



**Tato prezentace je určena pouze pro  
studijní účely studentům Fakulty  
elektrotechnické Západočeské  
univerzity v Plzni předmětu KEE/JE a  
její jakékoliv jiné použití a šíření je  
nepřípustné!!!**



# PROVOZ JE VVER 1000

VÁCLAV RŮŽIČKA

ČEZ, A.S.

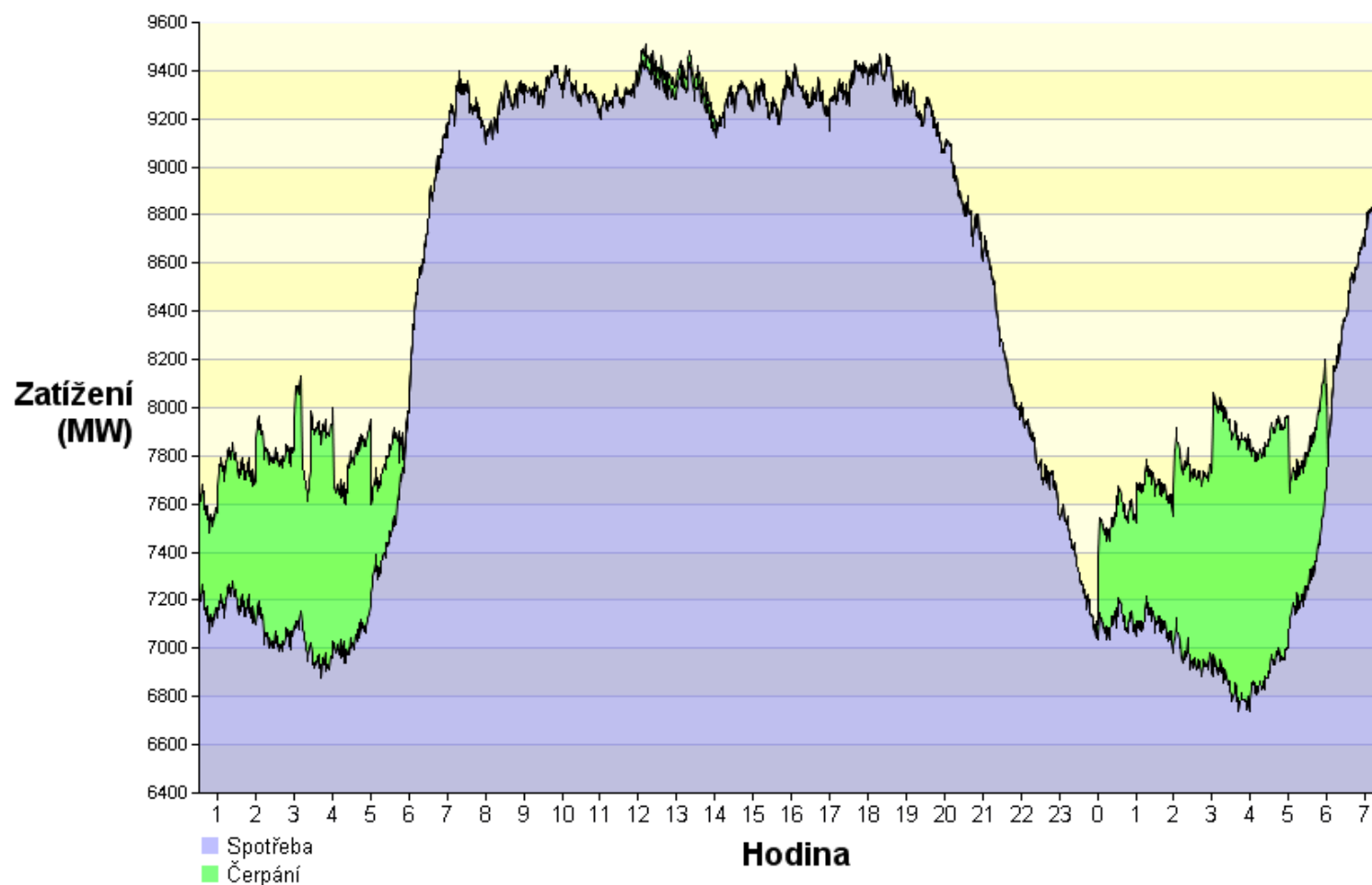
