



## TARTALOMJEGYZÉK

---

### A ROSZATOM HÍREI

[Az orosz kis atomerőművek nagy bemutatója](#)

[A lutécium-177 gyógyít](#)

### REAKTORTECHNOLÓGIÁK

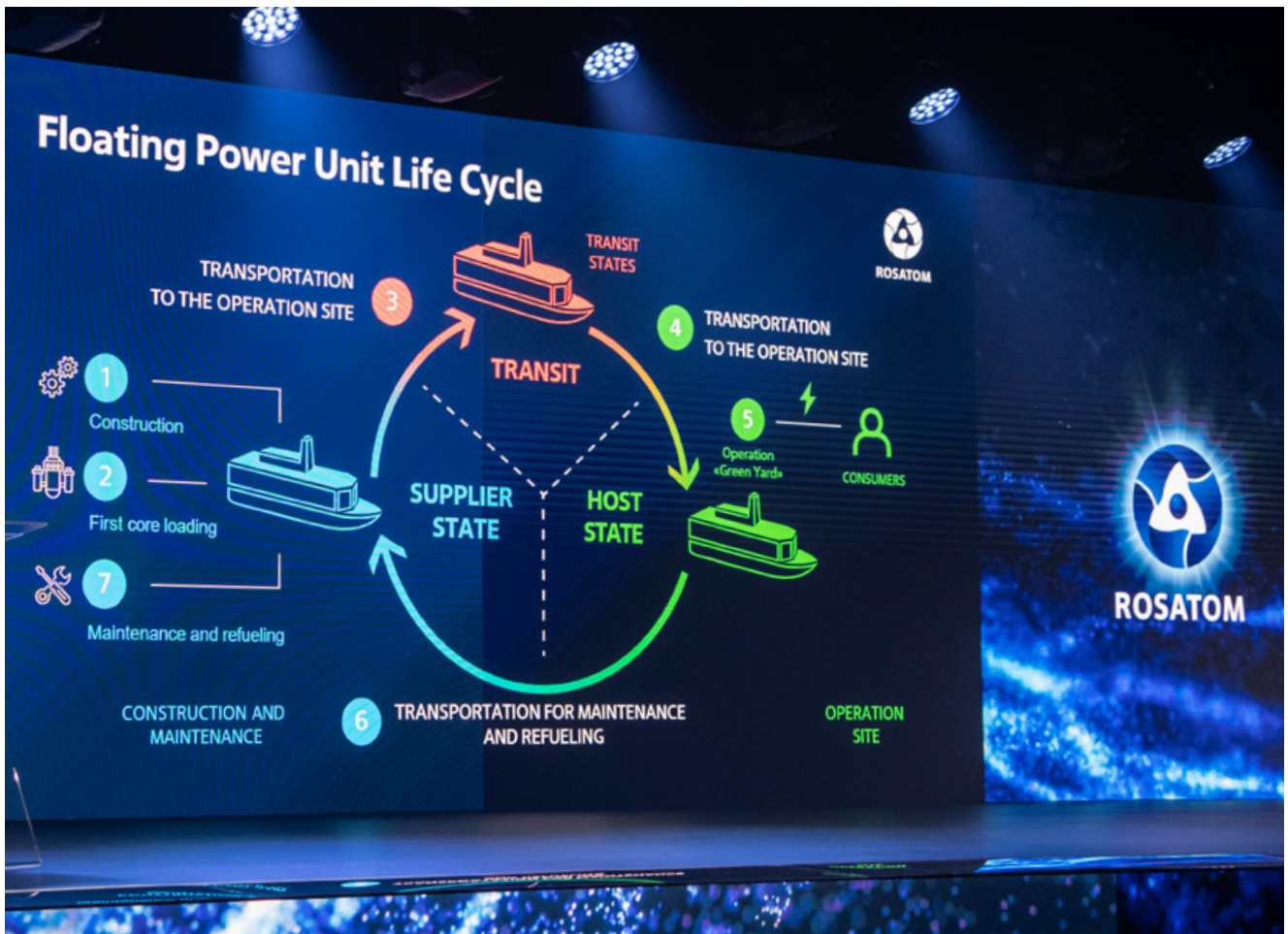
[Ezerarcú fúzió](#)

### TRENDEK

[Egy pillantás a reaktorok jövőjébe](#)

### MAGYARORSZÁG

[Nagy tervekkel a jövőre nézve](#)



## Az orosz kis atomerőművek nagy bemutatója

A kis teljesítményű atomerőművek (SMR) olyan fontossá váltak mind a Roszatom, mind az egész világ számára, hogy az ENSZ éghajlatváltozási konferenciáján (COP28) az orosz állami vállalat külön rendezvényt szentelt nekik — egy SMR-napot. A Roszatom emellett a kis teljesítményű atomerőművek építésével kapcsolatban tárgyalásokat folytat, megállapodásokat köt, projekteket dolgoz ki és

dokumentációkat készít, valamint más országok nukleáris szakembereit is megismerteti a kis erőművekkel és azok üzemeltetésének sajátosságaival.

Az SMR-nap a Roszatom COP28 programjának egyik legfontosabb eseménye volt. A rendezvény egy szemléletes multimédiás bemutatóval kezdődött, amely a jakutföldi szárazföldi kis teljesítményű atomerőmű építéséről szólt, ezt az atomerőművet gondosan integrálják majd az északi-sarkvidéki ökoszisztémába.

Az eseményen a vendégek virtuálisan bejárhatták a Lomonoszov akadémikus úszó atomerőművet, amely a csukcsföldi Peveket,



## A ROSZATOM HÍREI

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

Oroszország legészakibb városát látja el elektromos energiával és fűtéssel. (Az előző számban beszámoltunk a világ első úszó atomerőművében az első üzemanyag-cseréről.)

