

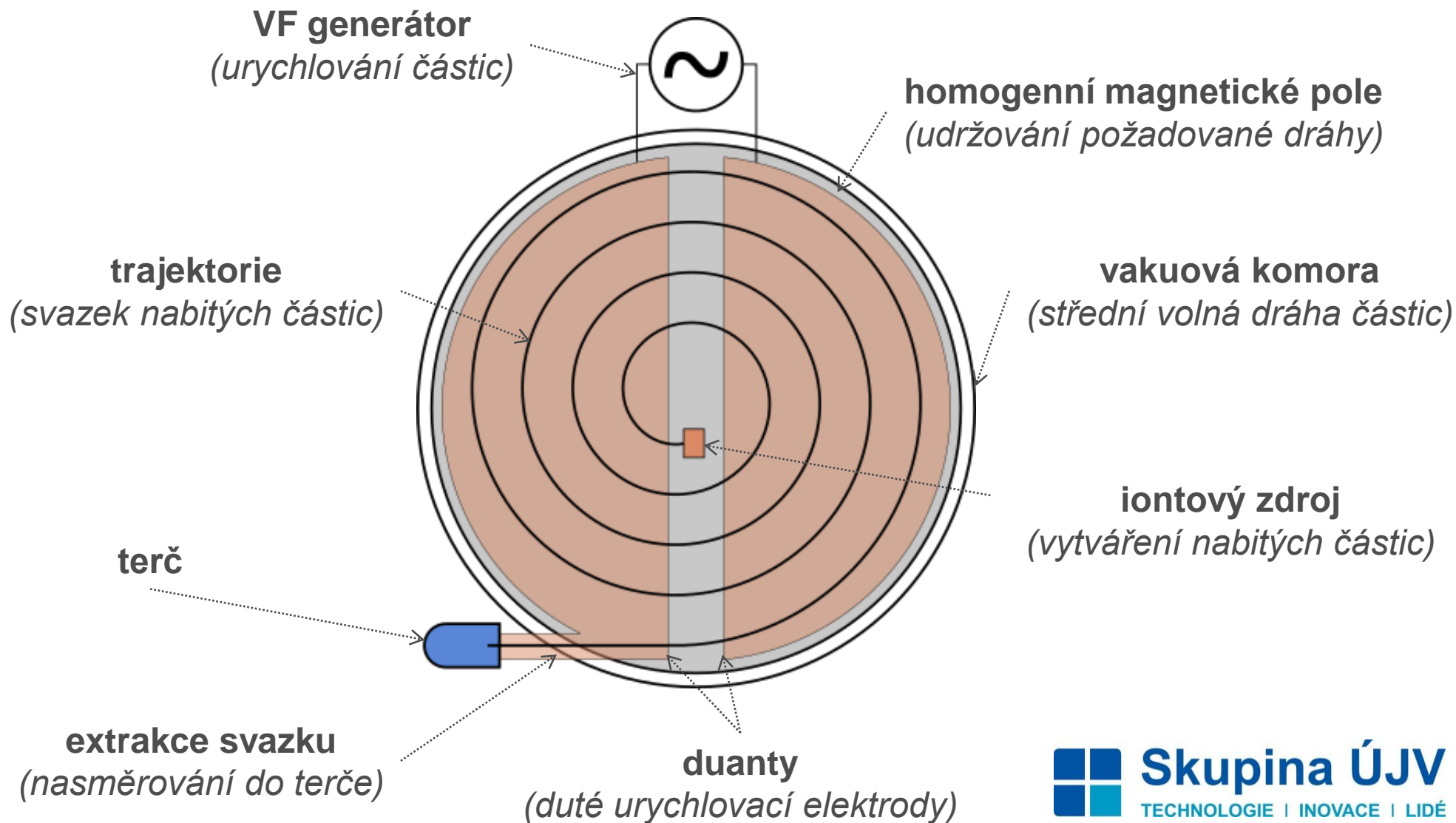


ÚJV Řež, a. s.
Cyklotron
první článek v procesu přípravy radiofarmak
Ing. Miloš Orlík, Ing. Brigita Vargová
14. 4. 2016

