

# 2016



SPRÁVA O ČINNOSTI, PREVÁDZKE  
A BEZPEČNOSTI ATÓMOVÝCH ELEKTRÁRNÍ  
MOCHOVCE A BOHUNICE V2





Spoločnosť má certifikované 3 manažérske systémy :

Certifikát STN EN ISO 9001:2009 – systém manažérstva kvality

Certifikát STN OHSAS 18001:2009 – systém manažérstva bezpečnosti a ochrany pri práci

Certifikát STN EN ISO 14001:2005 – systém environmentálneho manažérstva

vydané firmou

Bureau Veritas

# Všeobecné údaje

<b>Typ reaktora:</b>	<b>VVER 440/V-213 – tlakovodný / PWR</b>
Tepelný výkon reaktora:	1 471 MWt
Menovitý výkon reaktora:	470 MWe (EMO) / 505 MWe (EBO V2)
Vlastná spotreba:	~7,2 % (EMO) / ~6,8 % (EBO V2)
Palivo:	UO <sub>2</sub> (42 t)
Obohatenie paliva:	4,87 % U-235
<b>Primárny okruh</b>	
Počet chladiacich slučiek:	6
Prietok chladiwa:	42 600 m <sup>3</sup> /h
Celkový objem:	242 m <sup>3</sup>
Pracovný tlak a teplota:	12.26 MPa / 267,9°C – 297,3°C
<b>Tlaková nádoba reaktora</b>	
Vnútorňý priemer:	3 542 mm
Hrúbka steny:	140 + 9 mm
Výška:	11 805 mm
<b>Parogenerátor</b>	
	<b>6 na blok</b>
Typ:	PGV - 213
Množstvo vyrobenej pary:	450 t/h
Tlak a teplota pary na výstupe:	4.61 MPa / 255°C
<b>Turbogenerátor</b>	
	<b>2 na blok</b>
Typ:	ŠKODA 220 MWe (EMO)/ ŠKODA 250 MWe (EBO)
Menovité otáčky:	3 000 ot/min
Menovitý zdanlivý výkon generátora:	259 MVA (EMO) / 273 MVA (EBO)
Napätie na svorkách:	15,75 kV
Menovitý prúd:	3 x 9 500 A (EMO) / 3 x 10 007 A (EBO)
<b>Kondenzátor</b>	
Množstvo chladiacej vody:	35 000 m <sup>3</sup> /h
Max. teplota chladiacej vody:	33°C
<b>Chladiace veže</b>	
Počet:	4 (na 2 bloky)
Výška:	125 m (EMO) / 120 m (EBO V2)

## Začiatok prevádzky

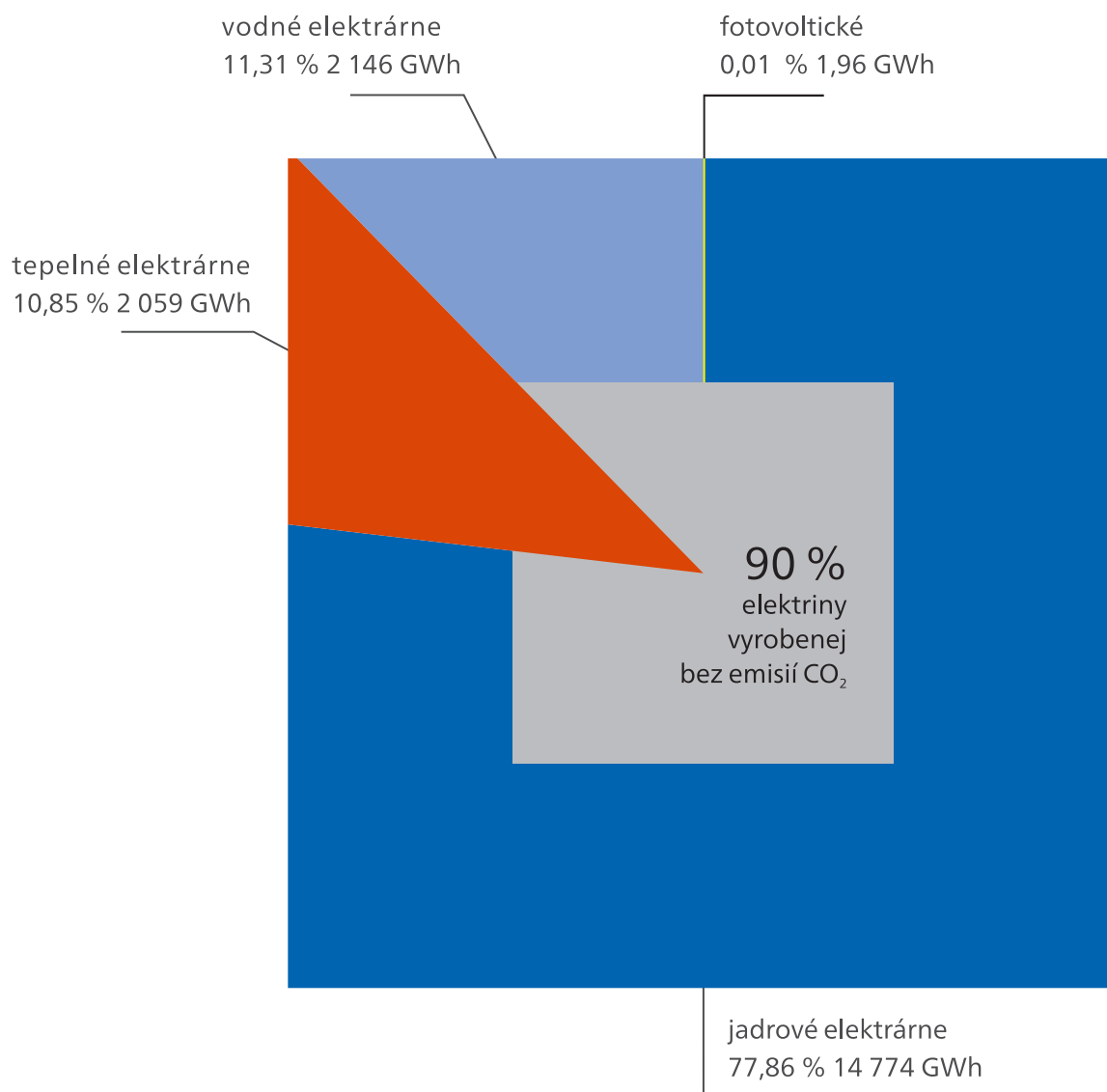
	1. MKV*	Začiatok trvalej prevádzky
EBO 3	07.08.1984	14.02.1985
EBO 4	02.08.1985	18.12.1985
EMO 1	09.06.1998	29.01.1999
EMO 2	01.12.1999	11.07.2000

EBO V2 – Atómové elektrárne Bohunice V2 (3. a 4. blok)

EMO – Atómové elektrárne Mochovce (1. a 2. blok)

\* 1. MKV – prvé dosiahnutie minimálneho kontrolovaného výkonu

# Podiel na výrobe elektriny



## Výroba elektriny a tepla

Ukazovateľ	Blok	2012	2013	2014	2015	2016	Od začiatku prevádzky
Dodávka elektriny kWh	EBO	7 424 948	7 515 656	7 519 631	7 107 218	6 744 342	186 558 907
	EMO	7 024 165	7 101 545	6 937 680	7 012 670	7 029 172	109 651 447
Dodávka tepla GJ	EBO	1 922 150	1 855 671	1 563 493	1 728 557	1 729 058	44 344 275
	EMO	263 699	291 103	231 202	239 015	247 061	4 631 757
Doba generálnych opráv Dni	EBO3	20,36	19,18	21,1	46,36	43,59	1545,31
	EBO4	33,98	18,62	18,6	19,8	58,89	1465,62
	EMO1	23,2	23,55	20,6	27,2	24,2	673,3
	EMO2	24,9	20,00	38,3	19,3	20,5	590,6

# Hodnotenie bezpečnosti prevádzky jadrových zariadení SE

## Predslov

Táto kapitola je plnením požiadavky atómového zákona č.541/2004 §10, odsek 1, písmeno I.

