

ATÓMOVÉ ELEKTRÁRNE MOCHOVCE

Čistá energia



Skupina Enel v číslach



Enel je medzinárodná skupina, ktorá pôsobí v 40 krajinách na štyroch kontinentoch.

Medzi energetickými spoločnosťami kótovanými v Európe je Enel druhou najväčšou spoločnosťou, čo sa týka inštalovaného výkonu. Medzi popredné energetické spoločnosti patrí aj z hľadiska počtu akcionárov s počtom 1,4 mil. investorov. Skupina zároveň patrí medzi najväčšie energetické spoločnosti sveta v oblasti trhovej kapitalizácie. Enel vyrába 291,2 TWh elektrickej energie za rok prostredníctvom vyváženého portfólia energetických zdrojov.

Elektrárne majú celkový výkon 98 036 MW, pričom viac ako tretina sa vyrába z obnoviteľných zdrojov energie, ktorých využitie neustále narastá (obzvlášť v Severnej, Strednej a Južnej Amerike). Na distribúciu energie skupina Enel využíva 1,8 mil. km energetických vedení. Navyše Enel predáva elektrickú energiu 60,8 mil. odberateľov a plyn 2,9 mil. konečných odberateľov, vrátane domácností a podnikov. Slovenské elektrárne sú spoločnosťou skupiny Enel, ktorá pôsobí na Slovensku.

Krajín

40¹⁾

Kontinenty

4

Čistý inštalovaný výkon

98 036

MW

Výroba elektriny

291,2

TWh

Distribúcia elektriny

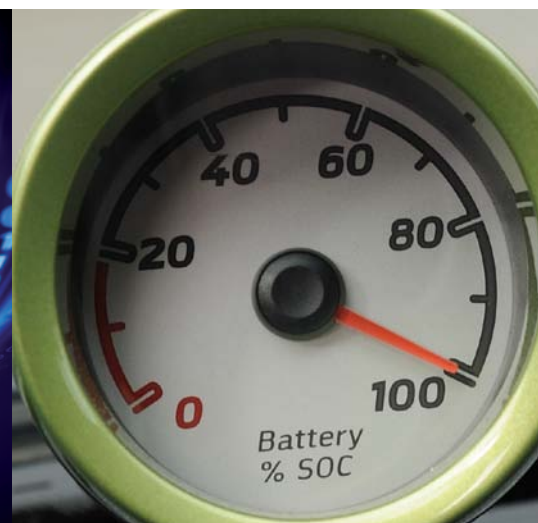
434,1

TWh

Predaj elektriny

311,6

TWh



Inštalovaný výkon obnoviteľných zdrojov

35 508

MW

Podiel elektriny bez emisií CO₂

42 %

Zákazníkov

60,8

mil.

Zamestnancov

74 877

EBITDA

17,7

mld. EUR

Investície

27,2

mld. EUR

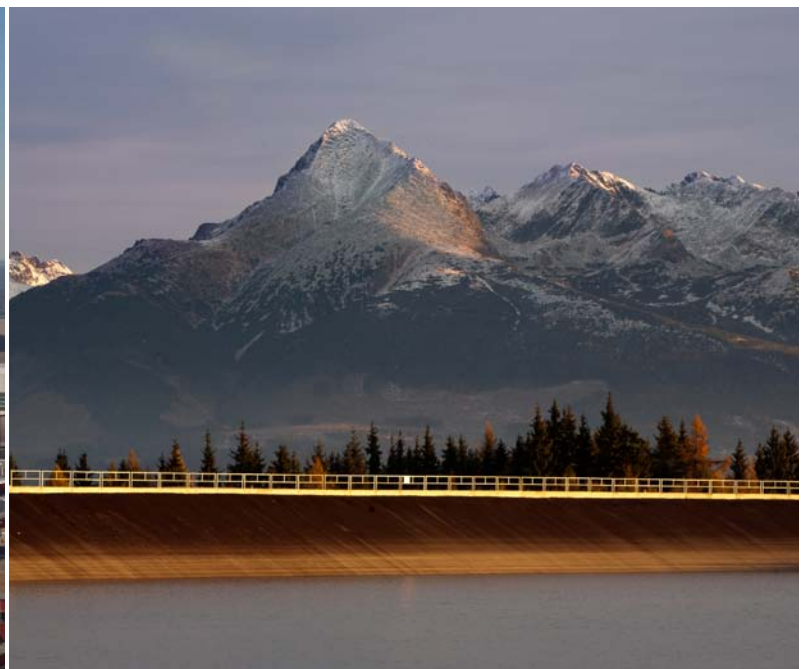
¹⁾ Zahŕňa všetky krajiny, kde má skupina Enel minimálne 1 MW inštalovaného výkonu alebo krajiny, kde sa vykonávajú obchodné činnosti vrátane krajín, kde má skupina Enel obchodné vzťahy, rozpracované projekty alebo zastupiteľské kancelárie. Zahŕňa aj El Salvador, kde má Enel nekonsolidované partnerstvo s LaGeo.

Slovenské elektrárne

in Figures

Slovenské elektrárne, člen skupiny Enel, sú najväčším výrobcom elektrickej energie na Slovensku a druhým najväčším v strednej a východnej Európe. Spoločnosť tiež vyrába a predáva teplo a poskytuje podporné služby pre elektrizačnú sústavu.

Slovenské elektrárne disponujú 5 739 MWe (k 31. decembru 2012) inštalovaného výkonu a majú ideálny výrobný mix - jadro, vodu a klasické zdroje. Prevádzkujú 34 vodných, 2 atómové, 2 tepelné a 2 fotovoltaické elektrárne.



