



Atomerőművek „építés alatt” - II. rész

(A dokumentum 2021 júniusában elérhető adatok alapján készült.)

Miután a világban hivatalosan is folyamatban lévő több mint 50 nukleáris reaktorprojekt közül az európaiakat az első részben megvilágítottuk, fel lehet tenni a kérdést: igaza lehet-e egyszerre az ausztráloknak, az amerikaiaknak, Kínának és Indiának akkor, ha az előbbi pár riasztónak tartja az atomerőmű-építésnek a gondolatát is, míg az utóbbi két ország üdvöztetőnek? És valóban az ördögtől való-e, hogy Bill Gates e színpadon megjelent?

Az idén éppen 20 éves Nukleáris Világszövetség ([World Nuclear Association, WNA](#)) kétévente megjelenő üzemanyag prognózisát [legutóbb 2019 őszén adták ki](#). Ebben, a 2040-ig felvázolt víziót megtámasztó indokok között szerepel az is, hogy a WNA szerint miért és milyen országok, gazdaságok számára lehet vonzó az atomerőmű-építés. A négy tételes indoklásba belefért, hogy a szövetség szerint az atomerőművek nulla üvegházhatású gázt és egyéb szennyező anyagokat bocsátanak ki, hogy megbízható és biztonságos áramforrás, hogy az atomerőmű hosszú távon versenyképes, és hogy az atomenergia az ipar, a gazdaság és az emberi fejlődések is eszköze lehet. Ezen állítások valóságtartalmának mérlegelése vagy pontosítása helyett érdemes volna azonban a következő megállapításra koncentrálni: a WNA szerint az atomerőművek energiatermelői mérete és koncentrálttsága miatt „különösen vonzó az iparosodó országok és azok számára, akik nem rendelkeznek saját energiaforrásokkal”.

Ennek alátámasztására a szövetség honlapján [külön aloldal is készült](#), és az ott felhalmozott adatok és információk alapján valóban kijelenthető, hogy az atomerőmű-építés iránt érdeklődők többsége olyan, ún. fejlődő ország, ahol a kormányok jellemzően nem csak a tervezési előkészítésekből, de a finanszírozásból is kiveszik a részüket. E szemüvegen keresztül azonban érthetővé válik az is, hogy miért nem találta vonzónak Ausztrália az atomenergiát, mint azt a lehetséges utat, mellyel a jelentős szénerőműves kapacitásait kiválthatja. Tavaly októberben [az ausztrál parlament elé került jelentés](#) számba vette, hogy az atomerőművek építése során milyen banánhéjakon csúsztak el az építők a világban. Öt piaci példára szűkítették a kört; három európai (a finn Olkiluoto 3, a francia Flamanville-3 és a brit Hinkley Point C), illetve két amerikai (Vogtle 3&4, illetve a VC Summer 2&3) projektre. Az elszálló költségek és a határidők be nem tarthatósága mellett leginkább a beruházás zavarossá válását emelték ki, melyek együttesen a piaci kívánalmaknak nem megfelelő eredménnyel is végződhet. Úgy találták, hogy amennyiben egy atomenergia projektet teljesen analizálnak - vagyis az előzetes és az utólagos költségeket is



számba veszik -, akkor „nagyon is lehetséges”, hogy egy nukleáris projekt egységenként többre is kerül, mint egy modern napelemes rendszer.

Ugyancsak a WNA szűrőjén keresztül nyitható az atomerőmű építésekre egy új értelmezési ablak a Science Direct májusban elérhetővé tett (de csak a 2021. augusztusi számában publikálódó) tanulmányra, amely az atomerőművek és a klímaváltozás kezelése közti összefüggések tisztázását kísérte meg. A bécsi Természettudományi és Élettudományi Egyetem ([BOKU](#)) Biztonsági és Kockázati Tudományok Intézetének kutatóinak [Nukleáris energia - A klímaváltozás megoldása?](#) című tanulmánya azt állítja, hogy az atomenergiás növekedési forgatókönyvek túlértékelték mind a kapacitásnövekedési ütemet, mind pedig a nukleáris reaktorok terjedését a világban.

A számos előrejelzést - köztük a NAÜ, az OECD-NEA és a WNA jelentését is - feldolgozva a kutatók azt találták, hogy a '80-as években készült prognózisok (mint amilyen a NAÜ 1986-os „alacsony” forgatókönyve is) többszörösét, akár a tízszeres, 5000 GW beépített kapacitást is vártak 2000-re. És még Csernobil után is - amikor már kevésbé voltak optimisták - rendre túlértékelték és túlbecsülték a tényleges építési arányokat. Ez a megközelítés, ha kisebb intenzitással is, de Fukushima után is lényegében megmaradt, így az a helyzet, hogy miközben a NAÜ „magas” forgatókönyvének felső határán 2040-ig 4-500 új reaktor megépülésének lehetőségével számol, a fosszilis erőművek kiváltásához - ha csak atomerőművet használnának fel, 3-4000 egységre volna szükség.

Kenőpénz, korrupció, hazugság

A WNA prizmáján át azonban ugyanígy, „a helyére kerülhet” az a puzzle-darab is, amit az amerikai atomenergiaiparról [írt meg](#) tavaly augusztusban az amerikai Környezetvédelmi Munkacsoport ([Environmental Working Group](#), EWG). Ebben az olvasható, hogy az atomipar politikáját három dolog jellemzi: a kenőpénz, a korrupció és a hazugság.

Az amerikai nukleáris ipar tudja, hogy a nyílt piacon nem képes tisztességesen versenyezni olyan biztonságos, tiszta, költséghatékony megújuló energiaforrásokkal, mint a napenergia, a szél és az akkumulátorok, ezért illegális és kellemetlen taktikákra vált - írta le az EWG. Az állítás bizonyításaként friss példákat soroltak fel:

- 1) 2020 júliusában [az FBI vádat emelt](#) Larry Householder, az ohioi képviselőház elnöke ellen, mert kiderült, hogy több mint 60 millió dollárt vett át a FirstEnergy Corporation-től azért, hogy a társaság nukleáris és szénerőműveivel kapcsolatos terveinek 2026-ig [előnyöket és szövetségi állami támogatást biztosítson](#).



- Bár a céget azóta sem perelték be, az ügyben több embert is letartóztattak. Ahogyan a dél-ohiói ügyész, [David DeVillers fogalmazott](#): a valaha volt legnagyobb vesztegetési és pénzmosási programról rántották le a leplet, amelyet elkövettek Ohio állam lakossága ellen.
- 2) Az Exxon leányvállalata (a Commonwealth Edison Company, ComEd) az ohioi botrány kirobbanását követő napokban gyorsan kifizetett 200 millió dollár bírságot [egy vesztegetési ügyben](#), amelynek célja ahhoz hasonló volt: Illinois-ban biztosítani olyan jogszabályok elfogadását, amellyel a cég biztosítja két atomerőmű működését, valamint az energiapiacra a monopol helyzete fenntartását. Az illegális lobbizás miatt szeptember 4-én [Fidel Marquez volt ComEd-alelnök volt az első](#), akit az ügyben büntetőeljárás alá vontak. A piszkos üzlet [egy számítás szerint](#) az illinois lakók 2,4 milliárd dollárjába került.
 - 3) Még februárban [panaszt nyújtott be](#) a szövetségi értékpapír felügyelet (United States Securities and Exchange Commission, SEC) a dél-karolinai gáz és áramszolgáltató (South Carolina Electric & Gas Company, "SCE&G) ellen, amiért az hazudott - a szabályozóknak és a befektetőknek - a VC Summer atomerőmű építésének előre haladtáról. Ez a projekt zárult 2017-ben törléssel - és óriási túlköltségekkel, amelyet 2017-ben töröltek a tervezett 13 milliárd dolláros költség miatt. Az [Intercept](#) [megírta](#): Dél-Karolina 9 milliárd dollárt fizetett egy lyukért, amit kiástak, majd betemettek.

David Pomerantz, a közüzemi szervek korrupcióját vizsgáló Energetikai és Politikai Intézet ügyvezető igazgatója szerint [az ohioi és illionisi ügyek azt mutatják](#), hogy az alapprobléma a közüzemi szolgáltatók hatalmából ered, abból, hogy a pénzeikkel befolyásolják a politikai döntéseket. Pláne, ha azok a monopóliumaikat megerősítik, és növelik a nyereségüket, márpedig ez semmiféle viszonyban nincs az éghajlatváltozás elleni politikával vagy törekvésekkel. Pomerantz szerint a nagy energetikai cégek, közművek politikai erejének megnyirbálása hosszú távon jót tenne nem csak a megújuló energiák terjedésének, de a klímavédelemnek is.

Erős politika kell

Pomerantz végkövetkeztetése érdekes módon összecseng az Egyesült Államok talán legnagyobb hatású energetikai szakértőjének, a 2020 májusában elhunyt S. David Freemannek a nézeteivel, aki [egyik utolsó interjújában összegezte](#): miért nem az iparnak és a gazdaságnak, hanem a politikának kellene megszabnia, hogy az energiaátmenetben milyen irányba és tempóban haladjanak. Freeman szerint a piac túl lassan működik az energetika nagyon tőkeigényes területén, és ezért a törvény erejére van szükség, hogy „a jog arra az útra készítse e monopólium típusú vállalatokat, amerre a klimatológusok azt mondják, hogy mennünk kell”. Ennek a gyakorlatba való átültetése azonban nem ilyen egyszerű, de ez az, amiért a politikának változnia kell. „Szerintem az a probléma” - magyarázta Freeman -, hogy politikailag nem vagyunk okosak. Gyönyörű, de egyszerű üzenetet kell eladnunk, különben egérfogóba kerülünk, mivel az istenverte fosszilis



üzemanyag-ipar és az atomipar elegendő befolyással rendelkezik, a piac pedig túl lassú, és így a törekvéseket rendre megállítják” - magyarázta Freeman. A [Green Cowboy](#)ként is emlegetett iparági doyen hozzátette: a törvény erejével kell ezen túllépni, és le kell győzni őket, a terveket pedig végre kell hajtani.

„Mert a végén nem csak pénzt takarítunk, hanem megmentjük a bolygót.”

De mi a helyzet akkor, ha mindezek a kétségek, ellenpéldák és indokok csak másodlagosan vagy sokadlagosak egy-egy ország vezetése számára, mert például a politikai kapcsolatok kihasználhatósága, a demográfiai robbanás vagy az urbanizációból és gazdasági fejlődésből fakadó energiaéhség, de akár a saját energetikai nyersanyag szűkössége miatt is a nukleáris energia felé fordul?

Bill Gates új ablaka

[Magyarországon csak néhány hete](#), a nukleáris iparban azonban valójában már évek óta téma Bill Gates [nátriumhűtéses reaktora](#). Illetve, az üzletember által alapított TerraPower nevű vállalat azon ígérete, hogy 2030 előtt kifejleszti, megépíti, és ezen keresztül megmutatja, merre van tovább, előre az atomerőmű építésben és a nukleáris energiatermelésben. Az ötlet, hogy az atomhasadáskor keletkező hőt nem közvetlenül egy turbina forgatására használja fel, hanem egy tartálynyi olvadt sóba tárolja le, azonban nem új. A témát az aktualizálta, hogy a Nukleáris Energia Intézet (Nuclear Energy Institute, NEI) által június elején egy webkamerás gyűlést rendezett (***Nuclear Energy Assembly***), ahol Bill Gates ismét elmondta: „az atomenergiának szerepet kell játszania abban, hogy a világ eljusson a nettó nullához”. (Mivel Gates felbukkanása bármilyen témában jól kommunikálható pozitív üzenetként - legyen az egészségügyi vagy karitatív ügy, de akár a kanadai vasút vagy John Deere és a traktorgyártás; a filantrópoknak mindegyikben van érdekeltsége -, nem csoda, hogy a World Nuclear News a beszéd teljes szövegét [lehozta](#).