JADERNÁ ELEKTRÁRNA TEMELÍN

FEL ZČU v PLZNI 27. 10. 2011



## DIAGRAM ZATÍŽENÍ 26. 10. 2011 7:00

### Průběh zatížení za posledních 32 hodin

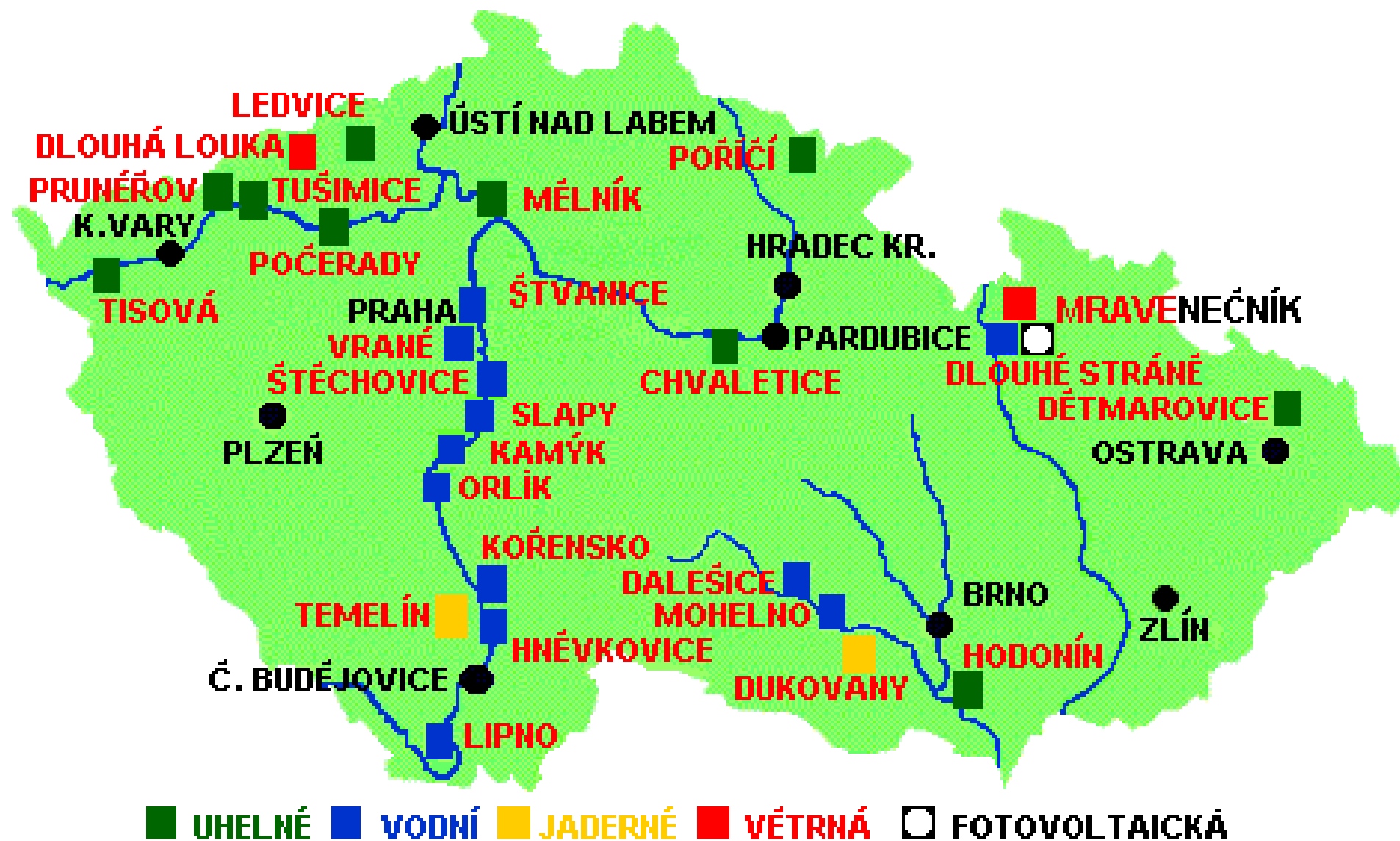


Zdroj: ČEPS

created with ChartDirector from [www.advsofteng.com](http://www.advsofteng.com)