**„Biztos vagyok benne, hogy a Roszatom kis teljesítményű atomerőművei hatékony és környezetbarát választást jelentenek azon országok számára, amelyek számos okból kifolyólag korábban nem gondoltak a saját nukleáris energiatermelésre.”** — mondta Alekszej Lihacsov, a Roszatom vezérigazgatója az SMR-nap résztvevőikhez intézett videóüzenetében.

### Megállapodások

Az orosz kis teljesítményű atomerőművek érdekesek más országok számára is. A COP28 konferencián Dalajjargal Dorjbal, a MonAtom mongol állami atomenergetikai vállalat ügyvezető igazgatója bemutatta a mongóliai szárazföldi SMR építésének tervét.

Korábban, november közepén Alekszej Lihacsov és Vlagyimir Potanyin, a Nornikkel elnöke szándéknyilatkozatot és együttműködési megállapodást írt alá egy kis teljesítményű atomerőmű megépítéséről, amely a Norilszki Ipari Körzetben sziget üzemmódban működne. A felek tanulmányozni fogják a lehetőségeket és meghatározzák a szárazföldi SMR helyszínét, az erőmű konfigurációját, valamint az építéséhez és a működtetéséhez szükséges infrastruktúrát, valamint kiválasztják a projekt optimális megvalósítási modelljét.

**„A Nornikkel és a Norilszki Ipari Körzet gyorsan fejlődnek, ennek következtében 2030 után több villamos energiára lesz szükségünk”** — nyilatkozta Vlagyimir Potanyin. **„A legújabb RITM-200-as reaktoron alapuló csúcstechnológiás SMR-projektet**



**prioritásként kell kezelni. Kis teljesítményű projektjeink megbízható áramforrást kínálnak hosszú távon kiszámítható tarifával. Emellett a CO<sub>2</sub>-kibocsátással nem járó atomerőművek hozzájárulhatnak az éghajlatváltozás elleni küzdelemhez. Mindezen előnyök miatt az SMR-technológia keresett nagy ipari fogyasztók körében is”** — mondta Alekszej Lihacsov.

### 10 „kicsi”

December elején a ZiO-Podolszk (a Roszatom gépgyártó részlegének tagja) legyártotta a tizedik RITM-200-as reaktort a 22220-as projektszámú, soron következő újgenerációs atomjégtörőhöz. A reaktor a Csukotka nevű atomjégtörő számára készült, amelyet a Roszatom megrendelésére a szentpétervári Balti Hajógyárban építenek.

**„A RITM-200-as reaktorok már bizonyítottak az univerzális nukleáris jégtörők újabb generációjához tartozó egységeken hatékonyabbá téve a hajózást az északi tengeri útvonalon. Hasonló reaktorok kerülnek majd a sorozat ötödik és hatodik univerzális nukleáris jégtörőjére is, amelyek megépítéséről az Oroszországi Föderáció kormánya már döntött”** — mondta Alekszej Lihacsov.



## A ROSZATOM HÍREI

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

### Továbbképzés

Novemberben a Roszatom Műszaki Akadémia szentpétervári kirendeltségén befejeződött a NAÜ kis moduláris reaktorok biztonságáról szóló tanfolyama. Az új atomenergetikai programokba bekapcsolódó 13 partnerország szakemberei megismerkedtek a kis teljesítményű reaktorok technológiáival és a NAÜ biztonsági ajánlásaival, valamint tanulmányozták, hogyan kell alkalmazni ezeket az ajánlásokat a különböző típusú kis teljesítményű reaktorokra.

A rendezvényen az orosz szabályozó hatóság, a Rosztyehnadzor, az OKBM Afrikantov vállalat (a RITM reaktorok tervezője) és a Roszatom Műszaki Akadémia szakemberei vettek részt. Az orosz szakértők megosztották a kis moduláris reaktorok építésével és üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalataikat, válaszoltak a nukleáris infrastruktúrával, az engedélyezéssel, valamint a nukleáris és sugárbiztonsággal kapcsolatos kérdésekre.

A tanfolyam résztvevői virtuális látogatást tettek a Lomonoszov akadémikus úszó atom-

erőművön és az OKBM Afrikantov vállalatnál, valamint felkeresték a Roszatom vészhelyzeti és műszaki központját. Ez utóbbi helyszínen megtekintették a kibocsátással járó balesetek következményeinek megelőzésére és felszámolására szolgáló rendszereket és megismerkedtek a vészhelyzetben történő operatív reagálás eszközeivel.

### Vizsgázott a terv

Az Atomenergomas (a Roszatom gépgyártó részlege) szakemberei a RITM-200N reaktor, az és alkatrészeinek műszaki terveit védték meg a Roszatom tudományos és műszaki tanácsa előtt. A RITM-200N-t a jakutföldi kis teljesítményű atomerőműben fogják telepíteni.

A szakértők megállapították, hogy a tervek magas tudományos és műszaki színvonalat képviselnek, azok megfelelnek a műszaki előírásokban foglalt követelményeknek. Jelenleg a reaktor berendezéseinek és rendszereinek üzemeltetési és átvételi dokumentációján dolgoznak.



## A ROSZATOM HÍREI

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)



# A lutécium-177 gyógyít

**Fontos hír a nukleáris medicina világában — először alkalmaztak radionuklid-terápiát lutécium-177-tel prosztatatarakos betegeknél. Minden páciens pozitívan reagált a kezelésre. Beszámolunk erről a sikerről és a Roszatom izotópüzletágának egyéb híreiről is.**

### A lutéciumról

A terápiát Oroszország Szövetségi Orvosbiológiai Ügynökségének (FMBA) Dimitrovgrádi Szövetségi Tudományos és Klinikai Orvosi Radiológiai és Onkológiai Központjában (FNKCR&O) végezték. A neuroendokrin tumorok és a prosztatatarak elleni lutécium-177 alapú gyógyszert az Atomreaktorok Kutatóintézete (NIIAR, a Roszatom tudományos részlegének része) szakembereinek részvételével, az általuk kidolgozott technológia felhasználásával fejlesztették ki. A gyógyszer a minőségellenőrzés minden szakaszában sikeresen teljesített.