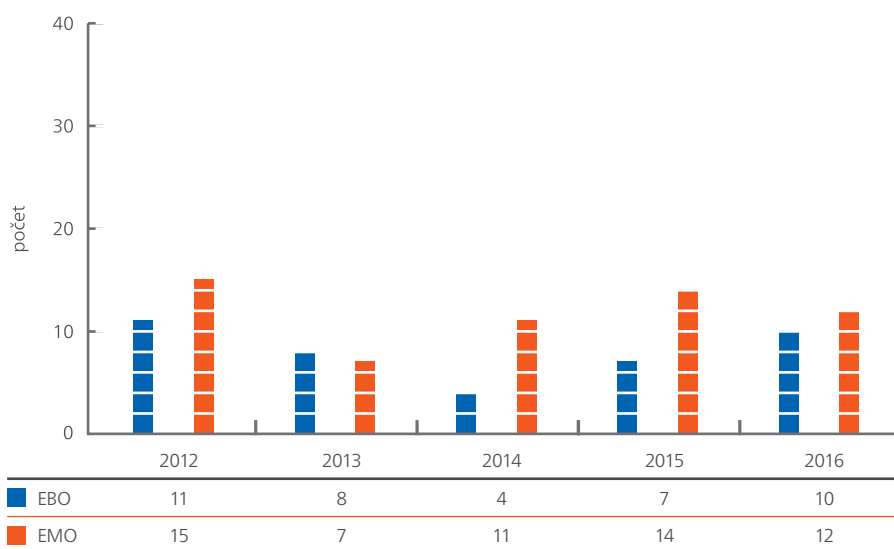
V zmysle tohto zákona sa rozumie jadrovou bezpečnosťou technický stav a spôsobilosť jadrového zariadenia alebo prepravného zariadenia ako aj schopnosť ich obsluhy zabrániť nedovolenému úniku rádioaktívnych látok alebo ionizujúceho žiarenia do pracovného prostredia alebo do životného prostredia a schopnosť predchádzať udalostiam a zmierňovať následky udalostí v jadrových zariadeniach alebo pri preprave rádioaktívnych materiálov.

Slovenské elektrárne ako držiteľ povolenia na prevádzku jadrových zariadení vydaného Úradom jadrového dozoru SR v zmysle zákona č. 541/2004 Z.z. vo svojej strategickej vízii v jednom z hlavných princípov definujú Bezpečnosť, v prvom rade jadrovú bezpečnosť a radiačnú ochranu ako prioritu trvalo nadradenú nad výrobné požiadavky a obchodný zisk.

## Prevádzkové udalosti

Poruchy na jadrových zariadeniach, ktoré sú popísané v uvedenom zákone sú vo všeobecnosti ľubovoľné neplánované odchýlky od predpisového stavu. Sú teda ukazovateľom bezpečnosti a spoľahlivosti elektrárne. Existujú rozdielne typy udalostí s príčinami rozličnej povahy a s rozdielnou úrovňou vplyvu na bezpečnosť.

### Hlásené prevádzkové udalosti, ktoré SE hlásia ÚJD SR:



V EBO bolo zaevidovaných celkovo 10 udalostí a v EMO 12 udalostí najnižšej kategórie porucha podliehajúcich hláseniu ÚJD SR. Nevyskytli sa žiadne udalosti kategórie nehoda ani havária.

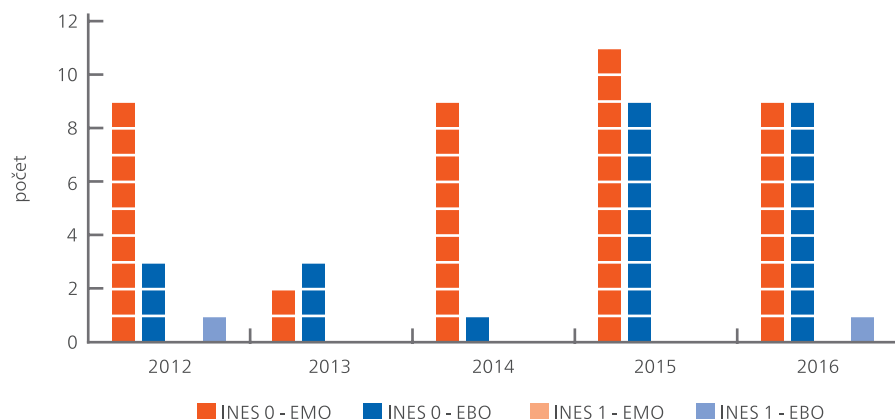
# Hodnotenie prevádzkových udalostí podľa stupnice INES

V návode MAAE pre hodnotenie prevádzkových udalostí na jadrovom zariadení /JZ/ podľa stupnice INES je vytvorených sedem stupňov závažnosti s vplyvom na jadrovú bezpečnosť a životné prostredie

## Počet udalostí hodnotených podľa stupnice INES

INES 0: pod stupnicou – odchýlka bezpečnej významnosti

INES 1: anomália



V roku 2016 bola v EBO zaznamenaná jedna udalosť hodnotená podľa stupnice INES stupňom „1“. Počas odstavenia 3. bloku do GO nebol krátkodobou dodržaný trend vychladzovania kompenzátora objemu podľa prevádzkových limitov a podmienok a tiež bol krátkodobou prekročený dovolený rozdiel teplôt chladiva kompenzátora objemu a primárneho okruhu. Udalosť však negatívne neovplyvnila stav zariadenia primárneho okruhu.

## Porušenie limitov a podmienok prevádzky jadrových zariadení

Základným dokumentom pre prevádzku jednotlivých jadrových zariadení sú „Limity a podmienky bezpečnej prevádzky JZ /LaP/“, schválené ÚJD SR. Povinnosťou prevádzkovateľa je sledovať a vyhodnocovať dodržiavanie podmienok stanovených v tomto dokumente. Uvedený ukazovateľ monitoruje úroveň vedenia, organizácie prevádzky jadrového zariadenia (elektrárne), správnosť a dodržiavanie prevádzkových predpisov a inštrukcií s cieľom zaistiť plnenie požiadaviek LaP.

V roku 2016 došlo k jednému porušeniu LaP na 3. bloku EBO. Išlo o udalosť hodnotenú ako INES 1, spomenutú vyššie. Na 1. bloku EMO v roku 2016 došlo k jednému porušeniu LaP. Chybou personálu nebolo identifikované, že jedno z troch čerpadiel superhavarijného napájania parogenerátorov má neprojektový chod. Z tohto dôvodu nebola oprava vykonaná v stanovenom čase 72 hodín. Udalosť nemala priamy dopad na bezpečnosť, keďže prevádzka tohto čerpadla v uvedenom čase nebola vyžadovaná a ostatné dve čerpadlá boli pripravené plniť svoju funkciu, ak by to bolo potrebné.

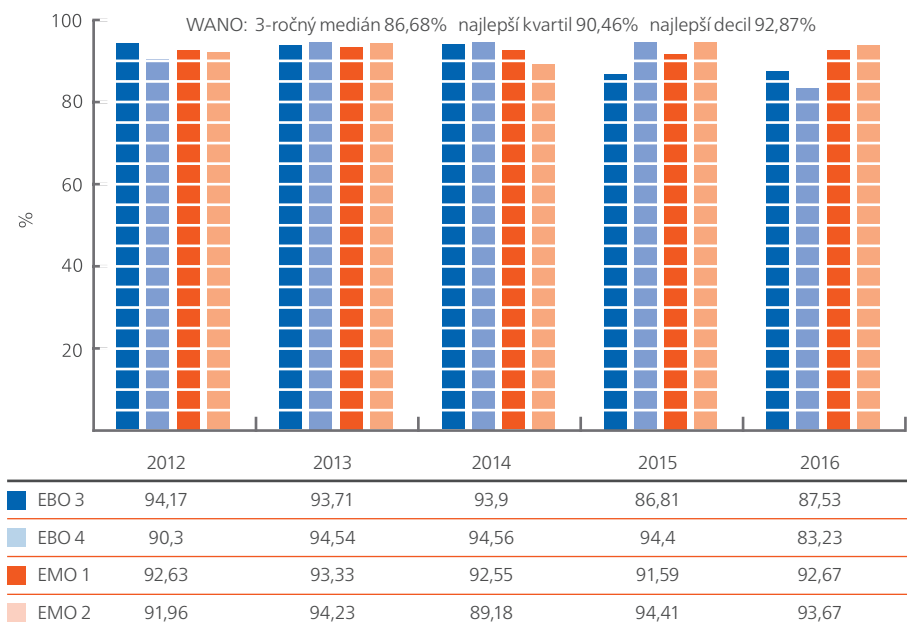
# Prevádzka jadrových zariadení

Slovenské elektrárne, ako prevádzkovateľ JZ komplexne hodnotia bezpečnosť a spoľahlivosť JZ použitím špecifických ukazovateľov monitorujúcich vybrané oblasti, vrátane indikátorov definovaných organizáciou WANO, ktorej je členom.