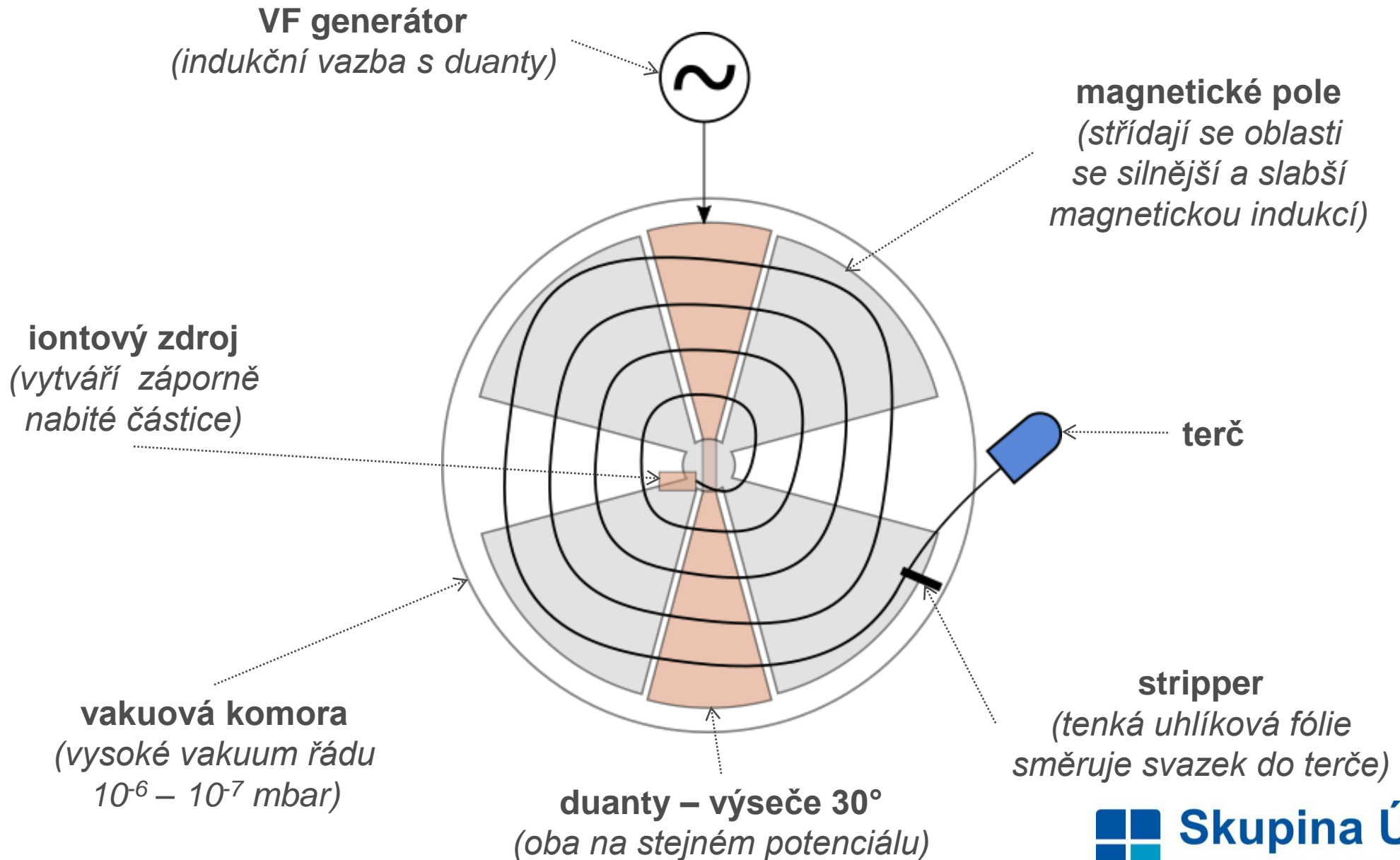
Cyklotron – základní princip



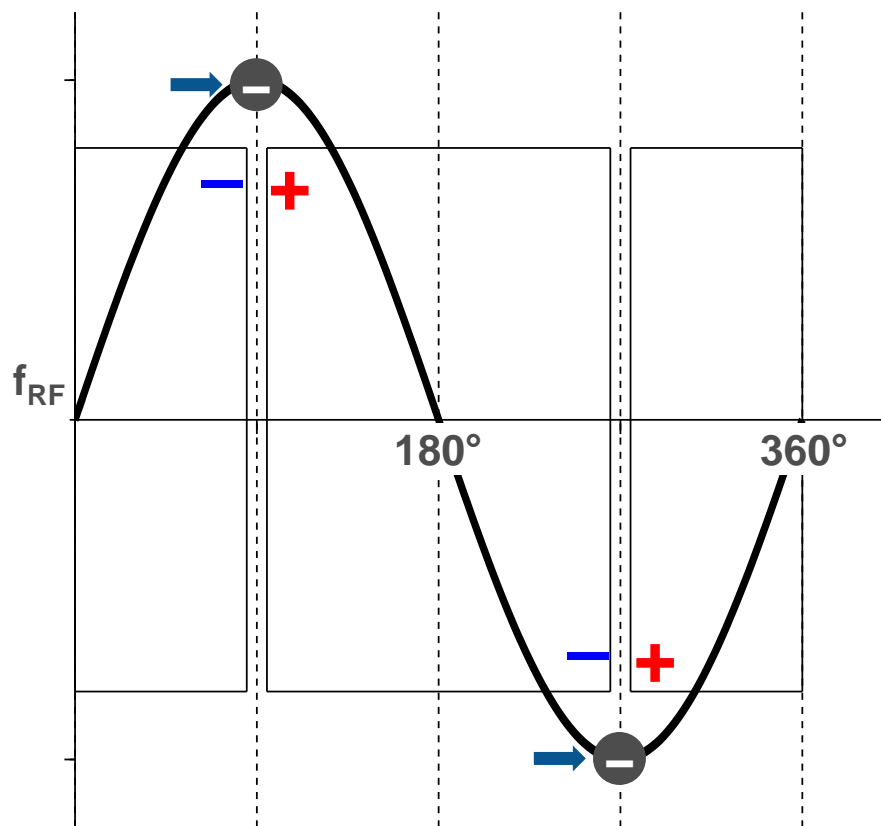
- Vynalezl Ernest Orlando Lawrence kolem roku 1930



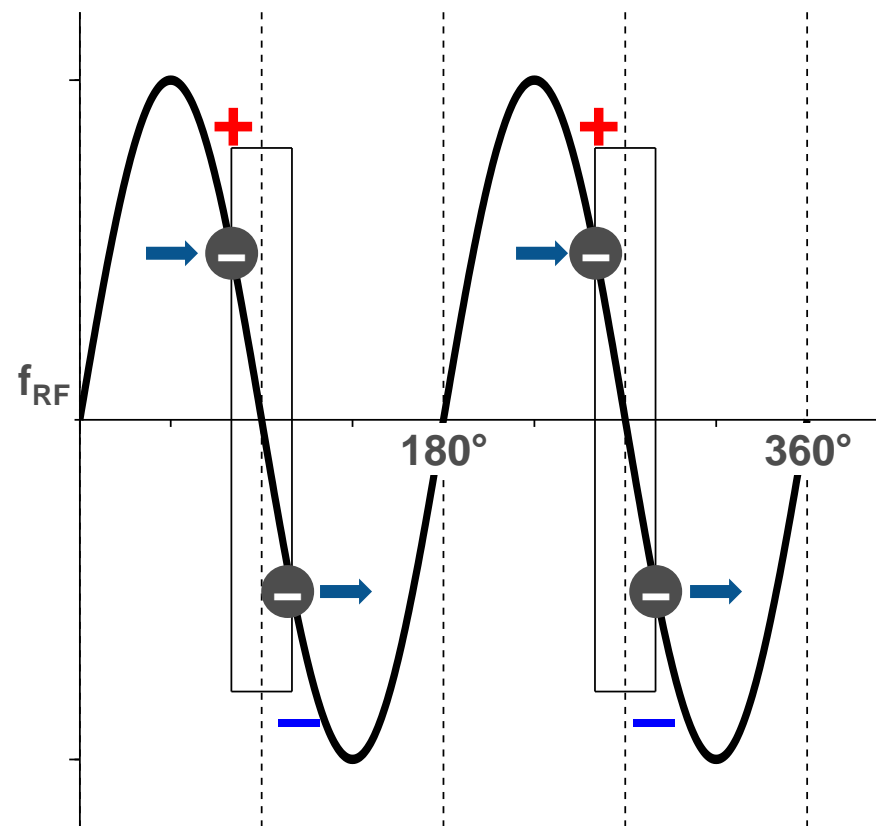
Cyklotron – AVF (azimutal varying field)