Az internetes fórumról tudósítók közül sem igazán figyeltek fel arra, hogy felbukkant ott Jennifer Granholm amerikai energetikai miniszter is, aki [arról beszélt](#), hogy egyszerűbb konstrukcióban, gyorsabban építhető és alacsonyabb költségű atomerőművekben látják az ipar jövőjét. A gondolatmenet bár sokak számára akár tetszetős is lehetne, van vele egy nagy probléma. Az, hogy a kis méretű atomerőműveket éppen az jellemzi a legjobban, hogy a miniszter által sorolt peremfelételeket az 1960-as évek óta nem tudják teljesíteni. Olyasfajta ördögi kör ez, mint a miniautók gyártása: attól, hogy a kocsi kisebb, még nem lesz arányosan olcsóbb is, mert a biztonsági költség, a technológiai és építési kompromisszumok, a nem várt kihívások, de az



anyagköltség és a know-how sem kerül kevesebbe attól, ha egy normál méretű autó helyett, egy Mini vagy egy Fiat 500 gurul le a gyártósorról.

Pedig a nátriumhűtéses technológia a hadiiparnak is tetszett: az 1950-es években élesben tesztelte a technológiát az amerikai haditengerészet, miután a GE nukleáris laborjából kikerülő mini atomerőművet beépítették a USS Seawolf (SSN-575) atomtengeralattjáróba. Ám a rendszer az eredeti tesztelésen sem jutott túl - mivel teljes terhelésen gyakran meghibásodott, és a csökkentett teljesítményű tengeri kísérletet is csupán a rögtönzött javítások sikerességének köszönhetette -, így a tengeralattjáró végül hagyományos vízhűtéses reaktort kapott. A Környezetvédelmi Munkacsoport [márciusban megjelent cikkében](#), amely a kis méretű reaktorokról ([Small modular reactor, SMR](#)) tételesen levezette, hogy miért nem tudnak kellően segíteni a klímaválság leküzdésében, azt írta, hogy a világban úgy százmilliárd dollárt költhettek el eddig a nátriumhűtéses reaktorok kifejlesztésére, de mindegyik projekt kereskedelmi kudarcként végezte.

Ha Bill Gates új reaktora a teljesítménye (345 MW) miatt valójában nem is fér be az SMR kategóriába (aminek a határa 300 MW), attól még van vele más probléma is. A The Bulletin márciusban [közölt egy cikket](#) Frank N. von Hippeltől. A több mint 30 éve hasadóanyag-politikai kérdésekkel foglalkozó professzor szerint Bill Gates terve nem csak költséges, de óriási biztonsági kockázatot rejt, mivel a technológia a hadiipar számára is kincset érő plutóniumot állít elő. Von Hippel e plutónium-tenyésztő reaktorok között töltötte az egész életét, és szerinte nem véletlen, hogy az USA mellett Németország, az Egyesült Királyság, Franciaország és Japán is elköltött legalább 10 milliárd dollárt és felhagyott az ilyen reaktorfejlesztési terveivel. Ahogyan az sem, hogy jelenleg csupán két nátriumhűtéses (gyors neutronos) tenyésztő reaktor prototípus működik a világban - mindkettő Oroszországban. Hivatalosan épít egyet India, kettőt pedig Kína - mindkét ország orosz segítségre támaszkodva. Von Hippel szerint az minimum elgondolkodtató, hogy vajon India és Kína valóban csak áramtermelésre használná-e ezeket az erőműveket, vagy arra is, hogy jelentős mennyiségű, fegyverekbe használható plutóniumot állítsanak vele elő. Az ilyen projektek elszaporodása valójában ezért rejt magában örült veszélyeket - írta a fizikus. Példa is van rá: 1974-ben India első, katonai célú plutóniumrobbantási tesztjét az amerikai Atoms for Peace Programmal a háta mögött, a „békés célú nukleáris program” felhasználásával végezte el. Ez nyomta meg a riasztócsengőt az amerikai fejekben, aminek köszönhetően az akkor már az indiai pályán haladó Brazília, Pakisztán, Dél-Korea és Tajvan mégsem jutott hozzá a plutóniumhoz.

De ennek a következménye az is, hogy 1977-ben az Egyesült Államok kimondta, hogy a plutónium-tenyésztő reaktorok nem gazdaságosak, és nemhogy újakat nem éri meg építeni és fejleszteni, azokkal kísérletezni - mert nem kifizetődő -, de a már meglévőket is le kellene építeni. Von Hippel



azonban arra is felhívta a figyelmet, hogy bár a Clinton adminisztráció idején céltalanná vált és leállt az utolsó ilyen amerikai blokk is, Trump elnöksége alatt államilag ismét támogatni kezdtek egy plutónium-üzemű, nátriumhűtésű reaktor megépítését. Az Idahóban, 300 MW teljesítményűre tervezett „Sokoldalú Tesztreaktor” ([Versatile Test Reactor, VTR](#)) építésének befejezése hivatalosan 2026-ban várható, [a projekt költségét](#) pedig most 5,6 milliárd dollárra becsülik. A VTR-be, ami évente több mint 300 kg plutóniumot termelhet, 2020 januárjában a GE-Hitachi Nuclear Energy mellett [Bill Gates Terrapower-je is beszállt](#) - írja von Hippel. Ez a mennyiség az ötvenszerese annak, amit az amerikai légió 1945. augusztus 9-én, a Fat Man belsejében Nagaszakira dobott.

Teljesen más megközelítésben, de szintén a biztonság kérdéséhez tett hozzá Gregory Jaczko, a Nukleáris Szabályozási Bizottság ([NRC](#)) volt vezetője egy 2019-es interjúban, amikor [azt mondta](#), hogy bár egykori tudósként szerinte nincs azzal baj, ha jobb maghasadási technológiák után kutatnak.

„Rövid távon dolgozhatnánk a jobb nukleáris energia fejlesztésén, de ha a nukleáris vagy más megújuló energiaforrásokra fordítunk pénzt, akkor ésszerűbb befektetni a másikba.” - magyarázta. Japán példáján keresztül azonban arra is felhívta a figyelmet, hogy mivel jár, ha egy gazdaság túlzottan beleszeret az atomenergiába. A szigetország, amely 2011 előtt komolyan vette a Kiotói Jegyzőkönyvet, és agresszív éghajlatvédelmi célokat tűzött maga elé, a fukusimai atomerőműben történt robbanás után azzal szembesült, hogy képtelen a korábban megtervezett úton maradni. Egyetlen baleset miatt az összes atomerőművet bezárták - és kénytelenek voltak a fosszilis tüzelőanyagokhoz (vissza)fordulni.

Atomerőművek építés alatt - Országok II.

1) Argentína

CAREM25 - 2014. február 08. - 25 MW

A CAREM25 elnevezés a spanyol Central ARgentina de Elementos Modulares mozaikszava, illetve a nettó 25 MW teljesítményméretre utal. A mini nukleáris erőmű építése hivatalosan több mint 7 éve tart, de az első betonöntés - 2014. február 8. - óta eltelt időben több [szünetet is elrendeltek](#) már. Az építő cég tavaly azért döntött így, mert a kormány nem fizette a számlák rá eső részét, de gond volt a műszaki dokumentációval is.



A Lima közelében, Buenos Airestől 110 km-re északnyugatra található Atucha elsősorban az országban működő három atomerőművi blokkból kettőt magába foglaló Atucha atomerőműről ismert, de a Carem25 úgy sem elhanyagolható, hogy a két blokk összesen 1033 MW teljesítményre képes - és már működik. A saját fejlesztésű kis moduáris reaktor (SRM) építési költségeinek bő kétharmadát argentin vállalkozók fizetik, de a méreténél fogva elsősorban nem az országos hálózatban van egyelőre érdemi keresnivalója, hanem a lehetséges technológiaexportban. Legalábbis így véli az argentin kormány, amely áprilisban megszavaztatta a részvényesekkel, hogy folytassák a projektet. Szálka a képből, hogy az argentin moduáris reaktor tervét már 1984-ben bemutatták, 2006-ban pedig már egyszer újra indították az egészet, és így is csak 2017-re készült el a prototípus. Egy évvel később az SMR-projekt árát [446-700 millió dollár közé](#) tervezték beszoríthatónak, de akkor az indítást 2020-ra időzítették - és akkor még nem volt a tervekben a tavalyi leállás sem.

Az SMR reaktorokkal kapcsolatban azonban érdemes végiggondolni, hogy a „mi mibe kerül?” alapon számolva jelenleg Európában egy-egy kWh villamos energiáért a lakossági fogyasztók jellemzően [0,1-0,2 eurót fizetnek](#), az argentin CAREM25 egyetlen kWh energiája az eddigi költségek alapján, ahogyan ezt márciusban megjelent illúzióromboló írásában [az EWG levezette](#), 22 ezer dollárra (aktuális árfolyamon 18 260 euróra) jön ki.

2) Banglades

ROOPPUR-1 - 2017. november 30. - 1200 MW

ROOPPUR-2 - 2018. július 14. - 1200 MW

Banglades, történelmi elődjét Kelet-Pakisztánt is ideszámolva 60 éve szeretne atomerőművet. Az első létesítési terv (1961) még 200 MW-ról szólt, amely aztán fokozatosan lett egyre nagyobb (1987: 300-50 MW, 1998: 600 MW, 2013: 1000 MW) - de szigorúan csak papíron. Aztán 2015 végén az oroszok által eredetileg javasolt VVER-1000 típus elavulásával került a képbe a VVER-1200-as típus, amelyből Banglades egyből kettőt rendelt meg. Az atomerőművet a Roszatom tervei alapján a Roszatom építi, Dakkától mintegy 160 kilométerre. A projekt első költségbecslése alapján 13 milliárd dollárig futott, de az előkészítő munkák során, amikor a felek rögzítették a felelősségmegosztást, végül úgy állapodtak meg, hogy a 12,65 milliárd dolláros szerződésben 90 százalékot orosz hitelből, a többit házon belülről oldja meg a bangladesi kormány.

A Rooppur-1 beüzemelését az összes fontos berendezést tervező, építő és szállító Roszatom 2023-



ra ígérte, a 2. blokkét egy évvel későbbre. A munkálatokban csúszásról és problémákról hivatalos híradás nem született, a projektet még a Covid-19 sem lassította le, az építkezés csúcán több mint 12 500 ember dolgozott az építkezésen. 2020. novemberben az 1-es blokk reaktor nyomástartó edényének a 14 ezer kilométeres, két és fél hónapos útjának végéről, a majdani működési helyszínre, a Gangesz keleti partjára érkezésről [adott hírt a World Nuclear News](#), majd egy szűk hónappal később [megérkezett](#) az erőművi blokk 7 tonnás gőzgyűjtője is. A Volgondszki telephelyről utazásra váró erőműbelső részegységek között van egy 11 méteres belső tengely, egy terelőlemez és egy védőcsőtömb is, a szárazföldi és tengeri utazás [összesen több mint 210 tonna alkatrészt érint](#).

Hivatalosan, 2021 februárjában [úgy állt a projekt](#), hogy a Rooppur 1 üzembe helyezése 2023-ban esedékes, a második blokkot pedig várhatóan 2024-ben fejezik be. A bangladesi orosz projekt kulcsrakész építést vállalt és azt, hogy az első blokk szülőben üzemelésének egy éve alatt betanítja a helyi személyzetet. Ebben az oroszok alaposak, évek óta képzik a lokális személyzetet, és úgy számolják, hogy 2022-ig az orosz [Novovoronyezs II.](#) atomerőműben több mint 1500 gyakornokot taníthatnak be a feladataikra.