## Výsledky jednotlivých ukazovateľov WANO v porovnaní s hodnotami WANO PWR z 4Q 2016:

### Koeficient pohotovosti bloku - UCF

Koeficient pohotovosti bloku je pomer elektrickej energie, ktorú je elektrárňň schopná vyrobiť v sledovanom čase k referenčnej výrobe energie, vyjadrený v %, pričom sú zohľadnené vonkajšie obmedzujúce vplyvy (reguláciu výkonu dispečingom ...).



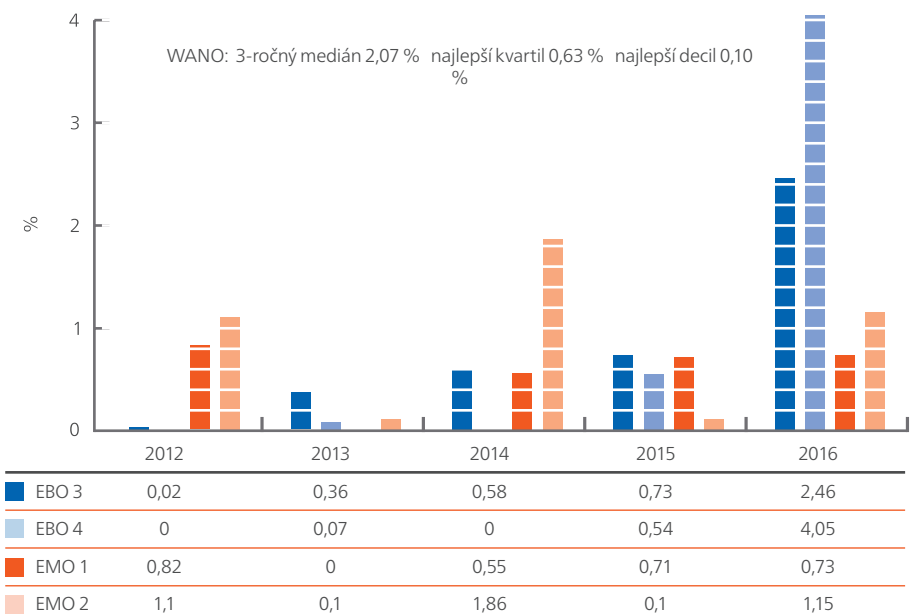
Medián - stred, 50 % všetkých sledovaných prípadov.

Kvartil - 25 % tých najlepších v sledovanej množine

Decil - 10 % tých najlepších v sledovanej množine

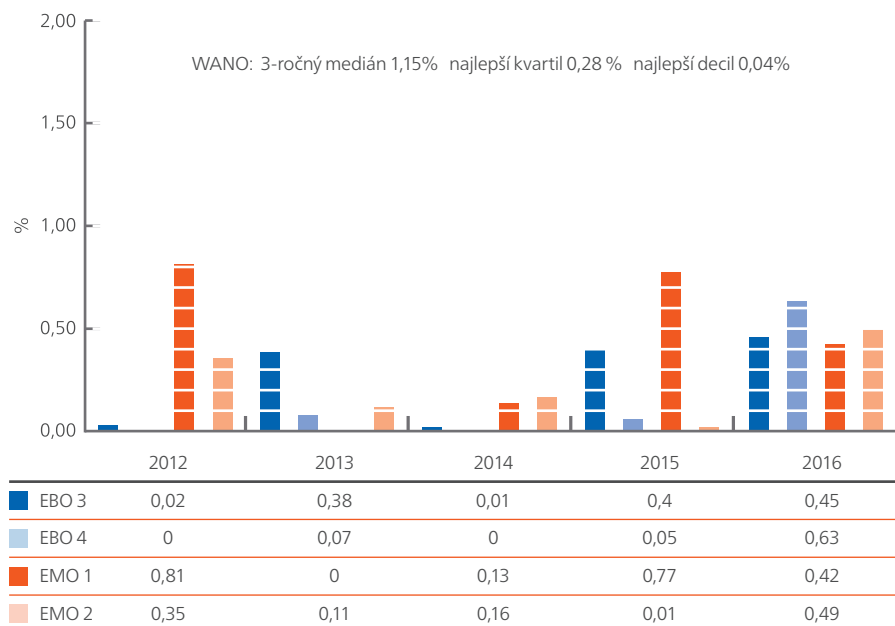
### Koeficient neplánovaného zníženia výkonu - UCLF

Koeficient sleduje pokrok v minimalizovaní odstávok a znížení výkonu bloku, ktoré sú dôsledkom porúch zariadení a ďalších neplánovaných udalostí. Ukazovateľ je definovaný ako pomer strednej hodnoty neplánovaných znížení výkonu k referenčnej výrobe.



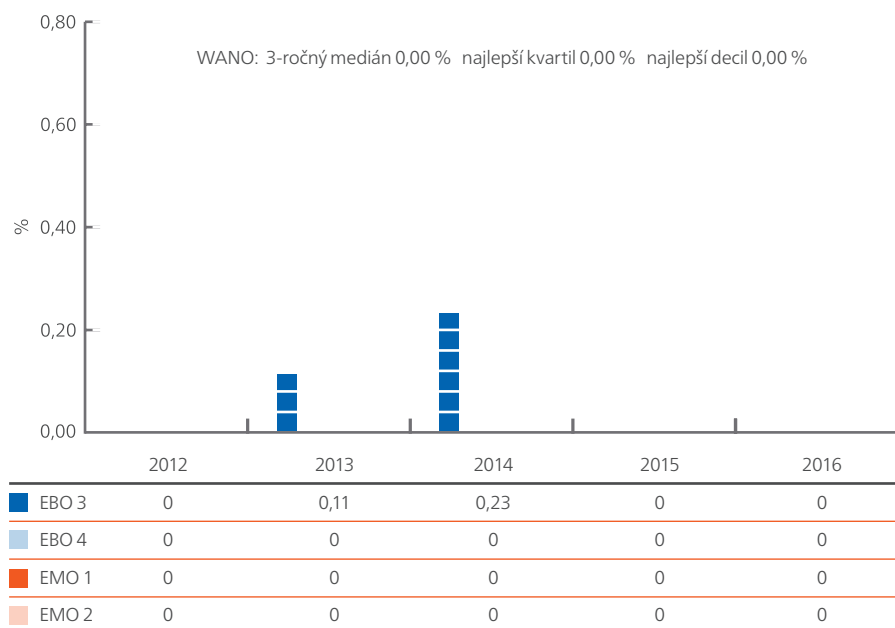
### Koeficient vynútených strát počas prevádzky – FLR

Koeficient je definovaný ako pomer neplánovaných výpadkov vo výrobe el. energie, mínus straty vo výrobe spôsobené neplánovanými predĺženiami plánovaných odstávok, pričom sa uvažuje len doba prevádzky k referenčnej výrobe el. energie mínus straty vo výrobe zodpovedajúce plánovaným odstávkam a ich prípadným neplánovaným predĺženiam.



### Koeficient strát spôsobených sieťou - GRLF

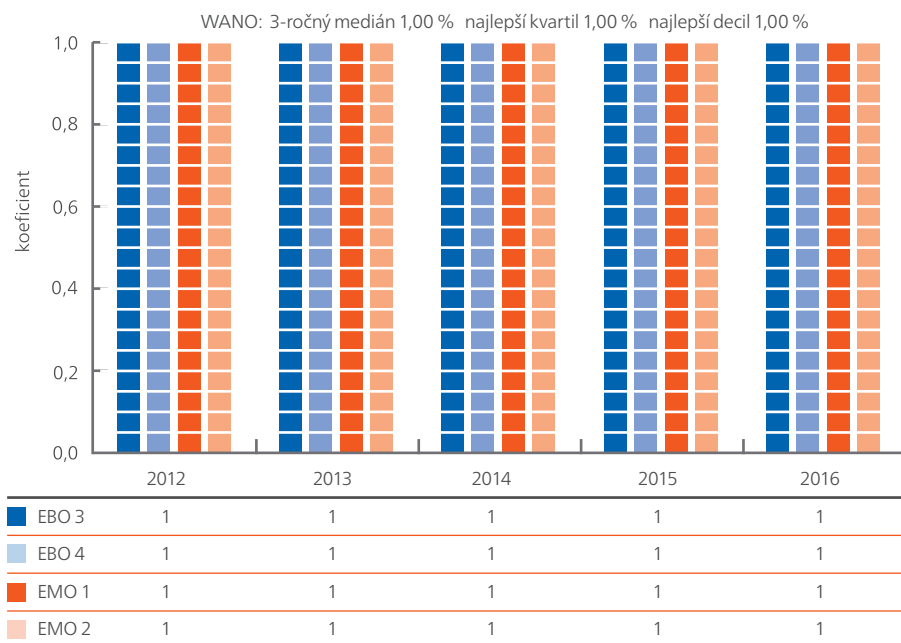
Ukazovateľ je definovaný ako pomer straty na výrobe z dôvodu nestability alebo výpadku siete bez možnosti ovplyvnenia elektrárňou počas sledovaného obdobia, ku referenčnej výrobe, počas štvrtroka vyjadrené v %.