Inštalovaný výkon

5 739¹⁾
MW

Výroba elektriny

22¹⁾
TWh

Dodávka elektriny

20¹⁾
TWh

Investície

771
mil. €

Ľudské zdroje

4 667
zamestnancov

EBITDA

806
mil. €

Udalosti na JE podľa INES

0²⁾
prevádzkových udalostí

Úspora emisií CO₂
z 1 bloku AE

3,7
mil. ton

Výstavba MO34

3 500
pracovníkov

¹⁾ Inštalovaná kapacita, výroba a čistá dodávka elektriny vrátane Vodnej elektrárne Gabčíkovo (VEG). VEG je vo vlastníctve spoločnosti Vodohospodárska výstavba, š. p., prevádzkovaná je spoločnosťou Slovenské elektrárne.

²⁾ Medzinárodná stupnica hodnotenia jadrových udalostí





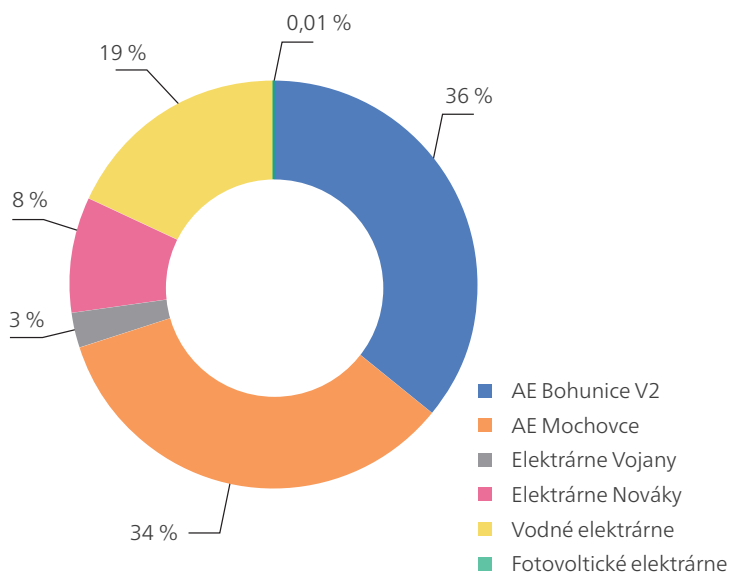
Jadro v energetickom mixe

Jadrové elektrárne majú svoje pevné miesto v globálnom energetickom mixe a ich význam pri zmenšujúcich sa zásobách fosílnych palív neustále rastie. Jadrová energetika ako „bezuhlíkový“ zdroj má nenahraditeľnú úlohu aj z pohľadu záväzku členských krajín EÚ zredukovať emisie CO₂ o 20 % úrovne roku 1990 do roku 2020.

Pri prevádzke jadrových elektrární sa do atmosféry nevypúšťajú žiadne skleníkové plyny, čím na celom svete každoročne prispievajú k zníženiu emisií CO₂ o 800 mil. ton, pričom na Slovensku je to asi 15 mil. ton CO₂ ročne. Bez elektriny vyrobenej z jadra by boli v EÚ emisie tohto plynu o dve tretiny vyššie.



Výroba elektriny v roku 2012 (~22 TWh)



Slovenské elektrárne

vyrábajú **89 %**
elektriny bez emisií CO₂

Výroba elektriny

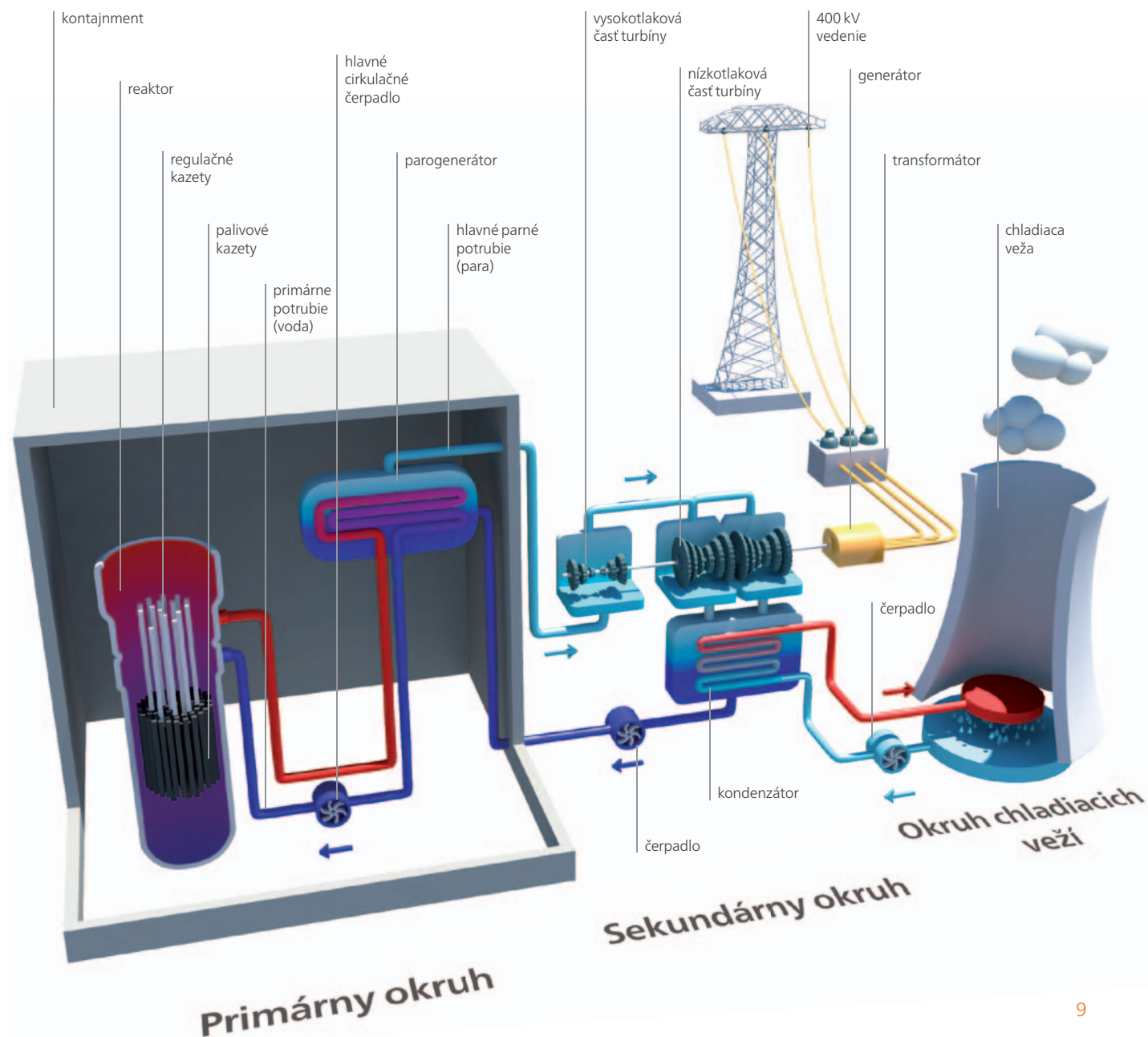
Princíp výroby elektriny v jadrovej elektrárni je podobný ako v klasickej tepelnej elektrárni – hlavný rozdiel je v zdroji tepla, ktoré sa neskôr mení na elektrinu. Zatiaľ čo v tepelnej elektrárni je zdrojom tepla fosílné palivo (uhlie, plyn, biomasa), v jadrovej elektrárni je to jadrové palivo.

