

# Nagy mobilitású, környezettudatos betongyártó rendszer fejlesztése

## Developing a highly mobile, environmental friendly concrete production system

SZAMOSI Péter<sup>1</sup>, NAGY András<sup>2</sup>, Dr. RÁDICS János Péter<sup>3</sup>

<sup>1</sup> CE-Dynamic Kft., 1097 Budapest, Gubacsi út 47., sales1@caseepitogepek.hu

<sup>1</sup> ÉPGÉPSZERVIZ Kft., 4025 Debrecen, Salétrom utca 5., andras.nagy@epgepszerviz.hu

<sup>1</sup> BME, Gépészmérnöki Kar, Gép- és Terméktervezés Tanszék, 1111 Budapest. Műegyetem rkp. 3., radics.janos@gt3.bme.hu

### Abstract

*CE-Dynamic Ltd. and ÉPGÉPSZERVIZ Ltd. have developed a supermobile concrete mixing system that can be set up and commissioned anywhere in as little as two days. The machine is made up of two main parts that can be moved between set-up points by two semi-trailers, making it easy to relocate. The machine operates using an aggregate operation, which means that no utilities are required, and it is fitted with a soundproof enclosure that allows it to be operated close to residential areas with minimal noise and low dust emissions. The machine is also equipped with a winterisation enclosure that provides greater thermal insulation, allowing it to be kept above freezing point with less energy. The machine operates using specific control software that monitors the entire machine and allows the recording of mixing operations carried out and planned, as well as mixing recipes. The development of the equipment was carried out in the project's own laboratory, using state-of-the-art measuring equipment to test the concrete products produced and validate the finished products.*

**Keywords:** concrete mixing, mixer development, low energy mixer, mobile mixer

### Kivonat

*A CE-Dynamic Kft. és az ÉPGÉPSZERVIZ Kft. olyan szupermobil betonkeverő rendszert fejlesztett ki, amely bárhol, akár két nap alatt felállítható és üzembe helyezhető. A gép két fő részből áll, amelyek két félpótkocsival mozgathatók a felállítási helyek között, így könnyen áthelyezhető. A gép aggregátoros működéssel működik, ami azt jelenti, hogy nincs szükség közművekre, és hangszigetelt burkolattal van ellátva, amely lehetővé teszi, hogy lakóövezetek közelében minimális zajjal és alacsony por-kibocsátással lehessen üzemeltetni. A gép téliesített burkolattal is felszerelhető, amely hő- és hangszigetelést biztosít, így kevesebb energiával fagyponthoz felett tartható. A gép speciális vezérlőszoftverrel működik, amely a teljes gépet felügyeli, és lehetővé teszi az elvégzett és tervezett keverési műveletek, valamint a keverési receptek rögzítését. A berendezés fejlesztésén kívül a projekt magában foglalta egy külön laboratórium felállítását is az előállított betontermékek tesztelésére és a késztermékek validálására.*

**Kulcsszavak:** betonkeverés, mixerfejlesztés, alacsony energiafelhasználású betonkeverő, mobil betonkeverő

## 1. Bevezetés

A projekt létjogosultságát a Közép-Kelet európai régióban egyre inkább élénkülő építőipari beruházások [1] alapozták meg. A régió országaiban folyamatos stabil növekedést produkálnak az infrastrukturális-építőipari beruházások, melyeket a jelenlegi betongyártó kapacitások szűkösen tudnak kiszolgálni, és ez a tényező veszélyeztetheti bizonyos beruházások megvalósítását [2]. Cégünk több éve tevékenykedik a gazdaság ezen területén és a jelenlegi ügyfélkörünkben is felmerültek már igények egy olyan berendezésre, amely konstans magas minőségű betonnal tudja ellátni az építkezéseket, és könnyen telepíthető a beruházási helyszínek között.

A KFI\_16-1-2017-0519 projekt célja egy olyan nagy mobilitású, környezettudatos és energiahatékony betongyártó technológia [3] kifejlesztése volt, mely ötvözi a nagyüzemi betongyártás minőségét és teljesítményét egy nagy mobilitású moduláris rendszer rugalmasságával a lehető legmagasabb szintű

környezeti tudatosság és energia hatékonyság érdekében. A technológia fő előnyei a piacon megtalálható berendezésekhez képest:

- Nagy fokú mobilitás. A kifejlesztésre kerülő technológia esetében a fő szempont, hogy elkerüljük a daruzással járó idő, energia és költségráfordítást.
- Magas minőségű beépített anyagok a hosszabb élettartam és az alacsony karbantartási költségek érdekében, még hatékonyabban tudjon üzemelni a technológia.
- Energia hatékony, környezettudatos működés. A környezetbarát működést hang-, hő-, és porszigetelő burkolatokkal valósítjuk meg, ezáltal jelentősen csökken az alapanyagvesztés, és a rendszer környezetterhelése.