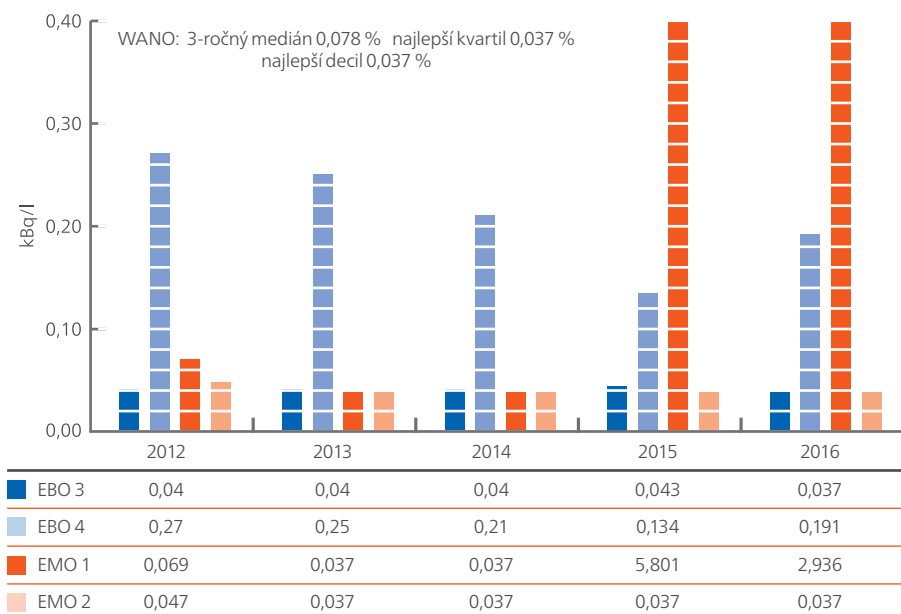
## Chemický index

Ukazovateľ hodnotí efektívnosť riadenia chemického režimu v parogenerátoroch. Najlepšia dosiahnuteľná hodnota chemického indexu je rovná 1,0. Ukazovateľ porovnáva koncentráciu vybraných nečistôt s limitnými hodnotami. Každá hodnota je delená limitnou hodnotou a suma týchto pomerov je normovaná k jednej.



## Spôľahlivosť paliva

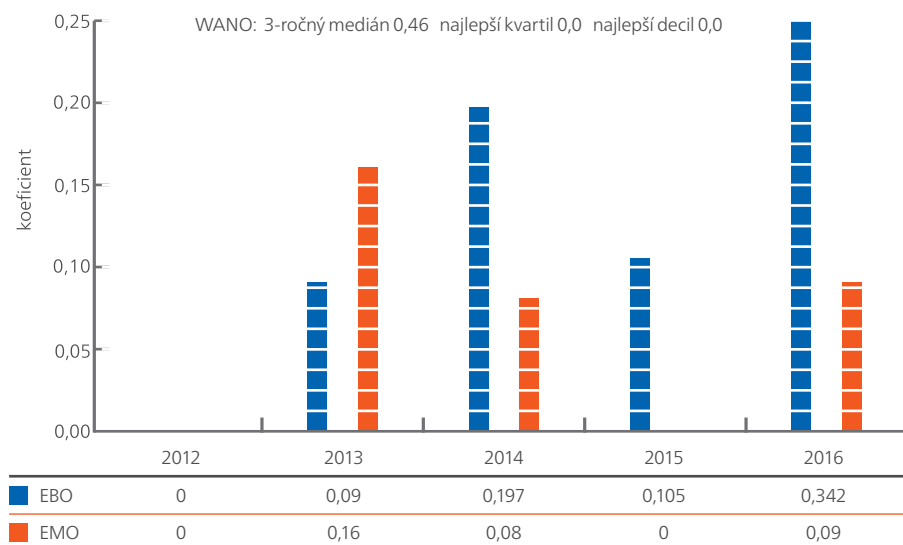
Ukazovateľ sleduje zvyšovanie a udržiavanie vysokej tesnosti paliva, je všeobecným meradlom netesnosti paliva. Ukazovateľ je definovaný ako rovnovážna aktivita primárneho okruhu daná aktivitou  $^{131}\text{I}$  v kBq/l a korigovaná uránovým príspevkom a normovaná rýchlosťou čistenia chladiča



V **EBO** a **EMO 2** je tesnosť paliva v poriadku. **EMO1** - je detekovaná veľmi malá netesnosť v pokrytí paliva. Netesný palivový článok bude vyhľadovaný a vyvezený z reaktora počas generálnej odstávky v roku 2017. Z priebehu štvrtročných hodnôt je možné sledovať postupný pokles hodnoty v priebehu roka.

### Koeficient pracovnej úrazovosti – ISA

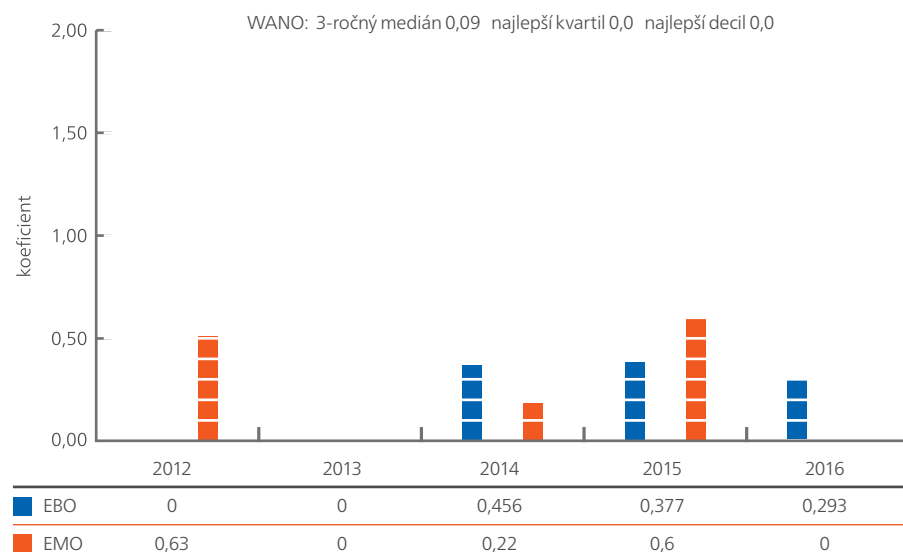
Ukazovateľ je definovaný ako počet úrazov na 200 000 odpracovaných človekohodín zamestnancami prevádzkovateľa JZ. Zamestnanci dodávateľov nie sú zahrnutí do ukazovateľa.



V **SE-EBO** došlo k trom registrovaným pracovným úrazom, v **SE-EMO** k jednému.

### Koeficient pracovnej úrazovosti dodávateľov – CISA

Ukazovateľ je definovaný ako počet úrazov všetkých zamestnancov dodávateľských organizácií, zahrňujúcich všetkých dodávateľov pracujúcich na JE majúci za následok 1 alebo viac dní práceneschopnosti /okrem dňa, kedy úraz vznikol/, alebo úmrtí ku 200 000 sumárne odpracovaných človekohodín.

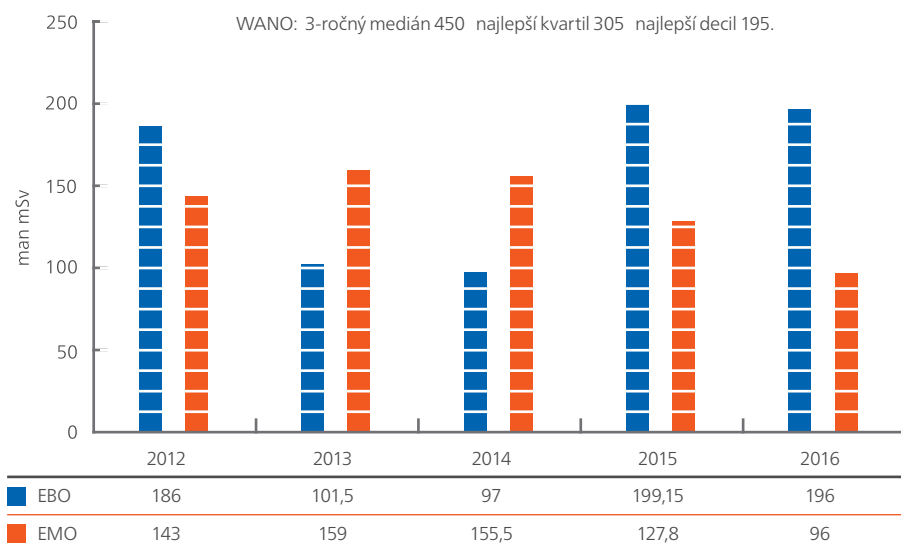


V **SE-EBO** bol zaregistrovaný jeden pracovný úraz zamestnanca dodávateľskej spoločnosti, v **SE-EMO** nebol žiaden.