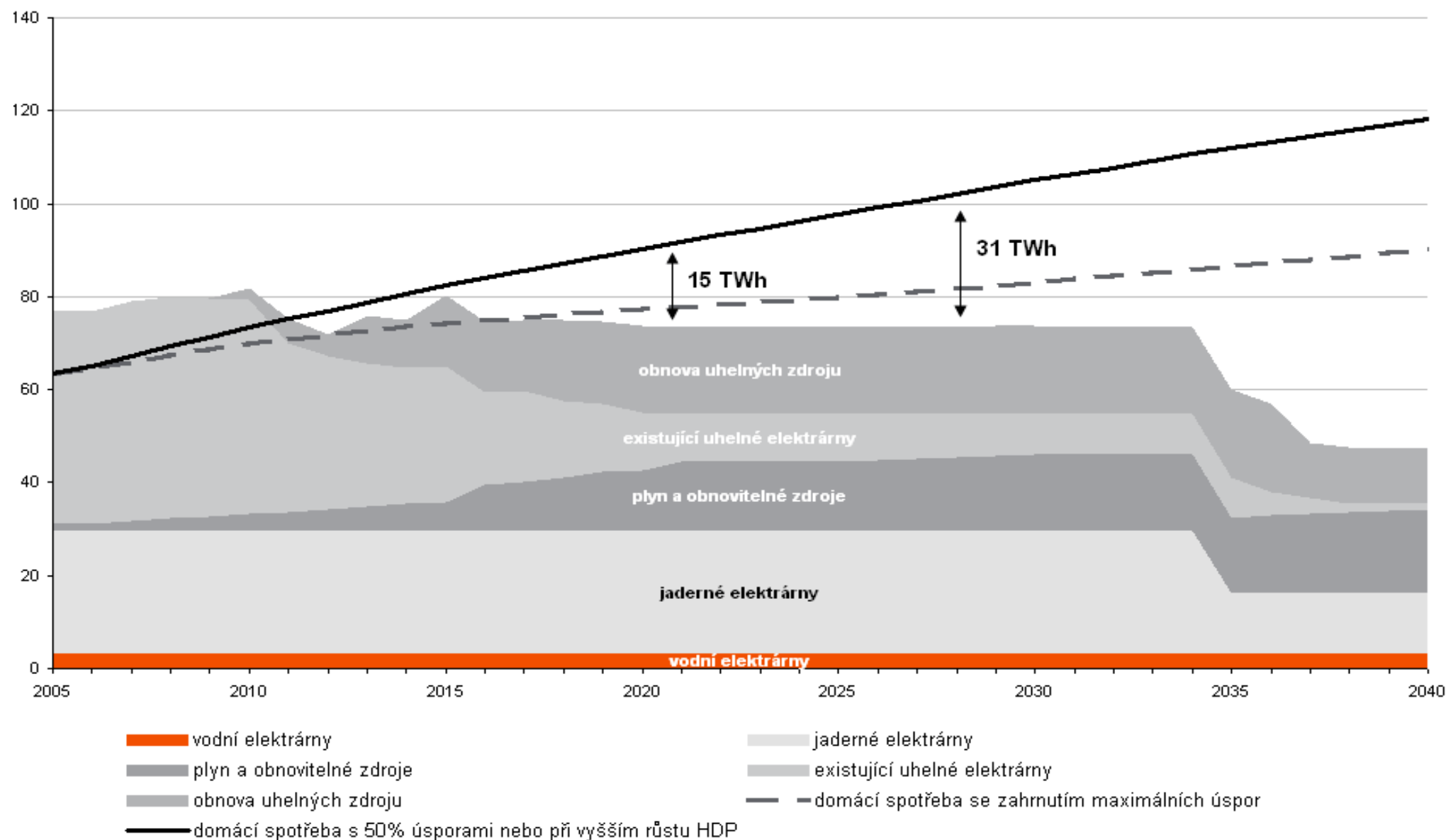


## ELEKTRÁRNY SKUPINY ČEZ





## VÝVOJ SPOTŘEBY ELEKTŘINY V ČR





## ČEHO CHCEME VE VÝROBĚ DOSÁHNOUT?

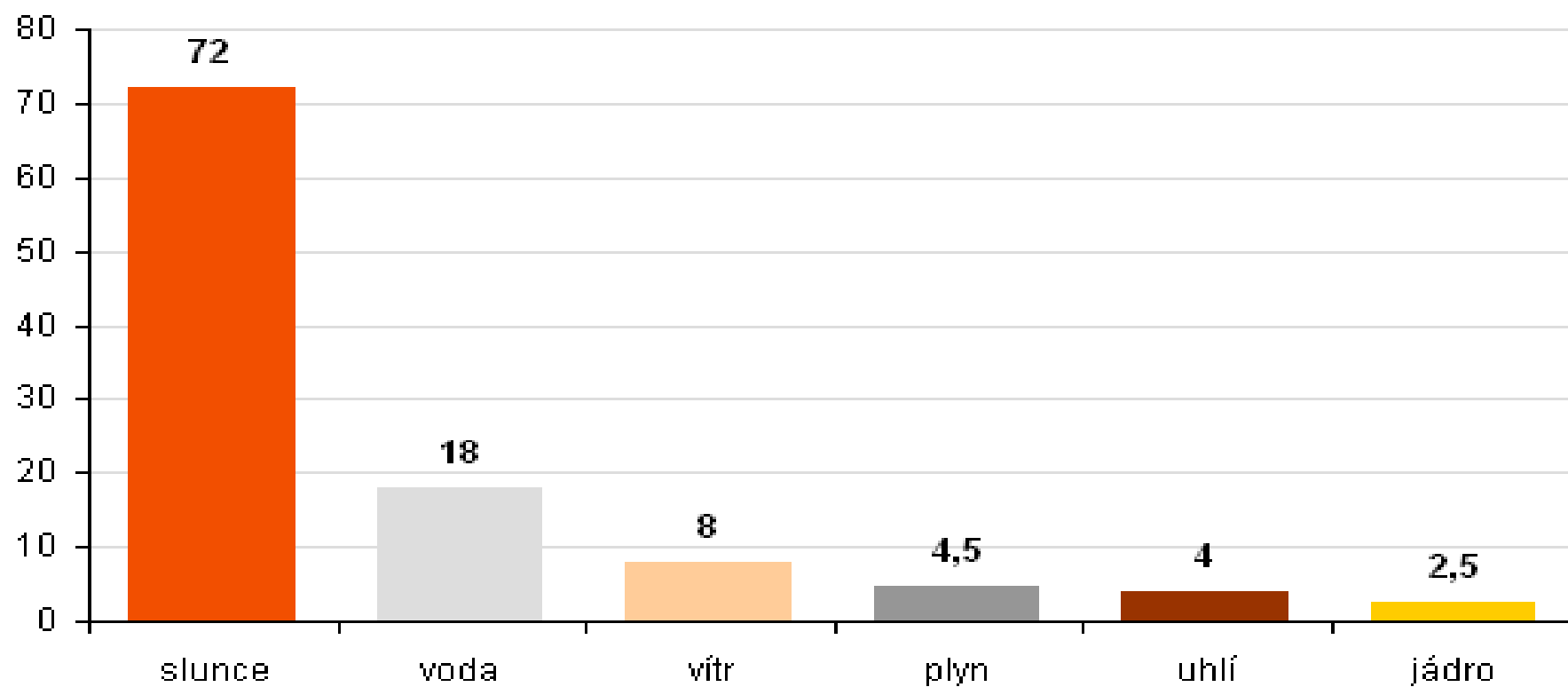
- Vyrovnaná bilance mezi výrobou a spotřebou
- Konstantní frekvence 50 Hz
- Stabilní napětí sítě
- Ekonomičnost provozu - Celkové náklady na dodávku elektrické energie = výroba silové energie + náklady na přenos + náklady na rezervní výkon + poplatek OTE + OZE



