

Proces spúšťania 3. bloku v EMO

Martin Mráz

17.5.2022 | Mochovce



2 Units VVER 440/V-213

$N_{RE} = 1375 \text{ MW}_t$

$N_{TG} = 471 \text{ MW}_e$

2 Units VVER 440/V-213

$N_{RE} = 1471,25 \text{ MW}_t (1375 \text{ MW}_t)$

$N_{TG} = 501 \text{ MW}_e (440 \text{ MW}_e)$



Jadrová bezpečnosť

je 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.



Mílniky blokov 1 a 2

EMO	1. blok	2. blok
FL – začiatok (Zavezenie 1.PK)	27.4.1998	4.10.1999
Koniec FS (Začiatok ES)	24.6.1998	14.12.1999
Prvé fázovanie (TG11/TG22)	4.7.1998	20.12.1999
Trial run (144 hod preukazný chod)	7.-13.10.1998	13.-19.3.2000
Začiatok 3 mes. skúšobnej prevádzky	29.10.1998	11.4.2000
Začiatok trvalej prevádzky	29.1.1999	11.7.2000



JE vo svete

◀ 01 ▶

| aktuálny stav JE vo svete

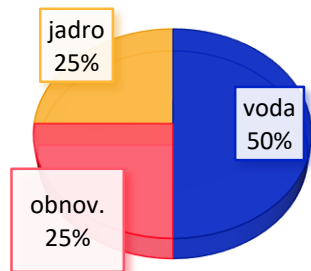
| Prípravy nových blokov



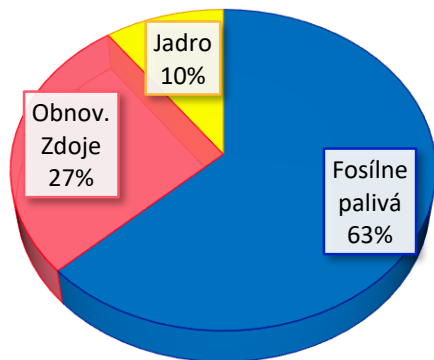
Jadrové reaktory prevádzkované vo svete



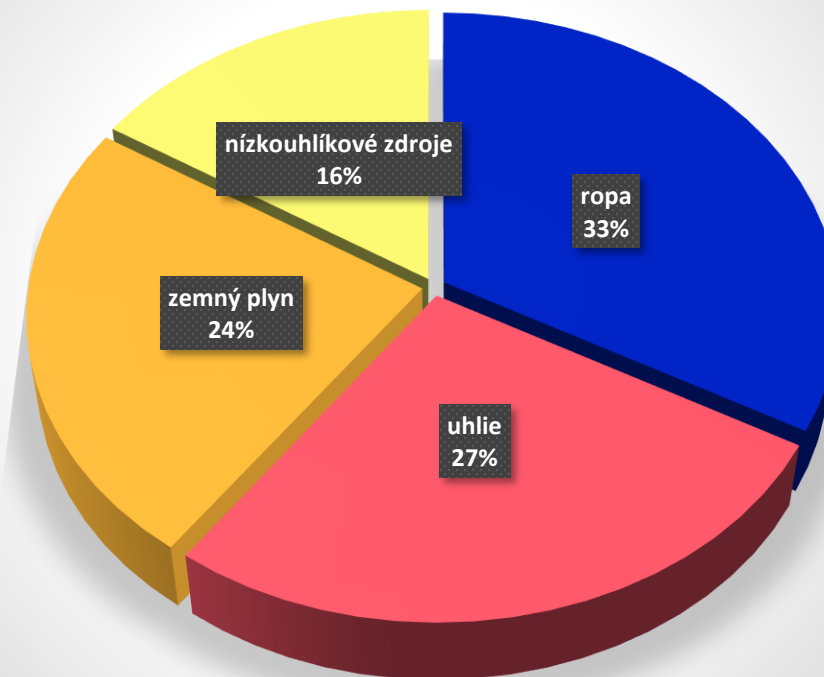
Energetické zdroje vo svete



VÝROBA ELEKTRINY 2020

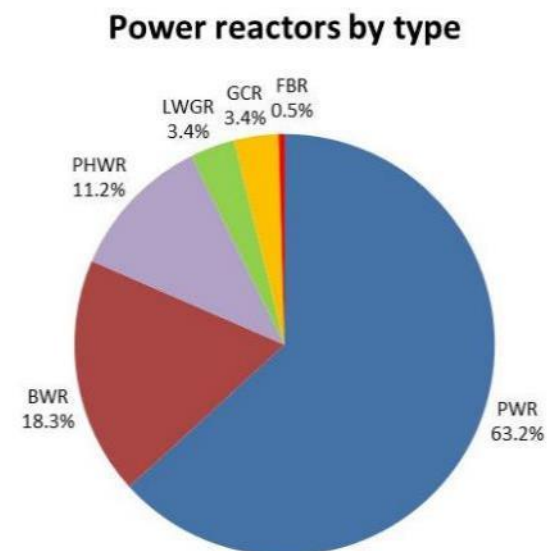
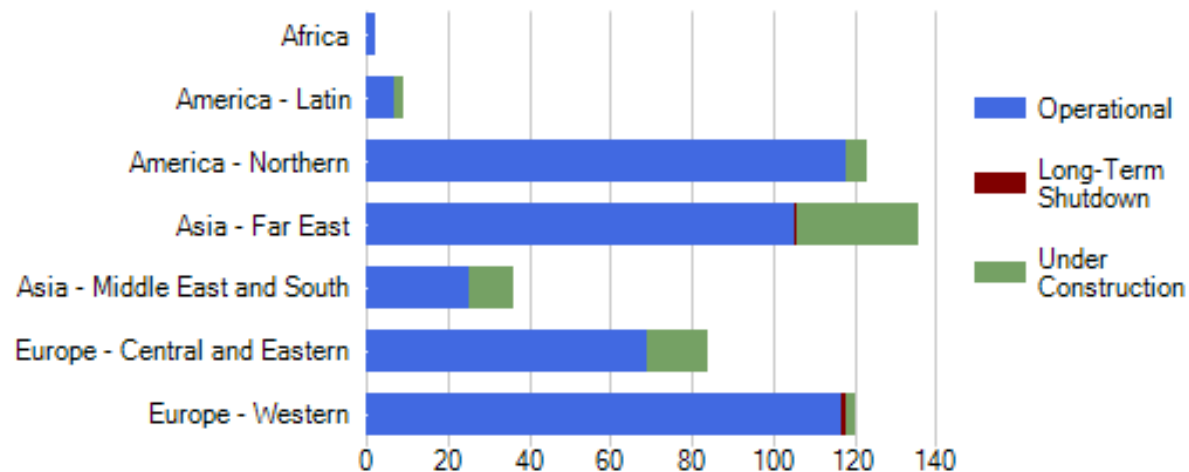


Podiel zdrojov na energetickej produkcii 2020



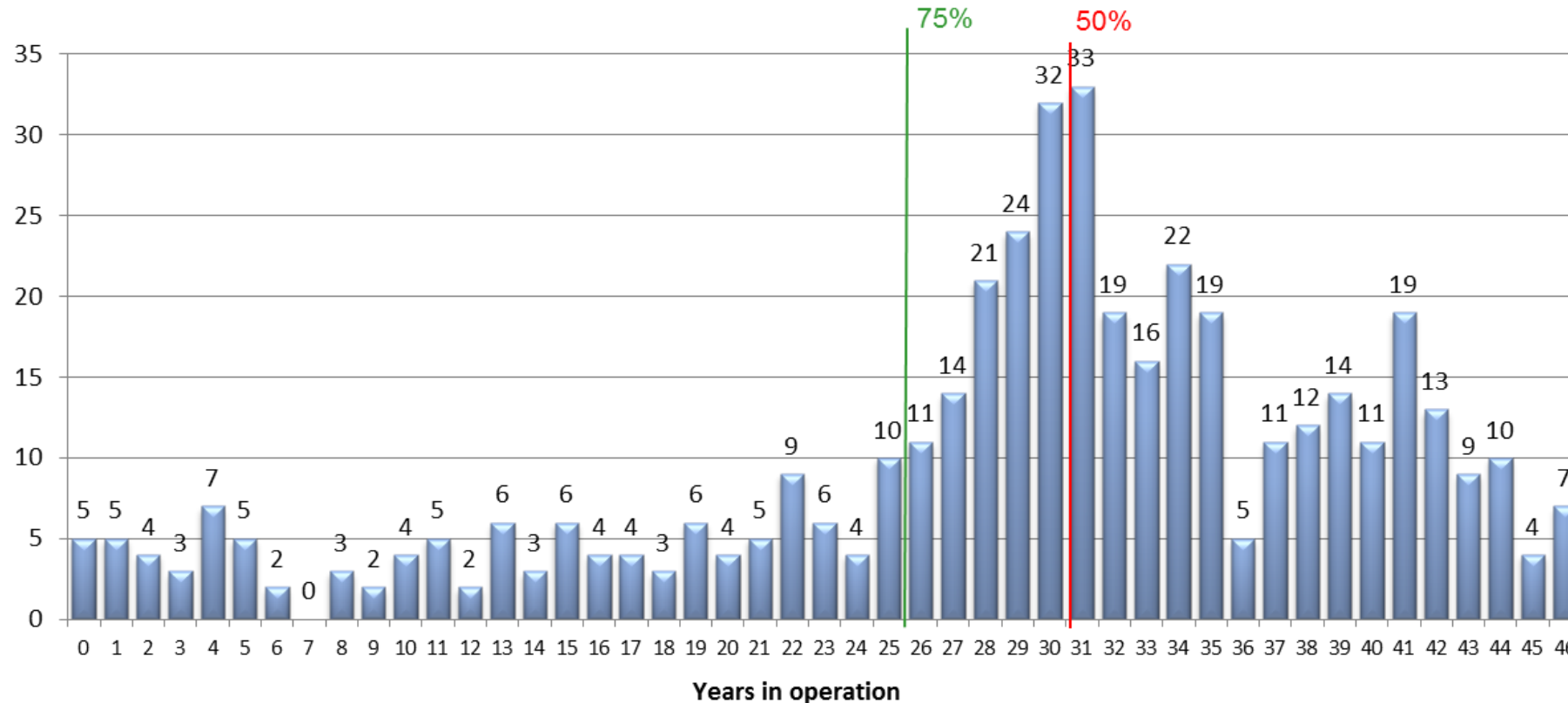
Status JE vo svete k 2/2022

- ❑ 439 reaktorov v prevádzke (390,6 GWe)
- ❑ 52 reaktorov vo výstavbe (55,5 GWe)
- ❑ 19 227 reaktor-rokov prevádzkových skúseností