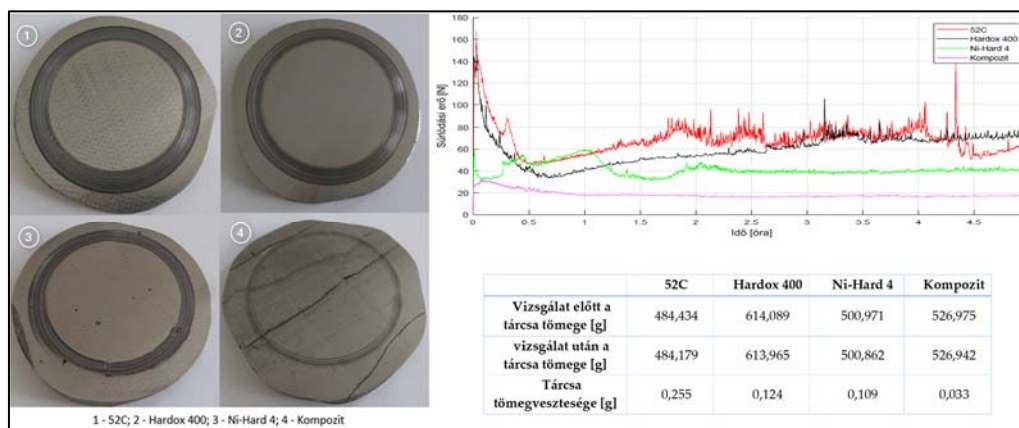
A berendezés tervezése során különös figyelmet fordítunk az újrahasznosított alapanyagok felhasználására, valamint a beépítésre kerülő kopó alkatrészek élettartamára [4].

A projekt célkitűzései között szerepelt továbbá a magas fokú automatizálás, amely az építőipar egyik legsúlyosabb problémája az egyre fokozódó szakemberhiány miatt fogalmazódott meg.

## 2. Eredmények

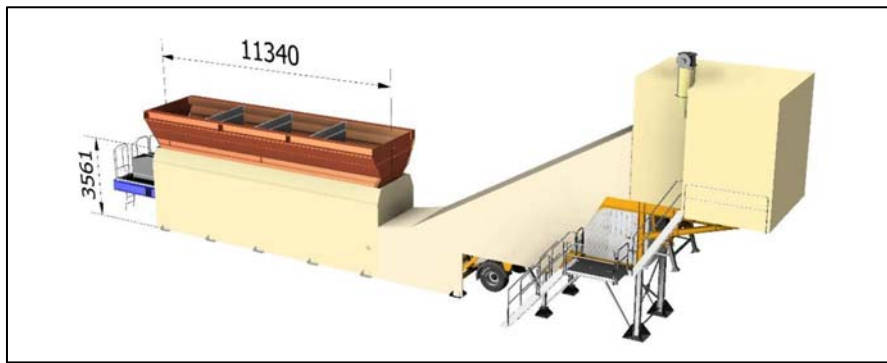
A nagy mobilitású, környezettudatos és energiahatékony betongyártó technológiai rendszer fejlesztése három nagy mérföldköre épült. Az első az alapsmeretek ipari kutatás keretében történő megszerzése volt, majd a kísérleti fejlesztés keretében történt a berendezés fő koncepciójának kidolgozása a részegységeinek és vezérlőrendszerének részlettervezése, majd újabb kísérleti fejlesztési mérföldkőben történt meg a berendezés prototípusának legyártása és tesztelése.

A projekt ipari kutatási résznek egyik legfontosabb feladata volt a berendezés árban viszonylag nagy költségnyadot képviselő kopóanyagok vizsgálata, amely során a különböző minőségi szintű és beszerzési árú kopóanyagok összehasonlítását végeztük el. A koptatási vizsgálatokat pin-on-disc tribométerrel különböző anyagokon végeztük el. A vizsgált anyagok a következők: 52C, Hardox 400, Ni-Hard 4, és DETLOFF ASS Kompozit lemez. A szennyeződésektől és tisztítószertől is mentes darabokat egy Sartorius 0,001 [g] pontosságú mérleg segítségével, koptatás előtt és után is háromszor lemértük. A mérések eredményei között szemmel látható különbségek voltak. A vártaknak megfelelően, szemrevételezés és a tömegadatok alapján a legkeményebb anyag kopott a legkevésbé és a leglágyabb a legnagyobb mértékben. A pontos mérési eredményeket az 1. ábra tartalmazza.