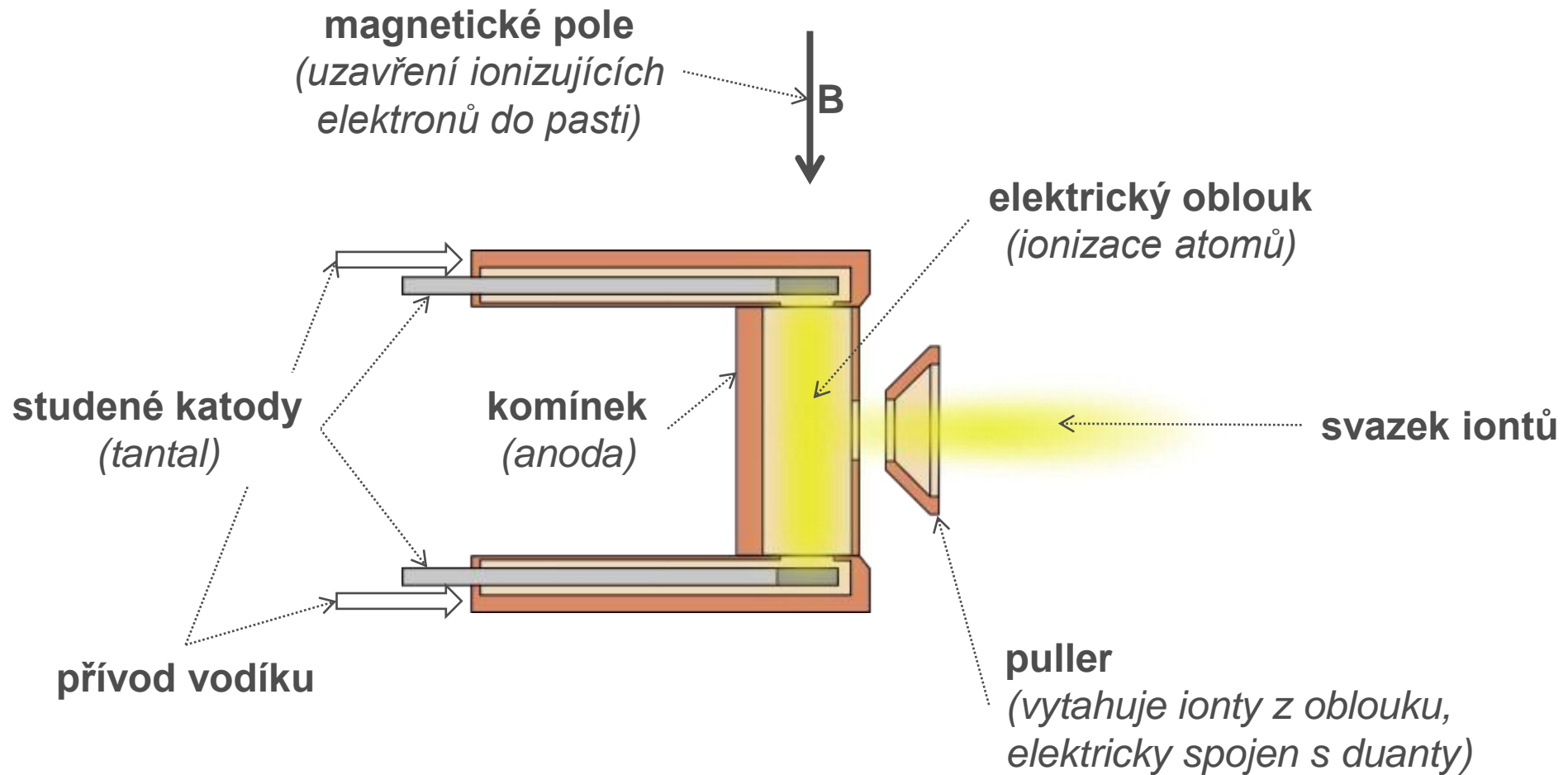
základní cyklotron
(2 urychlovací oblasti)