Priemerný vek prevádzkovaných JE

Number of operational reactors by age



JE v Európe – 02/2022

France - 56
United Kingdom - 11
Sweden - 6
Germany – 3
Belarus 1
Belgium - 7
Spain - 7
Czech Republic - 6
Slovakia - 4
Finland - 4
Hungary - 4
Bulgaria - 2
Romania - 2
Netherlands - 1
Slovenia - 1

Switzerland - 4
Ukraine - 15
Russia (European part) - 28



■ EU member states with operating nuclear power plants (as of January 2014)
■ EU member states without operating nuclear power plants
■ Non-EU countries with operating nuclear power plants
■ Non-EU countries without operating nuclear power plants

Total in EÚ

125

+

CH + UA + RF

47

=

Total in Europe

172
reactors



2022 – má sa spustiť 13 nových JE

Start	Reactor	Model	Gross MWe
2022	Belarus, BNPP	Ostrovets 2	VVER-1200 1194
2022	China, CGN	Fangchenggang 3	Hualong One 1180
2022	China, CGN	Fangchenggang 4	Hualong One 1180
2022	China, CGN	Hongyanhe 6	ACPR-1000 1119
2022	Finland, TVO	Olkiluoto 3	EPR 1720
2022	India, NPCIL	Kakrapar 4	PHWR-700 700
2022	India, NPCIL	Kalpakkam PFBR	FBR 500
2022	India, NPCIL	Rajasthan 7	PHWR-700 700
2022	Korea, KHNP	Shin Hanul 1	APR1400 1400
2022	Pakistan	Karachi/KANUPP 3	ACP1000 1161
2022	Russia, Rosenergoatom	Kursk II-1	VVER-TOI 1255
2022	Slovakia, SE	Mochovce 3	VVER-440 471
2022	USA, Southern	Vogtle 3	AP1000 1250



2023 – plánované spustenie JE

Start		Reactor	Model	Gross MWe
2023	Argentina, CNEA	Carem	Carem25	29
2023	Bangladesh	Rooppur 1	VVER-1200	1200
2023	China, CNNC	Xiapu 1	CFR600	600
2023	France, EDF	Flamanville 3	EPR	1650
2023	India, NPCIL	Kudankulam 3	VVER-1000	1000
2023	India, NPCIL	Kudankulam 4	VVER-1000	1000
2023	India, NPCIL	Rajasthan 8	PHWR-700	700
2023	Korea, KHNP	Shin Hanul 2	APR1400	1400
2023	Korea, KHNP	Shin Kori 5	APR1400	1400
2023	Russia, Rosenergoatom	Kursk II-2	VVER-TOI	1255
2023	Slovakia, SE	Mochovce 4	VVER-440	471
2023	Turkey	Akkuyu 1	VVER-1200	1200
2023	UAE, ENEC	Barakah 3	APR1400	1400
2023	UAE, ENEC	Barakah 4	APR1400	1400
2023	USA, Southern	Vogtle 4	AP1000	1250



Stručný priebeh projektu MO34

02

| Hlavné míľniky

| Povoľovací proces



Hlavné míľniky skúšok 3. bloku

- 12/2017 – 8/2018 – COLD HYDRO (3P201)
- 8/2018 – 12/2018 – Malá revízia
- 12/2018 – 3/2019 – HOT HYDRO
- 23.3.2019 – KIS
- 3/2019 – 12/2019 – Rozšírená revízia
- 12/2019 – 1/2020 – OPAKOVANÁ HOT HYDRO
- 7.2.2020 – Ukončený UPGRADE Simulátora



Povoľovací proces

- **12.2.2020** – ÚJD SR vydal draft povolenia na uvádzanie 3. bloku do prevádzky
- **4.5.2020** – zistená zámena materiálov 2 potrubných komponentov DN15 inštalovaných na 4. bloku – SE začali verifikáciu komponentov na 3. bloku
- **26.1.2021** – ÚJD SR vydal druhý draft povolenia na uvádzanie 3. bloku do prevádzky
- **13.5.2021** – ÚJD SR vydal 1 stupňové rozhodnutie na uvádzanie 3. bloku EMO do prevádzky
- **28.5.2021** – ÚJD SR obdržal napadnutie 1 stupňového rozhodnutia od organizácie GLOBAL 2000
- **24.1.2022** – ÚJD SR vydal draft 2 stupňového povolenia na uvádzanie 3. bloku do prevádzky