3) Brazília

ANGRA-3 - 2010. június 1. - 1405 MW

Az Angra-3 az atomerőmű építés dél-amerikai állatorvosi lova. Az 1984-ben kezdődött beruházás első fejezete csak két évig tartott, a Siemens közreműködésével épülő reaktort 1986-tól csak mint berendezéseket szállították le (egy ideig, de több mint kétharmadát), ám azok már egy raktárban enyésznek el. A több mint 20 évvel később, 2007 nyarán újraindított projektre már a francia Areva szerződött, és amikor a tényleges építkezés 2010 nyarán megkezdődött, a felek úgy kalkuláltak, hogy az 1350 MW-os reaktor 2018-ig bekapcsolható lesz az argentin áramhálózatba. Erre nem került sor, miután a kormány 2014-ben leállította az építkezést, és megpróbált túladni az egész projekten. Azt azonban hiába remélték, hogy az aukcióra bocsátás sok pénzt és elhivatott magánereős befektetőket vonz majd a projekthez, és 2021 márciusában [ott tart az Angra-3](#), hogy Leonardo Mendes Cabral, a brazil Gazdasági és Társadalmi Fejlesztési Nemzeti Bank (BNDES) privatizációs igazgatója szerint a következő 18 hónapban elkészülhet az erőművi blokkra vonatkozó pénzügyi csomag. A folytatást egyébként már [tavaly nyár óta lebegtették](#),

azzal, hogy a megbeszélésen maga az elnök, Jair Bolsonaro is részt vett, de ennél sokkal árulkodóbb az a riport, amit a The Bulletin [publikált 2021 februárjában](#), s ami a brazil atomerőmű-



építés és a politikai korrupció összefüggéséről szólt. A szisztematikus, nem az egyes emberek, hanem a rend korrupciójáról, a pénzégetésről, az [állami hivatalnokoknak fizetett kenőpénzekről](#), a csalásokról és sikkasztásról szóló beszámolóból az a kép rajzolódik ki, hogy az Angra 3 építése inkább aktuálpolitikai, a pénzhez és a politikához kapcsolódó döntések sorozata, aminek kevés köze van a jobb ellátáshoz vagy a közjó biztosításához.

Az atomenergia iparban növekvő technológiai költségek, valamint az emelt szintű biztonsági követelmények miatt is dráguló beruházás hivatalosan, 2008-2018 között ugyan [„csak” 2,7 milliárd dollárral tölték meg a beruházási költségeket](#), de nemrég kiszámolták, hogy a leendő erőműre eddig elköltött pénzmenyiség alapján annak megawattóránkénti [tarifája megduplázódott](#), és ma már 90 dollárra jön ki. De még nincs vége az építkezésnek, azt a kormány most 2023-ra, vagy 2024-re gondolja befejezhetőnek.

4) Dél-Korea

SHIN-HANUL-1 - 2012. július 10. - 1400 MW

SHIN-HANUL-2 - 2013. június 19. - 1400 MW

SHIN-KORI-5 - 2017. április 1. - 1400 MW

SHIN-KORI-6 - 2018. szeptember 20. - 1400 MW

2021 júniusában a Research Gate portálon [elérhetővé vált egy tanulmány](#), ami a bizalom-elfogadhatóság modellek működését vizsgálta Dél-Koreában, kifejezetten a kormányba vetett bizalomvesztés és a nukleáris energia összefüggésben. A téma aktualitását mi sem mutatja jobban, minthogy Dél-Korea, amely egy évtizede a világ egyik legintenzívebb atomerőmű építési mutató és expanziós szándékot mutatta fel a világban, ma is [a 2013-ban kibukott korrupciós és biztonsági aggályok és botrányok](#) következményeit nyögi. A kutatók azt találták, hogy az egyén bizalma ma a kormánya iránt negatív hatással van az észlelt előnyökre és pozitív hatással van az észlelt kockázatokra. Ez leegyszerűsítve és sarkítva annyit jelent, hogy az emberek nem igazán veszik készpénznek azt, amit az atomenergiával kapcsolatban hivatalosan közölnek velük.

Az ország, amely annyira biztos volt a saját technológiája hibátlanságában, hogy a fukusimai katasztrófa után egyetlen nukleáris blokkját sem állította le, és [2012-ben még azzal számolt](#), hogy 2021-re 11 új reaktort avatnak, és 2035-re az pedig a meglévő 23,9 százalékos nukleáris részarányt az energiamixben akár 60 százalékig is feltornásszák, ma már [az utolsó nukleáris reaktorépítéseit](#) intézi. Manapság [arról szólnak a hírek](#), hogy március után áprilisban is le kellett állni a termeléssel



a Hanul-1 és -2 blokkoknak, mert a csőrendszerbe bejutó tengeri organizmusok megzavarták a vízpumpák működését, és az illetékes Korea Hydro & Nuclear Power (KHNP) tisztviselőknek fogalmuk sincs, hogy mikor indulhatnak újra, illetve, hogy a problémát végérvényesen sikerül-e megoldani.

SHIN HANUL-1, 2

Az ország dél-keleti részén 1983-2005 között megépült hat, egyenként ezer megawattos Hanul reaktor közelében az eredeti tervek szerint négy darab 1400 MW teljesítményű reaktor épült volna, „új Hanul”, vagyis Shin Hanul néven. Az 1. és 2. reaktorblokkok első betonöntései (2012. július 10. és 2013. június 19.) még éppen megúszták az új dél-koreai jövőképet - a 3. és 4. reaktor viszont már biztosan nem épül meg -, azt azonban most is nyögik, hogy különböző okok miatt az építkezés egyre csak csúszik. Az eredeti tervek szerint a két, egyenként 1340 MW-os (APR-1400 típusú) nyomottvizes, III. generációs KEPCO reaktorblokkoknak 2017-ben, illetve 2018-ban [kellett volna a hálózatra csatlakoznia](#), ám sem ezt, sem pedig az eredetileg becsült 6 milliárd dolláros költségkeretet nem sikerült tartani.

Amikor át kellett volna adni a második blokkot, az Asian Power éppen [azt írta meg](#), hogy a KHNP további 8 hónapos csúszást jelentett be az első blokk építésében, mivel 2017-ben a közelében két nagy földrengés is volt, és az új építések során éppen hogy a fokozott ellenőrzés az, ami ilyen esetekben elengedhetetlenül szükséges. Akkor az volt a terv, hogy a Shin Hanul 1 2019-re elkészül, de idén januárban még mindig [ott tart ez az ügy](#), hogy a KHNP a további csúszások jóváhagyását kéri azt ígérve, hogy 2022 végén és 2023 végén most már tényleg az építkezés végére érhessen. Mindeközben kérelmet nyújtott be a a Shin Hanul 3. és 4. lejáró építési engedélyeinek meghosszabbításához, melyet, bár korábban arról szóltak a kormányzati ígéretek, hogy 2017 után már nem kezd az ország több nukleáris erőművi egység építésébe, [ezeket az engedélyeket 2016-ban jóváhagyták](#), és a dél-koreai energetikai minisztérium [február végén meg is hosszabbította](#) azokat - 2023 végéig.

SHIN-KORI-5, 6

Miközben Dél-Korea [legújabb energetikai terve az](#), hogy az ország 25 nukleáris erőművéből 11-et lekapcsol 2030-ig, és eközben a megújuló energiaforrások mennyiségét a teljes energiatermelés 20, majd 2040-re 30 százalékig növelje, de se atomerőművet, se széntüzelésű energiatermelő



egységet ne építsen már, a 2017-es kezdési határidő előtt, a Shin Hanul két blokkja mellé „becsúszott” a Shin Kori 5. és 6. blokk építése. A 2017-ben és 2018-ban indított munkálatok az első két évben jól haladtak, a Nuclear Engineering International 2019 decemberében - amikor az 5. blokk épületében [a helyére emelték a nyomástartó edényt](#) - a két egység készenléti állapotát [51 százalékosra jelentette](#). A két blokk, a dél-koreai nukleáris reaktorépítési gyakorlatnak megfelelően APR-1400-as egységek köré épül, az 5. reaktort akkor 2023 márciusára tervezték kereskedelmi működésbe engedni, a 6. bő egy évvel később, 2024 júniusára juthatott volna el idáig.

Azonban idén februárban [megjelent az a hír](#), miszerint egy törvény(módosítás) miatt csúszás lesz a projektben. Jung Jae-hoon, a KHNP elnöke ekkor jelentette be, hogy az éjszakai munkavégzést mostantól nem folytathatják, mert bár az idő sürgeti a projektet, a súlyos balesetekről szóló törvény (amely a korábbiaknál szigorúbb büntetőjogi szankciókat ró a vállalatok tulajdonosaira emberi egészségben súlyos kárt okozó ipari baleset esetén) ezt már nem teszi lehetővé. Egyelőre nincs döntés arról, hogy mindez mennyi késést eredményezhet az eredeti menetrendben - tette hozzá a cégvezető.

5) Egyesült Arab Emírségek

BARAKAH-2 - 2013. április 16. - 1400 MW

BARAKAH-3 - 2014. szeptember 24. - 1400 MW

BARAKAH-4 - 2015. július 30. - 1400 MW

Az Egyesült Arab Emírségek a dél-koreai nukleáris energiatermelő rendszerek expanziójának mintatelepe lehetett volna, és bár a projekt, ami azon atomerőmű építések egyike volt, amely időre, és a tervezett költségeken nem emelve elkészült, inkább felemásnak mondható. Az Arab - félsziget első nukleáris erőműve négy blokkra terveződött, és azzal a reménnyel indult az útjára, hogy az ország energiaszükségletének negyedét biztosítani fogja. A 2009-ben megkötött 23,5 milliárd dolláros üzletben a KEPCo azt vállalta, hogy 2020-ra „kulcsrakészre” megépíti mind a négy blokkot. 2011-ben a Bloomberg az üzletet teljesen már inkább [30 milliárd dollárra értékelte](#),

Az 1345 MW teljesítményű Barakah 1, melynek eredetileg 2017 végére a hálózatra kellett volna



csatlakoznia, a koreai cégek kérésére előbb 2018-ra halasztották - [hivatalosan azért](#) mert „az üzemi személyzet jártasságát az erőmű üzemeltetésében még el kellene mélyíteni” (nem hivatalosan azt jelentette, hogy a dél-koreai Shin-Kori 3-ban betanított emírségi szakemberekre nem merték rábízni a Barakah 1 működtetését). Azonban, bár az első blokk építése 2021. márciusban befejeződött, májusban pedig már a tesztelésre készültek, az arab ország nukleáris szabályozó hatósága ([FANR](#)), keresztbe feküdt a dél-koreai siker előtt. Miután a FANR 400 hibát talált azok kijavításáig nem engedélyezte az erőműblokk bekapcsolását. Erre [2020-ig kellett várni](#), illetve a további finomhangolási tételek miatt a kereskedelmi üzembe állásra [2021 áprilisáig](#). Ekkor [Khaldoon Khalifa Al Mubarak](#), az emirátus atomerőművi cégének (Emirates Nuclear Energy Corporation, ENEC) elnöke azt mondta: világos ütemtervük van, és biztosítani fogják a legmagasabb szintű biztonsági és minőségi nemzetközi szabványok betartását. (Mohamed Al Hammadi az ENEC vezérigazgatója 2020. decemberben [egy interjúban azt mondta](#), hogy „a Barakah-i erőmű nem csak erőmű; ez a nemzet növekedésének motorja”.)

2020 júniusában [jelentette le az ENEC](#), hogy befejeződött a 2. blokk építése, idén márciusban pedig a FANR [kiadta rá a működési engedélyt is](#). Amikor egy hónappal később a hálózatra engedték az 1-es blokkot, a Barakah 3 94 százalékos, a Barakah 4 pedig 87 százalékos készenléti állapotig [jutott el](#), és mindkét egység működési engedélyére vonatkozó kérelmeket benyújtották.

6) Amerikai Egyesült Államok

VOGTLE-3 - 2013. március 12. - 1250 MW

VOGTLE-4 - 2013. november 19. - 1250 MW

A világ legnagyobb atomhatalmának tekintett Egyesült Államok örületes bűvészmutatványt végzett az elmúlt évtizedekben annak érdekében, hogy elfedje az atomerőműveivel kapcsolatos problémákat. A leginkább árulkodó ábrát az [EIA készítette el](#), melyen az látható, hogy miközben 1986 óta lényegében 100 ezer MW körüli termelési volumen körül billeg a rendszer, a megtermelt mennyiség majdnem a duplájára nőtt (414 TWh-ról 800 TWh-ig). Mindez azért nagy mutatvány, mert közben egyre kevesebb új erőmű épült.

1986-ban még 7, 1988-ban pedig még 8 nukleáris blokkot engedtek a hálózatra, az egész következő évtizedben összesen négyet, és 1996 februárja óta (ekkor Watts Bar-1 csatlakozott a hálózatra) összesen egyet (2016. Watts Bar-2). Mindeközben 40 egység leállt - köztük olyanok is, amelyeknek



[működési engedélyük még érvényes lett volna](#) a további működésre, de már [nem érte meg az üzemeltetésük](#). És miközben az amerikai atomerőművek történetében 42 olyan projekt is van, ami végül nem ért el az építkezése végéig, jelenleg összesen egyetlen erőmű (két blokkja) tartozik az „építés alatt” kategóriába. Ráadásul a Vogtle 3 és 4-ről még az iparágon belüli források sem igazán tudnak optimistán nyilatkozni.

