaki adatok:

alaprajzi mérete / magassága	14,3×~1,2 m / ~6,4 m
fényvetőtartó korlátok szelvénymérete	2×U80
összes hasznos teherbírás	15 kN
függesztőkötelek száma	12 db
összes megengedett statikus túlterhelés	10 kN
mozgástartomány	+0,5 m-től 10,2 m-ig
mozgatási sebesség	0–0,1 m/s (szabályozható)
beépített motorteljesítmény	1,5 kW

5. Hátszínpad díszlethúzó

A hátszínpad mennyezetén, hosszanti irányba futó statikai tartókon 12 db díszlethúzó lett elhelyezve a díszletek állításához, magasban tárolásához, hátterek beemeléséhez. Kiosztásuk, teherbírásuk megegyezik a felújítás előttivel, de a berendezések szereléssel a hossz tengely mentén el is mozgathatók.

A húzók kompakt rendszerű ellensúly nélküli direkt húzók. Az egységek a hátszínpad mennyezetén, hosszanti irányba futó statikai tartókon helyezkednek el. A díszlethúzó hajtásegysége csendes futásra válogatott kúpkeres hajtóművel és dupla fékes villanymotorral szerelt. A rendszer figyeli a kötélállulást vagy kötél-rendellenességet. A folyamatos terhelésméréssel pedig elkerülhető a túlterhelés.

Műszaki adatok:

díszlettartó cső hossza	12 m
mozgástartomány	+1 m-től 7,6 m-ig
hasznos terhelés	2 kN
mozgatás sebessége	0–0,5 m/s
beépített motorteljesítmény	2,2 kW

6. Előfüggöny-mozgatás

Az előfüggöny a biztonsági függöny és a „0” húzó között működik, és a színpadgépészet egyik leglátványosabb, legattraktívabb eleme. Az Operaházban mindhárom függőnymozgatási üzemmód működtethető: vízszintes görög, függőleges cortina és bayreuthi. A vízszintes és függőleges mozgatás váltott üzemmódban is használható, a bayreuthi mód csak önmagában, mivel a függőnyt hosszú tartókötelekre kell átkötni, és ez kizárja a másik két üzemmódot.

Vízszintes, görög mozgatás

A görög mozgatás ollós mechanizmussal valósítja meg a látványos, hosszirányban egyenletesen változó redősödést, a függöny egyenletes mozgatását. A függönyök ekkor közvetlenül az ollók aljába vannak bekötve. A nyitott függöny teljes terjedelmével behúzódik a kamrába, így akusztikai és látási szempontból legkedvezőbb nyitott állapot jöhet létre.

A kötél-dobos hajtás csigahajtóművel és motorral, valamint fogazott-szűj-áthajtással szerelt. A motor tengelyén található a vezérléshez szükséges jeladó. A hajtóművel csévélt kötelek – tereléseken levezetve – alul a belső ollóvégekhez vannak kötve. A végállások kezelése a dobtengelyről fogazott szíjjal hajtott hajtóműves végálláskapcsolóval történik. Az egységen a vészmozgatási lehetőség is biztosított.

Cortina, függőleges mozgatás

A cortina mozgatás az ollókba közvetlenül bekötött függönyök függőleges irányú mozgatása a híddal együtt, ezen található a görög mozgatás hajtásegysége és a függöny bekötéshez az ollók. A mozgató csapágyazott dobos

hajtásegységet a bayreuthi hajtásegységgel együtt a +21,36 m-es szinten helyeztük el. A húzó hajtásegysége kúpkeres hajtóművel és dupla fékes villanymotorral szerelt.

Bayreuthi mozgatás

Bayreuthi mozgatásnál a függönyök kb. 8 méter hosszú tartóköteleken lógnak a felemelt függönytartó híd zárt helyzetű ollós mechanikáiról. A tartókötelek ki-be kötéséhez a függöny leereszthető a színpadra. A felújítás során megnövelt függönykamramélységgel a függöny lehető legnagyobb része ebben a mozgatási módban is behúzódik a kamrába, így valósul meg az akusztikai és látási szempontból legkedvezőbb nyitott állapot.