Organizácia spúšťania EMO3

◀ 03 ▶

- | aktuálny stav
- | najbližšie činnosti
- | HMG



Fyzikálne spúšťanie

16. 06. 2022 ÷ 24. 07. 2022

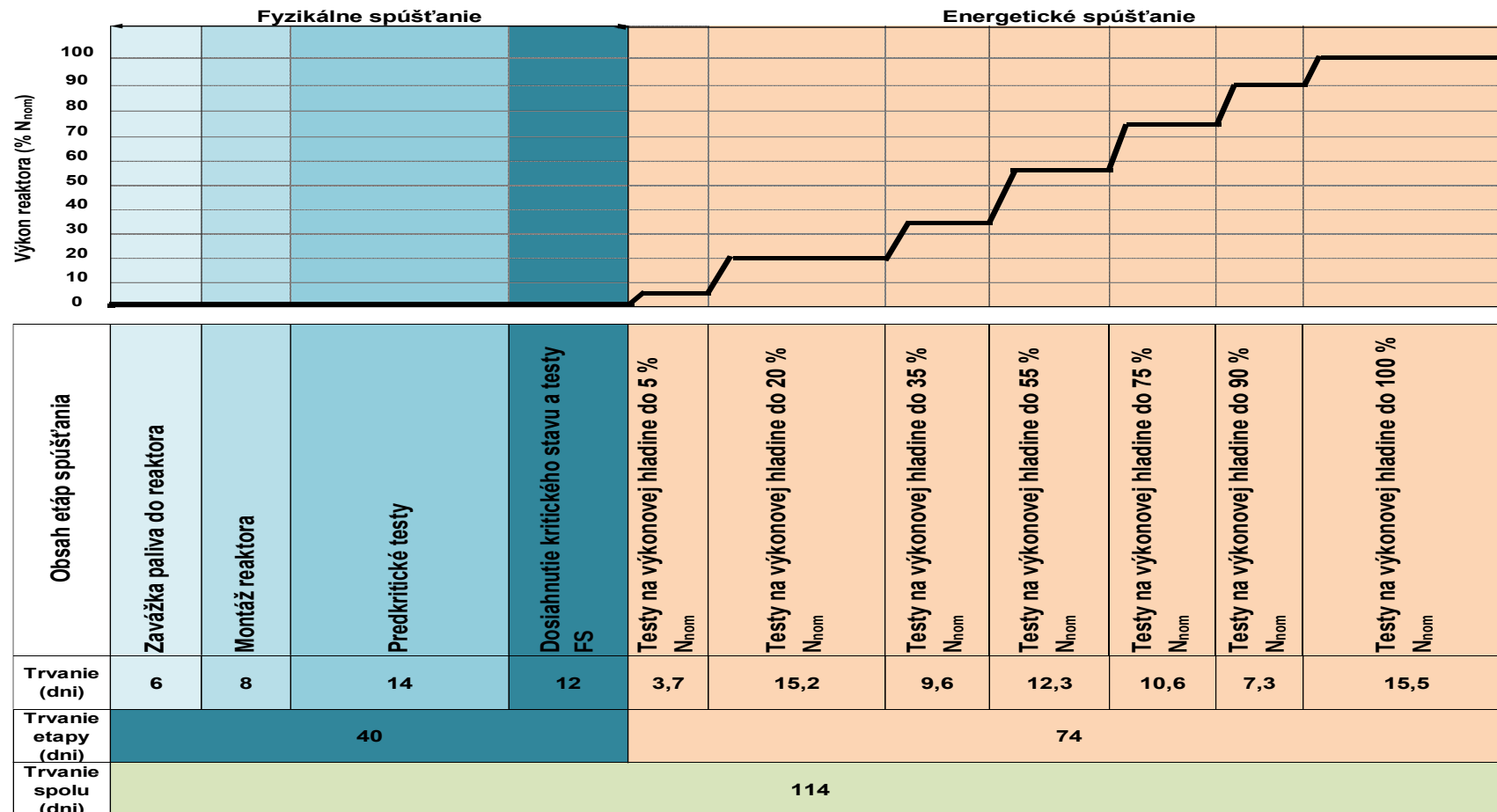
Energetické spúšťanie

25. 07. 2022 ÷ 6. 10. 2022

Činnosti plánované
kontinuálne na:

114 dní

Rámcový harmonogram spúšťania 3. bloku JE Mochovce



3F001

(VUJE + Comm)

Názov skúšky	Doba trvania
ROZŠÍRENÁ REVÍZIA ZARIADENÍ PRIMÁRNEHO OKRUHU 3P204	36 h
3F002/01 Kontrola prípravenosti bloku a jadrového paliva k zavážaniu	12 h
3F002/02 Zavedenie a kontrola opatrení proti vniknutiu čistého kondenzátu do I.O.	16 h
3F002/03 Zaplnenie okruhu roztokom H3BO3 a nábeh cirkulácie v okruhu 3JAZ-3JNG-3JNB-3JNG-3JAZ	8 h
ETAPA FYZIKÁLNEHO SPÚŠŤANIA	1227 h
Prvá podetapa	948 h
3F002/04 Transport jadrového paliva do šachty transportného kontajnera a zavedenie AZ	96 h
3P056A/6.17 Komplexná skúška VZT systémov	96 h
3F002/05 Kontrola správnosti zavedenia AZ	12 h
3P137A2/6.9 Testy stability merania LL a HL so zavedeným palivom	12 h
3P137A2/6.10 Testy definovaného prepojenia meracieho kanála HL s detektorom	12 h
3P137A2/6.15 Validácia výpočtu reaktivity	12 h
Montáž reaktora	168 h