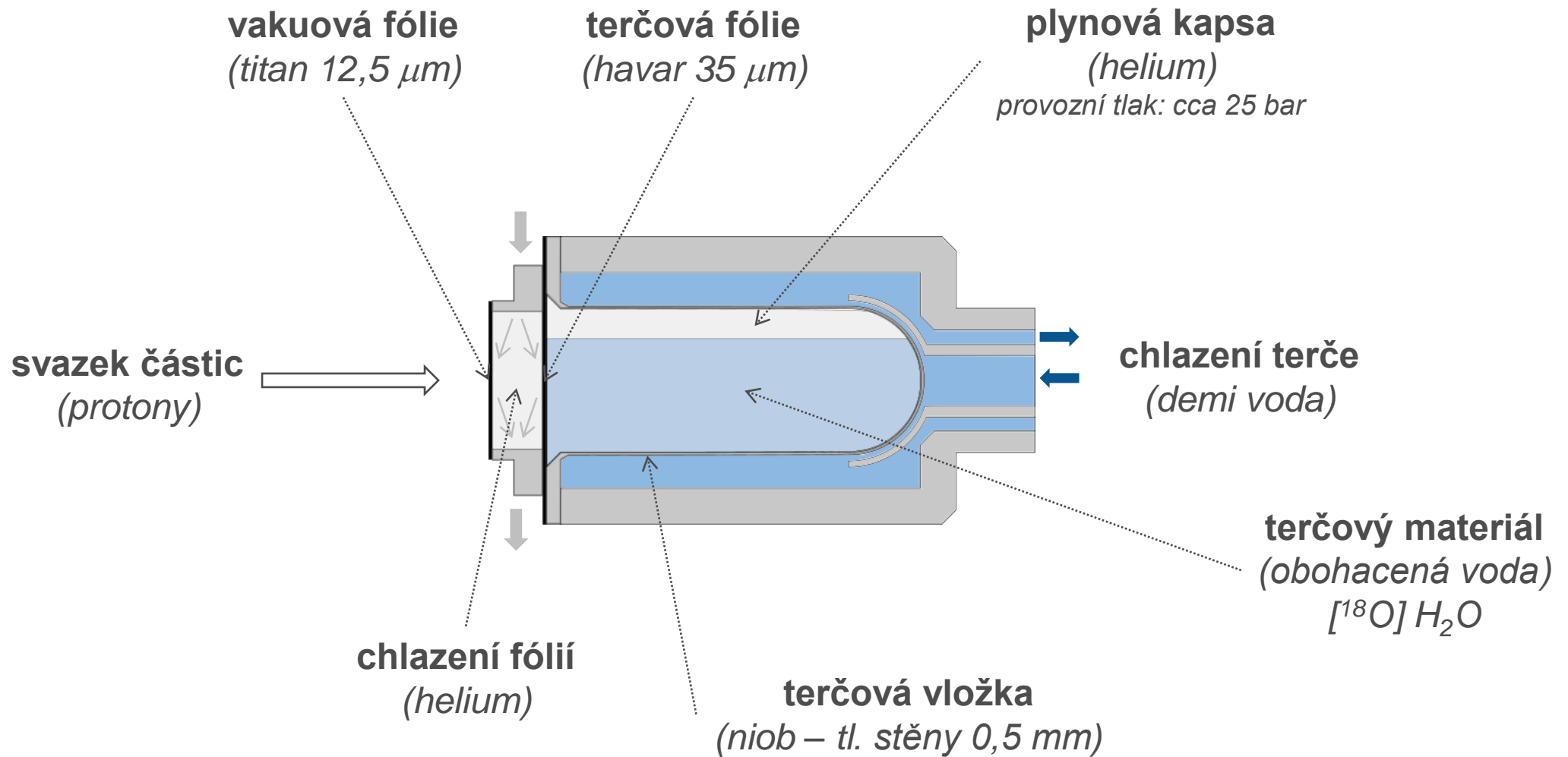
AVF cyklotron
(4 urychlovací oblasti)



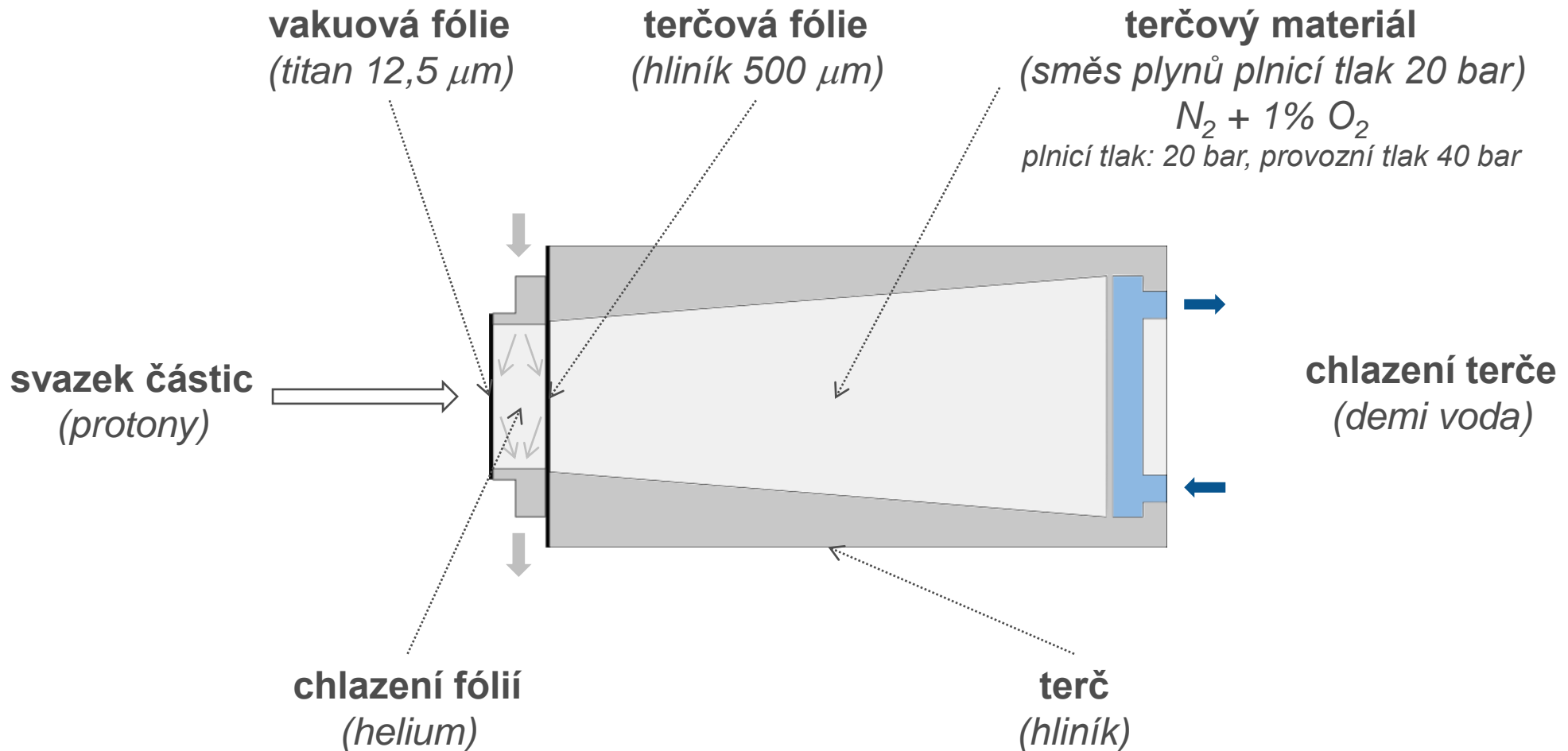
Iontový zdroj (Penning ion gauge)