**„Nyersanyaggyártóként képesek vagyunk kielégíteni az orosz egészségügyi intézmények minden igényét, valamint időben, jó minőségben és maradéktalanul teljesíteni minden beérkező megrendelést.”** — mondta Oleg Andrejev, a találmány egyik megalkotója, az Atomreaktorok Kutatóintézete (NIIAR) Radionuklid-források és -készítmények Osztályának vezetője. Oroszországban a gyógyszert négy egészségközpontba szállítják.

Pjotr Szicsev, a Nukleáris Medicina Központ vezetője, az Szövetségi Tudományos és Klinikai Orvosi Radiológiai és Onkológiai Központ (FNKCR&O) radiológusa szerint a kezelés sikeres volt, egyik betegnél sem jelentkeztek mellékhatások.

Az eljárás a következő: először az orvosok meggyőződnek arról, nincs-e ellenjavallat az adott beteg esetében, majd intravénásan beadják a gyógyszert. Az eljárást kéthavonta egyszer végzik el. **„Pácienseink túl vannak az első kúrán, és mindegyiküknél csökkent a prosztataspecifikus antigén fehérje (PSA) szintje, jól érzik magukat”** — mondta Pjotr Szicsev.

Ahogy Makszim Kusnyarev, a V\O Izotóp vezérigazgatója (a vállalat a Roszatom izotópszállítója) a Vesztnyik Atomprom magazin adott interjújában megjegyezte, az orvosi lutécium-177 izotópot 2021 óta szállítják Brazíliába.

A Leningrádi Atomerőmű idén szeptemberben kapott engedélyt a lutécium-177 előállítására. Ezzel bővítette a gyártott izotópok körét — a Leningrádi Atomerőmű termel jód-131-et, molibdén-99-et és kobalt-60-at is.

### A kobaltról

November közepén az Leningrádi Atomerőmű teljesítette éves tervét a kobalt-60



## A ROSZATOM HÍREI

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

előállítására, amelyet az ipari besugárzó üzemek gamma-sugárzó forrásainak gyártásához használnak. A tervet a Leningrádi Atomerőmű a Szmolenszki és a Kurszki Atomerőművekkel való együttműködésnek köszönhetően tudta teljesíteni. **„Jövőre hasonlóan ambiciózus tervet kell teljesítenünk a kobalt-60 szállítására”** — mondta Vlagyimir Pereguda, a Leningrádi Atomerőmű igazgatója. **„Az orosz atomerőművek energetikai atomreaktoraiban előállított sterilizációs kobalt aránya az idén a globális kobalt-60 piac mintegy 30%-át teszi ki”** — mondta Nyikita Konsztantyinov, a Roszenergoatom vezérigazgató-helyettese és üzletfejlesztési igazgatója.

A kobalt-60-at mesterségesen állítják elő: a kobalt abszorbereket a reaktoregységbe töltik, és 5 éven keresztül besugározzák.

### Nemzetközi együttműködés

A V/O Izotóp idén pályázatot nyert a fehér-oroszországi klinikák teljes körű techníciumgenerátor-ellátására, növelte az Örményországba és Kazahsztánba irányuló szállításait, és dolgozik a Kirgizisztánba és Azerbajdzsánba irányuló szállítások megkezdésén.

A Roszatom bővíti külföldi jelenlétét. Júliusban a BRICS-országok nemzetközi szakértői fórumát Moszkvában tartották, melyen sokan személyesen vettek részt, és a szakértők egy része online csatlakozott. Augusztusban egy dél-afrikai fórumon döntés született egy nukleáris medicinával foglalkozó BRICS-munkacsoport létrehozásáról. **„Arra számítunk, hogy Oroszország — és különösen a Roszatom — egy lesz azok közül, akik vezető szerepet fognak játszani ebben a munkacsoportban. Ezt nem csak a mi gondoljuk**



**így; megtisztelő számunkra, hogy Dél-Afrika képviselőjének beszámolója szerint a BRICS-országokban a teljes feldolgozási lánc — a kiindulási izotóptól a radiofarmakonokig — csak a Roszatomnál áll rendelkezésre. Mi pedig azon kevés vállalat közé tartozunk a világon, amelyek a gyártási folyamatok minden egyes lépéséhez saját kompetenciával rendelkeznek.”** — mondta Makszim Kusnyarev.


Megkezdtek az orosz germánium-68 és gallium-68 szállítását Indiába és Kazahsztánba. Az indiai molibdén-szállítások — amelyek két évig logisztikai nehézségek szüneteltetése — szintén újraindultak. A Kínába irányuló szállítások nemcsak az orvosi, hanem az ipari izotópok vonatkozásában is növekednek. Ilyen például a hélium-3 izotóp, amelyet repülőtereken használnak. A Kínával fenálló forgalom az év végére várhatóan másfélszeresére vagy kétszeresére nő.

Maxim Kusnyarev megjegyezte, hogy az európai partnerek nem mondták le a szállításokat, és fokozatosan minden felmerülő nehézséget leküzdöttek. Tárgyalnak szerződéses gyártás indításáról és az Észak-Amerikába történő szállítások is folytatódnak.



## A ROSZATOM HÍREI

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

A Roszatom egyik fejlesztési projektje az izotópok szegmensében egy GMP üzem építése Obnyinszkban, amely radiofarmakonok és hatóanyagok széles skáláját fogja gyártani, beleértve a leggyakrabban használtakat, mint a jód-131, a szamárium-153 és molibdén-99-, illetve a hosszú távon sokat ígérőket, amelyek lutécium-177, aktínium-225, rádium-223 és más izotópok. 