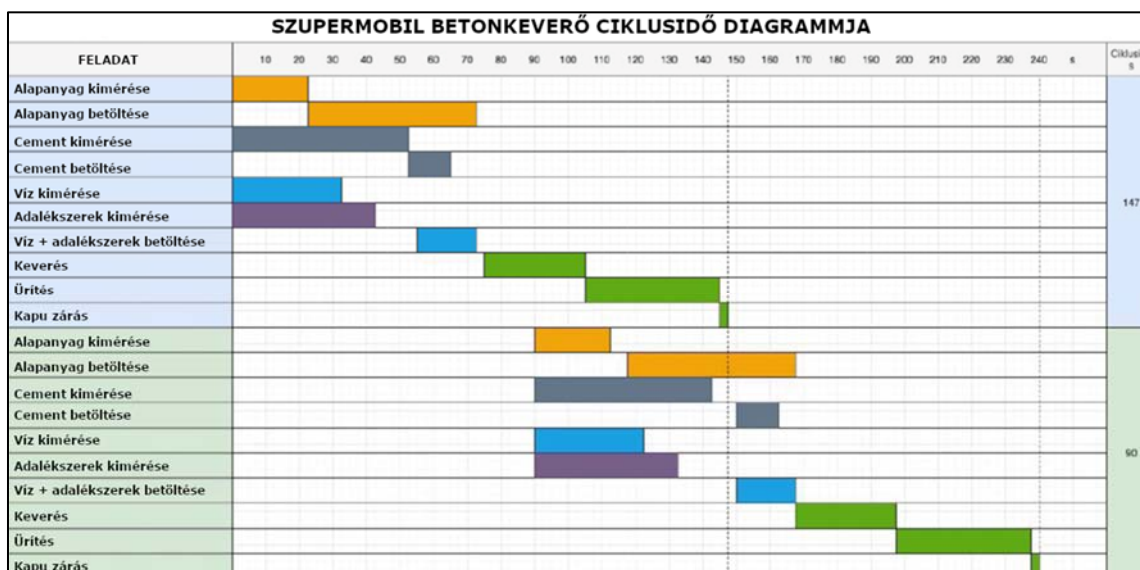
41. ábra - A kopóanyag vizsgálatok részeredményei

A környezetterhelés csökkentése érdekében további fontos kutatási feladat volt a berendezés porterhelésének csökkentését és ezzel együtt kiemelten a hangszigetelését ellátó burkolatok vizsgálata, mivel a gyors telepíthetőség, a kis helyigény lehetővé teszi a lakott területek közeli elhelyezést is. A vizsgálat során több típusú anyag vizsgálatára került sor, amelyek segítségével lehetőség nyílt a megfelelő burkolóanyag kiválasztására. A kísérleti fejlesztés fázisában sor került a piaci igények felmérése mellett a konkurens termékek marketing célú és valós előnnyel bíró tulajdonságainak összehasonlítására, valamint a piaci rések feltárására. Emellett felmérésre kerültek a rendelkezésre álló kereskedelemben kapható részegységek, és ezek adaptálhatóságának, módosíthatóságának lehetőségei. A megfogalmazott irányelvek mentén sor került a berendezés koncepciójának kidolgozására, amellyel párhuzamosan az egyedi vezérlés fejlesztése is eljutott a rendszertervekig és a koncepcionális fázisig (2. ábra).



42. ábra - A berendezés koncepcionális modellje

A kísérleti fejlesztési fázisok legfőbb feladatai voltak a szupermobil betongyártó berendezés elemeinek legyártása és összeszerelése, valamint az elektromos rendszer, a vezérlés kidolgozása és a hő-és hangszigetelő burkolat kifejlesztése és legyártása. A berendezés gyártásának első nagy lépése a keverőegység koncepciójának megvalósulása volt. Ez a gyártott és gyártatott alkatrészek mellett egy sor kereskedelemben vásárolt részegység precíz összehangolását igényelte. Így a berendezésbe egy kétrotoros keverőt, cement, víz és adalékanyag adagolórendszer került betervezésre. A fejlesztési fázis másik fontos feladata volt az alapanyag tároló-, és továbbító berendezés kidolgozása. A fejlesztett részegységek között, kisebb feladatot jelentettek a cementsilók, a cementcsigák, a kompresszor működtetés pneumatikus levegőellátó rendszer kidolgozása. A prototípus fő részegységek kidolgozásával és legyártásával párhuzamosan folyt a gép elektromos rendszerének tervezése, valamint a vezérlési ciklusidők meghatározása (3. ábra), a vezérléstechnika véglegesítése, programozása és a vezérlőszoftver kifejlesztése.