3E001

(VUJE + Comm)

Číslo skúšky	Názov skúšky	Doba trvania
	Výkonová hladina do 5% Nnom	91 h
3P137A2/6.15	Validácia výpočtu reaktivity (R1)	2 h
	Skúšky regulátorov TG	4 h
3E038/08	Skúšku regulátorov upchávkovy pary TG31 a TG32 na výkonovej hladine do 5 % Nnom	4 h
	Zvyšovanie výkonu reaktora na 5 % Nnom a stabilizácia	27 h
3E018/02	Meranie tepelného výkonu reaktora na výkonovej hladine do 5 % Nnom	9 h
3E002/01	Kalibrácia prístrojov merania neutrónného toku na výkonovej hladine 5 % Nnom	2 h
3P137A2/6.16	Procesy kalibrácie LL a HL	2 h
3E003/01	Skúška chladenia reaktora v režime prirodzenej cirkulácie	16 h
3P103/6.5	Skúška dochladzovania	16 h
	Skúšky regulátorov KO	15 h
3E028/01	Skúšky regulátorov tlaku v I.O. na výkonovej hladine 5 % Nnom	5 h
3E028/02	Vyskúšanie a nastavenie regulátorov KO na výkonovej hladine 5 % Nnom	5 h

3P204 / TPP

PRG	Činnosť	Príibližná doba
3TP001	Tlaková a tesnostná skúška hermetických priestorov PERIS	5 d
3TP001	Vytvorenie dusíkového vankúša v KO	4 h
3TP001	Skúšky OaB a nábeh KAA30	4 h
3TP001	Preverka pohonov HRK	24 h
3TP001	Nábeh QBR10,20 Ohrev oleja a odber vzoriek	3 d
3TP001	Skúška OaB, nábeh VO HCČ KAA10	1 d
3TP001	Uvedenie PVPg o prevádzky - Testy PVPg a PSA	46 h
3TP001	Overenie merania INCORE	1 d
3TP001	Zapnutie PNCl a HRK na DKV	6 h
3TP001	Príprava a spustenie HCČ a náhrev I.O na 120 - 125 °C	20 h
3LP/1111	Kontrola splnenie LaP pred dosiahnutím R4	8 h

Výsledný hmg v Primavera
(Odd. riadenia odstavkov)

FS2200	FS2130	PRVE UVEDENIE REAKTORA DO KRITIC. STAVU 3F003/01	FS2220, FS2210, FS2150, FS2171, FS2170	36h	11.5.2022 21:00	13.5.2022 9:00	M. Efko / M. Sedláček (VUJE)
FS2150	FS2200	3P137A2/6.13 TESTY STABILITY MERANIA LL A HL	FS2160, FS2149	36h	11.5.2022 21:00	13.5.2022 9:00	S. Chromý (C2200)
FS2170	FS2200	3P137A2/6.15 VALIDÁCIA VÝPOČTU REAKTIVITY		36h	11.5.2022 21:00	13.5.2022 9:00	S. Chromý (C2200)
FS2171	FS2200	3P137A2/DOP06, SK. 3 TESTY FUNKČNOSTI NEŠTANDARDNÉHO MERACIEHO KANÁLA (NMM)		36h	11.5.2022 21:00	13.5.2022 9:00	S. Chromý (C2200)
FS2210	FS2200	REŽIM 2 - reaktivita = PRI PRVOM UVEDENÍ -2%		0h	13.5.2022 3:00		B1200/VRB
FS2160	FS2150	3P137B2/6.1 KONTROLA SPOLOČNÝCH TECHNOLOGICKÝCH MERACÍCH KANÁLOV		1h	13.5.2022 8:00	13.5.2022 9:00	S. Chromý (C2200)
FS2149	FS2150	3P137A2/6.14 FUNKČNÉ TESTY PARAMETROV DETEKTOROV LL		1h	13.5.2022 8:00	13.5.2022 9:00	S. Chromý (C2200)
FS2220	FS2200	KONTROLA SPOJENIA POHONOV HRK S KAZETAMI 3F004/01	FS2240	4h	13.5.2022 9:00	13.5.2022 13:00	M. Rajčan (VUJE)
FS2240	FS2220	OVERENIE PREPINANIA A PREKRYVANIA ROZSAHOV MERANIA VÝKONU V ETAPE FS 3F006/01	FS2260, FS2250	6h	13.5.2022 13:00	13.5.2022 19:00	M. Efko / P. Malatin (VUJE)
FS2250	FS2240	3P137A2/6.12 SKÚŠKA NADVAZNOSTI KANÁLOV LL A HL A VALIDÁCIA FUNKCIE DTC PRE LINEARIZÁCIU LL		6h	13.5.2022 13:00	13.5.2022 19:00	S. Chromý (C2200)
FS2260	FS2240	MERANIE ASYMPTOTICKEJ PERIODY REAKTORA 3F006/02	FS2270	8h	13.5.2022 19:00	14.5.2022 3:00	M. Efko / P. Malatin (VUJE)
FS2270	FS2260	KONTROLA REAKTIMETROV 3F006/03	FS2290, FS2280	8h	14.5.2022 3:00	14.5.2022 11:00	M. Efko / P. Malatin (VUJE)
FS2280	FS2270	3P137A2/6.15 VALIDÁCIA VÝPOČTU REAKTIVITY		8h	14.5.2022 3:00	14.5.2022 11:00	S. Chromý (C2200)
FS2290	FS2270	OVERENIE DYNAM. VLASTNOSTI MERACÍCH RETAZCOV PRI SKOK. IMPULZ. A HARMON. ZMENACH REAKTIVITY 3F006/04	FS2310, FS2300	12h	14.5.2022 11:00	14.5.2022 23:00	M. Efko / P. Malatin (VUJE)
FS2300	FS2290	3P137A2/6.15 VALIDÁCIA VÝPOČTU REAKTIVITY		12h	14.5.2022 11:00	14.5.2022 23:00	S. Chromý (C2200)