[A fejezet elejére](#)





## Az ezerarcú fúzió

Egész évben tájékoztattuk olvasóinkat a legújabb reaktorfejlesztésekről, melyekben részt vesz a Roszatom. A Reaktortechnológiák rovatot a fúziós projektekről szóló írással zárjuk.

### ITER

Az ITER a legnagyobb nemzetközi termonukleáris projekt, amelyben a Roszatom is részt vesz. Az állami vállalat berendezéseket szállít a projekt számára és részt vesz a kutatásokban is, illetve egyéb feladatokat végez.

Október végén a Roszatom megkezdte az elektromos berendezések harminca-

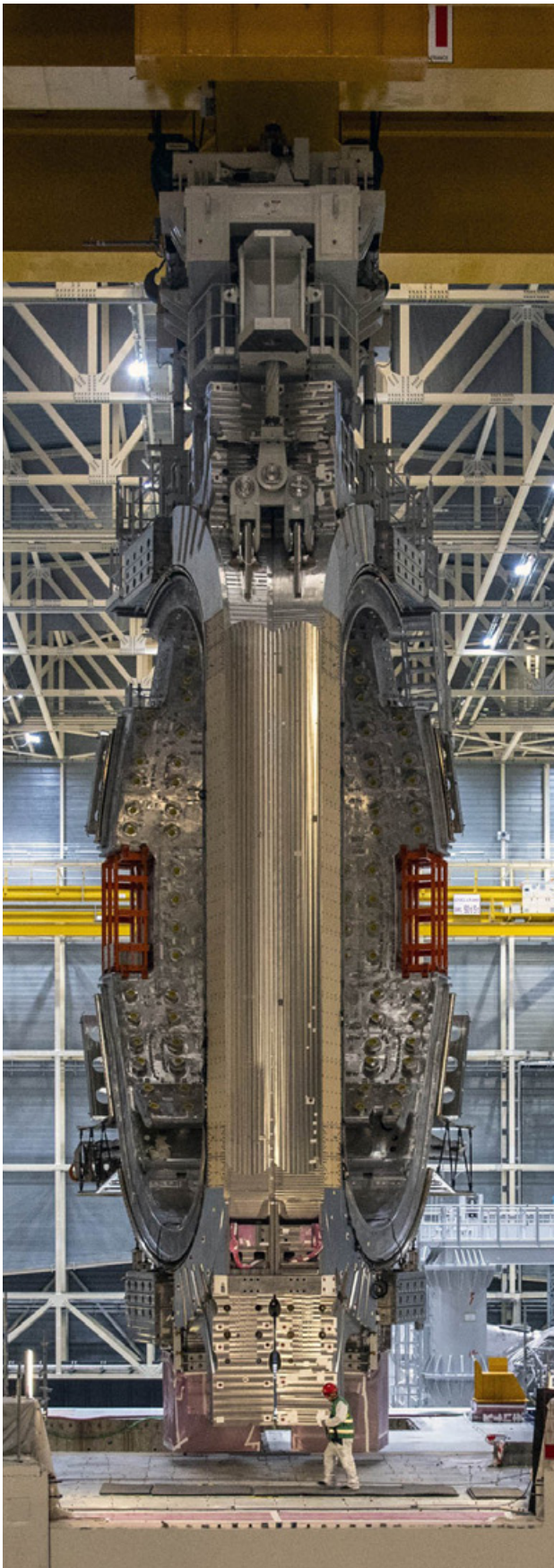
dik tételének szállítását. A Roszatomhoz tartozó Elektrofizikai Berendezések Kutatóintézetéből (NIEFA) 20 pótkocsis teherautóval szállítottak az ITER építési helyszínére, a franciaországi Cadarache-ba az áramellátó rendszerhez részegységeket, amelyek nélkül lehetetlen az első plazma előállítása. A projekt ütemtervének teljesülése ezen alkatrészek időben történő leszállításától függ. **„Az ITER mágneses rendszerének áramellátó rendszereihez szükséges elektromos berendezések kifejlesztését és elkészítését a NIEFA kutató- és gyártócsapata sok aprólékos munkával érte el, ami bizonyítéka annak, hogy a NIEFA tekintélye megkérdőjelezhetetlen a nemzetközi termonukleáris közösségben”** — nyilatkozta Anatolij Kraszilnyikov, az ITER-részes igazgatója.





## REAKTORTECHNOLÓGIÁK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)



Emellett novemberben, az ITER Tanács (a projekt irányító testülete) 33. ülésén a Roszatom részt vett a reaktor vákuumkamrájának elülső falát kibéleelő anyag kiválasztásáról folytatott megbeszélésen. A Tanács úgy döntött, hogy a legjobb anyag kiválasztása érdekében különböző anyagok tulajdonságainak vizsgálatát végzik el. A kísérletekben várhatóan a Roszatom és az Orosz Tudományos Akadémia intézetei vesznek részt. A Tanács emellett értékelte az építés előrehaladását, megvitatta a francia nukleáris szabályozó hatósággal folytatott együttműködést, és áttekintette az építés műszaki kérdéseit.

### T-15MD és TRT

A T-15MD a Kurcsatov Intézetben 1988 és 1995 között működő T-15 tokamak modernizált változata. A T-15MD elődjének alapjaira épül. Fizikai indítására 2021 májusában került sor, az első plazma előállítására pedig 2023 tavaszán. Teljesítményindítási teszteket végeztek. Ahogyan Viktor Ilgisonis, a Roszatom tudományos és műszaki kutatási és fejlesztési igazgatója megjegyezte, az üzem építését befejezik és nemzetközi szintű eredmények eléréséhez szükséges szintre hozzák azt.

A Troicki Innovatív Termonukleáris Kutatási Intézet (TRINITI) előkészíti a szükséges infras-

### A termonukleáris reakció jellemzői

A szabályozott termonukleáris reakció abban különbözik a magreakciótól, hogy az előbbiben a könnyebb atommagokból nehezebb atommagok szintetizálódnak, míg az utóbbiban a nehéz atommagok hasadnak.