A hajtásegység a korábban már részletezett kúpkeres hajtóműves megoldás. A függönyszárnyak záródását homokzsáksúlyok is segítik.

Műszaki adatok:

mozgatott függöny max. súlya	450 kg
vezetett híd hossza	~19,3 m
2 db függönyszárny mérete	12 m magas, 8,2 m széles (nettó)

Görög mozgatás:

ollós mechanikák hossza	10,5 m
vízszintes mozgástartomány	7,6 m
vízszintes mozgatás sebessége	0,1–1,4 m/s (szabályozható)

Cortina mozgatás:

hasznos teherbírás (szerelvényekkel)	10 kN
függesztőkötelek száma	6 db
teljes mozgástartomány	+1,5 m-től 22,5 m-ig
függőleges üzemi sebesség	0,1–1 m/s (szabályozható)

Bayreuthi mozgatás:

függönyszárnyak átfedése középen	1,4 m
mozgatókötelek száma	2 db
max. teljes emelőerő	5,5 kN
tartókötelek száma	2×34 db
nyitási úthossz	max. 14 m
mozgatás sebessége	0,15–1,2 m/s, ill. szabadesés mód

7. Horizont- és panorámatartók

A főszínpad aktív játéktérét íves gerinetartóra szerelt kombi pálya veszi körül, a pályán 25 cm-enként vulkolánkeres, műanyag függesztőkocsikkal. A pályába bekötött függönyökkel a színpad lehatárolható. A horizonttartón a vízszintes irányú függönymozgatás kézi, a függőleges mozgatás a díszlethúzóknál már ismertett kötél Dobos hajtásegységgel történik.

Horizonttartó műszaki adatok:

horizonttartó kiterített hossza	~35 m
hasznos teherbírás	10 kN
függesztőkötelek száma	10 db
mozgástartomány	+1 m-től 24 m-ig
mozgatás sebessége	0–0,3 m/s (szabályozható)
beépített motorteljesítmény	3 kW

A színpad két oldalán a gerinetartóra szerelt és alulról kézzel elforgatható tartókarok találhatók, melyekre kötött függönyszárnyakkal oldalsó takarás alakul ki a horizont meghosszabbításaként. A karokat szögben elforgatva oldalsó járások alakulnak ki úgy, hogy a nézőtérrel nincs belátás a függöny mögé. A felújítás előtti pozíciókban és kiosztással 4 db panorámatartó került telepítésre. A zsinórpaddás alsó szintjén elhelyezett kötél Dobos hajtásegységek megegyeznek a szinkron díszlethúzó hajtásegységeivel.

Panorámatartók műszaki adatai:

elforgatható karok száma oldalanként	1-1 db 4 karral és 1-1 db 3 karral
karok hossza	~1,8 m
gerinetartók hossza	~5,1 és 6 m
függeszékek száma	3 db
hasznos összerhelés karonként	1,0 kN
mozgástartomány	+1 m-től 23,6 m-ig
mozgatás sebessége	0–1 m/s (szinkron)
beépített motorteljesítmény	3 kW

8. Cortina, vezetett nullhúzó

A függönykamrában az előfüggöny és a mozgó világítási híd között helyezkedik el a kétoldalt függőlegesen megvezetett nullhúzó. A berendezéssel kettős Kombi pályába kötött függönyök, vetítívászon vagy díszletek mozgathatók, viszonylag nagy sebességgel is. A gépi nullhúzó kötél Dobos hajtásegysége a hajtóműáttétel kivételével megegyezik a szinkron díszlethúzó hajtásegységekkel.