V **reaktore**, cez ktorý preteká chladiivo (chemicky upravená **voda**), sú umiestnené **palivové kazety**. Chladiivo preteká kanálíkmi v palivových kazetách a odvádza teplo, ktoré vzniká pri štiepnej reakcii. Ohriata voda primárneho okruhu vystupuje z reaktora s teplotou asi 300 °C a privádza sa do tepelných výmenníkov – **parogenerátorov**, kde odovzdáva teplo odvedené z reaktora chladnejšej vode **sekundárneho okruhu**. Obidva okruhy sú od seba hermeticky oddelené.

Kým sa ochladená voda primárneho okruhu vracia späť do reaktora, voda sekundárneho okruhu sa odparuje v parogenerátore. Takto vyrobená vysokotlaková para sa odvádza do **turbín**, kde naráža na lopatky turbíny a roztáča ich. Hriadeľ turbíny je spojený s **generátorom**, ktorý vyrába elektrickú energiu. Po prechode turbínou para mení skupenstvo v **kondenzátore** a vracia sa späť do parogenerátora ako voda. Kondenzátor sa chladí tretím chladiacim okruhom pomocou **chladiacich veží**. Voda odparená z chladiacich veží sa dopĺňa z neďalekej rieky Hron. Takto sa zabezpečuje, aby nedošlo k žiadnemu priamemu kontaktu medzi vodou primárneho okruhu, ktorá chladí reaktor a vodou vracajúcou sa do životného prostredia vo forme pary z chladiacich veží.



Tepelná schéma VVER 440/V-213



Cyklus jadrového paliva

Cyklus jadrového paliva je sériou priemyselných procesov, ktoré zahŕňajú výrobu elektriny zo štiepenia uránu v jadrových elektrárňach. Urán je relatívne bežný prvok – mierne rádioaktívny kov, ktorý sa nachádza v zemskej kôre. Je ho asi 500-krát viac ako zlata a približne toľko ako cínu. Je prítomný vo väčšine skál a v pôdach, ako aj v riekach a morskej vode. Pred jeho použitím ako paliva v jadrovom reaktore sa musí spracovať.

1. Ťažba a úprava uránovej rudy

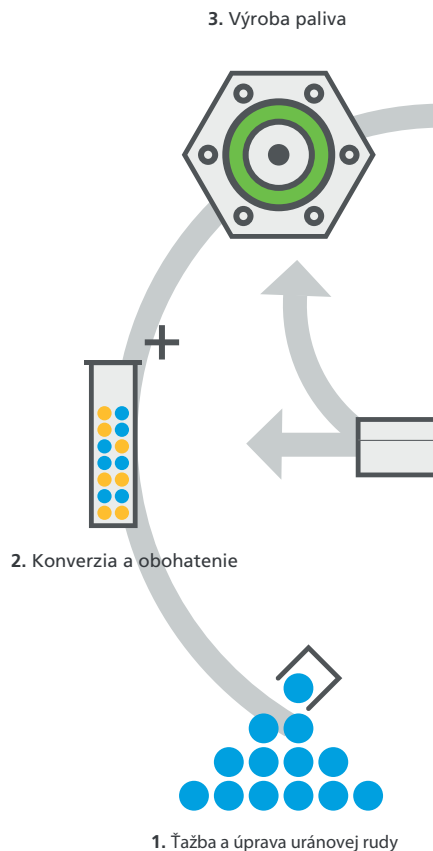
Uránová ruda sa ťaží v hlbinných alebo povrchových baniach. Obsah uránu v rude je 0,1 % až 3 %. Najviac uránovej rudy sa ťaží v Kanade, Austrálii a Kazachstane. Drvením a následnou chemickou úpravou (lúhovaním) sa získava tzv. žltý koláč, ktorý obsahuje viac ako 80 % uránu.