Kapalinový terč – ^{18}F [^{18}O (p, n) ^{18}F], $T_{1/2}$: 109,8 min.



Plynový terč – ^{11}C [^{14}N (p, α) ^{11}C], $T_{1/2}$: 20,38 min.



Parametry cyklotronu IBA Cyclone® 18/9



- Konstantní energie: protony 18 MeV, deuterony 9 MeV
- Vývody pro terče: 8
- Hmotnost: 25 t
- Rozměry: výška 2,2 m, vnější průměr 2 m
- Klidový příkon: 6 kW / Provozní příkon: 45 kW
- Magnetické pole: 1,35 T (střední hodnota)
- Vakuum: 4x difuzní vývěvy odčerpávané rotační olejovou vývěvou, kontinuální provoz
- Klidové vakuum: 5×10^{-7} mbar / Provozní vakuum: 1×10^{-5} mbar
- Max. proud elektrickým obloukem iontového zdroje: protony 500 mA, deuterony 1 A
- Max. proud svazku: protony 100 μ A, deuterony 40 μ A
- Max. tepelný výkon svazku: protony 1800 W, deuterony 360 W
- Urychlovací napětí: 32 – 40 kV
- Výkon VF generátoru: 12 kW

■ Kapalinové

- ^{18}F – velikosti: 0,5 ml | 62 GBq; 1 ml | 92 GBq; 2,4 ml | 185 GBq; 3,5 ml | 277 GBq; 5 ml | 370 GBq; 6,5 ml | 444 GBq; (*aktivity jsou za 2 h při max. proudu svazku*)
terčový materiál: ^{18}O H₂O, reakce: $^{18}\text{O} (p, n) ^{18}\text{F}$,
chemická forma: $^{18}\text{F}^-$, poločas rozpadu 109,7 min.
- ^{13}N – velikost: 2 ml | 14 GBq / 15 min.
terčový materiál: normální voda + 5 mMol ethanol, reakce: $^{16}\text{O} (p, \alpha) ^{13}\text{N}$,
chemická forma: $^{13}\text{NH}_3$, poločas rozpadu: 9,97 min.