Műszaki adatok:

függönytartó Kombi pályák hossza	18 m
mozgástartomány	+1 m-től 24 m-ig
hasznos terhelés	3,0 kN
függesztőkötelek száma	6 db
egy kötél terhelhetősége	1,50 kN
mozgatás sebessége	0–1,4 m/s (szinkron)
beépített motorteljesítmény	3 kW

9. Vasfüggönyök, tűzgátló ajtó

A rekonstrukció előtti vasfüggönyök állapota és szerkezeti kialakítása miatt a felújításuk helyett új komplett berendezések szállítása mellett döntöttünk. Alapvető feladatuk a színpadnyílások tűzrendészeti előírásoknak megfelelő lezárása 1,5 óra tűzgátlással, de ezen túlmenően térelválasztó és hangtompító funkciójuk is van. A tűzgátló ajtó az alsószínpad terének tűzszakaszhatárán helyezkedik el, elválasztva a díszlet-előkészítő terét az alsószínpad terétől és alaphelyzetben zárt állapotú, csak a díszletbeszállítás idejére nyitják ki.

A főszínpadon 5 darab biztonsági berendezést telepítettünk:

- ▶ portálynylás mögötti (nézőtéri) vasfüggöny
- ▶ hátsószínpad és főszínpad közötti vasfüggöny
- ▶ jobb oldali díszletraktárt lehatároló vasfüggöny
- ▶ bal oldali díszletraktárt lehatároló vasfüggöny
- ▶ alsószínpadi tűzgátló ajtó

A berendezések fő eleme az acélszerkezetű függönytest, melyet mindkét oldalról tűzgátló Promat lap borítással láttunk el. A vastestek felületkezelése fekete festés. A nézőtéri vasfüggöny a közönség felőli oldalon festett díszítő vászonborítást kapott. A nézőtéri és a hátsószínpadi függönyteste-

► ken egy-egy 2×1 méteres nyílású, automatikusan záródó ún. „vastaps” ajtó is készült.

A függöny- ill. ajtótestet a két oldalán a falra szerelt vezetősízpokon vezették meg. A vasfüggönyöknél vezetősízpok és a függönytest közötti résnél acéllemez labirint zárja le a tűz útját. A füst és tűz lezárása alul a vastestre erősített filccsikkel, felül homokvályúba záró acélidommal történik.

A vastapsajtóknál és a tűzgátló ajtónál a réseket ragasztott, hőre habosodó szalaggal láttuk el, ami tűz esetén lezárja a füst és a tűz útját.

A vasfüggönyök a felettük, a taposórács szintjén elhelyezkedő kötéldobos hajtás segítségével nyithatók, zárhatóak. A hajtások villamos szekrényei a gépek közelében, a zsinórpadláson találhatóak.

A tűzgátló ajtó az alatta elhelyezkedő kötéldobos hajtás segítségével nyitható. Zárásáról a túlsúlyozott ellensúlyok gondoskodnak. Záráskor a hajtás csak engedi a felfelé mozgást.



Vasfüggöny hajtásegysége villamos szekrénnyel

Függönytestek méretei:

nézőtéri (középen vastapsajtóval)	15,1×13,0 m
hátsósínpadi (középen vastapsajtóval)	14,1×11,6 m
jobb és bal oldali tűzgátló függöny	2,1×9,7 m
alsósínpadi tűzgátló ajtó	9,85×3,6 m
Emelési magasságok	
nézőtéri vasfüggöny	12,3 m
hátsósínpadi vasfüggöny	11,2 m
jobb és bal oldali tűzgátló függöny	9,7 m
alsósínpadi tűzgátló ajtó	3,6 m
Mozgatási sebesség (üzemi)	0,4 m/s (alsósínpadnál 0,15 m/s)
Zárási idő vésszműködtetésnél	max. 30 s

A színpadgépészeti rekonstrukciós munkák további feladatait (az Ybl-terv berendezései, hidraulika és villamos vezérlés, díszített előfüggöny) a következő számban fogjuk ismertetni.