2. Konverzia a obohatenie

Zlúčeniny uránu obsiahnuté v žltom koláči sa konverziou menia na plynnú formu (hexafluorid uránu – UF_6), ktorá je vhodnejšia pre obohacovanie štiepiteľným uránom 235. Urán, ktorý sa nachádza v prírodných zdrojoch, obsahuje najmä dva izotopy: U-238 a U-235. Hlavným štiepiteľným izotopom je urán 235, ktorého je však v prírodnom uráne 238 len malé množstvo (priem. 0,7 %), a preto treba jeho podiel v jadrovom palive zvýšiť až na 4,95 %. Komerčne najrozšírenejším procesom obohacovania je použitie centrifúg.

3. Výroba paliva

UF_6 sa chemicky spracováva na prášok UO_2 (oxid uraničitý). Ten sa lisuje a speká pri vysokej teplote (1 400 °C) do formy keramických tabliet, ktoré sú hermeticky zapuzdrené do rúrok zo zirkónovej ocele. 126 rúrok tvorí palivovú kazetu. Na prevádzku jedného reaktora VVER-440 je ročne potrebných 7 – 9 ton uránového paliva. Čerstvé jadrové palivo nepredstavuje významné riziko, nakoľko je len veľmi slabým zdrojom žiarenia a aktivuje sa až v reaktore.



4. Využitie paliva v reaktore

Tepelná energia uvoľnená pri štiepení uránu v reaktore sa odvádza chladiacim médiom (vodou) a následne sa mení v turbogenerátore na energiu elektrickú. Palivo v reaktore musí byť vždy zaliate vodou, inak by sa mohlo prehriať a pri teplotách nad 1 500 °C sa začína taviť pokrytie paliva, pri teplotách nad 2 500 °C už aj samotné palivo. Časť U-238 v palive sa mení v reaktore na plutónium. Hlavný izotop plutónia je tiež štiepiteľný a prispieva asi jednou tretinou k celkovej energii uvoľnenej v reaktore.

5. Medzisklad paliva

Po 5 – 6 rokoch prevádzky v reaktore sa palivo presunie do bazénu vyhoreného paliva, ktorý je hneď vedľa reaktora. Tu sa vo vode dochladzuje a znižuje sa jeho aktivita. Voda je vynikajúcim tieniacim žiarenia a zároveň absorbuje zbytkové teplo, ktoré vyhorené palivo produkuje. Po 5 rokoch dochladzovania sa môže vyhorené palivo previezť do medziskladu v Bohuniciach, kde sa skladuje v bazénoch s vodou. S výstavbou medziskladu suchého typu (skladovanie v špeciálnych kontajneroch chladených len prirodzenou cirkuláciou vzduchu) sa počíta aj v AE Mochovce, čím sa v budúcnosti zminimalizuje preprava vyhoreného paliva.

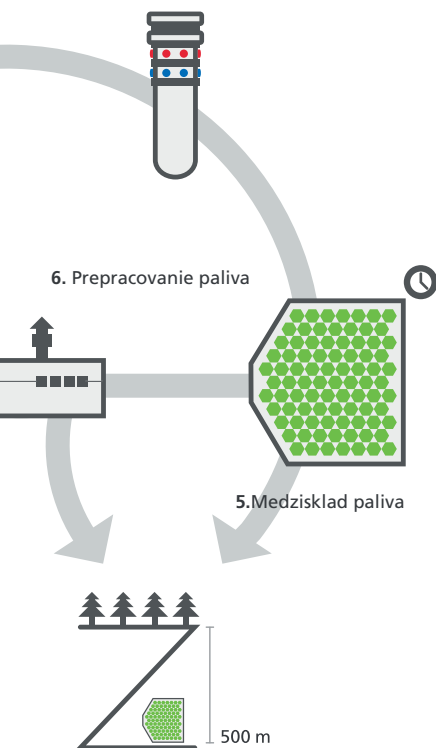
6. Prepracovanie paliva

Vyhorené palivo obsahuje asi 95 % uránu, 1 % plutónia a 4 % vysokoradioaktívnych štiepných produktov, ktoré vznikli v reaktore. Palivo je možné recyklovať v prepracovateľských závodoch, kde sa separuje na tri zložky: urán, plutónium a odpad. Urán a plutónium sa použijú do nového paliva obsahujúceho zmes štiepiteľných izotopov U a Pu (palivo MOX). Proces prepracovania je však veľmi finančne i energeticky náročný, preto je na svete len niekoľko prepracovateľských závodov. Vyhorené palivo zo slovenských JE sa zatiaľ neprepracováva, ale len dočasne skladuje v medzisklade.

7. Konečné uloženie vyhoreného paliva

V súčasnosti nie sú k dispozícii žiadne konečné hlbinné úložiská vyhoreného paliva. Hoci sa vykonávajú štúdie na určenie optimálneho prístupu ku konečnému ukladaniu vyhoreného paliva, túto problematiku nie je potrebné riešiť urgentne, pretože celkový objem vyhoreného paliva je pomerne malý a bez problémov sa dá skladovať v medziskladoch. Okrem toho sa skúmajú aj ďalšie možnosti využitia vyhoreného paliva pomocou nových technológií. Na Slovensku prebieha geologický prieskum lokalít vhodných pre konečné uloženie. Predpokladá sa, že finálne úložisko by mohlo byť k dispozícii okolo roku 2030.