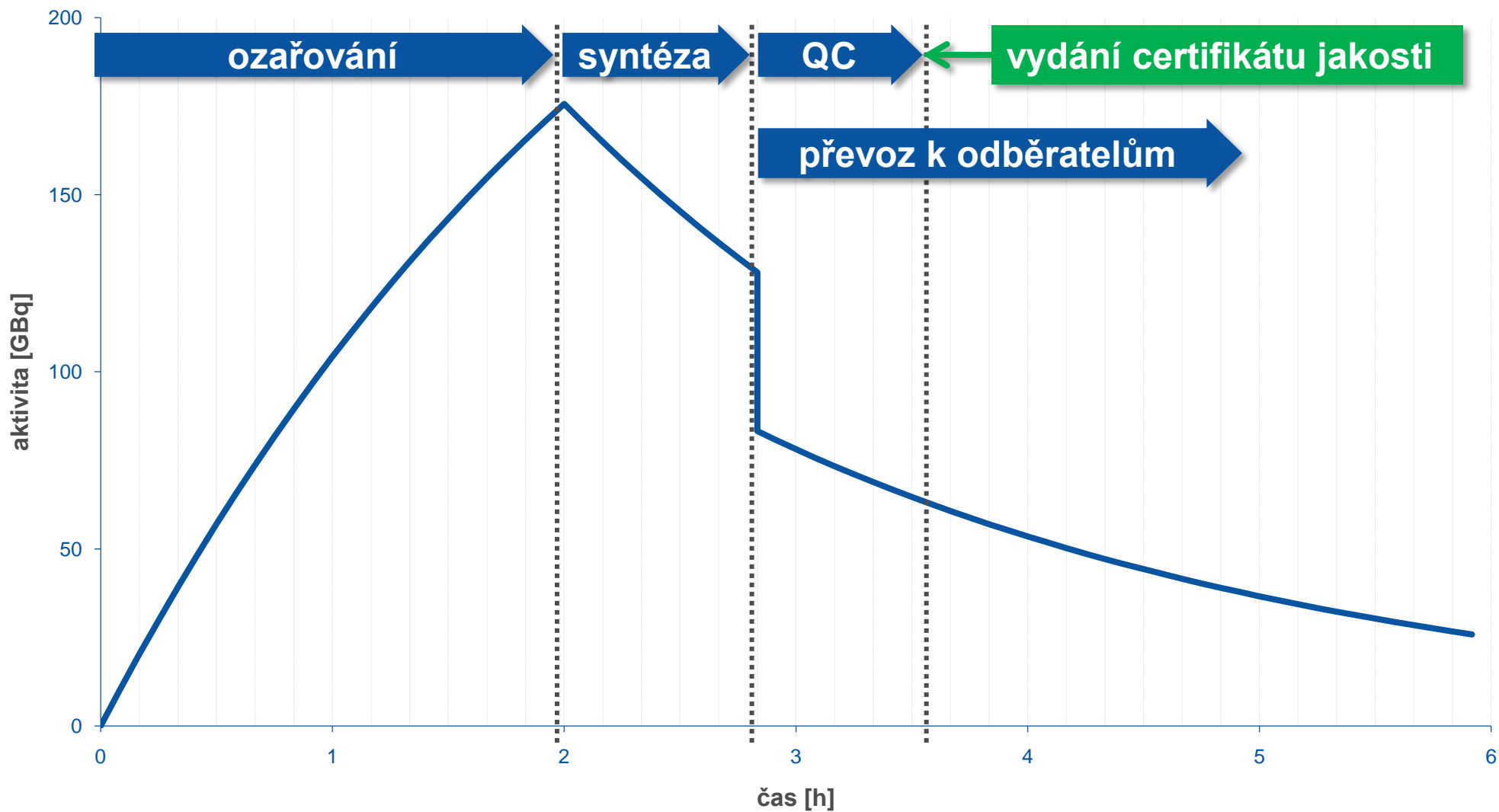
■ Plynové

- ^{11}C – aktivita: 92 GBq / 30 min.
terčový materiál: N₂ + 0,5 – 2 % O₂, reakce $^{14}\text{N} (p, \alpha) ^{11}\text{C}$
chemická forma: CO₂, poločas rozpadu: 20,4 min.
- další radionuklidy: ^{15}O (2 min.), ^{18}F (109,8 min.)

■ Pevné (potřeba externího vývodu)

- radionuklidy: ^{64}Cu (12,8 h), ^{66}Ga (9,49 h), ^{76}Br (16h),
 ^{86}Y (14,7h), ^{89}Zr (78h), ^{124}I (4,18 d)

FDG od cyklotronu k odběrateli



■ Pravidelný servis cyklotronu

- 2 velké 14 denní odstávky (léto, zima)
- 5 malých 3 denních odstávek (víkend + pondělí)

■ Výhoda ÚJV jsou 3 cyklotrony – vzájemná záloha

■ Výměna:

- strippery, katody, komínek, puller, terčové fólie, transportní teflonové trasy, olej ve vývěvách

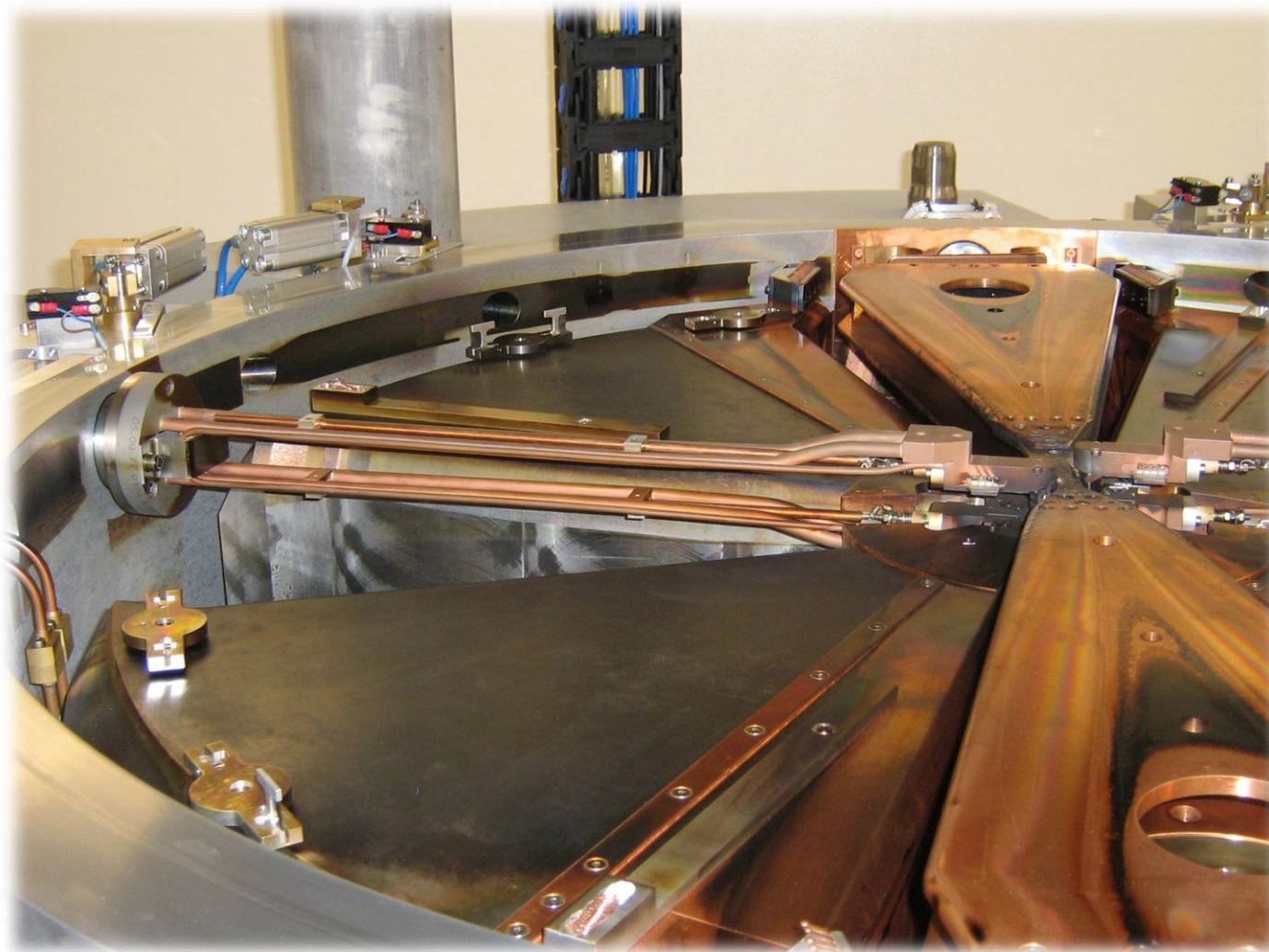
■ Radiační degradace (neutronové, gama záření)