A 2009 óta készülő erőműbővítés, amely Georgia állam energetikai biztonságát garantálta volna, azt a célt is magára húzta, hogy a 2,6 millió ügyfelet ellátó, atomtól szénen át szélturbinásig mindenféle erőművel dolgozó Georgia Power^[1] (mint a Southern Company, Amerika vezető energetikai cégének leányvállalata) 500 ezer fogyasztót lásson el, és általa jusson közelebb a 2050-re vállalt karbonsemleges működéshez. Arról azonban, hogy mindezért az eredeti beruházási ár [dupláját kell fizetni](#), és ez majd az áramszámlákban is külön, [jól látható tételt jelent](#) majd, nem szóltak.

A 3. és 4. blokk építése is megkezdődött 2013-ban, de a tervezett munkálatok az eredetileg már 2016-ra befejezni ígért projekt szinte azonnal csúszkálni kezdett: az Obama, majd a Trump adminisztráció idején is több milliárd dolláros állami hitelgaranciát kellett kérniük. És bár a támogatásokért, illetve azért, hogy a nukleáris reaktorokat építő [Westinghouse csődje](#) (amelynek legfőbb oka éppen az új amerikai erőműépítések költségtúllépései voltak) ellenére sem állt le hivatalosan a Vogtle erőmű új blokkjainak építése, az ígért [agresszív projektfiniselésből](#) annyi maradt, hogy a hitelgaranciáért cserébe kötelezően előírt féléves státuszjelentésekkel is [késni tudott a cég](#). Vogtle 3 így végül a 2020-as finist sem tudta megtartani.

[Korábban úgy volt](#), hogy miután 2020. december 10-ig a Georgia Power a Vogtle 3-hoz szállítja az első adag nukleáris üzemanyag-szállítmányt, a betöltés áprilisban megtörténhet, és kezdhető a meleg funkcionális tesztelés előkészítése, ám végül mindez nem teljesült. Aztán idén, március végén még csak [megpendítették az újabb határidőmódosításokat](#) (eszerint a Georgia Power beadványban jelezte az Értékpapír- és Tőzsd felügyeletnél, hogy a 3. blokk kereskedelmi működésének megkezdése egy hónapot vagy többet késhet, és ez havonta a cégnek 25 millió dolláros plusz költséget jelent), a cég első negyedéves beszámolóját ismertető Tom Fanning vezérigazgató áprilisban [azzal kente el](#), hogy a 3. egység céldátuma ez év vége (miközben a hatóságok által legutóbb jóváhagyott erőmű-bekapcsolási dátumok: 2021 novemberét, illetve 2022 novemberét tartalmazták). Végül, alig egy hónappal azután, hogy a Georgia Power bejelentette, hogy [megkezd](#) 3-as blokkon az üzemanyag nélküli utolsó nagy vizsgálsorozatot, (az ún. forró funkciós tesztet), valamint a 4-es blokkban az utolsó nagyméretű modult - egy óriási, 750 ezer literes víztartályt - is [a helyére illesztik](#), június 11-én [ismét a szokásos lépésről számolt be a](#)



[Nuclear News](#). Megint csúszás, mert a 3. blokk valószínűleg nem is indul el 2022 nyara előtt, és a 4. blokk bekapcsolása is csak egy évvel későbbre tűnik reális elképzelésnek. Mindezt arra alapozta a lap, hogy a projektet felügyelők, illetve építésbiztonsági elemzők szerint volna még jó pár fontos tennivaló (fontos alkatrészek hibásodtak meg, amelyeket ki kell cserélni, és a rendszer számára fontos szoftverfrissítések is elmaradtak). A hírre a cég azzal reagált, hogy a Voglte 3 építésének befejezése hivatalosan 2022. januárban esedékes, a 4. blokk üzembe állítása pedig 2022 novemberében fog megtörténni. Az újabb csúszást így is volt akik kiszámolta: a 27 milliárd dollárosra dagadt beruházáshoz további [48 millió dolláros költséget generál](#).

7) India

KAKRAPAR-4 - 2010. november 22. - 700 MW

KUDANKULAM-3 - 2017. június 29. - 1000 MW

KUDANKULAM-4 - 2017. október 23. - 1000 MW

PFBR - 2004. október 23. - 500 MW

RAJASTHAN-7 - 2011. július 18. - 700 MW

RAJASTHAN-8 - 2011. szeptember 30. - 700 MW

KAKRAPAR-4

2020 júniusában hosszú és műfajilag is összetett írást [közölt a The Indian Express](#). Az aprópót az teremtette a leírást, pamfletet és interjút is keverő cikk megjelenéséhez, hogy a hálózatra kapcsolódott az ország első 700 MW teljesítményű, saját fejlesztésű nukleáris erőművi egységét, a Kakrapar-3-at (KAPP-3). A nyugat indiai partvidéken, a Surat és a Tapi folyók közelében 2010 óta épülő erőmű életében, de az India polgári nukleáris programjában „mérőkövnek számító esemény” lényege, hogy a zömmel addig használt 540 MW teljesítményre képes PHWR blokkokat sikerült egy nagyobb, fejlettebb, de még mindig a [CANDU reaktorok elvén](#) működő nehézvízes



rendszerre cserélni. A 700 MW-os reaktoroktól India azt várja, hogy olyan mennyiségben állnak majd munkába, hogy hamarosan az indiai atomreaktor-flotta alappilléreivé váljanak. Legalábbis az elképzelés az, hogy az egységenkénti nagyobb teljesítmény könnyebben elérhetővé teszi majd az 2007-ben kitűzött mennyiségi célját; azt, hogy a jelenlegi nem egészen 7 GW nukleáris erőművi potenciálját 2031-re több mint megháromszorozva, 22 480 MW-ra növekedjenek. Habár a tervszámokat egységekre és építkezésekre is lebontották már - 2019 januárjában az indiai Atomenergiaügyi Minisztérium (DAE) [bejelentette](#), hogy 2031-ig India 21 új erőforrás üzembe helyezését tervezi, köztük tíz blokknyi, saját fejlesztésű PHWR-konstrukciót, amelyek teljes termelési kapacitása 153100 MW - ám ezt az ugrást ma már inkább valószínű, hogy nem tudják majd sikeresen végrehajtani azzal együtt sem, hogy a korábbi évtizedek erős kanadai, majd francia kapcsolatai mellett, majd helyett az elmúlt bő két évtizedben Oroszország vált igen fontos technológiai és nukleáris üzemanyag-szállítóvá. A legfőbb problémát az építkezések csúszásai jelentik.

Az indiai nukleáris erőművekre vonatkozó tényeket és álmokat [2021 áprilisában összegezte](#) az Újdelhiben bejegyzett Jagranjosh. E szerint az országnak jelenleg 22 működő atomreaktora van, melyek 7 780 MW beépített teljesítményre képesek 7 atomerőműben. 2021-ben majdnem ugyanekora, 7480 MW teljesítményre képes erőműpark áll építés alatt, miközben 10 helyszínen, összesen 33 GW megépítése szerepel a tervekben. Utóbbiak között van a Jaitapuri atomerőmű, amely ha megépülne, a maga 9900 MW teljesítményével a világ jelenlegi legnagyobb erőműve lenne. A probléma az, hogy ez az erőműépítési elképzelés 2010 óta egészen konkrétan létezik, és bár már akkor is francia közreműködéssel gondolták az indiaiak megvalósíthatónak, ám 2021-ben nemcsak, hogy a francia oldal és pozíció más a világ atomtérképén, de most is csupán ott tart az ügy, hogy az EDF [eljutott a technikai-kereskedelmi ajánlattételig](#) - ami azonban egyik felet sem kötelezi még a projekt kiírására vagy megkezdésére.

A csúszások az okai annak is, hogy a KAPP-3 az első betonöntéskor (2010. november) ugyan biztosnak látszott, hogy a reaktort még 2015-ben a hálózatra engedhetik, ám ez végül csak öt évvel később történt meg. És bár az lehet, hogy ez az első új reaktor, és az ehhez tartozó infrastruktúra, és az olyan létfontosságú berendezések, mint a gőzfejlesztők, dízelgenerátorok és egyéb reaktor alkatrészek a szokásos beruházási időket elnyújtják a tervezés-gyártás-ellenőrzés miatt, és az is valószínű, hogy - ahogyan azt a Financial Express 2019 októberében [megírta](#) - Oroszországhoz, Kínához vagy Dél-Koreához hasonlítva Indiában korlátozott számban található az atomipari szinten minősített gyártókat - ugyanennyi csúszással számolnak a Kakrapar-4 esetében is. 2020. március elején, az indiai parlament felsőházának adott írásbeli válaszában Jitendra Singh államminiszter [azt közölte](#), hogy annak üzembe helyezése 2021 szeptemberében várható.



KUDANKULAM-3, 4

Az egyik legnagyobb folyamatban lévő atomenergia-projekt Indiában a Kudankulam-i, amely ha elkészül, hat darab, orosz gyártmányú VVER-1000 reaktorral termel majd az ország déli csücskében a található egyik legnépesebb állam (Tamilnadu) áramhálózatára. Az eredetileg 1988-ban, majd megújítva 1998-ban kötött indiai-orosz megállapodás alapján épülő Kudankulam erőmű két első blokkja (2014 decembere, illetve 2017 áprilisa óta) már dolgozik, a második kettő [2016 februárja, illetve 2017 júniusa óta](#) hivatalosan is építés alatt áll, a Kudankulam 5. és 6. pedig egyelőre csak papíron létezik.

Az építés alatt álló blokkokban [az első betonöntés](#) óta lényegében zavartalanul halad az építkezés, a különféle berendezések és alkatrészek gyártása és fokozatos szállítása hasonlóképpen. Állnak a főbb épületek, legyártották és helyszínre szállították a legtöbb berendezést és a magfogó installálása is befejeződött - [olvasható a hivatalos dokumentációban](#). (Az már nem, hogy a különböző technológiai változások, az infláció, valamint a felek által kért a beruházáshoz kapcsolódó további biztosítások az első két egység költségét már [megduplázta](#), de ezt végül az indiai kormány lenyelte.)

Az erőművet 2019-ben kibertámadás érte. Az esettel kapcsolatban hivatalosan [annyi került nyilvánosságra](#), hogy az informatikai rendszerben talált nyomok alapján kártevő programokra bukkantak, de kiderült, hogy a támadások csak a rendszer adminisztratív feladatokat ellátó hálózatát érték el. Az észak-koreiaként azonosított hekkerek állítólag nem jutottak be az erőművet vezérlő belső hálózatba. Ehhez képest később, az indiai kiadású [Economic Times](#) [megírta](#), hogy az incidensről készült jelentés szerint „a hackerek sokáig észrevétlenek maradtak az áldozat hálózatában”, és a rosszindulatú programok valóban elterjedtek a Kudankulam informatikai hálózatában. A behatolók érdeklődését valószínűleg az indiai nukleáris technológia iránt az váltja ki - írták -, hogy India tórium-alapú reaktorokat fejleszt, ami a világ új energiaforrása lehet (és Indiának abból mindenkinél több van a világon).

De az építkezést mindez nem befolyásolta. Tavaly nyáron [hír lett abból](#), amikor a szentpétervári kikötőt elhagyta az a szállítóhajó, amely a Kudankulam atomerőmű 3. és 4. erőműveinek felszerelését szállította, mivel a Covid-19 járvány korlátozásai ellenére a 4200 köbméternyi, már a 17. rakományi áru összegyűjtése, behajózása és célba juttatása - legfőképpen a kétoldalú diplomáciai erőfeszítéseknek köszönhetően - a korábbi időigény több mint harmadát megtudta sópórolni. Ugyanígy, „kis színes hír” született abból is, amikor [2020 decemberében](#) az orosz [TsKBM](#)



által gyártott turbinacsarnok tápszivattyúk a helyszínre érkeztek. A reaktorok üzemindítási idejével kapcsolatosan jelenleg 2023 március, illetve november [olvasható a hivatalos dokumentációban](#), de idén márciusban már az is megjelent a Projects Today oldalán, hogy [hamarosan megkezdődnek](#) az atomerőmű 5. és 6. blokkjának építési munkálatai. Pontosabb meghatározás nincs, de a portál úgy tudja, hogy a két, egyenként 1000 MW-os egység építését az első betonöntéstől számítva 66 illetve 75 hónap alatt tervezik megépíteni.