4. Využitie paliva v reaktore



Bezpečnosť

1. a 2. bloku

Výstavba 1. a 2. bloku zahŕňala rozsiahly **program zvyšovania bezpečnosti**. Okrem slovenských, českých a ruských firiem sa na dostavbe zúčastnili najvýznamnejšie západoeurópske spoločnosti.

Medzinárodné hodnotenia (MAAE, WANO, WENRA, RISKAUDIT) potvrdili vysokú bezpečnosť reaktorov na Slovensku.

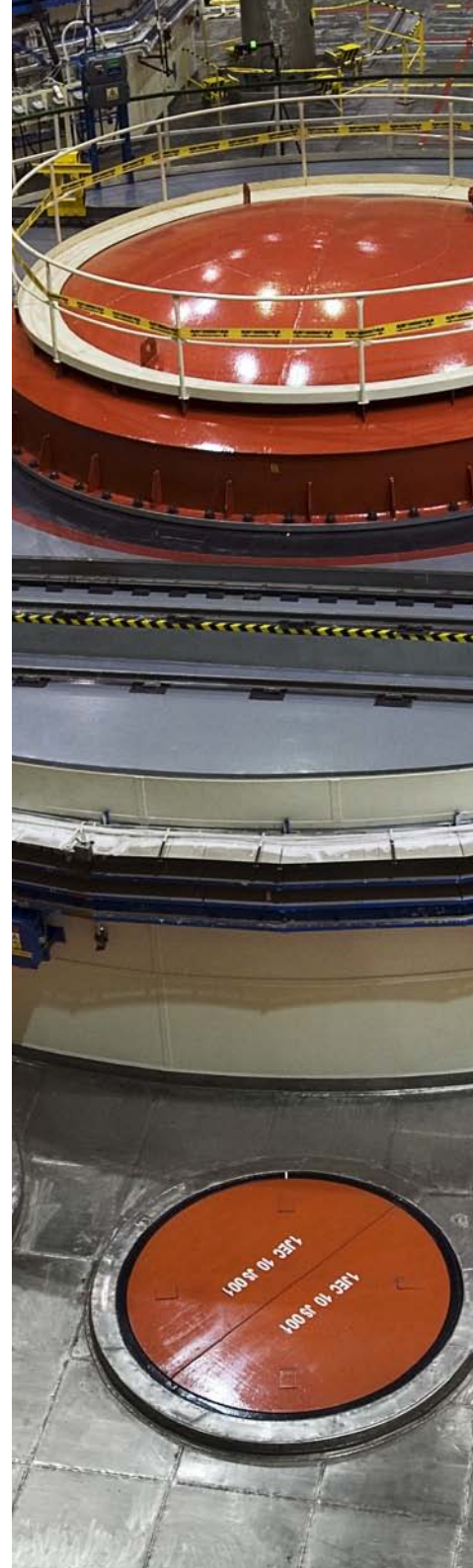
Technológia VVER je založená na **robustnom projekte**, relatívne nízkom výkone blokov, ako aj na **veľkých objemoch vody** v chladiacich okruhoch. Preto je elektráreň veľmi účinná pri prevencii nehôd a má prirodzene vysokú úroveň jadrovej bezpečnosti.

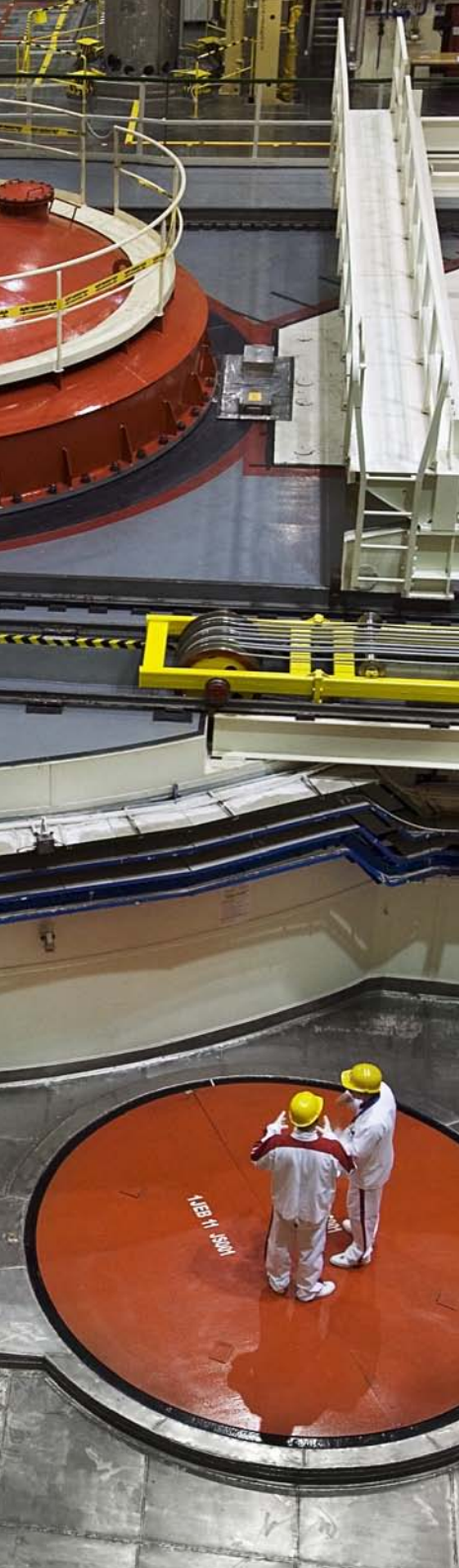
Bezpečnostné systémy sú **trojnásobne zálohované**, čo znamená, že každý systém sa skladá z troch identických, nezávislých a fyzicky oddelených systémov, pričom každý z nich dokáže zabezpečiť požadovanú bezpečnostnú funkciu samostatne.