## VÝROBNÍ CENY ELEKTŘINY

### Měrná cena energie

(€ - cent/kWh)



zdroj: universita Stuttgart



- **Bezpečný**
- **Ekonomicky efektivní**
- **Spolehlivý**





- **Primární regulace** – regulace frekvence
  - » změna o  $\pm 2\% N_{\text{nom}}$
  - » zapojení provádí obsluha BD na příkaz VRB
  - » využití při  $N > 50\% N_{\text{nom}}$
  - » nastavená regulace TG  $\rightarrow$  R
  - » počet regulačních cyklů není omezen  $\rightarrow$  nesnižuje se životnost



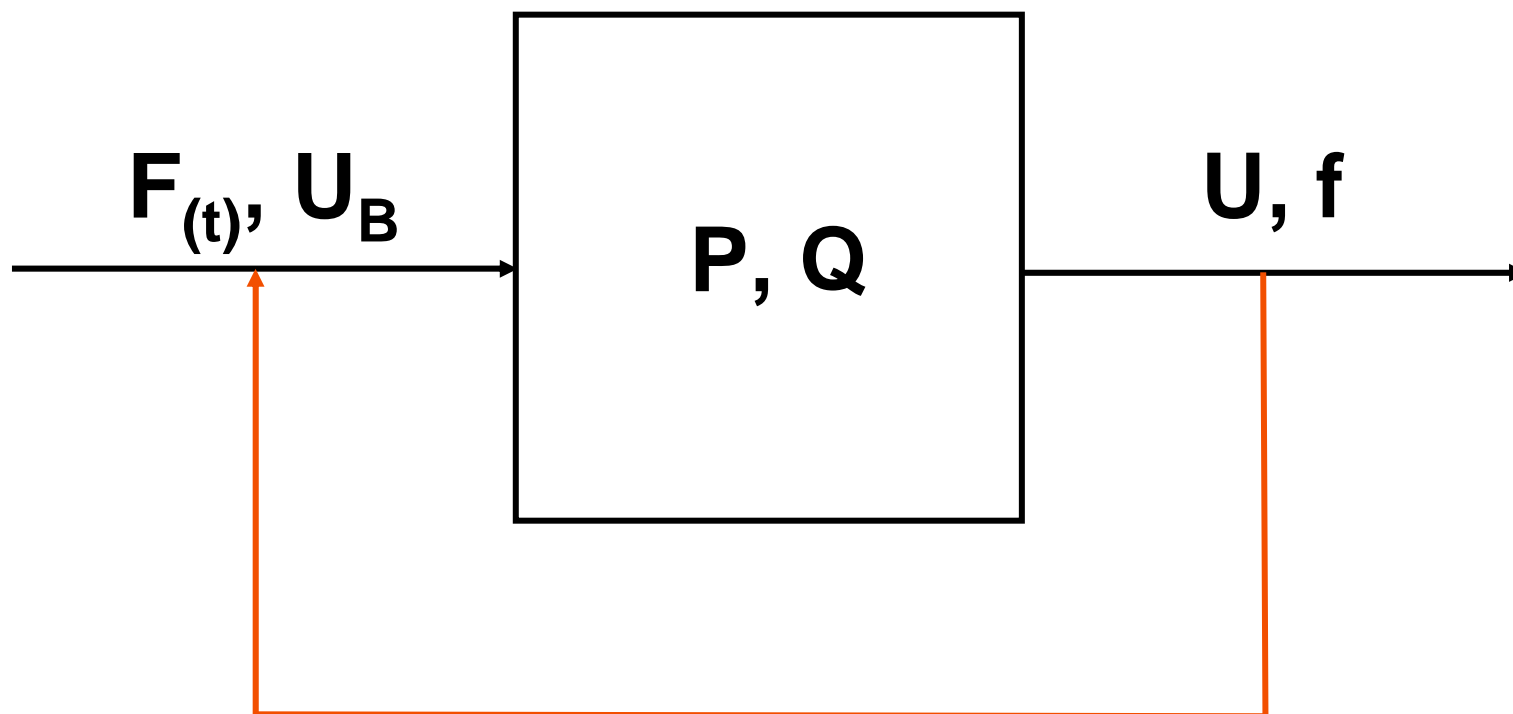
- **Sekundární regulace** = dispečerské řízení – regulace P
  - » předpokládá se pro změnu  $\pm 10\% N_{\text{nom}}$
  - » pro ETE  $\pm 5\% N_{\text{nom}}$  – omezení šířkou pásma regulace (poloha klastrů a vodovýměna)
  - » možné od  $30\% N_{\text{nom}}$ , prakticky se využívá od  $70\% N_{\text{nom}}$
  - » nastavení regulátorů stejné jako u primární regulace, ale zapojení na terminálu elektrárny TELETE na příkaz VRB
  - » trend změny  $\pm 1\%/min$
  - » změna P dálkově z energetického dispečinku při dodržení všech omezení
  - » počet regulačních cyklů není omezen → nesnižuje se životnost