## REAKTORTECHNOLÓGIÁK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)



truktúrát a TRT-hez, amely egy jövőbeli fúziós reaktor illetve neutronforrás teljes értékű prototípusa lesz. A plazma viselkedésének tanulmányozására szolgál majd gyulladásközel, kvázistacionárius üzemmódokban, feladata lesz továbbá a plazma kiegészítő fűtési módszereinek, az üzemanyag-ellátásnak és takaréktechnológiáknak a kidolgozása. Új típusú diagnosztikai eszközöket is fejlesztenek itt, és tríciumtechnológiákat sajátítanak el. A TRINITI 2024 végére tervezi befejezni a termonukleáris komplexum rekonstrukciójának első szakaszát, amely a jövőbeli létesítmény energetikai infrastruktúrájának megteremtéséhez szükséges.

### Mifiszt

A Rosatom partneregyeteme, a Nemzeti Nukleáris Kutatási Egyetem (MIFI) és a Duhovról elnevezett Összoroszországi Automatikai Kutatóintézet tudósai (VNIIA) olyan neutrongenerátort fejlesztettek ki,

amelyben a fúzió miniatűr nagyságrendben történik.

Az emitteregység egy kisméretű (néhány centiméter átmérőjű) plazmafókuszos kisülési kamrából, egy energiatárolóból és egy nagyfeszültségű kapcsolóból áll. A plazma létrehozásához a plazmafókuszos-kamrába gázt — hidrogénizotópokat — pumpálnak, és két elektródára nagyfeszültséget kapcsolnak. A feszültség bekapcsolásakor a tároló tartályból az összes energia átkerül a kamrába. A több száz kiloamperes áramerősségnek köszönhetően a gáz ionizálódik, és tokoplazmatikus héj — egy speciális konfigurációjú forró plazma — keletkezik. A saját mágneses mező hatására a héj felgyorsul az elektródák között, és egy pontba — csúcsba — tömörül. Ez a plazmafókuszos, ahol a fúziós reakció zajlik. Ezek néhány tíz nanoszekundumig tartanak. Ebben a pillanatban az emitteregység különböző típusú sugárzást — neutron-sugárzást, valamint röntgensugarakat, plazmasugarakat, elektron- és ionnyalábokat — generál. Amikor az elektródák feszültségét megszüntetik, a gáz visszatér normál állapotába.

Ez a készülék a tudományos óriásprojektek neutron- és gamma-sugárzás-detektorainak kalibrálására, valamint a detektorrendszerek elemeinek sugárzásállósági vizsgálatára is használható. Ilyen vizsgálatokra van szükség az űrhajók fedélzeti berendezéseire és a rádióelektronika elemi alapjaihoz. Lehetőség van továbbá különböző típusú impulzusos sugárzások élő szervezetekre gyakorolt hatásának vizsgálatára és az anyag neutronaktivációs elemzésének elvégzésére.

**„Korábban minden kalibrációt impulzusforrásokon — reaktorokon és gyorsítókon — végeztek. Ezek többtonnás hatalmas gépek, sok vezérlőrendszerrel. A mi készülékünk**



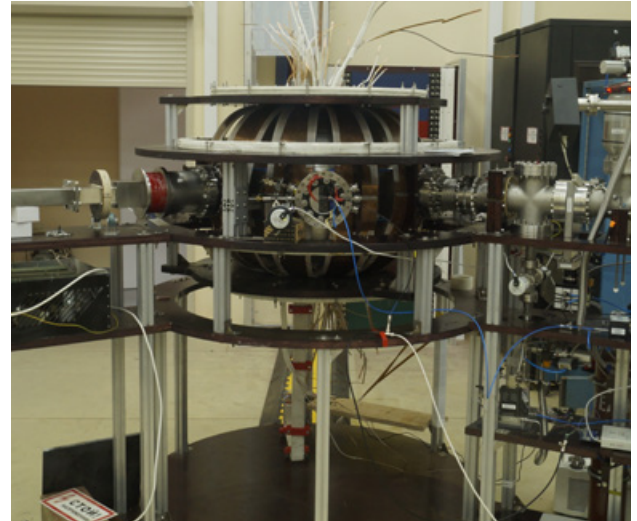
## REAKTORTECHNOLÓGIÁK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

**mindössze 150 kg-ot nyom** — mondta Elena Rjabeva, a MIFI Fizikai és Technológiai Intelligens Rendszerek Intézetének igazgatóhelyettese. Az egységet a hallgatók már használják laboratóriumi munkáik során.

Mint Alekszej Lihacsov, a Roszatom vezérigazgatója az orosz energiahéten elmondta, az állami vállalat még nem vizsgálta, milyen kereskedelmi hasznosítása lehet a fúzióknak. Megígérte azonban, hogy folytatják a munkát, valamint energiát és pénzt fordítanak rá. Vlagyimir Putyin orosz elnök a fiatal tudósok konferenciáján szintén ígéretet tett arra, hogy forrásokat különít el a fúziós kutatásokra. [NL](#)

[A fejezet elejére](#)





## Egy pillantás a reaktorok jövőjébe

A COP28 konferenciát megelőzően a NAÜ kiadta a „Nuclear Technology Review — 2023” című jelentést, amely bemutatja a 2022-ben történt legfontosabb eseményeket és azokat a trendeket, amelyek az ügynökség szakértői szerint a jövőben meghatározzák a globális nukleáris ipar fejlődését.

Az összefoglaló összesen 26 tételt mutat be a kulcsfontosságú események és trendek kapcsán. Mi a legjelentősebbekre és legérdekesebbekre összpontosítunk.