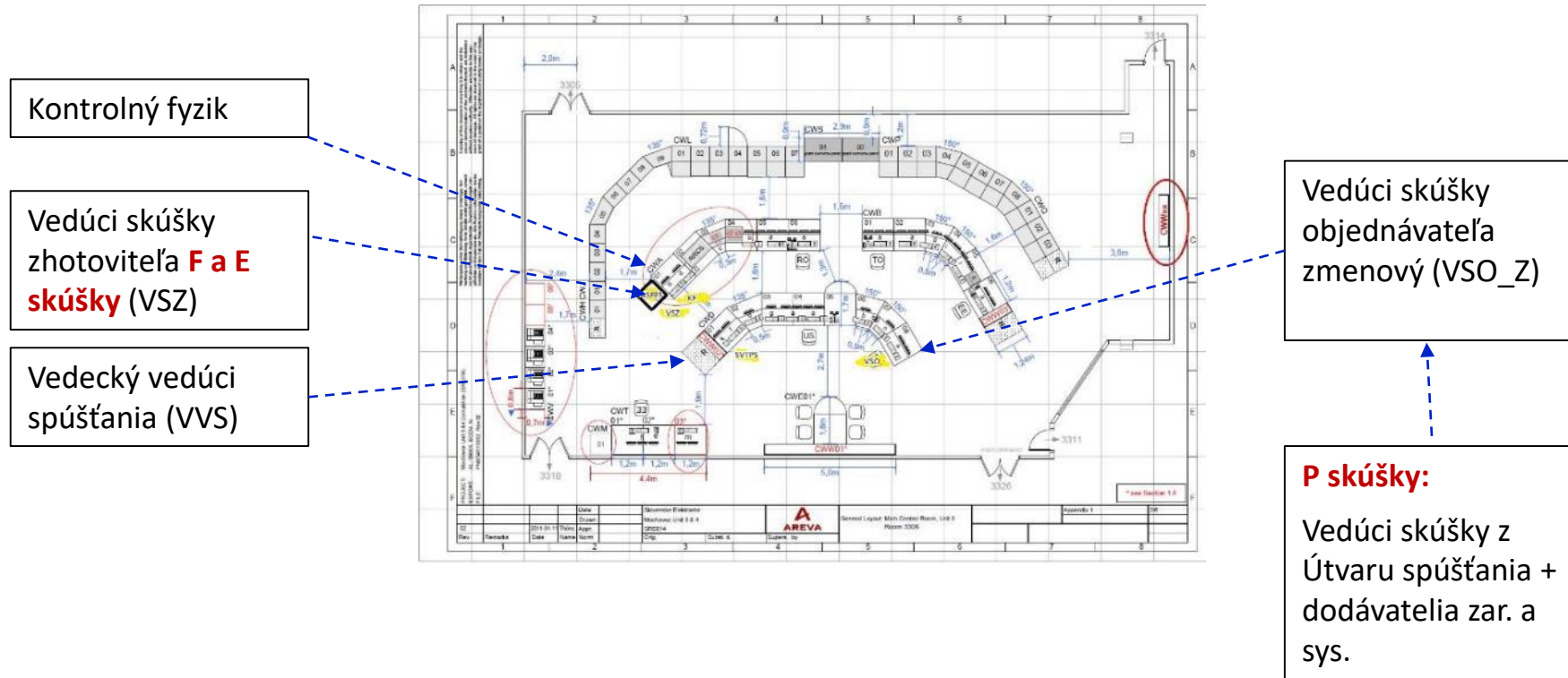


FS1840	FS1800	PREDLOŽENIE PROTOKOLU PRIPRAVENOSTI JE K UVÁDZANIU DO PREVÁDZKY		0h	14.6.2022 13:00		3F001_000_1 + 16 čiastočných protokolov			Šimko/B1200	N
FS1850		KOMISIONÁLNA OBHLIADKA PROTI VNIKU ČK	FS1860	4h	14.6.2022 15:59	14.6.2022 19:59	7PI/0001			VRB/B0140/ZM I.O.	N
FS1860	FS1850, REM_PRED_F L_37	ZAPLNENIE BV NA 14,5m PRÍPRAVA NA ZAVÁŽANIE PALIVA +SKÚŠKA 3JNB20,40,60	FS1870, FS1890, FS1900, REM024	16h	14.6.2022 19:59	15.6.2022 11:59	3TPP/0001/4.03			B1200/VRB	A
FS1870	FS1860	3P137A2/DOP06, SK. 2/A TESTY FUNKČNOSTI NEŠTANDARDNÉHO MERACIEHO KANÁLA (NMK)		4h	15.6.2022 11:59	15.6.2022 15:59	3P137A2/DOP06			S. Chromý (C2200)	N
FS1890	FS1860	POČAS PLNENIA SLUČIEK PREPLÁCHNI DRENÁŽNY KOLEKTOR 3KTA12 CEZ SITKO		4h	15.6.2022 11:59	15.6.2022 15:59	3P204/DOP22, preplach M príkaz			B1200/VRB	N
FS1900	FS1860	3P055/DOP04 KONTROLA RUČNÉHO ODBERU VZORKY 3KUA99 A PRIETOKY BOROMERU	FS1920	24h	15.6.2022 11:59	16.6.2022 11:59	3P055/DOP04			B1200/VRB	A
FS1910	FS1940	KONTROLA LaP PRED DOSIAHNUTÍM R6, 3LP/1111 + TO SAM		8h	16.6.2022 3:59	16.6.2022 11:59	3-ZOZ/0001			B1200/VRB	N
FS1920	FS1900	DOPLNENIE TNR H3B03 Z 10,8 NA 14,5m PO UKONČENÍ SKÚŠKY 3P055/DOP04	FS1930	4h	16.6.2022 11:59	16.6.2022 15:59	3TPP/0001/4.02 a 4.03			B1200/VRB	A
FS1930	FS1920	3F002/3 ZAPLNENIE OKRUHU ROZTOKOM H3B03 A NÁBEH CIRKULÁCIE V OKRUHU 3JAZ-3JNG-3JNB-3JNG-3JAZ	FS1940	4h	16.6.2022 15:59	16.6.2022 19:59				B1200/VRB	A
FS1940	FS1930	3F002/04 TRANSPORT JADROVÉHO PALIVA DO ŠACHTY Č. 1 A ZAVEZENIE AZ - (3F002), (3P001/časť6/6.15.4.4)	FS2000, FS1970, FS1910, FS1500, FS1960, FS1950, REM032	108h	16.6.2022 19:59	21.6.2022 7:59	F program			B1030/B1200/VRB/ R. Šeliga (VUJE)	A
FS1950	FS1940	REŽIM 7 (VYVEZENÉ VŠETKY KAZETY Z AZ)		0h	16.6.2022 19:59					VRB	N