- **Terciální regulace výkonu (zálohové snížení)**
  - » změny iniciované operativním personálem – nejčastěji víkendové snížení výkonu
  - » provádí se na základě požadavků energetického dispečinku na pokyn VRB
  - » upřednostňuje se regulace  $R \rightarrow TG$
  - » navolí se požadovaný výkon  $R$ , trend změny, turbína mění výkon dle tlaku v HPK
  - » při větší změně výkonu dochází ke změně koncentrace  $H_3BO_3$  - stanovuje provozní fyzik



## VÝKONOVÁ BILANCE X KVALITA ELEKTŘINY





## PROVOZNÍ REŽIMY JE

Režim	Název	Tepelný výkon	Střední teplota v I. O.	$k_{ef}$
1	Výkonový režim	$\geq 2\% N_{nom}$	$> 260^{\circ}\text{C}$	$\geq 0,99$
2	Nevýkonový stav	$< 2\% N_{nom}$	$> 260^{\circ}\text{C}$	$\geq 0,99$
3	Horký stav	zbytkový	$\geq 260^{\circ}\text{C}$	$< 0,99$
4	Polohorký stav	zbytkový	$260^{\circ}\text{C} > t_{stř} > 150^{\circ}\text{C}$	$< 0,99$
5	Studený stav	zbytkový	$150^{\circ}\text{C} > t_{stř} > 60^{\circ}\text{C}$	$< 0,99$
6	Odstávka	zbytkový	$< 60^{\circ}\text{C}$	$\leq 0,98$



## CHARAKTERISTIKA BLOKU V REŽIMU 1

- $N_R = 3000\text{MW}_t$
- $P_{KO} = 15,6\text{MPa}$
- $L_{KO} = 877\text{cm}$
- $t_{HS} = 314^\circ\text{C}$
- $t_{ss} = 289^\circ\text{C}$
- $p_{HPK} = 6,0\text{MPa}$
- $p_{PG} = 6,25\text{MPa}$
- $t_{PG} = 278^\circ\text{C}$
- $N_{VS} = 40 - 80\text{MW}_e$
- $L_{NN} = 255\text{cm}$
- $p_{NN} = 1\text{MPa}$
- $t_{NN} = 182^\circ\text{C}$





## PŘÍPRAVNÉ PRÁCE K ODSTAVENÍ BLOKU

- blok v režimu 1 – výkonový stav
- na konci kampaně – výkonový efekt
- kontrola polohy klastrů – všechny reg. skupiny v HKP
- vytvoření dostatečných kapacit provozních médií pro vodovýměnu
- zajištění provozu PPK
- odstavení TAPROGE



## SNIŽOVÁNÍ VÝKONU

- trend snižování 1%/min
- sledování polohy klastrů
- hlídání důležitých parametrů
  - KO
    - » tlak 15,5 – 15,8 MPa
    - » 350°C
    - » hladina
  - TK – odpuštění, doplňování
    - » zahlcování ucpávek HCČ
    - » změna koncentrace  $\text{H}_3\text{BO}_3$
  - napájení PG
    - » hladina 260 – 270 cm
    - » hlídání dostatku páry pro TNČ