### A nukleáris kapacitás növekedése

A NAÜ az elmúlt két évben emelte a globális nukleáris ipar fejlődésére vonatkozó előrejelzését. Az optimista előrejelzés szerint a világ atomerőműveinek beépített kapacitása 2050-re elérheti a 873 GW-ot. Ez 10 százalékkal magasabb, mint a tavalyi forгатókönyvben szereplő érték. Így a nukleáris energia részesedése a globális energiakosár-



## TRENDEK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

ban a jelenlegi 9,8 százalékról 14 százalékra nőhet. Ahhoz, hogy az előrejelzés valóra váljon, a hosszú távú üzemmódra történő széles körű átállásra van szükség, ami a meglévő reaktorok élettartamának meghosszabbítását jelenti, valamint közel 600 GW új nukleáris termelőkapacitás létesítését a következő 30 évben.

A Roszatom jelentős mértékben hozzájárul e cél eléréséhez. Az állami vállalat hét országban 22 erőművi blokkot épít. A projektportfólió összesen 33 egységet foglal magában 10 országban. Az állami vállalat 18 év alatt 18 nagy teljesítményű blokkot épített, ebből kilencet Oroszországon kívül. Idén üzemanyagot szállítottak az épülő törökországi Akkuyu Atomerőműbe és a bangladesi Ruppur Atomerőműbe.

A tanulmány szerint az új nukleáris kapacitások építését a nukleáris projektek finanszírozásának nehézségei akadályozzák. Vannak azonban pozitív fejlemények: 2022-ben az atomenergia bekerült az Európai Unió és más országok fenntartható finanszírozási taxonómiájába. Összességében az ügynökség úgy látja, hogy javul a politikai döntéshozók hozzáállása az atomenergiahoz, mivel az atomenergia hozzájárul az alacsony szén-dioxid-kibocsátású, stabil villamosenergia-ellátáshoz. Törökország és Egyiptom, ahol a Roszatom atomerőműveket épít, a Párizsi Megállapodással összhangban a szén-dioxid-mentes jövőhöz való nemzeti hozzájárulásaik közé sorolták az atomenergiát.

### Kis teljesítményű atomerőművek

A NAÜ által azonosított egyik jelenlegi tendencia a kisléptékű nukleáris energiatermelés iránti érdeklődés. „**A kis teljesítményű atomerőművek a vízűtéses nagy teljesítményű**



**reaktorokkal együtt várhatóan a kapacitásbővítések nagy részét teszik majd ki a következő három évtizedben.**” — áll a jelentésben.

A Roszatom a világon elsőként helyezett üzembe úszó atomerőművet, a Lomonoszov akadémikus úszó atomerőművet, és további három kis teljesítményű úszó atomerőmű projektjének megvalósítását kezdte meg. Az első négy úszó atomerőmű a Baimszki Bányászati és Feldolgozó Üzem áramellátását biztosítja. A második egy szárazföldi kis teljesítményű atomerőmű lesz Jakutföldön. E projektekhez a RITM-200-as reaktorok különböző modifikációt használnak majd. Ezenkívül a Roszatom a Shelf-M reaktoron alapuló kis teljesítményű atomerőmű építésén dolgozik a Szovinoje lelőhely és a szomszédos területek energiaellátására. A Roszatomnak összesen mintegy tucatnyi terve van a fejlesztés különböző szakaszaiban kis teljesítményű atomerőművekhez kapcsolódóan. A Roszatom aktívan tárgyal különböző országok kormányaival, különösen Mongóliával és Mianmarral kis teljesítményű atomerőmű építéséről.



## TRENDEK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

### Új technológiák

A jelentés szerint a vízhűtéses reaktorok korszerű változatait egyre inkább fontolóra veszik, tanulmányozzák és építik, hogy fokozatosan bevezessék a korszerű, nagyobb hatékonyságot biztosító, félig zárt vagy zárt üzemanyagciklusokat: „Az Oroszországi Föderációban folytatódnak a szuperkritikus hűtőközeg paraméterekkel rendelkező innovatív víz-víz erőművi reaktor koncepcionális kutatásai, beleértve a gyors neutronos alkalmazásokat. A legújabb fejlesztések a kis moduláris változatokra összpontosítanak, a hangsúlyt a jobb nukleáris biztonságra, a nukleáris védelemre, a gazdaságosságra és a fenntarthatósági paraméterekre helyezik.” Emellett a Roszatom spektrális vezérlésű VVER-S reaktor fejlesztése előrehaladott állapotban van (erről a legutóbbi számban írtunk).

Az ígéretes technológiák között említik a sóoldatos reaktorokat is. A Roszatom ezen a területen is fejleszt, de nem energetikai céllal. A kutatások célja a minor aktinidák transzmutációjának tesztelése, hogy alacsonyabb aktivitású hasadóanyagokat állíthassanak elő. Ezt a sóoldatos reaktort 2030-ban tervezik üzembe helyezni.

A jelentés külön fejezetet szentel a gyors neutronos reaktoroknak. A világon öt nátriumhűtésű gyors neutronos reaktor működik: egy-egy Kínában és Indiában, valamint három Oroszországban. A Roszatom tervezi a BN-1200-as gyors neutronos reaktor építését is

1200 MW elektromos teljesítménnyel.

A BN-1200-as első betonját a tervek szerint 2027-ben öntik a blokk alaptestébe. Emellett folyamatban van egy 150 MW elektromos teljesítményű, többcélú, gyors neutronos

nátriumhűtésű reaktor, az MBIR kutatóreaktor építése is.

A folyékony fém hűtőközeget használó technológiák egyre nagyobb érdeklődésre tartanak számot. A Roszatom itt is élen jár — a világon elsőként építi meg a BRESZT-OD-300 ólomhűtésű gyorsneutronos kísérleti demonstrációs reaktort 300 MW elektromos teljesítménnyel.