FS1960	FS1940	3P056A/6.17 - KOMPLEXNÁ SKÚŠKA VZT SYSTÉMOV - REZIM ODSTAVKY (GO)		120h	16.6.2022 19:59	21.6.2022 19:59					N
FS1970	FS1940	REŽIM 6 (ZAVEZENIE PRVEJ KAZETY)	FS1820	0h	17.6.2022 5:59					VRB	N
FS1980	FS2000	3P137A2/6.9 TESTY STABILITY LL A HL SO ZAVEZENÝM PALIVOM		12h	21.6.2022 7:59	21.6.2022 19:59				S. Chromý (C2200)	N
FS1990	FS2000	3P137A2/6.10 TESTY DEFINOVANÉHO PREPOJENIA MERACIEHO KANÁLA HL S DETEKTOROM		12h	21.6.2022 7:59	21.6.2022 19:59				S. Chromý (C2200)	N
FS2000	FS1940	KONTROLA SPRÁVNOSTI ZAVEZENIA AZ - 3F002/5	FS1980, FS1990, FS2020, FS2010, FS2021	12h	21.6.2022 7:59	21.6.2022 19:59	F program			B1030/B0140/ R. Šeliga (VUJE)	A
FS2010	FS2000	3P137A2/DOP06, SK. 2/B TESTY FUNKČNOSTI NEŠTANDARDNÉHO MERACIEHO KANÁLA (NMK)		4h	21.6.2022 7:59	21.6.2022 11:59				S. Chromý (C2200)	N
FS2020	FS2000	DRENÁŽ REAKTORA NA 200 - 400 mm POD HDR DO 3JNG20(60)BB001 + DEKONTAMINÁCIA BV	FS2030	12h	21.6.2022 19:59	22.6.2022 7:59	3TPP/0001/4.07			B1200/VRB	A
FS2021	FS2000	PRESTAVENIE OCHRÁN ZS ZO +14,5m NA +21m ODSKÚŠANIE OaB PRI NAJBLIŽŠEJ MANIPULÁCII S PALIVOM		2h	21.6.2022 19:59	21.6.2022 21:59				ŠJS	N
FS2030	FS2020	MONTÁŽ REAKTORA 3P001 PODĽA PRÍLOHY B (HMG MONTÁŽE REAKTORA) PO ODSTRÁNENÍ ZÁVAD VaN	FS2100, REM_PO_FL_10, FS2110	199h	22.6.2022 7:59	30.6.2022 14:59	3TPP/0001/4.08			ŠJS/B2000	A



SHT:

- **Porada o 7:00 h. zmenové funkcie v miestnosti 3310 za BD + teams** (kontrola priebehu FS/ES za uplynulých 24 h.)
- **Denný plán o 12:00 h - teams.** (aktualizovaný plán činností na nasledujúcich 24 h.)
- **Rozhoduje o nápravných opatreniach, opakovaných skúškach** (spolurozhodovanie s KKP)



MO34/SM-861v5. – Riadenie interných činností procesu spúšťania, personálne zabezpečenie, dokladovanie, rozhodovacia matica



SHT, Porada o 7:00 h. zmenové funkcie v miestnosti 3310 za BD + teams (kontrola priebehu FS/ES za uplynulých 24 h.)