### Kolektívna efektívna dávka

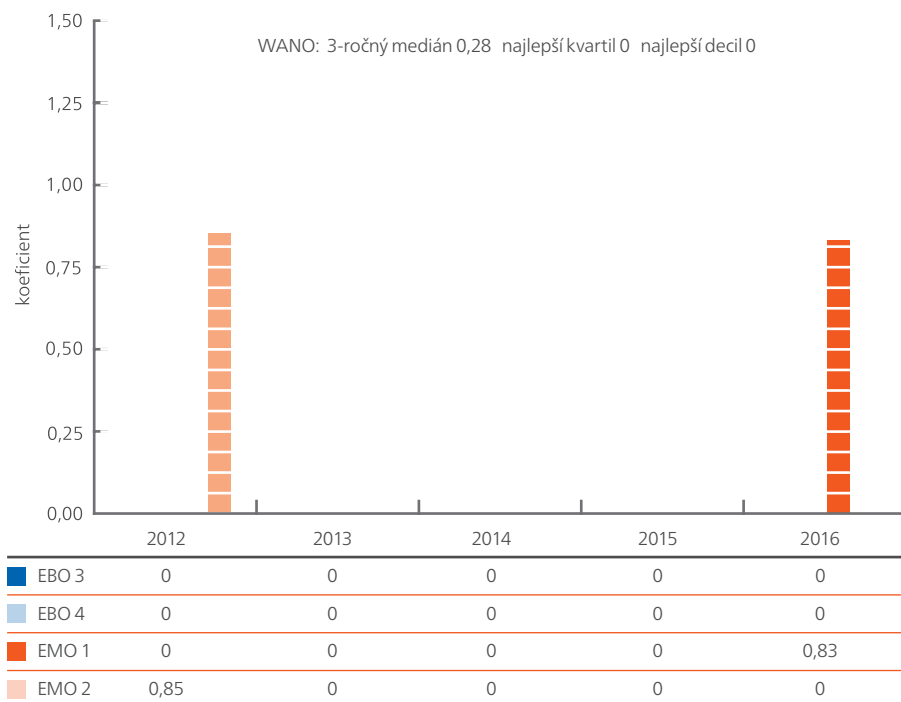
(priemerná hodnota kolektívnej efektívnej dávky na blok)

Ukazovateľ sleduje trend znižovania celkovej radiačnej expozície personálu elektrárne ako aj dodávateľov. Tento ukazovateľ je meradlom efektivity radiačnej ochrany a aplikácie systému ALARA smerujúcej k minimalizácii expozície.



### Automatické odstavenie reaktora na 7000 kritických hodín

Ukazovateľ vyjadruje počet neplánovaných automatických odstavení bloku pôsobením AO-1 na 7000 kritických hodín reaktora.



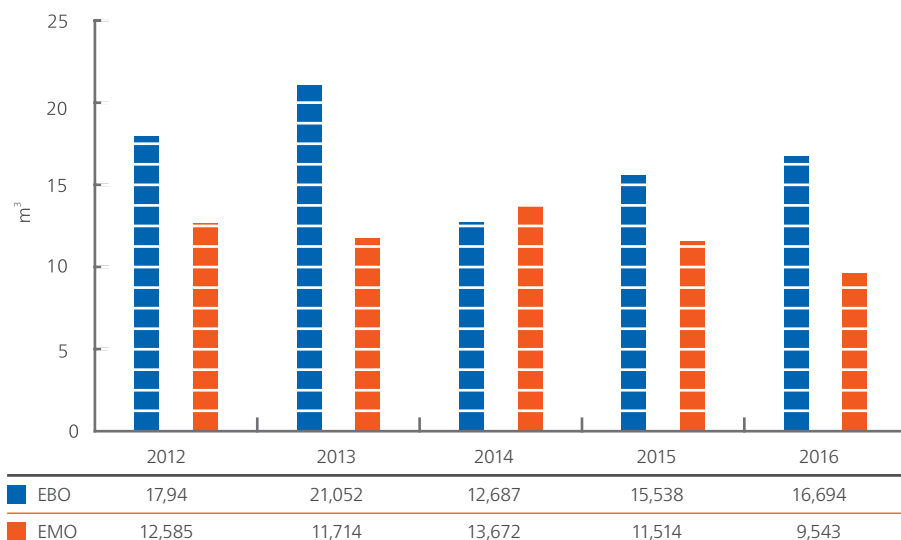
V **EBO** a **EMO2** nebolo počas roku 2016 zaznamenané automatické odstavenie reaktora. **EMO1** - počas roku 2016 došlo k jednému prípadu neplánovaného automatického zapracovania AO1 - dňa 16.9.2016. AO1 neplánovane zapôsobila z dôvodu odstavenia oboch TG nesprávnym vygenerovaním signálu zvýšenej hladiny v parogenerátore.

# Produkcia odpadov a výpuste do atmosféry a hydrosféry

Pri prevádzke jadrového zariadenia vzniká aj malé množstvo rádioaktívnych odpadov. Kvapalné a pevné odpady sa spracovávajú a ukladajú na úložisku rádioaktívnych odpadov v Mochovciach. Okrem toho sa do životného prostredia uvoľňujú rádioaktívne látky vo forme kvapalných a plyných výpustí. Naším cieľom je minimalizácia týchto vypustí do životného prostredia. Hodnoty vypustí, druhy látok a ich limitné hodnoty sú stanovené orgánmi štátneho dozoru.

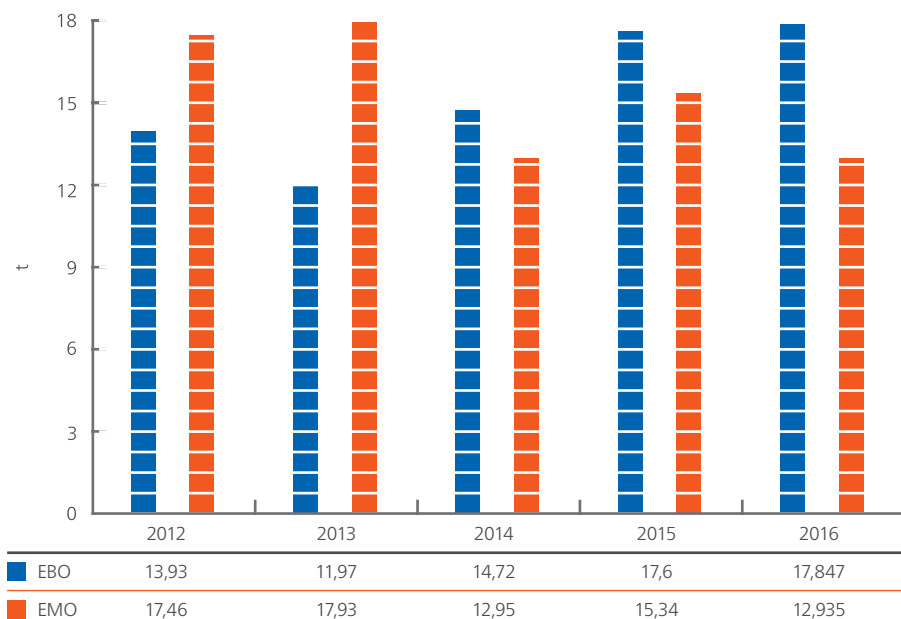
## Produkcia kvapalných RAO

Ukazovateľ je definovaný ako objem kvapalných RAO v m<sup>3</sup>, ktoré vznikli v prevádzke jadrového zariadenia prepočítaný na obsah kyseliny boritej 120 g/kg.



## Produkcia pevných RAO

Ukazovateľ je definovaný ako množstvo pevných RAO v tonách /t/, ktoré vznikli v prevádzke jadrového zariadenia.