Elektráreň má vlastný **plnorozsahový simulátor** schopný reprodukovat výkon a správanie zariadenia, na ktorom sa školia operátori blokovej dozorne.

V roku 2008 bol zvýšený nominálny výkon 1. a 2. bloku AE Mochovce o 7 % (zo 440 na 470 MW) – nárast, ktorý pokryje približne 10 % spotreby domácností SR.

V roku 2008 bol zvýšený
nominálny výkon o **7 %**





Evolučný projekt 3. a 4. bloku

Projekt 3. a 4. bloku AE Mochovce je založený na odskúšanej technológii **tlakovodného reaktora (PWR)** a zahŕňa najnovší technologický pokrok a opatrenia na zlepšenie bezpečnosti. Medzi najvýznamnejšie patria:

- > systém riadenia ťažkých havárií
- > najmodernejší digitálny systém kontroly a riadenia
- > vylepšenie seizmickej odolnosti blokov
- > zvýšenie kvality systému požiarnej ochrany
- > zapracovanie najlepších prevádzkových skúseností do projektu

Zmeny projektu boli schválené Úradom jadrového dozoru Slovenskej republiky. Vylepšený projekt elektrárne **spĺňa alebo dokonca prekračuje súčasné medzinárodné bezpečnostné požiadavky** a je porovnateľný s jadrovými reaktormi, ktoré sú v súčasnosti vo výstavbe v EÚ.

Projekt 3. a 4. bloku preverila aj nezávislá medzinárodná **Bezpečnostná komisia** zložená zo šiestich medzinárodne uznávaných expertov na jadrovú bezpečnosť.

Pozitívne stanovisko k 3. a 4. bloku AE Mochovce vyjadrila aj Európska komisia podľa Zmluvy o Euratome.

3 x 100 %
bezpečnostné systémy

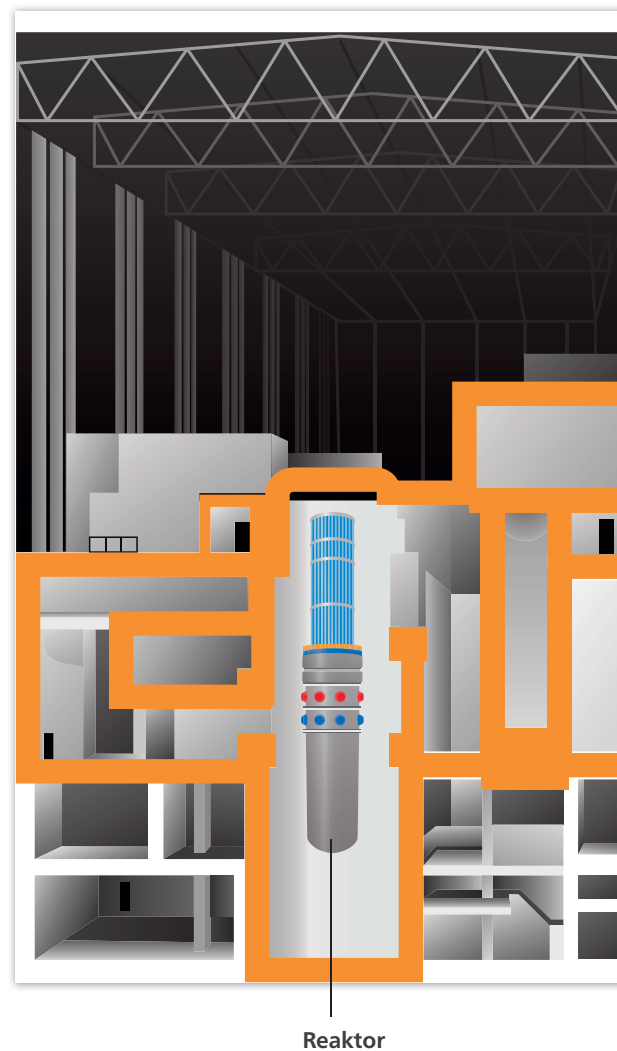
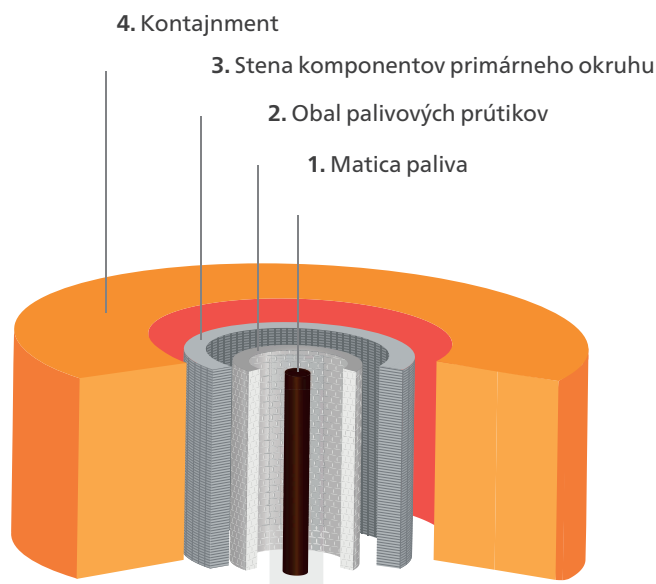
Kontajnement

Všetky 4 bloky v Mochovciach sú vybavené systémom ochrannnej železobetónovej obálky jadrovej časti (**kontajnementom**), ktorý je plne schopný minimalizovať rozsah radiačných následkov nehody na okolie.