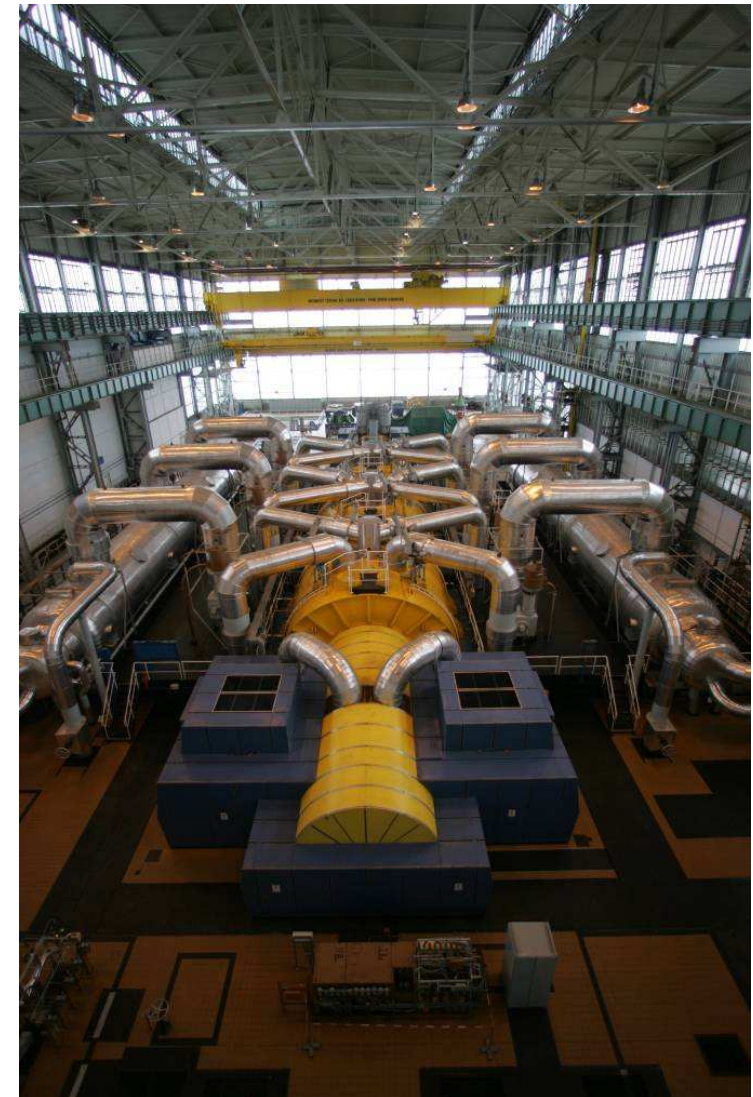


- napájecí nádrž
  - » zajištění vytápění
  - » udržování hladiny
- KČ
  - » postupné odstavování
- vlastní spotřeba bloku
  - » postupné přepínání parních kolektorů



## ODSTAVENÍ TG

- přechod do režimu 2
- aktivace ZWO
- otevření PSK – regulace tlaku v HPK
- snižování výkonu reaktoru
- odstavení separace a regenerace TG
- v provozu mazání ložisek, chlazení kondenzátorů, ucpávkový systém
- uzavření RČA
- zprovoznění natáčecího zařízení





## UVEDENÍ REAKTORU DO PODKRITICKÉHO STAVU

- zvyšování koncentrace  $\text{H}_3\text{BO}_3$
- zavedení OČK
- zasunutí všech klastrů do AZ
- stisknutím tlačítka HO se rozepnou vypínače ROR → přechod do režimu 3



## VYCHLAZOVÁNÍ BLOKU

- postupné vychlazování na 255°C, 145°C, 45°C → postupný přechod z režimu 3 do režimu 6
- odzkoušení uzlu OV a PV KO
- trend vychlazování – do 265°C 10°C/hod, poté max. 30°C /hod
- provedení testů na zařízení
- blokády a zajištění zařízení – EOKO, VT TQ, UE, TB, TX
- pod 60°C odstavení HC Č
- zajištění odvodu zbytkového tepla