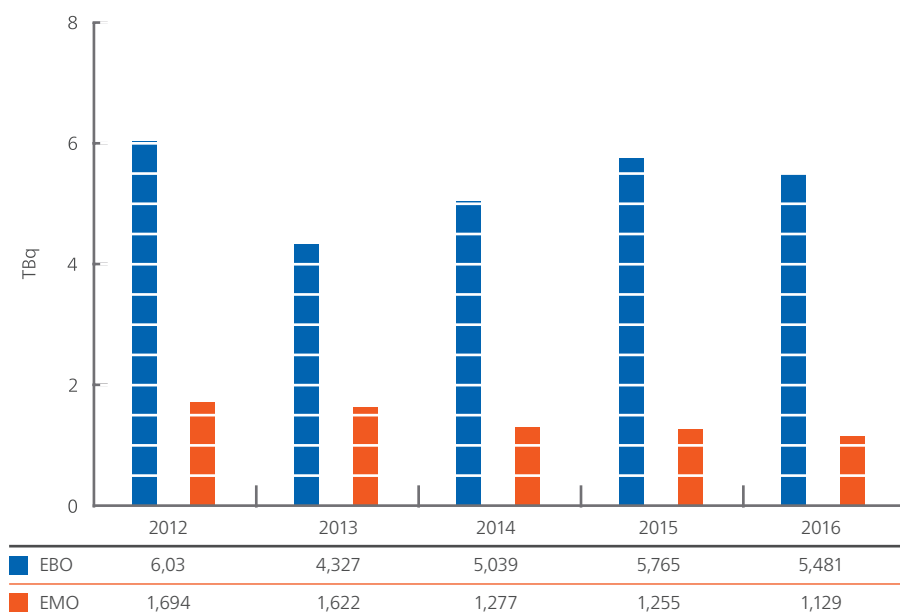


## Výpuste do atmosféry

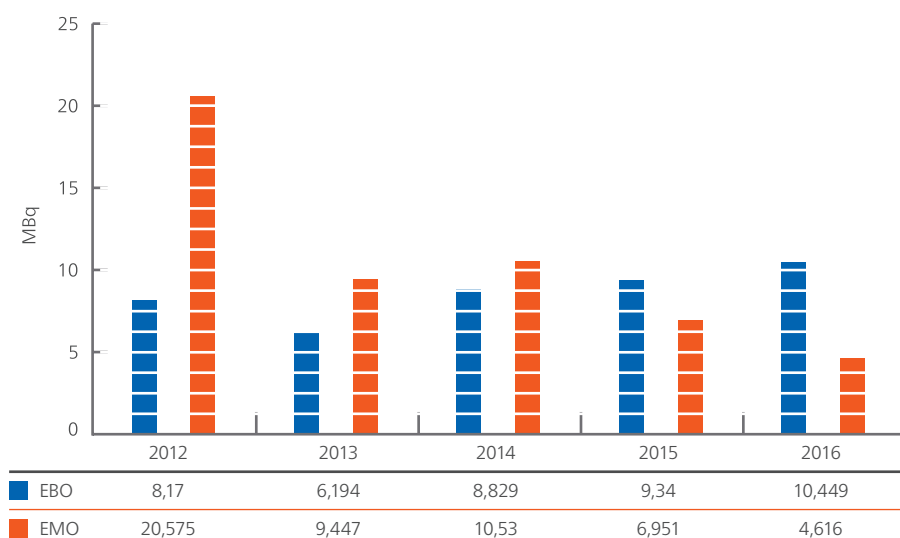
Zariadenie	Druh výpuste	Aktivita	Jednotka	Podiel zo SH* za 2016 (%)
EBO	Vzácne plyny	5,481	TBq	0,274
	Aerosóly	10,449	MBq	0,013
	Jód 131	0,358	MBq	0,00055
EMO	Vzácne plyny	1,129	TBq	0,0275
	Aerosóly	4,616	MBq	0,0027
	Jód 131	30,46	MBq	0,045

\*SH – smerná hodnota určená Úradom verejného zdravotníctva

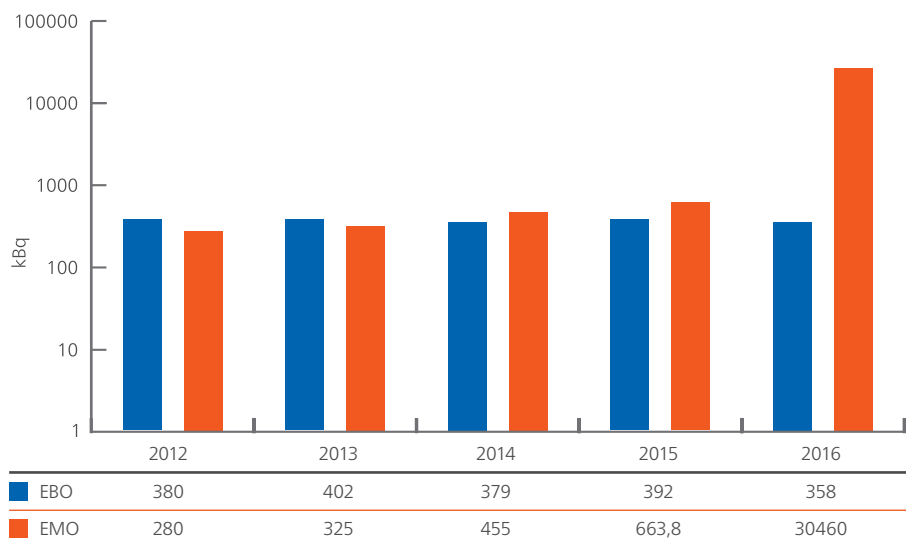
## Výpuste do atmosféry - vzácne plyny



## Výpuste do atmosféry - aerosóly



## Výpuste do atmosféry – jód

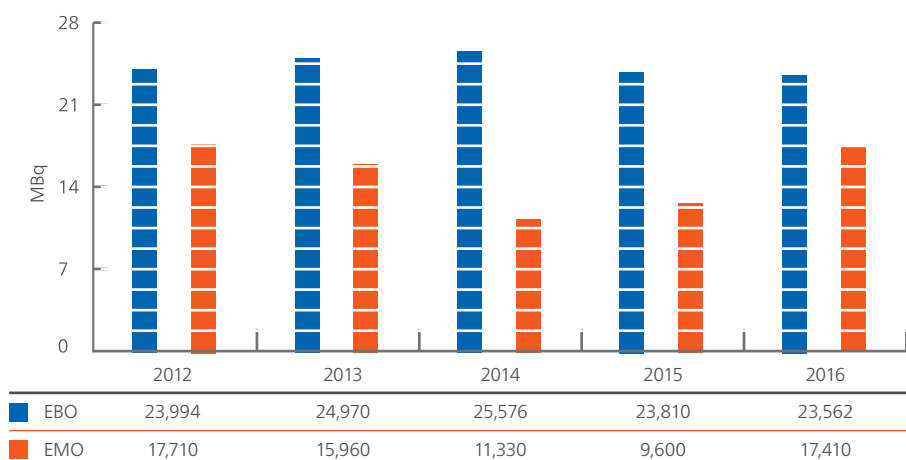


## Výpuste do hydrosféry

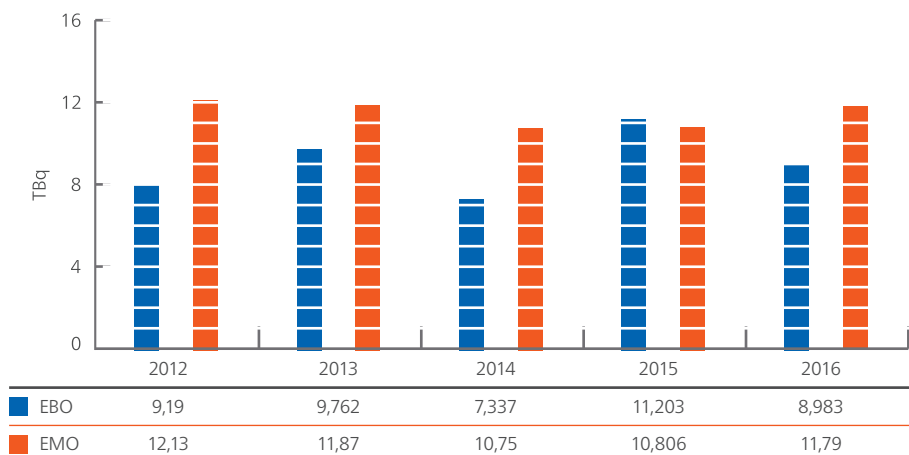
Zariadenie	Druh výpuste	Aktivita	Jednotka	Podiel zo SH* za 2016 (%)
EBO	Aktivačné a štiepne produkty	23,526	MBq	0,18
	Trícium	8,983	TBq	44,9
EMO	Aktivačné a štiepne produkty	17,41	MBq	1,58
	Trícium	11,79	TBq	98,25