Mikófalvi Tamás
projektingazgató
Löffler Csaba
kivitelezésvezető

Az Operaház színpadvilágítási rendszere

A Magyar Állami Operaház 2022. március 12-én csaknem öt szezonnyi zárva tartás után újra megnyitotta kapuit a látogatók és operarajongók tábora előtt, amelyhez a kivitelezés rögzös útján kellett végighaladni. A részleges korszerűsítésnek indult beruházás – az Eiffel Műhelyház létrejöttével, illetve több terület funkcióváltása miatt – az évek során szinte mindent lefedő felújítással bővült, amelybe természetesen a színpadvilágítás is beletartozott.

A közbeszerzés során egy alap- és egy opciós rész került kiírásra. Utóbinak a sorsa a források rendelkezésre állásától függött. Végül is részleges fedezet lett rá. Az alapbeszerzés fedte le magát a világítási rendszert és eszközeit, illetve egy alap világítási eszközparkot, az opciós tételek pedig az alapot kiszolgáló bővített eszközparkot. Fontos megjegyezni, hogy az erős- és gyengeáramú hálózat kiépítését jelen közbeszerzés nem tartalmazta, azt a MÁO külön beszerzés alapján kezelte.

A színpadvilágítási rendszer a ház megnövekedett világítási igényeit egy teljesen új eszközparkkal hivatott ellátni. Az erősáramú igényeket a PLS hybrid dimmer egységei szolgálják ki. A régi dimmereket már nem voltak alkalmasak a korszerű világítástechnika kiszolgálására, ezért a felújítás kiterjedt a teljesítményegységek cseréjére is. A változtatás egészen mélyrehatóan indult, mert az egységek elhelyezése is változott. A pincéből a 4. emeletre költözött dimmer rendszer a PLS Platinum moduláris egységekből épült fel. Az öt toronyba 512 áramkör épült be. Az áramkörök jelentős része 3 kW-os terhelhetőségű, szám szerint 456 áramkör. A maradék 56 áramkör 5,7 kW kapacitású. A telepített fiókok mindegyike FLX változat, ami a hagyományos dimmerelést igénylő lámpák működtetésére és az intelligens eszközök tápellátására is alkalmas. A flexibilitásnak köszönhetően izzólámpás felhasználás esetén 250 µsec csillapítású klasszikus dimmerként, LED fényforrású lámpa vagy intelligens eszköz esetén pedig fix vagy távvezérelt, relékapcsolású áramkörként képes üzemelni minden csatorna. A kabinetek fiókhelyei (bay) univerzális kialakításúak, melyek mindegyike alkalmas 2,3 kW–5,7 kW-ig minden modul fogadására.

A Platinum® kabinet központi processzállással rendelkező moduláris toronyokból áll. Működtetése alapértelmezetten Ethernet vonalon történik, aminek segítségével két irányban kommunikál a külvilággal. Elsődlegesen ArtNet protokoll segítségével lehet elérni, de opcionálisan sACN „nyelven” is ért, és természetesen a régi DMX-512-vel is elboldogul. Az Operában kétféle szabvány alapján folyik a vezérlési kommunikáció. A Platinum kabinetek ArtNet protokoll alapján kommunikálnak, kimeneti és visszacsatolási szinten is, míg a hagyományos DMX vonalak node-jai MA-net2 segítségével cserélnek információt. A kabinetek konfigurálása és paraméterezése a rendszer részét képező PCC (Platinum Cabin Control) szoftver segítségével történik.

A hatásvilágítási vezérlőjel disztribúciójának alapja egy 1 Gb-es optikai redundáns kör (valóban kör, ezáltal biztosítható, hogy egy esetleges vonali hiba miatt a jel valamelyik irányból biztosan eljuthasson a rendszereszközökhöz), amely felfűzi a közbenső végpontokat is kiszolgáló elosztókat. Ezen elosztók a dimmer és fény szabályozó helyiségeken felül a színpadtérben (karzatok, toronyok) találhatóak, összesen 8 db. Az optikai kábel érkezése után Ethernet CISCO switcheken keresztül jut el a jel a grandMA3 4 port onpC node-okhoz, amelyek már a DMX jelet biztosítják a Split 5×2 DMX/RDM elosztók felé.