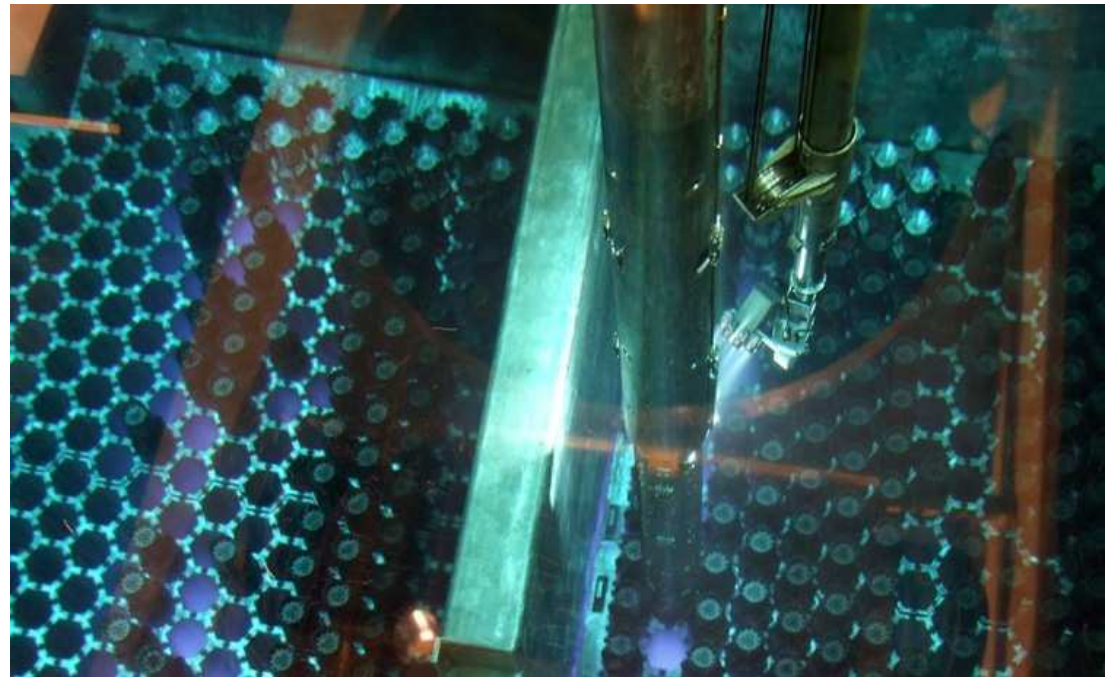
## ODSTÁVKA PRO VÝMĚNU PALIVA

- řídí VGO spolu s odstávkovým týmem
- členové odstávkového týmu : VGO + zástupce, VPSO, SDi, SI, VRB, HT, TTČ, RF, JB, CI-PARP, provoz, provozní režimy
- práce probíhají 24/7
- práce se řídí dle HMG VGO a VPSO, denním plánem ETE
- denní porady v pracovní dny
  - porada SDi
    - VGO + VPSO + dodavatelé LC + další dle potřeby
  - ROP
    - VGO + vedení ETE + další dle potřeby
  - porada VGO
    - OT + další dle potřeby





- zajištění odvodu zbytkového tepla
- zavedení ZAVCIP
- demontáž reaktoru
- snížení hladiny v reaktoru 30 – 40 cm pod HDR, případně na MIDLOOP
- sledování ZIR
- příprava čerstvého paliva v BSČP
- příprava BSVP, zavážecího stroje

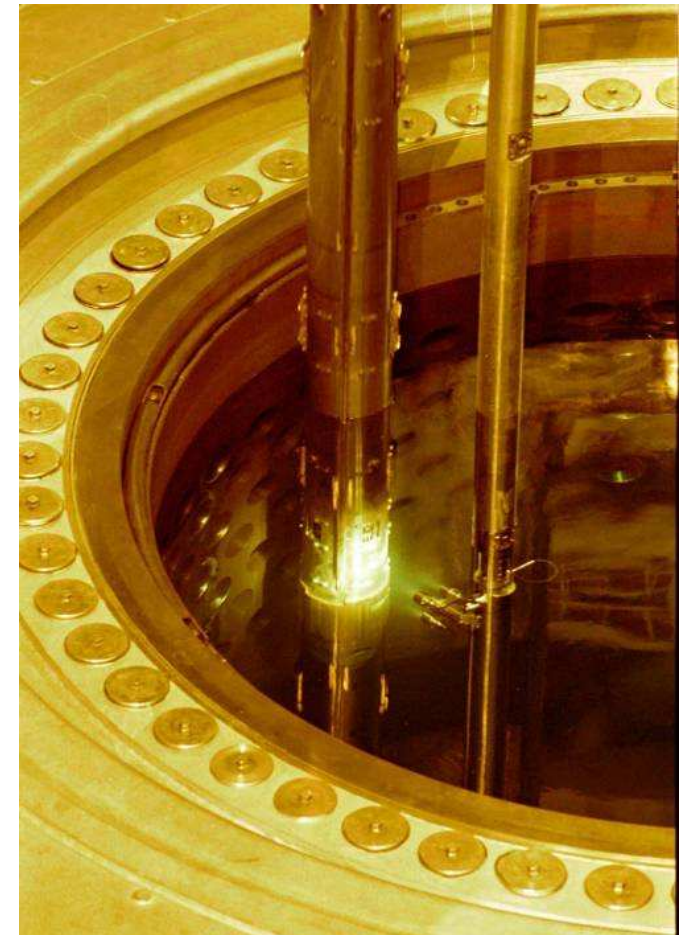
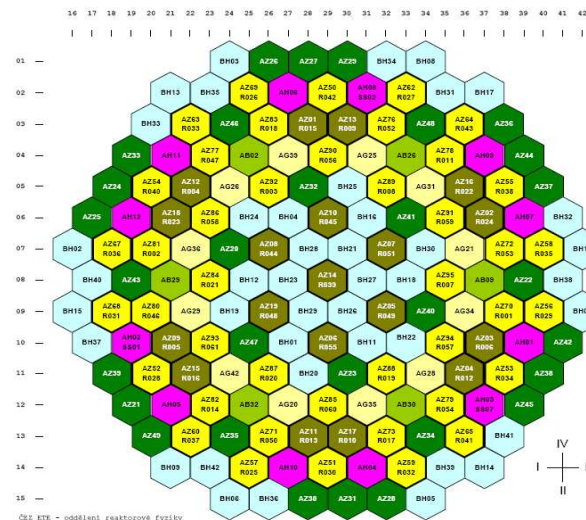