Schopnosť kontajnementu zvládnuť nehody preukázali rozsiahle štúdie a skúšky, ktoré boli zrealizované na európskej úrovni.

Tento typ kontajnementu funguje na princípe kondenzácie pár uvoľnených z primárneho okruhu v prípade roztrhnutia potrubia, čím sa znižuje tlak v kontajmente.

Kontajnement je jednou zo 4 bariér zabraňujúcich úniku rádioaktívnych látok do okolia





Kontajment obsahuje **vákuo-barbotážny systém**, ktorý sa skladá z 12 podlaží barbotážnych žľabov, v ktorých kondenzuje para a 4 vzduchojemov na zachytávanie plynov.

Kontajment tvorí železobetónová stena o hrúbke až 1,5 m s veľmi malým expozičným povrchom. Je priaznivo osadený do okolitého terénu a do značnej miery je obklopený inými budovami.

Toto zaručuje najvyššiu úroveň ochrany voči externým rizikám vrátane nárazu lietadla. Okrem toho je Slovenská republika súčasťou **Integrovaného systému vzdušnej ochrany NATO**, ktorý pokrýva letecké hrozby.

Kontajment

Barbotážny
žľab

Vzduchojem

Steny kontajmentu sú

1,5 m hrubé

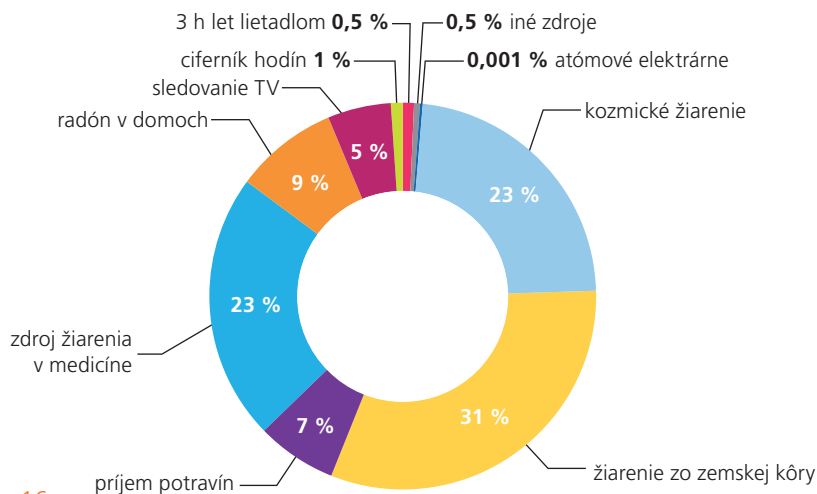
Radiačná ochrana

Na ochranu personálu elektrárne a obyvateľstva sa uplatňuje princíp ALARA (As Low As Reasonably Achievable), ktorý zabezpečuje, aby radiačná expozícia v elektrárni i mimo nej bola tak nízka, ako sa dá rozumne dosiahnuť a oveľa nižšia, ako sú legislatívne stanovené limity.

Vplyv prevádzky JE na životné prostredie a zdravie je **zanedbateľný** v porovnaní s ostatnými zdrojmi žiarenia, ktoré sú prítomné v každodennom živote.

V okruhu 20 km od elektrárne je rozmiestnených **24 monitorovacích staníc** teledozimetrického systému, ktorý nepretržite sleduje dávkový príkon žiarenia gama, objemovú aktivitu aerosólov a rádioaktívneho jódu vo vzduchu, pôde, vode a potravinovom reťazci (krmoviny, mlieko, poľnohospodárske produkty). Množstvo rádioaktívnych látok obsiahnutých v kvapalných a plyných výpustiach je hlboko pod limitmi stanovenými dozornými orgánmi.

Celková radiačná záťaž človeka



Podiel AE na celkovej
radiačnej záťaži človeka

0,001 %



Mapa monitorovacích staničiek v okolí AE Mochovce

Jeden blok ročne ušetrí
3,7 mil. t
 emisií CO₂

Životné prostredie

Jadrové elektrárne sú ohľaduplné voči životnému prostrediu a výrazne prispievajú k záväzkom na znížovanie emisií škodlivých skleníkových plynov do atmosféry.

Proces hodnotenia vplyvu prevádzky na životné prostredie (**EIA**) bol vykonaný v minulosti pre 1. a 2. blok (1993 – 1994), ako aj pre 3. a 4. blok AE Mochovce (2009 – 2010). Všetky vykonané štúdie potvrdili, že prevádzka blokov **AE Mochovce nebude mať žiaden negatívny vplyv** na životné prostredie. Naopak, projekt prinesie veľa **pozitívnych benefitov** – ekonomických i sociálnych.

Pri prevádzke JE vzniká malé množstvo rádioaktívneho odpadu. Jeden blok ročne vyprodukuje asi **17 m³** kvapalných a **15 ton** pevných nízko rádioaktívnych odpadov a približne **7 ton** vyhoreného paliva. Kvapalné rádioaktívne odpady sa spracovávajú v Mochovciach, pevné rádioaktívne odpady v Bohunickom spracovateľskom centre. Spracované odpady vo vláknobetónových kontajneroch sa potom ukladajú na Republikovom úložisku rádioaktívnych odpadov v Mochovciach.

Voda potrebná na chladenie sa čerpá z neďalekej Kozmálovskej vodnej nádrže na rieke Hron.