PFBR

2021 van, és a Bharatiya Nabhikiya Vidyut Nigam Ltd ([BHAVINI](#)) által Kalpakkamban épülő [gyorstenyésztő reaktor](#) prototípus ([Prototype Fast Breeder Reactor, PFBR](#)) hivatalosan több mint egy évtizede késik. *Indiának nem kellene abbahagynia a program folytatását?* - [így kezdődik](#) a 2020 februárjában publikált cikk a The India Forum oldalán, amely megpróbálja felidézni nem csak az India 4. legnagyobb városa, Csennai (korábban: Madras) közelében felhalmozott kudarc okait, hanem azt is, hogy az üzemanyagként plutóniumot is használó 500 MW teljesítményre tervezett erőmű stratégiai jelentősége (értsd: fontossága az indiai atomfegyver-arszénál számára) miatt vált meghaladottá.

A cikk apropóját az jelentett-e, hogy a PFBR által 2020 szeptemberében bejelentett, [2022-re várható üzembe állásról is kiderült](#), hogy nem tartható. A halasztások kronológiáját és indokait [a Florish Stúdió is összesítette](#), de az sem meglepő, hogy már az Indian Forum cikke előtt, a tavaly ősszel tett fogadkozást követően alaposan kivesézte a helyzetet [az indiai The Wire tudományos rovata](#) is. Elvégre ezt a projektet még az 1970-es években találta magának az indiai vezetés, és bár három évtizedig csak tervezgetés zajlott, 2003-ban hiába tették félre az egészet - mondván, hogy a projektnek örületesen nagy a beruházási költsége - 2004 óta mégis tart az építkezés. Amit 2010-re már befejezni ígértek, majd az évek alatt tovább növekvő költségek ellenére csaknem sikerült befejezni. 2014-ben, amikor hivatalos ellenőrzés alá vették a projektet, kiderült, hogy az előző évek nagyértékű megrendeléseinek 76 százaléka nem érkezik meg időben (az átlagos csúszás 158 nap volt, a rekord azonban 1092 nap volt), ráadásul ugyanilyen jellemzője az egész beruházásnak a rendszeres költségtúllépés is és az előírt dokumentációk hiányossága. Nem sok minden változott - 2015-ben, egy újabb átvilágítás alkalmával a kormány elismerte, hogy a PFBR esetében „nem voltak pénzügyi korlátok” -, és így nem meglepő, hogy 2020-ban a *Progress in Nuclear Energy* folyóiratban [„India gyorsreagálású programjainak áttekintése és kritikus értékelése”](#) címmel egy olyan anyag jelent meg, amelynek konklúziója, hogy a reaktort - a jelenlegi kialakítása alapján - nem lehet működtetni. Külön nyomatékot ad az írásnak, hogy azt



RD Kale jegyzi; ő volt korábban a nátrium hűtőfolyadék technológiás fejlesztések kulcsembere Indiában.

A 2010 óta rendre felülírt indítási és üzembe állási határidők eleinte a plutonium előállításával, majd gyratásával voltak kapcsolatosak, az utóbbi években a nátrium-szivattyúkkal kapcsolatos problémákkal voltak kapcsolatban, miközben [becslések szerint](#) az eredeti 35 milliárd rúpiás költségvetet a 70 milliárd közelébe melkedett - [posztolta ki az oldalára](#) hasadóanyagokkal foglalkozó nemzetközi testület (Fissile Materials). Nem mondhatja senki, hogy nem jelezték ezt előre - ugyanott visszakereshető, a szervezet [már 2010-ben elmagyarázta](#), hogy a tenyészreaktorok miért drágák és problémásak.

2020 májusában az indiai atomenergiaügyi miniszter 2021 decemberét jelölte meg az üzembe helyezés és a működtetés megkezdésének dátumául.

RAJASTHAN-7, 8

Az indiai nukleáris energiatermelés fejlődéstörténetét valószínűleg a radzsasztáni atomerőművel lehetne a legjobban szemléltetni; azt, hogyan jutott el a 100 MW méretű import technológiától a 700 MW-os saját fejlesztésű blokkokig. Az észak-indiai nukleáris áramtermelő telep több mint 50 éve épül-bővül, és bár az 1973-ban bekapcsolt első kanadai Candu reaktort 2004-ben már lekapcsolták, az öt termelő RAPS blokkból a hálózatra adott 1180 MW összteljesítmény így is jelentős. Amit - amikor a 7. és 8. blokk elkészül - több mint megdupláz majd az erőmű, mivel a két új PHWR egység egyenként 700 MW teljesítményre lesz képes.

A két új blokk 2011 óta áll építés alatt”, akkor úgy tervezték, hogy 2016-ra be is kapcsolják őket. A munkálatok, azonban jelenleg is tartanak, és bár [a legutóbbi hivatalos dátum](#) 2020 decembere, illetve 2021 decembere volt, ezek a határidők sem lesznek tarthaótk. Az erőműről még 2019-ben érkező [World Nuclear News azt írta](#), hogy a Nukleáris Világszövetség információi szerint a 7-es blokk építésének befejezésére 2022 márciusáig, a 8-éra 2023-ig biztosan várni kell.

8) Irán

BUSHEHR-2 - 2019. szeptember 27. - 1057 MW

Januárban Szergej Lavrov orosz külügyminiszter viszont azt már bejelentette: Oroszország készen áll, hogy [új egységek építésével segítsen Iránnak](#) a meglévő Bushehr atomerőmű kapacitásának bővítésében. A Busher 1 10 éve működik, a 2. blokk építése [tavaly novemberben megkezdődött](#),



így a harmadik egység előkészítési munkálatai is indulhatnak. A szerződések szerint mindkét új reaktor VVER-1000 típusú, III+. generációs technológiával és a legújabb biztonsági funkciókkal együtt érkezik majd Iránba a Roszatom jóvoltából, de Oroszország az üzemanyagot is biztosítja a Bushehri erőmű számára.

Az „építés alatt áll” kategóriába tartozó Bushehr 2. blokk ünnepélyes betonöntésén érződött az orosz hatás: Ali Akbar Salehi, az iráni atomenergia szervezet (Atomic Energy Organization of Iran, AEIO) elnöke a projekt gigantikusságát hangsúlyozva [számtengert öntött a hallgatóságára](#).

Elmondta, hogy minden egyes megépített reaktor - amellett, hogy megbízható módon áramot ad -, évente 11 millió hordónyi olajat, avagy 660 millió dollárt takarít meg Irán számára, és ha a 2. blokk alapbeton öntése a végéhez ér, akkor 3 millió köbméter földmunka, 3000 tonna vasbetont és 350 ezer tonna cement árán máris elérték a projekt 30 százalékáig.

A Perzsa-öböl partjainál található Bushehr várostól 17 kilométerre délkeletre lévő telephelyen zajló atomerőmű-építés 2. fázisának végét 2024-re tervezik. Ebben okozhat fennakadást az, hogy amiről március végén [a Bloomberg adott hírt](#), miszerint leállhat a Bushehr erőmű, mert az amerikai banki korlátozások megnehezítették az iráni pénzáttalásokat - és így a szükséges felszerelések beszerzését, valamint az orosz vállalkozói számlák fizetését. Ugyanakkor május elején az atomerőmű mellett már nem először fotóztak és [jelentettek jelentős méretű ipari tüzet](#), aminek azonban nincs hivatalos magyarázata.

9) Japán

OHMA - 2010. május 7. - 1328 MW

SHIMANE-3 - 2006. október 24. - 1325 MW

Csupán néhány hónappal a fukusimai atomerőmű katasztrófája előtt [előadást tartott Shunsuke Kondo](#), a Japán Atomenergia Bizottság elnöke. Fényes jövőt vázolt a szigetország nukleáris ipara elé, melyhez olyan kulcsfogalmakon keresztül jut majd el a szektor, mint a biztonság, a költséghatékonyság, a kiváló minőség, a klímavédelemi szempontok érvényre jutása. Kondo úgy kalkulált, hogy 2030-ra Japánban 49 százalékos is lehet nukleáris erőművek részaránya az energiamixben. Egészen biztos már, hogy nem lesz igaza; a jelenleg működő 33 reaktorblokk mellett 27 egység „permanent shutdown” - azaz hosszú időre lekapcsolt állapotban van Japánban. A 27 között van az a 10 fukusimai blokk is (a katasztrófát szenvedő Daichi 6 reaktora és a Daini 4 egysége) melyeket szinte biztosan nem fognak már üzembe kapcsolni, mivel a 2011-es katasztrófa



következményeit ez a térség a hivatalos becslések szerint is akár 40 évig takarítani fogja. A TEPCo - amelynek a fukusimai katasztrófában játszott szerepéért már [senkit nem vonnak felelősségre](#) - idén áprilisban [megkapta a kormány engedélyét](#), hogy a több mint 1,3 millió tonna előszűrt, de továbbra is sugárszennyezett vizet az óceánba ürítse. A cég szerint ez nem veszélyes, de a TEPCo hitelességéhez korábban is fértek kétségek. Épp a napokban íródott ehhez újabb tétel, mivel kiderült, hogy a cég elsumákolta a Kashiwazaki-Kariwa atomerőműben a biztonsági felülvizsgálatot. Az [Asahi írta meg](#), hogy bár a cég januárban bejelentette, hogy az előző napon befejeződtek a biztonsági intézkedésekkel kapcsolatos építési munkálatai, és így várják a hatósági engedélyt a 7-es blokk újraindításához, valójában az előírt munkák egy részét (legalább 76 tételt) nem végezték el. Azok után sem, hogy korábban a terület hanyagság miatt akadt már fenn ellenőrzésen, és a Nukleáris Szabályozó Hatóság ([Nuclear Regulation Authority, NRA](#)) akkor lenullázta a reaktor újraindítási ütemezését.

A fukusimai tragédia 10. évfordulóján a Napi.hu-ban megjelent átfogó írásban [az olvasható](#), hogy Japán az energiaellátásában pillanatnyilag leginkább a szénhidrogénekre támaszkodik (szén: 25 százalék, földgáz: 23 százalék, olaj: 39 százalék), ám miközben a kormány eredeti terveben az szerepelt, hogy 2030-ra kellene elérnie a szigetországnak a napelemekkel a 64 GW termelési kapacitást, ezt a határt már 2018-ban megközelítették (55GW), pedig a szél „feltalálása” ott gyakorlatilag csak most kezdődik (2018-ban 3,6 GW volt). A Fenntartható Energiapolitikai Intézet ([Institute for Sustainable Energy Policies, ISEP](#)) adatai szerint a megújuló energia részesedése az energiatermelésben 2019-ben elérte a 18,5 százalékot. Ami a nukleáris energiát illeti: 2015-ig nulla volt az aránya, azóta az engedélyezett újraindításoknak köszönhetően 6,5 százalékig tornázta fel magát. A kormány támogatja, ugyan, hogy a japán gazdaság és társadalom továbbra is [keményen ráforduljon a megújulókra](#), ugyanakkor az a célja, hogy 2030-ra az atomenergia energia-mixbeli részaránya elérje a 20 százalékot. Ehhez azonban nem elsősorban új építésű atomerőművekre támaszkodnia. A jelek szerint legalábbis az a helyzet, hogy bár az adatbázis szerint két új erőmű is építés alatt áll, ezek engedélyét még 2011 előtt adták ki.