### Az atomenergia egyéb alkalmazásai

Amint a jelentésben is szerepel, a reaktortechnológiák nem villamosenergia-termelő alkalmazásai közül a legnagyobb érdeklődés a hőtermelés iránt mutatkozik — önmagában vagy a villamos energiával kapcsolatban (központi fűtés és ipari vállalatok számára hőszolgáltatás), tengervíz sótalánítás és hidrogén előállítás céljával. A Roszatom ezekkel a területekkel is foglalkozik és fejlesztéseket folytat. A csukcsföldi Lomonoszov akadémikus úszó atomerőmű hőt is szolgáltat Pevek városának. Az Akkuyu Atomerőműben a Roszatom által tervezett és felszerelt sótalánító üzem telepítenek a reaktorok, illetve ivóvíz- és tűzoltó víz igény kielégítésére. A Kola Atomerőműben elektrolízissel történő hidrogéntermelésre szolgáló kísérleti létesítmény beindítását tervezik. Ezenkívül a Roszatom egy 200 MW hőteljesítményű magas hőmérsékletű gázhűtéses reaktor és egy vegyipari technológiával működő, évente mintegy 110 000 tonna hidrogén előállítására alkalmas üzem projektjét is fejleszti. Az első egység várhatóan 2032-ben épül meg.

### Természetes urán

A NAÜ szakértői — akik globális előrejelzésekre hivatkoznak — úgy becsülik, hogy



## TRENDEK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

az urán iránti kereslet a következő öt évben az évi 160 millió font uránoxidról körülbelül 190 millió fontra fog nőni. **„Az uránpiac spot árainak további emelkedésére számítva az előrejelzések szerint az atomerőművek beszerzési osztályai az uránérc-koncentrátum előre történő beszerzését fogják előnyben részesíteni, és ismét hosszú távú szerződéseket fognak kötni az uránszállítókkal. Ez az urán azonnali árának további emelkedéséhez vezethet, amely a várakozások szerint 2027-re az urán-oxid (U<sub>3</sub>O<sub>8</sub>) ára az eddigi 52 dollár/tonna árról 65 dollár/tonnára emelkedik** — áll a jelentésben. A valóság már most felölmúlta a várakozásokat: 2023. december 4-én az urán azonnali ára 81,45 \$/font volt.

**„A következő öt-tíz évben várhatóan új uránbányák nyílnak meg, többek között Ausztráliában, Brazíliában, Kanadában, Mauritániában és Namíbiában. Ezen új létesítmények tervezett termelési volumene azonban nem lesz elegendő az ellátási hiány pótlására, amelyet jelenleg másodlagos forrásokból fedeznek. E tekintetben az elkövetkező években várhatóan fokozódik az uránkutatói tevékenység, többek között a hagyományos és a nem hagyományos típusú lelőhelyeken.”** — jelzik a NAÜ szakértői.

A Roszatom is lelőhelyeket fejleszt és feltárási munkálatokat végez Oroszországban és Kazahsztánban, valamint projekteket vizsgál Tanzániában és Namíbiában.

### Üzemanyag

Az üzemanyag-szegmensben a NAÜ szakértői a következő tendenciákat azonosították: a meglévő nagy reaktorokban használt üzemanyag biztonságának javítása, a toleráns



üzemanyag kifejlesztése, kiegészi mélység és az üzemanyag dúsítottságának növelésre irányuló kutatás, valamint az üzemanyag-ciklus meghosszabbítása az átlagos kiegészi idő növelésével.

Ezenkívül az új reaktorok fejlesztése új üzemanyagok fejlesztését vonja maga után. **„Az innovatív koncepciók különböző típusú nukleáris üzemanyagának előállításához <...> közepes dúsítású uránra (közepesen dúsított üzemanyag, legfeljebb 20 százalékgig — a szerk.) lesz szükség”** — áll a jelentésben. Az Egyesült Államok tervezte közepes dúsítású urán előállítására szolgáló létesítmények létrehozását, de jelenleg csak a Roszatom rendelkezik teljes technológiai lánccal ezen üzemanyag előállításához.

A Roszatom új üzemanyag-összetételek és szerkezeti anyagok létrehozására irányuló fejlesztéseket is végez, hogy gazdaságosabbá és biztonságosabbá tegye a nukleáris üzemanyagot. Új — különösen kompozit — fűtőelem-technológiákat is fejlesztenek a teljesítmény javítása érdekében. Idén például befejeződött a szilícium-karbid kompozit fűtőelem tesztelésének első szakasza a BOR-60 kutatóreaktorban.



## TRENDEK

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)


A kiegészített nukleáris fűtőelemek (SNF) újrafeldolgozásának szegmensében egyre fontosabbá válik a speciális kezelési és újrafeldolgozási módszerek kidolgozása. A Roszatom ebben a szegmensben több területen is aktív. A kiegészített nukleáris fűtőelemekből új típusú üzemanyagokat állít elő. Ezek elsősorban urán-oxid illetve a szegényített urán-plutónium-oxid tartalmú (MOX) üzemanyagok. A BN-800-as reaktor például már egy éve MOX-üzemanyaggal működik. Ezenkívül a Roszatom dolgozik az urán-plutónium (nitríd üzemanyag) kereskedelmi mennyiségű előállításán is.

A Roszatom fejleszti a kiegyensúlyozott nukleáris üzemanyagciklus koncepcióját is, amely magában foglalja a kiegészített nukleáris üzemanyag kezelését és újrafeldolgozását az értékes összetevők kinyerésével és a legaktívabb — minor aktinidák — utóégetésével. Az utóégetés elérte a reaktorban történő tesztelési szakaszt. Decemberben a Rosza-

tomhoz tartozó zselznogorszki Bányászati és Vegyi Kombinátban megtörtént az első három, minor aktinidákat — amerícium-241-et, neptúnium-237-et tartalmazó MOX-üzemanyagkazetta minőségi átvétele. A kazettákat 2024 tavaszán helyezik majd be a belojarszki atomerőmű BN-800-as reaktorába, ahol megtörténik ezeknek a hosszú felezési idejű izotópoknak a kiegészítése. A gyors neutronok az ameríciumot és a neptúniumot fragmentumokra — könnyebb elemekre — bontják, melyeknek alacsonyabb lesz az aktivitása és a felezési ideje, mint az eredeti izotópoké volt.

