

A KÍNAI ATOMENERGIA-IPAR FEJLŐDÉSE III. – ENERGETIKAI NAGYBERENDEZÉSEK GYÁRTÁSA

Kirchkeszner Csaba, Dr. Hugyecz Attila – 2021. augusztus 13.

Elemző percünk jelen számában – tovább vizsgálva azt a kérdést, hogy Kína felnőtt-e már ahhoz, hogy a világ új atomerőműtechnológia-szállítójává váljon – **körbejárjuk, rendelkezik-e Kína valódi energetikai nagyberendezés-gyártó képességekkel.** Tesszük mindezt azért, mert egy technológiaszállító ország a másokra való ráutaltság elkerülésével jelentősen csökkenteni tudja a technológiaszállítás minőségi és időbeli kockázatait, valamint a technológia vásárlói a primerkörü rendszer szállítását általában a technológiaszállítótól várják, így az ő feladata és felelőssége, hogy a primerkörü berendezések szállítására képes legyen.

E képességek megléte nem magától értetődő, ugyanis a legnagyobb berendezések kovácsolásához akár 150 MN alakítóerőre is szükség lehet (ez egy kb. 15 000 tonnás testre ható súlyerő), az alakítás során pedig 500–600 tonnás tuskók alakítására lehet szükség, ilyen paraméterekkel rendelkező alakítógépek pedig a világon csak kis számban állnak rendelkezésre.

Az atomerőművi berendezéseket gyártó iparágban a beszállítókat auditálják, ez igazolja, hogy képes a berendezés szabványoknak megfelelő gyártására. A szabványkörnyezetnek megfelelő legismertebb nukleáris akkreditációt az ASME (American Society of Mechanical Engineers) adja ki, a megfelelő gyártási képességet az ún. „*N-stamp*” (N-bélyeg) megadása jelzi. Kína az elmúlt években e téren igencsak gazdagodott. Amíg 2009 végén 6 olyan cég volt az országban, amely *N-stamp* akkreditációval rendelkezett, addig 2011-re ez már 26-ra emelkedett. A primerkörü főberendezéseket (reaktortartály, gőzfejlesztő, térfogatkiegyenlítő tartály) is gyártani képes kínai gyártók legfőbb adatait a következő táblázatban foglaltuk össze (Forrás: WNA).

A legfőbb kínai nehézipar-gyártók adatai

Vállalat	Kovácsoló gép max. alakítóereje	Alakítandó tuskó max. tömege	Reaktortartály-gyártási képesség
China First Heavy Industries (CFHI)	12 500 t, 15 000 t	715 t	5 db/év
Shanghai Electric Company (SEC)	12 000 t, 16 500 t	600 t	6 db/év
China Erzhong	12 700 t, 16 000 t	650 t	5 db/év
Dongfang Electric Company (DEC)	nincs konkrét adat	nincs konkrét adat	5 db/év (?)
Harbin Electric Co	8000 t	nincs konkrét adat	4 db/év

A WNA értékelése szerint **a kínai nehézipar-gyártók évente 10 atomerőműhöz képesek reaktortartályokat és gőzfejlesztőket gyártani**, 2007-ben ez az érték még csak a fele volt, és a kínai technológiaexport-célok alapján a gyártási képesség megduplázása van napirenden.

A *China First Heavy Industries* (CFHI) a nukleáris nagyberendezések legnagyobb kínai szállítója. A cég atomerőművekbe szánt reaktortartályokat, gőzfejlesztőket, térfogatkiegyenlítő tartályokat, reaktorok belső elemeit és primerkörü csővezetéseket is gyárt. Sőt valójában a primerkör valamennyi berendezését képes legyártani.

A világ azon kevés gyártója közé tartozik, amely nagyméretű öntvények és kovácsolással készített berendezések gyártására is képes, és ő az egyetlen olyan kínai társaság, amely a 2, 2+, 3., 3+ és 4. generációs reaktorokhoz is szállított nagyberendezéseket, ugyanis a kínai kísérleti gyorsreaktorhoz is ez a cég tervezte és gyártotta a primerköri főberendezéseket. **Az elmúlt 10 évben legalább 15 kínai blokkhoz szállított reaktortartályt (köztük a második kínai EPR-hez is), 2013-2016 között 4 blokkhoz gőzfejlesztőket, így a Taishan-2-es EPR-blokkba is.** Évente 5 teljes atomerőművi primerkörhöz képes berendezéseket gyártani, ezen felül 5 blokk konvencionális szigetéhez képes kovácsolt forgórészeket és turbinaház-öntvényeket gyártani. Mindezekon túl kohóművek főberendezéseinek (hideg- és meleghengerek, oxigénes konverterek, elektromos ívkemencék, folyamatos öntés berendezései stb.) legnagyobb kínai gyártója, és a petrokémiai iparban használt tartályok legnagyobb gyártója is. Kovácsberendezések is gyárt, weblapja szerint ez a cég tervezte és gyártotta a világ legnagyobb (300 MN-os, 30 000 tonnás) alakítóerővel bíró kovácssajtóját és az első 125 MN (12 500 tonnás) alakítóerejű szabadalakító kovácsberendezést.

A *Shanghai Electric Company* (SEC) főbb nagyberendezés-gyártási képességeit az alábbi táblázatban foglaltuk össze (forrásaink a WNA adatai és a cég weblapján foglalt információk voltak).