3.ábra: A vezérlés ciklus-idő diagrammja

A végleges dokumentációk alapján kezdődött meg a prototípus berendezéshez szükséges anyagok beszerzése, valamint az egyes részegységek legyártása. Ezt követően pedig a szupermobil betonkeverő részegységeinek végszerelését, majd a gép telepítését végeztük el. A keverő és adagoló egység mellett a gép működéséhez szükséges cementsiló, valamint az ezeket összekötő cementszállító csiga is telepítésre került. A projekt végső feladatainak egyike volt a hő- és hangszigetelő burkolat kifejlesztése, legyártása, valamint a telepített gépen történő felszerelése (4. ábra).

A kifejlesztett és legyártott gép fő paraméterei a következők:

- keverődob térfogata: 2500 liter,
- keverési ciklusidő: 90 másodperc
- elméleti teljesítmény: 110 m<sup>3</sup>/óra
- teljesítményigény: 250 kW
- tömeg: 2x 22.000 kg

- telepítési helyigény: 18 x 32 x 9 m



4.ábra: A megvalósult berendezés

A kísérleti fejlesztés fontos mérföldköve volt a berendezés végtermékeinek vizsgálatára lehetőséget adó labor felszerelése (5. ábra) és a laboreszközök működtetéséhez szükséges know-how kidolgozása. Szakirodalmak és szabványok alapján dolgoztuk ki a mérési jegyzőkönyv mintákat, és állítottunk össze ismeretanyagot a mérésekhez. Ezek alapján elvégeztük a próbakeverések során gyártott betontermékek minőségi vizsgálatát is.



5.ábra: A késztermék vizsgálat berendezései

### 3. Piaci hasznosulás

Az előzetes felmérésekhez hasonlóan, a projekten belül kifejlesztett berendezésre komoly piaci igény mutatkozik. A gyors áttelepíthetőség lehetőséget biztosít arra, hogy az építőipari kivitelezők jelentősen le tudják csökkenteni a fuvar költségeket, mivel a beton előállítása a felhasználás helyéhez jóval közelebb történhet. Ezzel nemcsak üzemanyagköltség spórolható, hanem a beton szállítására alkalmas speciális mixerjárművekre is kevesebbet kell üzemben tartani, és inkább az általános szállítási célokra alkalmas tehergépjárművekre van szükség, amelyekkel más feladatok is végezhetők. Így az építőipari projekteknél a munkavállalók száma nem változik, viszont az általánosabb célú gépek miatt hosszabb ideig állományban tarthatók. A konzorciumi partnerek a projekt során kiválóan együtt tudtak dolgozni, és a gép gyártásához, telepítéséhez szükséges munkamegosztás kialakult. Így a jövőben telepítendő gépek esetében rutinosan lehet majd elvégezni a gyártási feladatokat kezdve a karbantartási-szervizelési munkákat. A projektben megvalósult gép mindkét cégnek jelentősen bővíti a portfólióját. A korábbi gyártási-értesítési portfólió pedig várhatóan nem változik. Ezzel az értékesítés felfutását követően meg fog növekedni a cégek munkaerő igénye, amely mind a gyártásban, mind a szerelés-karbantartásban, mind pedig az értékesítési vonalon meg fog jelenni. A jelenlegi értékesítési láncot a jövőben az alaptermék értékesítési hálózat bővítésével ki kívánjuk terjeszteni külföldre. Első lépésben a környező országok felé kívánunk nyitni. Jelenleg a külföldi kereskedelmi partnerek

igényfelmérése van folyamatban. A hazai és külföldi igények pontos ismeretében, illetve a megrendelések beérkezését követően történik meg a projekt folytatásához szükséges új munkatársak igényének pontos meghatározása és az állomány bővítése. A projekt során felmerült a berendezés bérbeadásának lehetősége is, hiszen kisebb projektek esetén a felhasználás helyéhez közel telepített keverőberendezés bérlésének lehetősége komoly lehetőséget jelent új értékesítési csatornák megnyitására. Természetesen ez az üzleti konstrukció komoly kockázatokkal jár, de amennyiben a piacfelmérés igényt jelez, a nagyobb megtérülés miatt a jövőben felkerülhet a cégek portfóliójára. A projekt keretében megvalósult, a beton alapanyagok és betontermékek vizsgálatára alkalmas laborban pedig a jövőbeni cél az ISO minősítés és az akkreditált labor minősítés megszerzése. Ezt követően mind a jövőbeni gépvásárló partnerek, mind pedig az építőipar számára tudunk majd bevizsgálási szolgáltatást nyújtani.