A Roszatom eljárásokat, technológiákat és eszközöket fejleszt a különböző típusú kiegészített nukleáris fűtőelemek és radioaktív hulladékok biztonságos kezelésére, sikeresen alkalmazva azokat a felhalmozódott készletek felszámolására. Ezt a munkát évek óta sikeresen végzik az orosz Északi-sarkvidék északnyugati részén.

A Roszatom infrastruktúrát fejleszt a radioaktív fűtőelemek és a kiegészített nukleáris üzemanyag végleges elhelyezésére és foglalkozik a bányák biztonságossá tételével is. Ilyen projektet fejeztek be idén ősszel az üzbeisztáni Tabosar bányában, ahol a múlt század közepén először kezdték el a tömeges uránbányászatot a Szovjetunióban.

A Roszatom tevékenysége összhangban van a nukleáris iparági trendekkel, hanem sok esetben azok élvonalába tartozik. 

[A fejezet elejére](#)





## Nagy tervekkel a jövőre nézve

A Roszatom és a magyar kormány meghatározta a Paks II. atomerőmű építésének ütemtervét. A Roszatom vezetője, Alekszej Lihacsov és Szijjártó Péter külgazdasági és külügyminiszter novemberi találkozásuk során látogatást tettek az építési területen és méltatták a már megkezdett munkálatok ütemét.

Szijjártó Péter elmondta, hogy a felek áttekintették a kétéves ütemtervet, az engedélykérelmek határidejét, azt, hogy

mely projekteket kell véglegesíteni, milyen fizikai munkálatokra van szükség és mi azok befejezésének határideje, valamint az eljárások egyszerűsítését szolgáló jogszabály-módosítások ütemezését. **„Ennek eredményeként megfelelő ütemtervet írtunk alá a következő két évre.”** — mondta Szijjártó Péter.

Az építési területen jelenleg is aktívan folynak a munkálatok. A 6. blokk számára a munkagödör kiásása a mínusz 5 méteres szintig a tervezettnél korábban befejeződött. Az 5. és a 6. blokkhoz szükséges munkagödrökből a földet a talajvíz szintjéig emelték ki, és ehhez több mint 1,5 millió köbméter földet termeltek ki. A munka 4 hektáros területet



## MAGYARORSZÁG

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

érint. November elején megkezdődtek a talajmegerősítési munkálatok, minden biztonsági előírásnak megfelelően. Eközben november végére elkészült egy 2,7 km hosszúságú, 1 méter vastag vízzáró résfal a leendő erőművi blokkok munkagödre körül: ez védi majd az építési területet a talajvíz beszivárgásától. Ezután megkezdődik a munkagödör kiásása a 23–27 méteres tervezett mélységig. **„Mind-ezen munkafolyamatok előrevetítik, hogy az „első beton” kiöntésére — az atomerőmű építésének fordulópontját jelentő eseményre — 2024 végén kerülhet sor”** — mondta Szijjártó Péter.


A miniszter hangsúlyozta, hogy az új atomerőmű a legmodernebb technológiák felhasználásával, a legszigorúbb környezetvédelmi és nukleáris biztonsági követelményeknek megfelelően épül meg. Kiemelte a legerősebb külső behatásoknak is képes ellenállni a kettős falú konténment és a biztonságot négy, egymástól független (redundáns) rendszer garantálja.

**„Büszkék vagyunk arra, hogy a Paks II. atomerőmű két új blokkjának építése jelenleg a legnagyobb európai nukleáris projekt, amely építési engedélyt kapott. Igazán nemzetközi, hiszen az orosz fővállalkozó mellett 94 magyar cég, valamint számos amerikai, német, francia, svéd, osztrák és francia vállalkozó vesz részt benne”** — mondta Szijjártó Péter. A Paks II. építését Vitalij Poljanyin vezeti majd, aki korábban a fehéroroszországi atomerőmű-projektet vezette. **„A legjobb erőket fogjuk ide küldeni”** — hangsúlyozta Alekszej Lihacsov.

Az építkezésen dolgozók létszáma egyre nő, 2023 végére eléri a 800–900 főt. A 2024-es év végére a számuk körülbelül 2000 lesz. A csúcsideszakokban pedig az építőipari személyzet száma eléri a 10–13 ezer főt.

Oroszország már megkezdte az erőműhöz szükséges hosszú gyártási ciklusú berendezések gyártását, ezek a reaktortartály, az olvadécsapdák és más atomerőművi berendezések.

Szijjártó Péter megjegyezte, hogy a meglévő blokkok üzemidő-hosszabbításával és a két új blokk üzembe helyezésével 70 százalékra nő majd az atomenergia részaránya Magyarország energiaellátásában. **„Az atomerőművek a naperőművekkel együtt Magyarország villamosenergia-szükségletének 95 százalékát fogják fedezni. Vagyis a villamosenergia-ellátás tekintetében szinte teljes mértékben magunkra számíthatunk majd, ami lehetővé teszi, hogy ne függjünk az energiapiaci áringadozásoktól, és ez növeli az energiaellátás biztonságát.”** — hangsúlyozta.

A miniszter szerint a Paks II. atomerőmű két blokkja 3–3,5 milliárd köbméterrel csökkenti a földgázfelhasználást, aminek jelentős pénzügyi hatása lesz. Emellett az új atomerőmű a klímavédelem szempontjából is fontos, hiszen évente 17 millió tonnával csökkenti a széndioxid-kibocsátást. **„Ez hatalmas előrelépés lesz Magyarország számára a gazdaság zöldítése terén.”** — mondta Szijjártó Péter. 

[A fejezet elejére](#)