\*SH – smerná hodnota určená Úradom verejného zdravotníctva

## Výpuste do hydrosféry – aktivačné a štiepne produkty

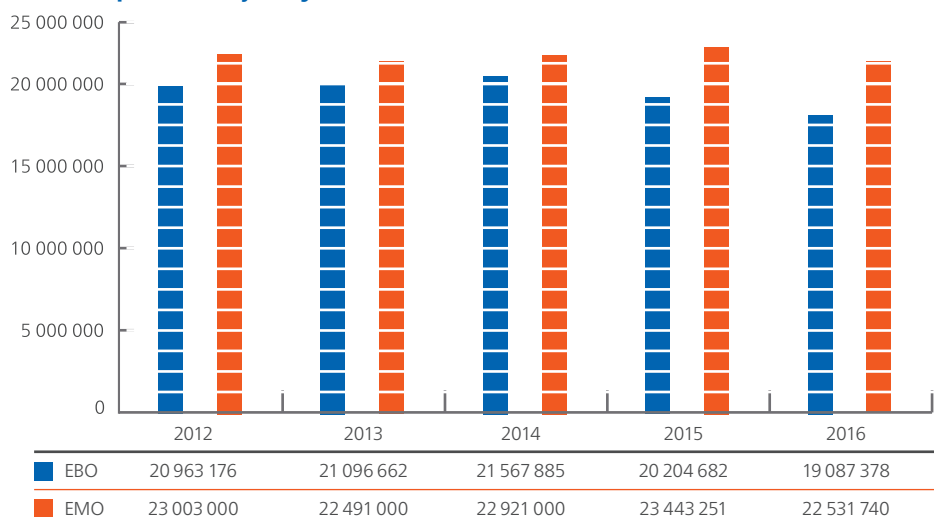


## Výpuste do hydrosféry – Trícium

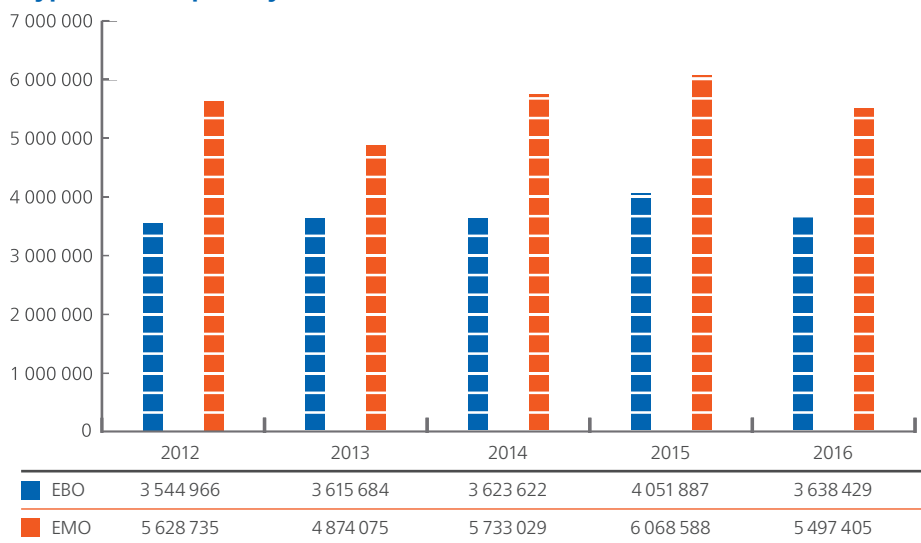


Radiačný vplyv prevádzky JE na okolie bol minimálny. Overuje sa výpočtom ročných dávok pre obyvateľov v okolí elektrární podľa schválenej konzervatívnej metodiky. Vypočítané maximálne hodnoty sú cca 100-krát nižšie, ako povolený limit 50 mikrosievertov (50  $\mu$ Sv) stanovený ÚVZ SR.

## Odber povrchovej vody (m<sup>3</sup>)



## Vypúšťanie odpadových vôd (m<sup>3</sup>)



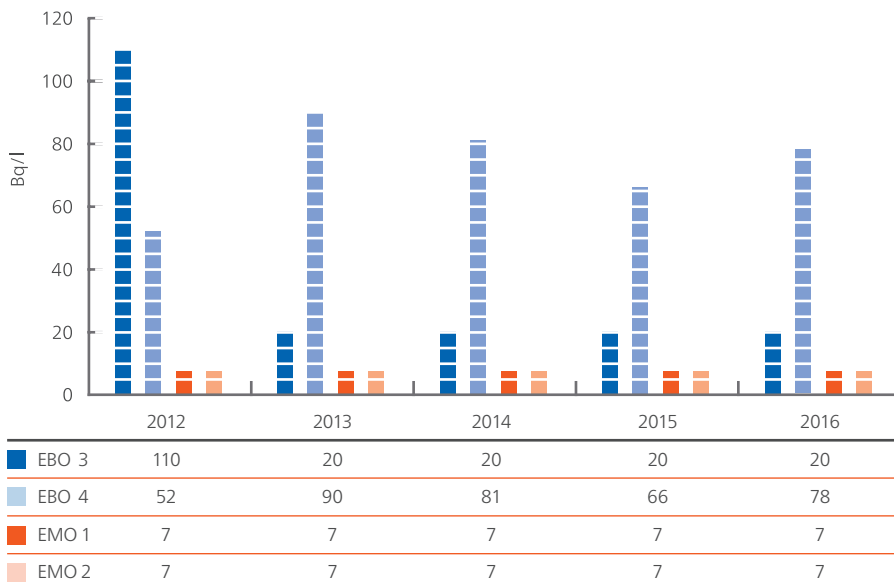
Povolené ročné limity

EBO	4 200 000
EMO	6 000 000

# Tesnosť bariér

## Aktivita odluhovej vody parogenerátorov (PG)

Ukazovateľ je definovaný ako najvyššia hodnota sumárnej  $\beta$ -aktivity suchého zvyšku odluhovej vody jednotlivých PG.



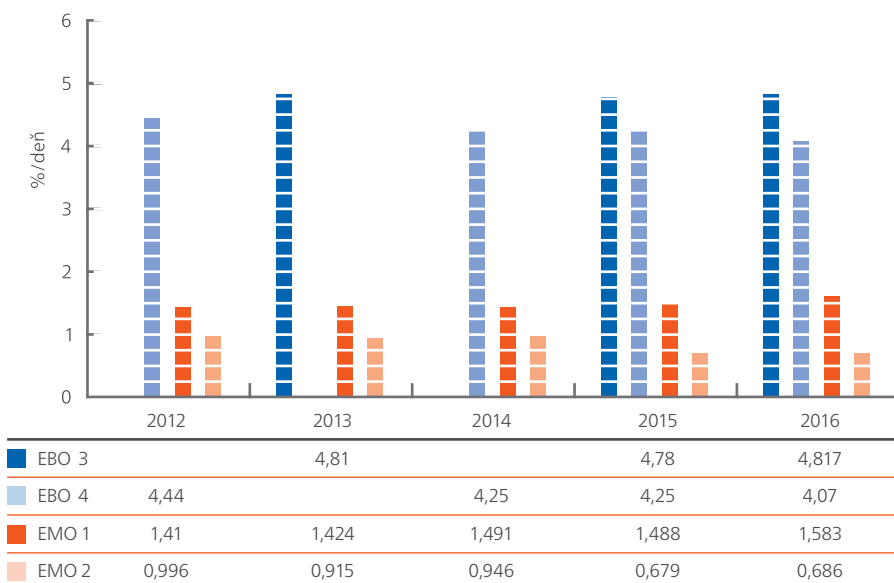
VEBO boli na oboch blokoch evidované, kontrolované a následne eliminované malé netesnosti rúrok PG. Aktivita na sekundárnom okruhu bola len mierne zvýšená avšak pod hodnotami povolenými LaP pre prevádzku JZ, ktorá je 370 Bq/l.

V EMO je aktivita odluhovej vody na oboch blokoch je dlhodobo na najnižšej možnej detekovateľnej hranici t.j. 7 Bq/l.

## Tesnosť kontejnmentu

Ukazovateľ sleduje tesnosť kontejnmentu ako tretej fyzickej bariéry proti úniku štiepných produktov.