A Shanghai Electric nagyberendezés-gyártó képességeinek egy része

Főberendezések	Éves gyártási kapacitás	Blokk típus	Megvalósult példák
Reaktortartály gyártása	6 db	CPR-1000, AP1000 és HTGR	Qinshan II-1, Ningde-2
Reaktortartály belső elemeinek gyártása	8–10 db	CPR-1000, M310, AP1000, Hualong One, CAP-1400, HTGR	Qinshan I, Qinshan II, Fangjiashan, Daya Bay, Hongyanhe, Taishan, Fuqing, Karachi (Pakisztán)
Szabályozórúd-hajtások gyártása	6–9 db	2. és 3. generációs atomerőművi blokkok	Qinshan I, Qinshan II, Fangjiashan, Daya Bay, Hongyanhe, Taishan
Főkeringtető szivattyú (FKSZ) gyártása	12 db	2. és 3. generációs atomerőművi blokkok	Isar2 (DE), Palo Verde (USA), Angra 2-3 (BR), Qinshan-1 (CH), Ulchin (KOR), Barakah (UAE)
Térfogatkiegyenlítő tartályok gyártása	nincs konkrét adat	CPR-1000, AP1000 és CAP-1000 blokkokhoz	nincs konkrét adat
Gőzfejlesztők gyártása	6 db	CPR-1000, AP1000, CAP-1400 és EPR-blokkokhoz	Changjiang-1, Qinshan II-2, Ningde-2, Taishan-2
Félfordulatú turbógenerátor gépcsoport gyártása 3. gen. blokkokhoz	6 db	többféle blokk típushoz	nincs konkrét adat
2–3. biztonsági osztályba sorolt szivattyúk gyártása	50 db	többféle blokk típushoz	nincs konkrét adat

Mindezekon felül a cég képes üzemanyag-átrakó gépek (évi 4–6 blokkhoz, példák: Fuqing, pakisztáni Karachi), ZÜHR-szivattyúk, hosszú távú remanenshő-elvonó rendszerek hőcserélőinek és szivattyúinak, bórosvízszivattyúk, tápvízszivattyúk, nagy- és középnyomású befecskendező rendszerek szivattyúinak, konténment sprinkler rendszerek szivattyúinak gyártására. A termékpalettán szerepel továbbá a gőzfejlesztőn keresztüli passzív hőelvonó rendszer elemeinek és a hidroakkumulátoroknak a gyártása (pl. Sanmen, Haiyang), de találunk nála a konvencionális szigetre szánt nagyberendezéseket is: kondenzátort, gáztalanító táptartályt, kis- és nagynyomású tápvíz-előmelegítőt, valamint cseppelválasztó túlhevítőt is.

A *China National Erzhong Group* 16 000 tonnás alakítóerejű szabadalakító kovácsajtóval rendelkezik, a kínai kereskedelmi kamara adatai szerint egyszerre 1000 tonna acél megolvasztására, 550 tonnás öntvények és 400 tonnás kovácsolt darabok előállítására képes. **Gyártott már 1100 MWe-os generátorokhoz forgórészt, a Fuqing-6-os blokkhoz 600 tonnás tengelyt, és térfogatkiegyenlítő tartályok gyártását is végzi.** Évente 5 reaktortartály gyártására képes.

A *Dongfang Electric Corporation* (DEC) szintén a világ egyik legnagyobb nehézsúlyú vállalata (sokszor az Erzhong-gal dolgozik együtt), a nukleáris szektor számára reaktortartályokat, gőzfejlesztőket és (leginkább az Alstom-mal együttműködve) turbógenerátor gépcsoportokat is gyárt. **2013-ig minden második kínai blokkhoz ez a társaság szállította a turbinát és a generátort.** 2009-ben a társaság szállította **az első olyan kínai reaktortartályt, amely 1000 MWe-os blokk kiszolgálására képes,** és a világ első Hualong One blokkjához (Fuqing-5) ő szállította a gőzfejlesztőket. A WNA adatai szerint évi 3–5 primerköri kovácsolt nagyberendezés (reaktortartály, gőzfejlesztő) szállítására képes.

A *Harbin Electric Company* (HEC) a négy legnagyobb kínai nehézsúlyú gyártó egyike. Ez a társaság **gyártotta két kínai AP1000-es blokk gőzfejlesztőit, valamint mind a négy AP1000-es blokk turbinájának házait,** a szekunderkör csővezetékét és más kiegészítő szekunderköri berendezéseket. A társaság az új Hualong One blokkokhoz (Fuqing-5 és Fuqing-6) főkeringető szivattyúkat is gyárt.

A nagyságrendeket jól érzékelteti, hogy a Turbomachinery International 2018-as forrásai szerint a **Shanghai Electric, a Dongfang és a Harbin a világ gőzturbina-gyártó piacán együttesen több mint 50%-os piaci részesedéssel rendelkezik,** vagyis legalább minden második gőzturbina a három kínai cég egyikének gyárában készül.

Az imént bemutatott gyártási képességek alapján, valamint a kínai atomerőmű-építések beszállítói arányának oldaláról szemlélve a kínai atomerőmű-építési beszállítói láncot, nyilvánvaló, hogy az elmúlt 20 évben a kínai energetikai nagyberendezés-gyártás jelentős tapasztalatot szerzett atomerőművi nagyberendezések gyártásában és szerelésében. A gyártástechnológia kifejlesztésében sokszor önállóan, de nem ritkán japán (Mitsubishi Heavy Industries), német (KSB), vagy francia (Alstom) gyártókkal működnek együtt, és mára harmadik generációs atomerőművek nagyberendezéseit is sorozatban szállítják.

Mindezek alapján megállapítható, hogy **a kínai nehézsúlyú ipar nukleáris nagyberendezések akár nagyszámú gyártására és szállítására képes, kapacitásai vélhetően egyáltalán nem jelenthetik a kínai exportpróbálkozások gátját.**