2010-ben hivatalosan még az építési engedély iránti kérelem hatósági felülvizsgálatának utolsó szakaszában volt a Tsuruga-3 & 4, illetve a Higashidori 1 projektek is, de ezek [ma már nem létező elképzelések](#). Az előbbieket indulását [15 éve még 2016 és 2017 tavaszára tették](#), utóbbi viszont már Fukusima előtt is csúszkált: a TEPCo 2008 januárjában [egy év késedelmet jelentett](#) az építési tervekkel kapcsolatosan, majd a 2008 decemberi kashivazaki-karimai földrengés következtében az új villamosenergia-projekt építését elrendelt szigorúbb biztonsági követelményeknek való megfelelésre hivatkozva még további csúszást. Így amikor 2011. januárban megszerezték az építési engedélyt, a munka - ahogyan minden erőmű működtetése is - márciusban leállt. Így sem az eredeti



2015-ös, sem a később [2017-re átírt indulási terv](#) nem vált valóra. A TEPCo jelenleg [a saját oldalán annyit közöl](#), hogy a munka áll, és azóta sem léptek előre.

A Higashidori térségről 2020 decemberében [helyszíni riportot jelentetett meg a Japan Times](#). A lehangoló körkép azt mutatta meg, hogy egy kis, alig 6000 fős település hogyan került a mennyből a pokolba. Higashidori határában ugyanis 2005-ben bekapcsoltak már egy atomerőművet - amit nem a TEPCo, hanem a Tohoku Electric Power épített, viszont a településnek fizetett jelentős méretű helyi adó aztán elapadt, hogy a Higashidori-1 (Tohoku) a 2011. márciusi általános leállitás óta nem kapott engedélyt az újraindulásra - miután kiderült, hogy az 1000 megawattos reaktor épülete alatt két veszélyes törésvonal is húzódik.

Na, de vissza a hivatalosan is „építés alatt “ álló japán nukleáris erőművekre!

OHMA

Az észak-japán Aomori prefektusban épülő Ohma-i atomerőmű eddigi története a bejelentett, de eddig még egyszer sem betartott határidőmódosítások története. A GE Hitachi Nuclear Energy III. generációs ABWR atomreaktorának ohma-i építését valójában már 2008 tavaszán megkezdték azzal a céllal, hogy egy új standard alapján épített földrengésbiztos, 60 évig működőképes atomerőművet biztosítson az ország számára.

Az Ohma első blokkjának építését 2012. márciusra kellett volna az előzetes menetrend szerint befejezni, de a munkálatok 2011 márciusáig nagyjából 40 százalékgig jutottak el. A fukusimai baleset utáni általános leállást követően, amikor [2012 októberében folytatták az építést](#), 2014 novembere volt a cél azzal a kitételrel, hogy az építő Japan Electric Power Development (J-Power) ekkor fogadkozott: „törekedni fog egy biztonságos erőmű létrehozására”, megerősítik az erőmű biztonságát és figyelembe veszik a fukusimai baleset tanulságait. Ennek lett egyik eleme az lett, hogy az erőmű főbb struktúráit (reaktor, turbinaépületek stb.) a talajszinttől számított 12 méteres magasságban építik meg a szökőárral kapcsolatos kockázatkezelés érdekében; illetve az is, hogy az erőműbe két 500 kV-os és egy 66 kV-os vezeték becsatlakozást is beterveztek, hogy garantálni lehessen a vészhelyzeti létesítmények áramellátását.

A cég 2015 szeptemberében azt közölte, hogy a biztonsági berendezések gyártásának csúszása miatt csak 2021-ben fejezik be a projektet, majd egy évvel később, az elhúzódó biztonsági átvilágítás, illetve az NRA felülvizsgálati protokolljára hivatkozva azt közölték, hogy az Ohma csak



2023 második felében készül el. Ez a céldátum is változott: 2018 őszén a a J-Power [újabb két év csúszást jelentett be](#) a szigorúbb biztonsági protokolloknak való megfelelés időigényesége miatt, de ezzel sincs vége, mivel 2020 szeptemberében a vállalat még [további késéseket jelentett be](#), mivel az NRA új szabályozása például a korábbiaknál szigorúbb földrengéssbiztonsági, szökőár elleni védelmi előírások betartását írja elő. Az új regulák viszont olyan kényszerpályára lökik a beruházást, amivel kapcsolatban csak az biztos - közölte az építő cég -, hogy reálisan 2027 második felére fejezhető be a megkívánt plusz építkezések. Ezt követi még a vizsgálati és engedélyezési időszak, úgyhogy „az Ohma-1 működési kezdetének időpontja jelenleg nincs meghatározva” - közölte a J-Power.

SHINAME 3

Ha lehet, a Chugoku Electric Power tulajdonában és üzemeltetésére váró projekt még az Ohma építkezéstől is hányattatottabb. Az egységet eredetileg 2011 decemberében már üzembe kellett volna kapcsolni, ehhez képest az építkezés a fukusimai katasztrófát követő teljes leállásor - a kivitelezési munkák 94 százalékos készülségénél megállt. A Hitachi-GE Nuclear Energy által bevállalt teljes üzemépítés célja voltaképpen nem termelői kapacitásbővítés volt, hanem ahogyan a [Power Technology írta](#): az új blokk a Shimane Atomerőmű egyes reaktorának a helyébe lépett volna. Az egyes reaktor 1974 óta dolgozott, és lassan elérte a leszerelési idejét, amire végül 2015. április 30-án sor is került.

A 2011 márciusát követő biztonsági felülvizsgálati protokollok be nem tarthatósága miatt azonban a 3-as blokk építése gyakorlatilag leállt. Egészen 2018-ig nem történt semmi, amikor augusztusban a Chugoku Electric Power [biztonsági felülvizsgálati kérelmet adott be](#) az NRA-hoz, azt remélve, hogy befejezhető a projekt.

A bizakodásnak, hogy a Shimane 3 lehet az első új, Fukusima után épített japán atomerőmű, eddig annyi eredménye lett, hogy még előfordulhat, hogy az Ohma-1 előtt bekapcsolható a Shimane 3. Csak egyelőre azt nem lehet tudni, hogy erre mikor kerülhet majd sor. 2020 februárjában az [S&P Global szerint](#) az erőmű elkészült, és egyike annak a 16 egységnek, amely megfelel az NRA követelményeinek, mégis csak 9 egység kapta meg a zöld jelzést a kereskedelmi forgalomba lépéshez. Ezt az infomrációt más forrásból nem tudtuk megerősíteni, az bizonyos, hogy a Shiname 3 nincs a működő reaktorok között, és [hivatalosan még mindig „építés alatt” áll](#).



10) Kína

SANAOJUN-1 - 2020. december 31. - 1117 MW

CHANGJIANG-3 - 2021. március 31. - 610 MW

XIAPU-1 - 2017. december 29. - 642 MW

FANGCHENGGANG-3 - 2015. december 24. - 1000 MW

FANGCHENGGANG-4 - 2016. december 23. - 1000 MW

FUQING-6 - 2015. december 22. - 1000 MW

HONGYANHE-5 - 2015. március 29. - 1061 MW

HONGYANHE-6 - 2015. július 24. - 1061 MW

SHIDAO BAY-1 - 2012. december 9. - 200 MW

TAIPINGLING-1 - 2019. december 26. - 1116 MW

TAIPINGLING-2 - 2020. október 15. - 1116 MW

TIANWAN-6 - 2016. szeptember 7. - 1000 MW - (2021. június 9. - kereskedelmi üzembe állt)

ZHANGZHOU-1 - 2019. október 16. - 1126 MW

ZHANGZHOU-2 - 2020. szeptember 4. - 1126 MW

Kína jelentőségét és tempóját az atomenergiában nagy számokkal és hosszú felsorolásokkal lehet a leginkább érzékeltetni. És azzal, hogy miközben 2020 februárjában az NS Energy Business 48 működő és 9 épülő reaktort [számolt össze](#), 16 hónappal később, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség viszont már 50 működő és 14 épülő erőművet tartott nyilván - már hogyha nem az adatokkal mindig kínosan precízen bánó WNISR-nek van igaza, [ahol aktuálisan 51:19 az adatpár](#).



Az atomerőművek össztermelését tekintve 2020-ban Kína [lehagyta Franciaországot is](#), igaz, a világszerte Egyesült Államokban termelt atom-áram mennyiségnek még így sem ért fel a feléig. Viszont nincs gondjuk a reaktorok életkorával: a 30,8 éves aktuális világátlagot akkor is több mint 22 év múlva érnék csak el, ha holnaptól egyetlen reaktort se kapcsolnának a hálózatra.

Noha az atomenergia megítélése Kínában is változik (2015-ben még úgy tervezték, hogy 2030-ra legalább [110 atomreaktort építenek még](#) - ám ez a szám ma már egyáltalán nem reális), azért amellet, hogy hét óriási erőművük is van - a nukleáris ipar támogatása jelentős, és szó sincs arról, hogy ne terveznének további atomerőmű építéseket. A hét legnagyobb atomerőmű együttes mérete 31 472 MW, ami [alig maradt el](#) Japántól 2019-ben (31 680 MW), de már több volt, mint Oroszorszáé összesen (28 437 MW).

A Top7: Yangjiang Atomerőmű - 6x1000 MW, Tianwani Atomerőmű - 5 különböző blokk, összesen: 5100 MW, Qinshan Atomerőmű - 7 blokk, összesen 4142 MW, Hongyanhe Atomerőmű - 4x1061 MW, Ningde Atomerőmű - 4x1018 MW, Fuqingi Atomerőmű - 4x1000 MW, Ling Ao Atomerőmű - 4 blokk, összesen: 3914 MW. 2019-ben összesen 46 520 MW teljesítményre volt képes a kínai nukleáris erőmű-arszénál - azóta ez néhány ezer MW-tal több lett. Plusz építés alatt áll még 19 735 MW, amennyiben Kína tartja magát az eddigi gyakorlatához, és nem hagy befejezetlenül megkezdett építkezést.

SANAOUCUN-1

Sanghai déli szomszédjában, Csöcsiang (vagy: Zhejiang) tartományban 2007-ben kezdődtek az helyszíni mérése, majd 5 évvel azután, hogy a Nemzeti Energiaügyi Hivatal jóváhagyta a projektet (2015), tavaly decemberben az Állami Tanács végrehajtó ülése jóváhagyta az 1-es és 2-es blokkok építését, a Nemzeti Nukleáris Biztonsági Hivatal december 30-án kiadta az építési engedélyt, amelyre reagálva másnap reggel fél 10-kor a Párt Tartományi Bizottságának titkára elrendelte az építkezés megkezdését. [Így megy ez](#) Kínában. Az első blokk első betonöntésével megkezdett munka célja, hogy a majdan 6, saját fejlesztésű Hualong One reaktossal működő Sanaocun Atomerőmű első egységét 2025-ig megépítsék. Az állami tulajdonú Kínai Általános Atomenergia Csoport ([China General Nuclear Power Group, CGN](#)), mely jelenleg hét atomreaktort épít egyszerre a meglévő 24 mellé, azt is közölte, hogy ez a beruházás az első Kínában, amelybe magántőkét is beengednek „létrehozva az atomerőművek vegyes reformjának új modelljét”. A CGN mellett így további öt cég finanszírozza a projektet. Közülük egyetlen egy nem állami cég: az Európában



talán a leginkább a Volvo és a Lotus autógyártójaként ismert Geely Technology Group. Ők 2 százalékos részesedéssel rendelkeznek az erőműben.

CHANGJIANG-3

A Sanaocun projektnél is frissebb az ország déli partajinál, Hongkongtól dél-nyugatra fekvő sziget, Hajnan tartomány új nukleáris építkezése. A Kínai Népköztársaság legkisebb tartományában a harmadik blokkhoz az első betont [március 31-én öntötték](#), a 4. egységét 2022 februárjára tervezik. A két projekt két, egyenként 1000 MW-os Hualong One blokk köré épül majd. A 40 milliárd jenbe kerülő beruházással szembeni a legfőbb elvárás [az elmúlt évekhez képest](#) sem változott: 2026 év végére mindkét reaktornak üzembe kell állnia. Ez a projekt a két, már meglévő - de egyenként csak 600 MW teljesítményű - reaktor tulajdonosainak (China National Nuclear Corporation, China Huaneng Group) közös beruházása. A Changjiang-3 építésének megkezdéséről szóló hivatalos sajtóközleményben pedig azt is fontosnak tartották kiemelni, hogy ez az első atomerőmű projekt, amelyet a 14. ötéves terv időszakában kezdtek el.