Prevádzka:

- Manažér riadenia prevádzky 3. a 4.bloku EMO
- **Služiaci ZI EMO34**
- Zástupcovia skupín správy zariadení B4101 – B4104
- Zástupca oddelenia riadenia režimov a prípravy prevádzky B1010
- Zástupca oddelenia chemickej kontroly B1020
- Zástupca oddelenia podpory prevádzky B1040
- Zástupca oddelenia riadenia prác počas odstávky B0220 (aktualizácia HMG spúšťania)
- Zástupca oddelenia jadrovej bezpečnosti B0140
- Zástupca oddelenia radiačnej ochrany B0120
- Zástupca útvaru údržby B2000
- **Kontrolný fyzik**

Spúšťanie:

- Manažér spúšťania / zástupca
- **Vedúci skúšky objednávateľa – zmenový**
- Vedúci spúšťania - technologická podpora
- Vedúci spúšťania I.O.
- Vedúci spúšťania II.O.
- Vedúci spúšťania elektro
- Vedúci spúšťania SKR
- Vedúci spúšťania – ventilačné systémy
- Technologická podpora spúšťania

Dodávateľa:

VÚJE

- **Vedúci skúšky zhotoviteľa**
- **Zástupca SVTPS**
- Zástupca spúšťania dodávateľa

Škoda JS - zástupca spúšťania dodávateľa

ENSECO - zástupca spúšťania dodávateľa



Priority jadrovej bezpečnosti

1. Riadenie reaktivity
2. Odvod tepla z aktívnej zóny AZ
3. Zachovanie bariér pred únikom Ra látok
palivová tabletky + pokrytie paliva + hranica
primárneho okruhu + hermetická zóna
4. Radiačná ochrana



Poučenia zo spúšťania EMO

◀ 04 ▶

| Mochovce bloky 12



Zapôsobenie AO-1 od výpadku 4/6 HCČ v režime 2 (12.9.1998)

- Blok v R2(Re kritický, NRE = $9 \cdot 10^{-3} \%$, dTAZ = 22,1 °C). Prebiehalo vyhľadávanie zemného spojenia na 4. a 5. systéme ZN v skriniach 1BUG01 a 1BUH01 (postupné vypínanie 220 Vjs). Týmto vypínaním sa ovplyvnilo aj napájanie výkonových relé HCČ v rozvodniach 6kV nezaisteného napájania (napájanie elektronických obvodov a koncových relé KA1, KA2). V náväznosti na ALOS a AO bol iniciovaný povel (prvopríčina „strata 4/6 HCČ“) na odstavenie Re AO-1, čo prebehlo v súlade s projektom. Dôvod uzatvorenia RZV TG neuvedený.
- **Dôležitý bod: Vyvolanie falošného signálu „výpadok 4/6 HCČ“ počas manipulácií na 1BUG1 a 1BUH1.**



Zapôsobenie SIS U034 „Prasknutie HPK 2,4,6“ (12.9.1998)

- Blok v R3 po AO-1 (TPO = 263 °C). Odvod tepla z AZ zabezpečovala trojicu HCS 1,3,5 s HCČ v prevádzke. Prebiehala príprava na zásah na priehradnej armatúre k TG12, pričom zmena pripravovala technologickú schému potrebnú k zásahu. Išlo o postup oddelenia HPK 2,4,6 a jeho odtlakovania. Na základe zoznamu snímačov sa mali oddeliť snímače vstupujúce do logiky SIS na U092, 094, 096 „Roztrhnutia parovodov PG2,4,6“. Vzhľadom na časový tlak sa pracovníci priamo namieste rozhodli zjednodušiť pripravený postup, pričom oddelili snímače vstupujúce do signálu U034 „Prasknutie HPK 2,4,6“. Následkom manipulácie došlo k aktivácii U034 „Prasknutie HPK 2,4,6“ s pôsobením na akčné orgány, odstavenie HCČ 2,4,6 a štart VT HSCHZ na všetkých systémoch s prietokom do PO. Stav osádka riešila ako falošný nábeh, uviedla VT čerpadlá na chod na skúšobnú. Množstvo doplneného chladiva bolo 2,8 m³ 40 g roztoku kyseliny boritej. Udalosť bola ukončená zastabilizovaním bloku v režime 3 na TPO = 260 °C. V čase udalosti neboli v EMO aplikované predpisy typu SORNS.
- **Dôležitý bod: Rozhodnutie blokovat' signály U030 a U034. Porušenie a odklon od dohodnutého postupu.**





Ďakujem za pozornosť