- elektronika, plastové díly

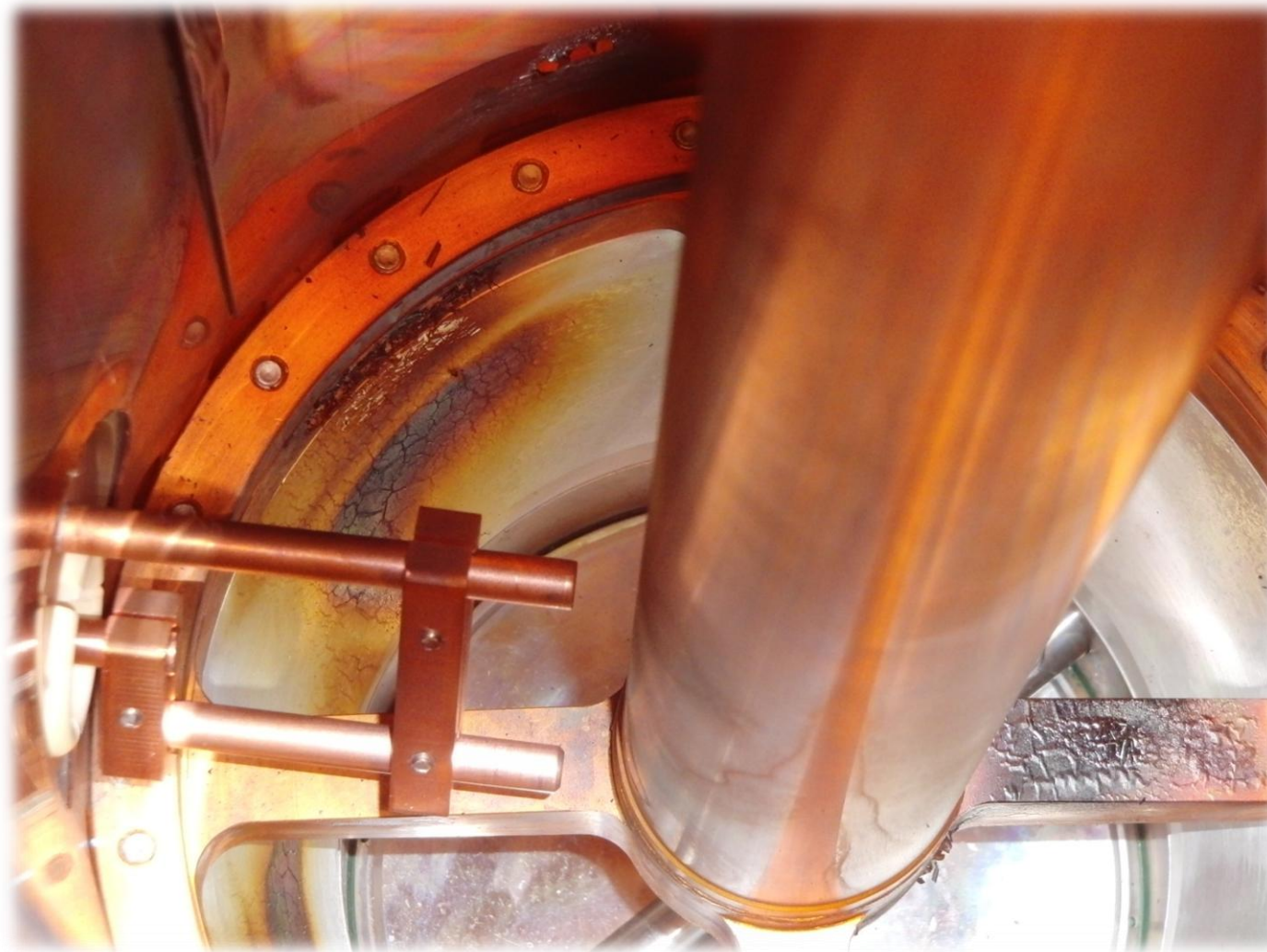
Fotografie – cyklotron



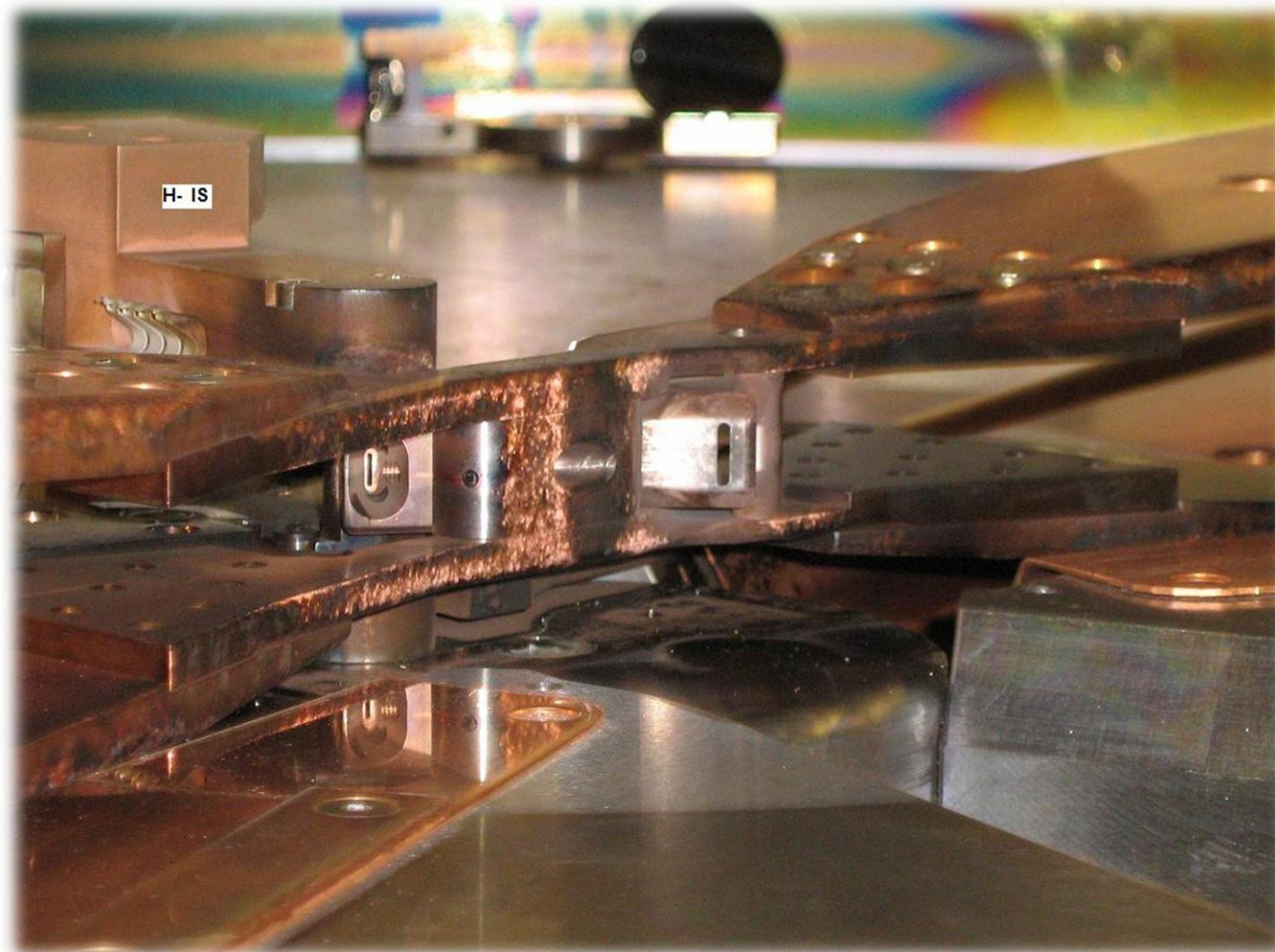