Záťažové testy

Bezprostredne po havárii vo Fukušime sa európski politici, zástupcovia jadrového priemyslu a dozorné orgány dohodli na realizovaní bezpečnostných previerok elektrární. Zapojilo sa do nich všetkých 15 členských štátov EÚ, ktoré prevádzkujú jadrové elektrárne. Testovanie, do ktorého spadali aj 2 bloky AE Bohunice V2 a všetky 4 bloky AE Mochovce, sa realizovalo prevažne formou inžinierskych analýz, výpočtov a posudkov.

Počas záťažových testov boli analyzované mimoriadne externé udalosti, ako sú zemetrasenia, povodne a následky ďalších iniciačných udalostí potenciálne vedúcich k viacnásobnej strate bezpečnostných funkcií elektrárne. Posudzovali sa tiež kombinácie udalostí vrátane výpadku elektrického napájania, dlhodobého prerušenia prívodu vody, ale i straty elektrického napájania v dôsledku extrémnych klimatických podmienok.

Záťažovými testami neboli zistené nedostatky, ktoré by vyžadovali neodkladné opatrenia, nebola spochybnená ďalšia bezpečná prevádzka pracujúcich blokov, ani pokračujúca výstavba nových blokov. Navrhované opatrenia vedú k ďalšiemu zvýšeniu súčasnej úrovne jadrovej bezpečnosti, napr. mobilný dieselgenerátor na dobíjanie batérií.



Viac ako **55** rokov
skúseností v jadrovej
energetike

Približne **5 000**
pracovných miest
na Slovensku



Benefits pre región

Jadrové elektrárne sú piliérom slovenskej energetiky, pričom dodávajú do siete viac ako polovicu elektriny a prispievajú k medzinárodným záväzkom Slovenska znižovať emisie skleníkových plynov.

Výstavba MO34 je najväčšou súkromnou investíciou v histórii SR. Na stavbe pracuje približne **3 500 pracovníkov**. Takmer **60 %** prác realizujú slovenské firmy.

Kvôli lepšej a transparentnej komunikácii s verejnosťou boli

vytvorené v regiónoch AE Mochovce i AE Bohunice záujmové regionálne združenia obcí, ktoré nominujú členov do **Občianskych informačných komisií**. Tie sú v bezprostrednom kontakte s manažmentom elektrární. V oboch lokalitách sú pre širokú verejnosť k dispozícii Informačné centrá.

Prostredníctvom programu **ENERGIA PRE KRAJINU** podporujeme projekty v oblasti sociálnej, vzdelávania, kultúry, športu a prírody (www.energiaprekrajinu.sk).

Základné údaje

	1. a 2. blok*	3. a 4. blok**
Typ reaktora	tlakovodný reaktor VVER 440/V-213	
Tepelný výkon reaktora	1 471 MWt	1 375 MWt
Hrubý elektrický výkon	470 MWe*	471 MWe**
Primárny okruh	6 slučiek	
Pracovný tlak/teplota	12,26 MPa/267 – 297 °C	
Tlaková nádoba reaktora (v/ø)	11 805 mm/3 542 mm	
Sekundárny okruh		
Parogenerátor (6 na blok)	PGV - 213	
Množstvo vyrobenej pary	480-500 t/h	450t/h
Tlak a teplota pary na výstupe z PG	4,7 MPa/260 °C	
Turbína (2 na blok)	235 MWe	264 MWe
Menovitý výkon generátora	259 MVA	
Napätie na svorkách	15,75 kV	
Menovitý prúd	3 x 9 500 A	3 x 10 950 A
Terciárny okruh		
Max. teplota chladiacej vody	33 °C	
Výška chladiacich veží (4 pre 2 bloky)	125 m	

* po zvýšení výkonu 1. a 2. bloku, ** vyššia účinnosť 3. a 4. bloku



Chronológia AE Mochovce

	1. blok	2. blok	3. blok	4. blok
Začiatok výstavby	1981		1986	
Prerušenie výstavby		1992		
Začiatok dostavby	1996		2008	
Prifázovanie k sieti	1998	1999	2014*	2015*

*plánované



Fotovoltaika v energetickom mixe

Slovenské elektrárne majú od marca 2010 v prevádzke dve vlastné fotovoltaické elektrárne – v Mochovciach a vo Vojanoch. Investície potrebné na ich výstavbu dosiahli približne 5,19 mil. eur a ročne každá z nich vyrobí takmer **1 000 MWh** elektriny. Majú významné miesto v portfóliu zdrojov našej spoločnosti najmä pre prínos v oblasti ochrany životného prostredia – za rok prevádzky každá z nich ušetrí až 1 300 ton skleníkového plynu CO₂ v porovnaní s výrobou elektriny z uhlia.

V Mochovciach je 4 136 panelov umiestnených na približne dvojhektárovom pozemku pri Atómovej elektrárni Mochovce. Slnecná elektrina sa využíva pre vlastnú netechnologickú spotrebu stavby 3. a 4. bloku Atómových elektrární Mochovce a zariadení staveniska, čím z Mochoviec robí absolútne čistý zdroj s nulovými emisiami skleníkových plynov. Celkový inštalovaný výkon elektrárne je 0,95 MWp (MW peak – výkon solárneho panela pri štandardizovanej hustote žiarenia 1 kW/m²).

Vydali:

Slovenské elektrárne
člen skupiny Enel

Infocentrum

935 39 Mochovce
© 2013

tel./fax: 036-6391102

e-mail: infocentrum@enel.com

www.seas.sk, www.enel.com





www.seas.sk