## VÝMĚNA PALIVA

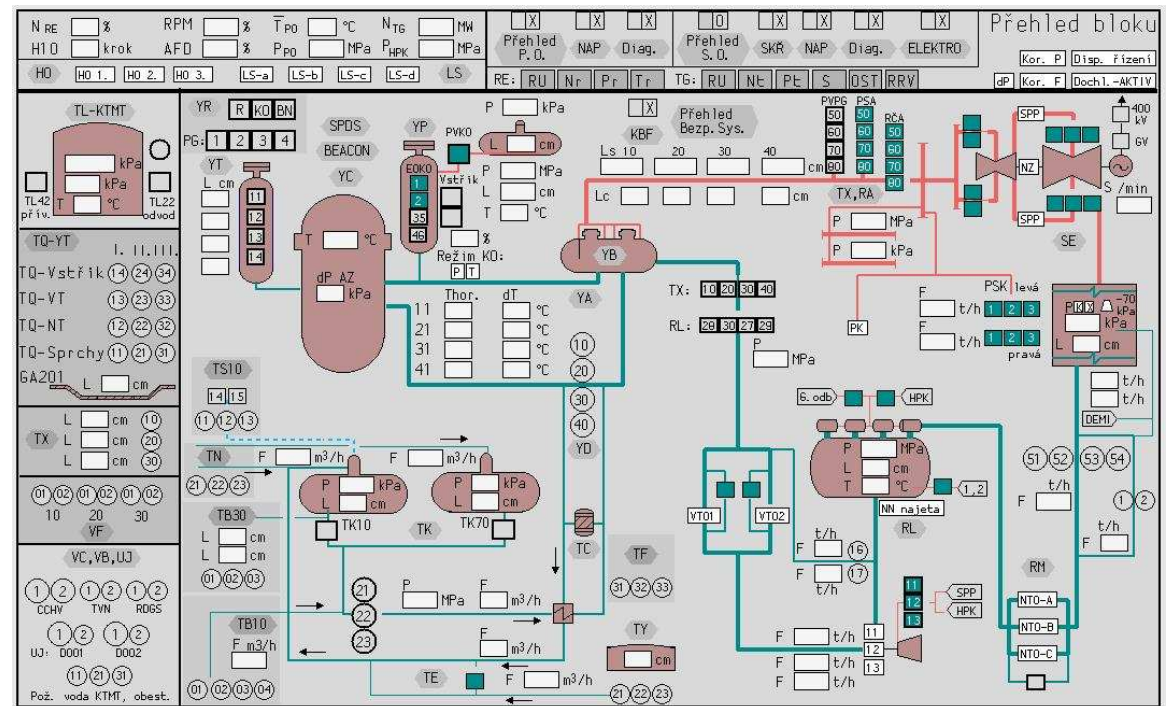
- vyvezení vyhořelého paliva + SIPPING (online, offline)
- kontrola tlakové nádoby reaktoru, vyjmutí svědečných vzorků, vnitřních vestaveb, LKP, HCČ,....
- přeskládání AZ a zavezení čerstvého paliva
- zpětná montáž reaktoru
- zaplombování reaktoru





## DALŠÍ DŮLEŽITÉ ČINNOSTI V ODSTÁVCE

- revize a opravy divizí
- revize HCČ
- kontrola TS trubek PG
- revize turbíny
- revize generátoru
- realizace plánovaných investičních akcí
- úprava provozní dokumentace
- úprava displejů systému UIS







## ZPĚTNÉ NAJETÍ BLOKU

- tlaková zkouška 0,5 MPa
- proplach potrubí II. O.
- tlaková zkouška 3,33 MPa
- ohřev na 145°C a úřední tlakové zkoušky
- ohřev na 255°C
- dosažení MSKS
- postupné zvyšování výkonu R
- najetí TG





# Děkuji za pozornost!

Zdroje:

Učební texty pro přípravu personálu JE

Ing. J. Odehnal – Provoz JE VVER 1000, Brno 2008