#### 4. Összefoglalás, következtetések

A KFI\_16-1-2017-0519 számú projektben a CE-Dynamic Kft. és az ÉPGÉPSzerviz Kft. alkotta konzorcium egy innovatív szupermobil betonkeverő rendszert fejlesztett ki. A projekt keretében létrehozott berendezés gyakorlott csapattal akár két nap alatt is bárhol felállítható és üzembe helyezhető. A gép két fő része az alapanyag tárolására, mérlegelésére és továbbítására szolgáló soradagoló, valamint az adalékolást, keverést és kiadagolást végző keverő egység, két nyerges vontatóval mozgatható a felállítási pontok között. A gyakori áttelepítés igénye esetén, a felállítást segítő, hidraulikus lábrendszer is kifejlesztésre került, amelynek köszönhetően alacsonyabb kiszolgáló gépigénnyel történhet a felállítás. Az aggregátoros működtetésnek köszönhetően kiépített közművekre nincs szükség, a betongyártáshoz szükséges alapanyagok a helyszínre szállíthatók. A gép alap kivitelben hangszigetelő burkolattal van ellátva, amely előnye, hogy lakott területhez közel is minimális zajterheléssel, és nagyon mérsékelt portterheléssel üzemeltethető. Az egész éves üzemeltetés igénye esetén, a berendezéshez opcionális elemként téliesítő burkolat is szállítható, amely a hang- és porszigetelés mellett nagyobb hőszigetelő képességgel rendelkezik, így a berendezés fagypont felett tartása kisebb energiával megoldható. A hő- és hangszigetelő burkolatok fejlesztése során, a panelek kiválasztása olyan kísérleti fejlesztésen alapszik, amely során a gép saját zajforrásainak használatával történt a kialakítás meghatározása és a beépített alapanyagok kiválasztása.

Az üzemeltetés külön a berendezéshez fejlesztett egyedi vezérlőszoftveren keresztül történik, amely a teljes berendezés felügyelete mellett, lehetőséget biztosít az elvégzett és tervezett keverések és a keverékreceptek nyilvántartására is. A soradagoló tartályaiban négy alapanyag frakció készíthető be, amely adagolása pneumatikus munkahengerek segítségével történik. A kiadagolást a mérlegcellákon függő szállítószalagra végzi a gép, majd a megfelelő mennyiség esetén az alapanyag keverőbe juttatása a keverőegység szállítószalagjával történik. A kétrotoros keverő felett található a cement, a víz és az adalékanyag mérlegelő egységei, amelyekből a megfelelő mennyiség közvetlenül a keverőbe jut. A keverő kopóalkatrészeinek anyagválasztása kísérleti fejlesztése eredménye, amely során a hagyományos kopóanyagok és a modern kompozit betétek vizsgálatával optimalizáltuk a kopás, a pótalkatrész költség, valamint az energiatakarékosság szempontjából a kiválasztott kopóanyagokat. A berendezés kísérleti fejlesztése során, a projekt keretében megvalósult saját laborban, a legmodernebb mérőeszközök segítségével végeztük el az előállított betontermékek vizsgálatát, valamint a késztermékek validálását.

#### Köszönetnyilvánítás

A fentiekben bemutatott KFI\_16-1-2017-0519 számú projekt a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatással valósult meg.

#### Irodalmi hivatkozások

- [1] Helyzetkép a beruházásokról, 2018, Központi Statisztikai Hivatal, <https://www.ksh.hu/docs/hun/xftp/idoszaki/jelberuh/jelberuh18.pdf> (Utolsó letöltés: 2023. 02.16)
- [2] Deloitte, Global M&A Construction Monitor 2018-2019, Deloitte Touche Tohmatsu Limited, 2019; 22-30.
- [3] Different types of concrete batching plant models., 2020, <https://constrofacilitator.com/different-types-of-concrete-batching-plant-models/> (Utolsó letöltés: 2023. 02.16)
- [4] Valigi MC, Gasperini I. A study on the wear of planetary concrete mixers. Extending the usable-life of mixing blades. CPI-Concr Plant Int 2012;1:50–5.