Ukazovateľ je definovaný ako výsledná hodnota úniku vzduchu z hermetických priestorov za 24 hod. udávaná v % objemu hermetických priestorov, pri pretlaku 150 kPa.



Tesnosť kontejnmentu je predpísaná limitami a podmienkami.

Pre JE Bohunice pre oba bloky je stanovená veľkosť úniku z kontejnmentu, ktorá nesmie prekročiť hodnotu 13 % / 24 hod.

Pre JE Mochovce je táto hodnota stanovená na 5% / 24 hod.



# Havarijné plánovanie a pripravenosť

Spoločnosť Slovenské elektrárne spĺňa požiadavky trvalej pripravenosti na plnenie plánovaných opatrení v oblasti havarijného plánovania v prípade nehody alebo havárie, ktorých pravdepodobnosť výskytu je mimoriadne nízka. Systém havarijnej pripravenosti v spoločnosti je trvale udržiavaný a testovaný.

Hlavné ciele v oblasti havarijnej pripravenosti, ako je pripravenosť zamestnancov a externých osôb na úspešné zvládanie mimoriadnych udalostí, sú napĺňané s dôrazom na zníženie rizika vzniku nehody, alebo zmiernenie jej následkov, na predchádzanie poškodenia zdravia a na znižovanie rizika účinkov mimoriadnych udalostí na zdravie človeka.

Funkčnosť organizácie havarijnej odozvy oboch jadrových elektrární bola preverená počas celoareálových havarijných cvičení na oboch elektrárňach. V rámci cvičenia v JE Mochovce a v JE Bohunice bola odskúšaná spolupráca s Ministerstvom obrany SR a Ministerstvom vnútra SR pri transporte striedajúcich zamestnancov elektrárne a zriadená linka na dekontamináciu techniky hasičského útvaru, autobusov a personálu.

V súlade s harmonogramom sa od roku 2013 realizujú opatrenia zo záťažových testov a špecifikujú sa nové opatrenia na zvýšenie úrovne havarijnej pripravenosti.

Dlhodobým strategickým cieľom Slovenských elektrární v oblasti havarijnej pripravenosti je trvalé zlepšovanie procesov prostredníctvom využívania vlastných skúseností a skúseností prevádzkovateľov iných elektrární vo svete.

## Zvyšovanie bezpečnosti

### **Investičné projekty a modifikácie zrealizované v EBO v roku 2016:**

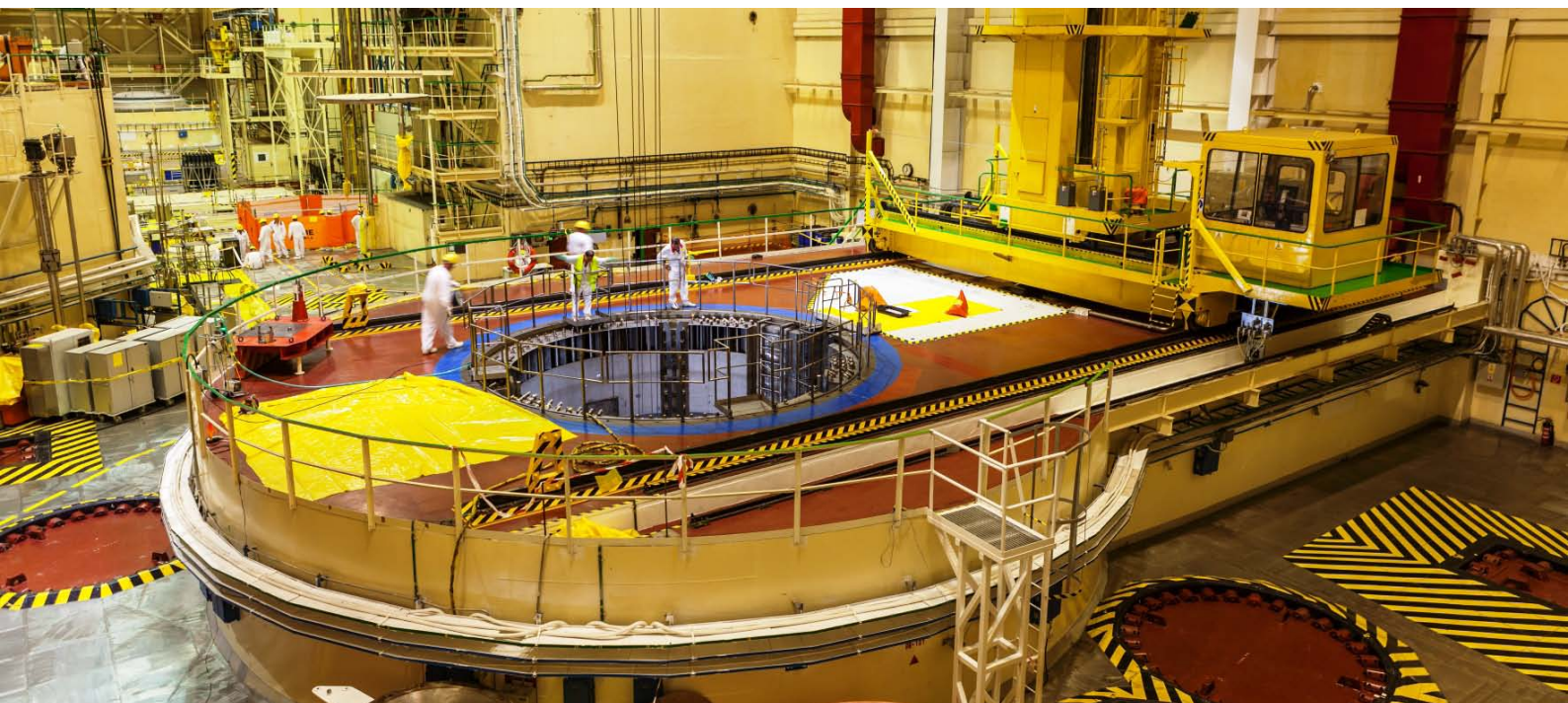
- Modifikácia čerpadiel doplňovania a bórovej regulácie
- Výmena 6kV káblov spotrebičov primárneho a sekundárneho okruhu
- Výmena striedačov a usmerňovačov I. kategórie zaisteného napájania
- Výmena havarijných zábleskových ochrán v rozvádzačoch 6 kV
- Výmena akumulátorových batérií I. kategórie zaisteného napájania
- Výmena systému ochrany a riadenia reaktora
- Mobilná meracia jednotka pre meranie vybraných technologických parametrov elektrárne
- Autonómne chladenie dieselgenerátorov

### **Investičné projekty a modifikácie zrealizované v EMO v roku 2016:**

- Výmena spätných klapiek technickej vody dôležitej
- Mobilná meracia jednotka pre meranie vybraných technologických parametrov elektrárne
- Rekonštrukcia automatík dieselgenerátorov
- Doplnenie monitoringu akumulátorových batérií pre EMO2
- Implementácia redundantného merania teploty na výstupe z aktívnej zóny pre otvorený reaktor
- Úprava riadiaceho softwaru zavážacieho stroja pre prekládku palivových kaziet v reaktore s vysunutou pracovnou a televíznou tyčou
- Realizácia opatrení pre ťažké havárie
- Modernizácia a doplnenie 400 kV vypínačov na 1. a 2. bloku
- Modifikácia teledozimetrického systému AE EMO
- Zmena väzby elektro a systému kontroly a riadenia pri vývodoch 6 kV
- Doplnenie systému kontroly a riadenia pre doplňovacie čerpadlá
- Modifikácia a výmena komponentov a systémov radiačnej ochrany
- Modifikácia blokových transformátorov, doplnenie diagnostiky transformátorov do existujúceho diagnostického systému elektro

# Celkové zhodnotenie stavu jadrovej bezpečnosti

Na základe hodnotenia súboru prevádzkových ukazovateľov bezpečnosti hodnotíme prevádzku jadrových zariadení akciovej spoločnosti Slovenské elektrárne v roku 2016 ako bezpečnú v súlade s právnymi predpismi pre oblasť využívania jadrovej energie s plnením podmienok v platných povoleniach vydaných dozornými orgánmi. K udalostiam a tým indikátorom, u ktorých bol zaznamenaný negatívny trend, boli prijaté nápravné opatrenia na elektrárňach. Prevádzka jadrových zariadení SE, a.s. mala minimálny vplyv na životné prostredie a minimálnu radiačnú záťaž pre personál a obyvateľstvo.



Vydali: Slovenské elektrárne, a.s.  
tel.: +421 36 6391102  
e-mail: energoland@seas.sk  
www.seas.sk  
© 2017