XIAPU-1

Miután 2010-ben sikerrel zárul a 20 MW áram, 65 MW hő teljesítmény leadására képes első kínai nátriumhűtéses mini erőmű, a CEFR tesztje, Kína egy nagyobb, [600 MW-os gyorsreaktor kifejlesztésébe kezdett](#). (Érdekes, ugyanakkor szokatlan, de a CEFR adatairól Kína a bekapcsolása óta nem közöl adatokat, így az sem biztos, hogy a minierőmű termel és/vagy működik.) A Tajvannal szemközti partszakaszon, Fucsien tartományban kezdtek bele a Kínai Atomenergia Intézet által tervezett CFR600 nátriumhűtéses medencetípusú gyorsreaktor megépítésébe, ami mostanra 642 MW nettó áram-, és 1882 MW hőkapacitás-méretig hizott. A reaktor építésének hivatalos célja az, hogy elérjék a 40 százalékos hőhatékonysági értéket, de a World Nuclear News [arra is emlékeztet](#), hogy a kínai gyorsreaktor-kutatás és fejlesztés orosz alapokon nyugszik (az egységet többek között az OKBM Afrikantov építette a Kurchatov Intézettel együttműködve), és a már a CEFR magja is 150 kilogramm plutóniumot tartalmazott. Ez utóbbival kapcsolatban az is fontos, hogy annak majdnem kétharmada (98 kg) ugyanaz az anyag (plutónium-239), mint amit a hadipar a plutónium bomba készítéséhez használhat.

A Xiapu-1 építésének megkezdése után 13 hónappal a Roszatom egy leányvállalatán (TVEL) keresztül le is szerződött a CFR600-as üzemanyag-feltöltésére, valamint az üzembe állítás utáni 7 év üzemanyag-ellátására is. A 40 év működésre tervezett Xiapu-1 indítási idejét a CNLY 2023-ra teszi (a CNLY annak az állami tulajdonú China National Nuclear Corporation (CNNC)-nek a



leányvállalata, mely a Nukleáris Ipari Minisztériumból nőtt ki, és [definíció szerint](#) „felügyeli a kínai polgári és katonai nukleáris programok minden aspektusát”).

Azért is kell 2023-ra végezni, mert a tervek 2030-ig már az 1000-1200 MW kapacitással rendelkező CFR-1000 reaktorok fejlesztését írják elő.

2021. január elején a Nuclear Engineering International közölte [azt a hírt](#), miszerint Kína néhány nappal korábban megkezdte a második CFR-600-as építését. A hír alapjául szolgáló [céges közleményből](#) sem derül ki azonban egyértelműen, hogy ténylegesen a Xiapu-2 első betonöntéséről van-e szó. A kínai közlemény egy helyen azt részletezi, hogy az egy évvel korábban kezdett földmunkák befejeződtek, a CNNC szerint minden kedvezőtlen körülmény „leküzdődött”, és így az ütemterv szerint 2020-ban megkezdheték az építkezést. A Xiapu-2 azonban máig nem jelent meg „építés alatt” jelzéssel egyetlen nemzetközi nyilvántartásban sem. A [WNISR azt írja](#), hogy azért is meglepő a második CFR600-as építésének megkezdése, mert Kínában nem üzemelnek még olyan ipari létesítmények, amelyek a kiegészítő nukleáris fűtőelemek újrafeldolgozását (vagyis: a plutónium elválasztásához) és a tenyésztő üzemanyagok gyártását végeznék.

FANGCHENGGANG-3, 4

Néhány nappal azután, hogy a Dél-KínaiTengerbe a vietnami határ közelében benyúló Qisha-félszigeten az atomerőmű harmadik blokkját építeni kezdték, az első reaktor üzembe állt. 2016 nyarán megkezdte az áramtermelést a 2-es blokk, és decemberben önteni kezdték a 4-es reaktor alapját is. Összesen hat egységet terveznek a Fangchenggang telepre: a már működő blokkok a CPR-1000 típusú reaktorokkal üzemelnek, az épülők ennek továbbfejlesztett változatát, Hualong One blokkokat kapnak, és 2018 májusában, amikor a 3-as egységre [felkerült a reaktorépület kupolája](#), még úgy tervezték, hogy a Fangchenggang 5 és 6 pedig a Westinghouse AP1000-ei köré épül majd.

2010-ben, amikor az első építkezést [bejelentették](#), a China Daily megírta, hogy az első szakasz költségkerete 25 milliárd, és a harmadik ütem végére érve, a projekt teljes beruházására sem kívántak a beruházók 70 milliárd jüannál többet költeni. Pénztől és költségvetésről azonban később már nem jelentettek meg információkat.

Az atomerőművet üzemeltető Guangxi Fangchenggang Nuclear Power Group vállalat, a Kuanghszi (Guangxi) tartományi ingatlanfejlesztő cég (Guangxi Investment Group), valamint a kínai Kuantungi (Guangdong) atomerőmű vállalat (China Guangdong Nuclear Power Co.) közös beruházása 2018-ban úgy állt, hogy a Fangchenggang 3 2020-ban dolgozni kezd a hálózatra, ám ez egyelőre ez nem



történt meg. A csúszás okát hivatalosan még nem közölték, az egyetlen kapaszkodót az jelentheti, hogy az erőmű Wikipédia oldalán - igaz, magyarázat vagy forrásmegjelölés nélkül - [megjelent](#), hogy a 3-as egység csak 2022-re készül el.

FUQING-6

A Xiapu plutónium üzemanyagú reaktorát is építő Fucsien tartományban [2008-ra megálmodott](#) hatreaktoros Fuqing Atomerőmű építése lassan a célegyenesébe ér. Az 5. blokk [februárban kezdte meg a működését](#), bő két héttel korábban pedig [befejezték](#) a 6. reaktor hideg funkciós tesztelését. A négy korábbi egységbe CNP-1000 típusú atommaglya került, az elsőt 2014 novemberében, a másodikat 2015 októberében, a harmadikat 2016 októberében, a negyediket pedig 2017 szeptemberében bocsátották üzembe. A Fuqing 5 és 6 a CNP-1000 továbbfejlesztett, mára kínai sztenderddé vált Hualong One típusú reaktorokat kapta. Mindkettő nettó 1000 MW teljesítményre képes, de az újabb reaktor (más néven HPR1000) 60 év működésre készül - és évi 10 000 GWh áramennyiség előállítására, miközben a tankolását csak [18 havonta kell megejteni](#).

Az építkezés megkezdésekor a China National Nuclear Corporation (CNNC) által 2021-re vállalt utolsó egység elindítása talán még összejöhet, de az is csak kínai atomerőmű építéseken feltűnő, hogy az 5-ös blokk hálózatra kapcsolása két hónappal lekészte az eredeti, 2020-as tervet. Ennél többet csúszott az első négy blokk, mivel a fukusimai nukleáris katasztrófa után a projekt 2011 márciusa és 2012 novembere között megállt, illetve biztonsági felülvizsgálaton esett át.

HONGYANHE-5, 6

Tavaly, év elején [jelentette be](#) a China General Nuclear (CGN), hogy a 2015 márciusa épülő Hongyanhe 5 üzembe lépésével csúszni fog. A Liaoning tartományban így csak a tervezettnél egy évvel később, 2021 második felében várható az építkezés hivatalos befejezése. Ez azt is jelenti, hogy a 6-os reaktor készre jelentése is csúszik, igaz, a CGN fogadkozott, hogy a 2015 júniusától épülő blokk beindítására 2022 első felében sor kerül, így az legfeljebb 6 hónappal marad el az eredeti indítási dátumtól.

A két, egyenként 1061 MW teljesítményre képes reaktor köré épített üzem építési terve „kiigazításra szorult” közölte az üzemeltető Liaoning Hongyanhe Nuclear Power Company (LHNP), miután befejezte az építkezéssel kapcsolatos kockázatok értékelését. „Megfelelő megfontolás



után" döntött így, de hogy mi volt az, máig nem derült ki. Északkelet-Kína első atomerőművében eddig nem ehhez voltak szokva: a korábban megépített 4x1000 MW teljesítményre hangolt reaktorblokkok kivitelezése minden esetben időre megtörtént és az előzetes tesztek során sem adódott semmilyen probléma. A négy CPR-1000 típusú reaktor sorban (2013, 2014, 2015 és 2016-ban), minden különösebb felhajtás nélkül megkezdték a munkájukat.

Azt, hogy mit találtak a 2018 októberében már a hidegteszteket futtató 5. egység ellenőrzése során, most sem tudni. A szokásosnál is alaposabb ellenőrzésre utal az is, hogy amikor 2020 novemberében a CGN bejelentette, hogy a 6. blokk építése [belépett](#) az üzembe helyezési szakaszba, az előzetesen elvégzett hideg funkcionális tesztekéről a szokásosnál jóval több információt közöltek. Innen tudható, hogy a nyomástató edényt 228 bár alá helyezték, hogy a csővezetékek és szelepek szivárgásmentességén túl tisztították a fő keringető csöveket, és hogy összesen 68 üzembe helyezési tesztre került sor. Önmagában mindez nem különös, az azonban árulkodó jelként is értelmezhető, hogy 2021 márciusának elején [azt is lejelentette](#) a CGNPC, hogy a Hongyanhe 5. blokkban használni kezdtek egy, a szokásosnál újabb, független fejlesztésű kibebiztonsági rendszert. Azóta új információ nincs a két építkezésről, pedig az év első fele már letelt.

SHIDAO BAY-1

A Sárga-tengeren Dél-Koreára néző, kelet-kínai Weihai városban (Shandong tartomány) lassan egy évtizede dolgoznak azon, hogy megteremtsék egy negyedik generációs kiserőmű prototípusát. A Shidao Bay atomerőmű, az ország egyik legnagyobb állami tulajdonú áramtermelő cége, a China Huaneng, a pekingi kutatóegyetem és a Csingua (Tsinghua) Egyetem közös vállalkozása. A trojka a magas hőmérsékletű gázzal hűtött reaktor technológiáját alkalmazó [HTR-PM](#) egység építésébe 2012 decemberében kezdett. A két kis reaktor által hajthatott, egyetlen 200 MW teljesítményű gőzturbinát pörgető rendszerről annyit érdemes tudni, hogy a blokkok üzemanyagául több ezer, hat centiméteres urán tartalmú grafitkavics szolgál, a reaktor grafitmag hűtését pedig inert héliumgázzal végzik. Ám mivel a teljes építkezés - ami a Shidao Bayt a tervek szerint Kína legnagyobb ívű nukleáris projektjévé teszi - eleve 20 évre, és 100 milliárd jüan költségre íródott, a tesztek és menet közben is fejlesztéseket igénylő projektről jelenleg nemigen lehet megmondani, hogy vajában mekkora csúszásba került. Tavaly tavasszal már azt [közölte a CNNC](#), hogy a második reaktor fő elemeit (mint amilyen a reaktor nyomástartó edénye, a gőzfejlesztő, a forrógáz-csatorna stb.) is sikerült installálnia. A forró héliumot áramoltató rendszer primer oldalán [teszteltek már](#) 750 Celsius fokon hőmérsékleten is, a szekunder oldalon - ahol a végül a turbinákra



engedett vízgőz kering - az 570 Celsius fokon is vizsgálták a rendszert, sőt több mint 7 éve 100 és 500 órás, teljes sebességű szimulációra is sor került (forró állapotban, nitrogén környezetben). A CNNC képviselője a World Nuclear News szerint 2020 októberében [úgy nyilatkozott](#), hogy az eredmények „azt mutatják, hogy a demonstrációs projekt első reaktorának összes mutatója megfelel a tervezési követelményeknek”. A reaktorok meleg funkcionális tesztelése [2021. januárban megkezdődött](#), és az üzembe helyezést 2021 végén tervezik.

Ezzel együtt is, a labor-reaktor hivatalosan még mindig „építés alatt” áll. Ráadásul a projekt anno úgy indult, hogy e dupla reaktoros HTR-PM rendszerből a Shidao Bay -nek tízet kellene csokorba fognia, vagyis: az egyes egység finiselésén túl hátra van még 18 darab mini reaktorblokk megépítése.

TAIPINGLING-1 és 2

Li Fulong, a kínai energiahivatal (National Energy Administration, [NEA](#)) fejlesztési és tervezési irodájának vezetője 2019 nyarán nemzetközi sajtótájékoztatót hívott össze, ahol [arról tájékoztatta a médiát](#), hogy hamarosan három új atomerőmű építésébe kezd bele.

Ezzel Kínában véget ért a 2017 óta tartó építési moratórium. Ez a felszínen azt jelenti, hogy 2017 és 2019 között Peking nem hagyott jóvá egyetlen új atomerőmű építési tervet sem. A mélyben viszont - ahogyan azt 2019 februárjában Michael Barnard a Vancouveri [The Future is Electric Strategy Inc.](#) (TFIE) stratégiai vezetője [megírta](#) - könnyen meglehet, hogy a kínai energiasztratégiában e rövid időszakban alatt megtörtént a majdani energetikai beruházások súlyponteltolódása. Ezen azt kell érteni, hogy míg korábban, még 2015-ben is az volt a központi terv, hogy 2030-ra Kínában akár 110 atomreaktor dolgozzon, és az állam 2050-ig akár 1 billió dollárt is befektessen, hogy 250 GW nukleáris termelőerő kerüljön be a rendszerbe, Barnard számításai szerint a kétéves szünettel ezek a célszámok elillantak, és az elsődleges fókusz a naperőművekre és a szélenergiákra tevődik át.

[Ugyanezt a fordulatot jelezte](#) korábban a clevelandi központú [Energiagazdasági és Pénzügyi Elemzési Intézet](#) (IEEFA) mondván: Kína egy évtizede már, hogy a globális átlag dupláját is felülteljesítve növeli a megújuló energiás kapacitásait, így lassan készen áll, hogy a világ vezetője legyen a zöldenergia fejlődési irányát illetően. Mindenesetre a 2019 nyarán bejelentett új erőművek egyike a Kuangtung-i (Guangdong) Taipingling város területén épülő nukleáris létesítmény. A projekt az építkezési engedélyét ugyan már korábban, februárjában megkapta, de az a Taipingling-1 betonöntésére így is csak az év végén, 10 hónappal később került sor. A



létesítménytervek összesen hat blokkra szóltak, és építkezési start Kínában szokatlanul hosszan elhúzódása éppen arra vezethető vissza, hogy itt is reaktortípust cseréltek. Az erőmű tulajdonosa, a China General Nuclear Power Corporation (CGN) eredetileg Westinghouse AP1000-es könnyűvízes reaktorokat tervezett a Taipingling erőműbe, ezeket aztán kínai fejlesztésű, III. generációs Hualong One-ra cserélte le.

Az építkezésről egyelőre semmilyen információ nem került be a szaksajtóba, a terv is tarthatónak tűnik: első blokk várhatóan 2024-ben állhat üzembe. Időközben a Taipingling 2 építése is megkezdődött: a NAÜ információs rendszere [hivatalosan is megerősítette](#), hogy az új blokk 2020. október 15. óta épül.

TIANWAN-6 (7)

Az orosz-kínai nukleáris ipari kapcsolatok mintapéldánya, ahogyan a Sárga-tenger partján található Lianyungang a világ egyik legnagyobb erőművévé vált az elmúlt 15 évben. Amikor az első blokk öntése megkezdődött (1999. október), talán sem a Roszatom leányvállalat (a nukleáris berendezéseket exportáló Atomstroyexport (ASE)), sem pedig a kínai nemzeti nukleáris vállalat (CNNC) nem gondolta, hogy komolyabb fennakadás nélkül, folyamatosan építhetnek hat reaktort. Pedig ez történt, még ha az első két VVER-1000-es blokk üzembe állása (2007) után, a fukusimai események késleltető hatása miatt több mint egy évtizeddel (2018) is, de megépült a 3. és a 4. egység, de közben nekiláttak már a harmadik reaktorpár építésének. A Tianwan-6. első betonöntése 2016 szeptember elején történt meg, amely ugyanolyan ACPR-1000 típusú reaktort kapott, mint az 5. egység. Az építkezés szinte rutinszerűen, problémák és fennakadások lejelentése nélkül zajlott le, és a legnagyobb változást az jelentette, hogy a projekt tulajdonosi szerkezete a lokális, de továbbra is kínai állami szereplő bevonásával átalakult. (A CNNC helyére az a Jiangsu Nuclear Power Corporation került, mely a tianwani erőművet üzemelteti, de azért még 50 százalékban a CNNC tulajdona, de további helyi erőt jelent a csiangszui befektetési csoport, a Jiangsu Guoxin Group bevonása (20 százalék), ugyanakkor az állami figyelmet erősíti a China Power Investment Corporation 30 százalékos részvétele.)

2020 novemberében megkezdődött a 6-os blokk gyors funkciós tesztelése, április közepén már az [üzemanyag felöltési folyamat](#) indításáról döntöttek, egy hónappal később pedig már [a hálózatra csatlakozásról](#). A projektfiniselés olyan jól sikerült, hogy a Tianwan III. fázis befejezéséhez közeledve a CNNC még a marketingkommunikációs fejlődőképességéről is bizonyosságot tett. Nem csupán az új egységek évente megtermelhető plusz árammennyiségről számolt be a cég, hanem a



környezeti hatásról is értekezett, amikor a 6-os blokk 2021. június elején befejezte a teljes teljesítményű tesztjét és készen állt, hogy bekapcsolódjon a kereskedelmi működésbe. [Azt írták](#), hogy a két új blokk (az 5. egység 2020 szeptembere óta termel a hálózatra) üzemelése lehetővé teszi Kína számára, hogy 13,6 millió tonnával visszavágja a szén-dioxid-kibocsátását, 44 100 tonnával csökkentse a kén-dioxid-kibocsátás. Sőt, az új atomerőművi blokkokat faültetésre is lefordították: a Tianwan 5 és 6 szennyezőanyag megtakarítása a számításaik szerint egyenértékű 34 ezer hektárnyi fa ültetésével, légtisztításával.

Egy 2019-ben kötött kínai-orosz megállapodás, illetve a 2020 márciusában kötött konkrét szerződés alapján a CNNC és az ASE együtt építi meg Lianyungangban a következő két atomerőművi blokkot is. Igaz, a Tianwan IV. Fázisában már VVER-1200-as reaktorokat építenek majd a rendszerbe. A World Nuclear News [május 19-én közölte](#) is, hogy a Tianwan 7 építése kezdődött. A 6-os blokk elkészültét és „építés alatt” státuszának megszűntét egyelőre nem reagálták le az adatbázisok, ahogyan a 7-es egység építésének megkezdését sem. Ez a „helycsere” azonban sem a globális statisztikában nem jelent majd számszerű változást - egy egység be, egy ki - sem pedig a lokális tevékenységben, mivel Lianyungang továbbra is atomerőművet épít. A jelek szerint annak sincs akadálya, hogy a 7. egység párjának első betonöntése a jövő év márciusában megtörténjen. A két blokk, mellyel az erőmű teljesítménye 8000 MW felé kúszik, 2026-ra és 2027-re van a naptárban előjegyezve a kereskedelmi működés megkezdésére.

ZHANGZHOU-1, 2

Két éve sincs, hogy [megkezdődött az első blokk építése](#) a kínai Fucsien tartományban található Csangcsou (Zhangzhou) város melletti területen. Az atomerőmű többségi (51 százalékos) tulajdonosa, a China National Nuclear Corporation (CNNC) egy héttel a 10 évre szóló építési engedély kiadása után kezdte meg a betonöntést. Ekkor már túl voltak egy jelentős csúszáson és egy drasztikus áttervezésen...

Öt évvel korábban, 2015-ben még az volt az elképzelés, hogy a város közelében épülő erőműbe a Westinghouse AP1000 reaktorai kerülnek be, és ehhez decemberben a kínai nukleáris biztonsági igazgatóság engedélyét is megszerezték. Ám a helyszín kiválasztására szintén megszerzett zöld jelzés után, már a, azonban 2017 közepén „hazai lóra váltottak”. Vagyis HPR-1000-re (Hualong One), amit a CNNC a tervezés -fejlesztés - optimalizálás maximalizálásaként, valamint „a tovább javított biztonság és gazdaságosság” adta elő. Valójában inkább [az állt a korrekció mögött](#), hogy az amerikai reaktortípus ellátási lánc szétszakadozott, az amerikai reaktorépítések költségek



elszálltak és Westinghouse-t csak [a Toshiba 9 milliár dolláros önpusztító kamikáze](#) akciója mentette meg a csúfos pusztulástól. Innen nézve az, hogy a Zhangzhou 1 végül az ötödik olyan egység lett, amelyik Hualong One reaktor köré épül, nem csak logikus, de szerencsés változtatásnak is nevezhető. Akkor is, ha a kínai Nemzeti Energiaügyi Hivatal (NEA) csak csak 2019 júniusában engedélyezte a két első blokk építését Zhangzhou-ban.

A 2. blokk építéséről 2020 szeptemberében [érkezett hír](#), a CNNC emellett azt közölte, hogy az építkezés a teljes projektben is „zökkenőmentesen halad”, és minden fontos lépés a tervek szerinti időben és minőségben valósul meg. Az eredetileg 2017-re befejezni gondolt első blokkos beruházás aktuális céldátuma nem ismert - nem abból kiindulva, hogy a reaktorcsere miatt az építkezés nagyjából 3 év csúszásba került, hanem hogy az első betonöntések megkezdése után bő öt évvel Kínában már több hazai reaktorblokk is üzembe állt, a az első Zhangzhou-1 2023-2024 körül érhet célba, a párja pedig azt követő egy éven belül.

Eredetileg az volt a terv, hogy az első szakasz lezárása után még két pár reaktornak ad helyet a Zhangzhou-i erőmű, ám ezek tervezőasztalra tétele egyelőre annak is függvénye, hogy a nukleáris projektekkal kitömött CNNC a többi építkezése során milyen tempóban tud majd haladni.

11) Pakisztán

KANUPP-3 - 2016. május 31. - 1100 MW

Amikor tavaly decemberben megkezdték a kínai, HRP-1000-es típusú Kanupp-2 (más néven Karacsi-2 vagy csak egyszerűen: K2) reaktorblokk [üzemanyag feltöltését](#), majd idén március közepén csatlakoztatták a hálózatra, igazolást nyert, hogy a kínai fejlesztésű nukleáris energiatermelő technológia nem csak odahaza képes lényegében határidőre megépülni. Az első betonöntéstől számítva kevesebb, mint 6 év alatt megépített és üzembe helyezett 1000 MW-os blokk így legalább annyira kínai, mint pakisztáni dicsőség. A Hualong One első exportált példánya egy „ősrégi”, 1971 óta hajtott, kis, valamikor 125 MW teljesítmény leadására képes erőmű mellé épült, és a 2019-ben már sokat álló Kanupp 1 voltaképpen csak az utódai munkába állására vár, hogy leállhasson. Erre a 3., ugyancsak kínai Hualong One típusú, III. generációs, továbbfejlesztett biztonsági rendszerekkel és fokozott vészhelyzeti reagálási képességgel felvértezett reaktor elkészültekor nyílik majd lehetőség. A K2-t Imran Khan pakisztáni miniszterelnök [avatta fel májusban, Iszlámábádból](#) - a két ország diplomáciai kapcsolatra lépésének 70. évfordulóján. „Ez az erőmű mostantól 1100 megawatt tiszta energiát termel, ami különösen fontos számunkra, mivel Pakisztán a klímaváltozás által leginkább érintett tíz ország egyike” - mondta Khan az ünnepségen. Arról a



ENERGIACLUB

SZAKPOLITIKAI INTÉZET
MÓDSZERTANI KÖZPONT

Atomerőművek „építés alatt” - II. rész

hírek szerint nem tett említést, hogy azt új blokk - akárcsak a Kanupp 3 - az építési költségeinek több mint 80 százalékát kínai állami bankhitelből finanszírozták. A K3 fővállalkozója, a China National Nuclear Corporation (CNNC) korábban, április végén már közölte, hogy a reaktorblokkon sikeresen elvégezte a primer áramkör hideg hidrosztatikus tesztjét - ami a rendszer [üzembe helyezési szakaszba lépését jelzi](#). Most azzal számolnak, hogy az egység ez év végén, de legkésőbb 2022 első negyedévében termelésbe állhat, s ahogyan a K2, legalább 60 évig áramot fognak vele termelni.