Fotografie – uvnitř cyklotronu



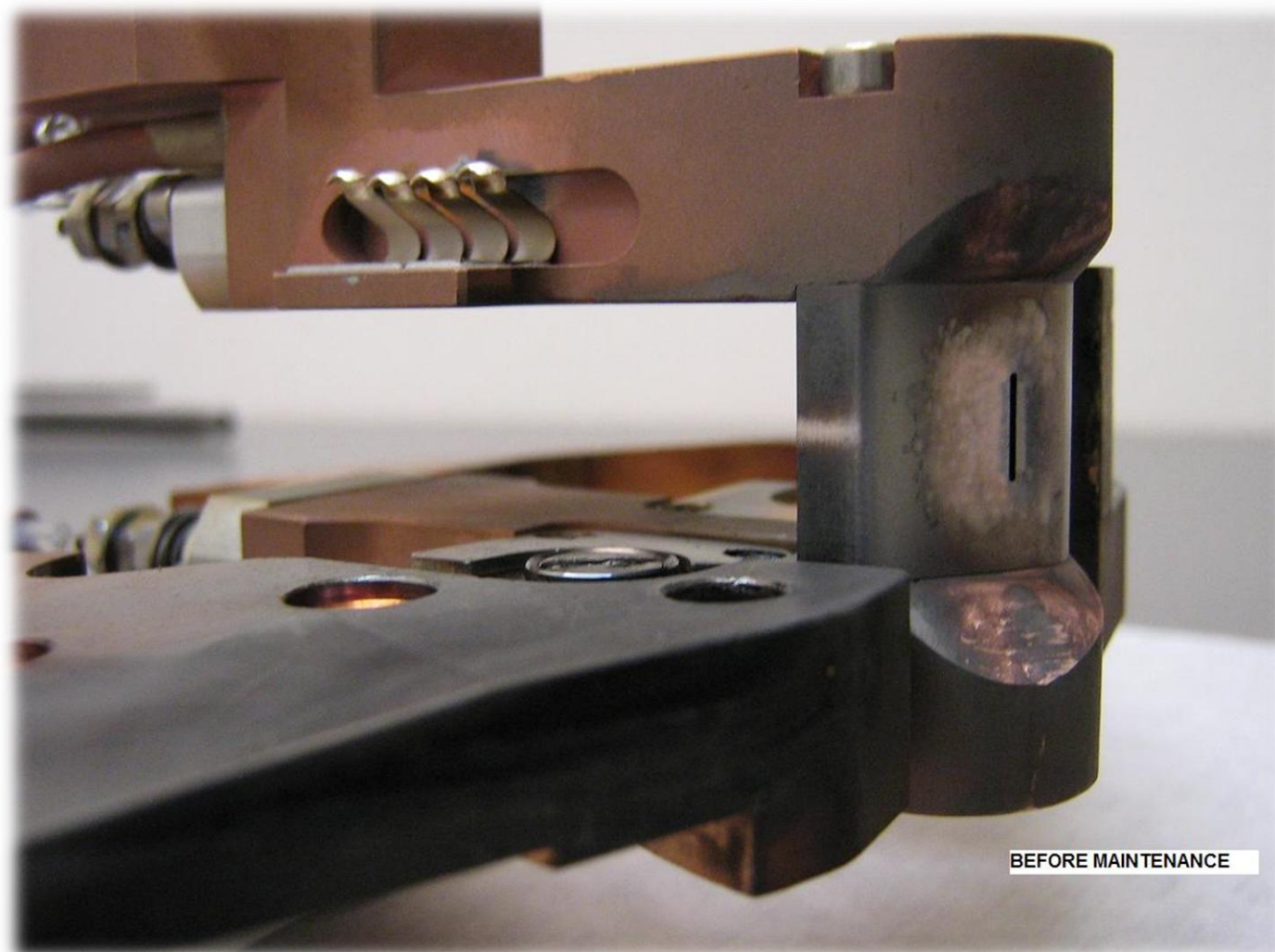
Fotografie – detail antény VF generátoru



Fotografie – detail centrálního regionu



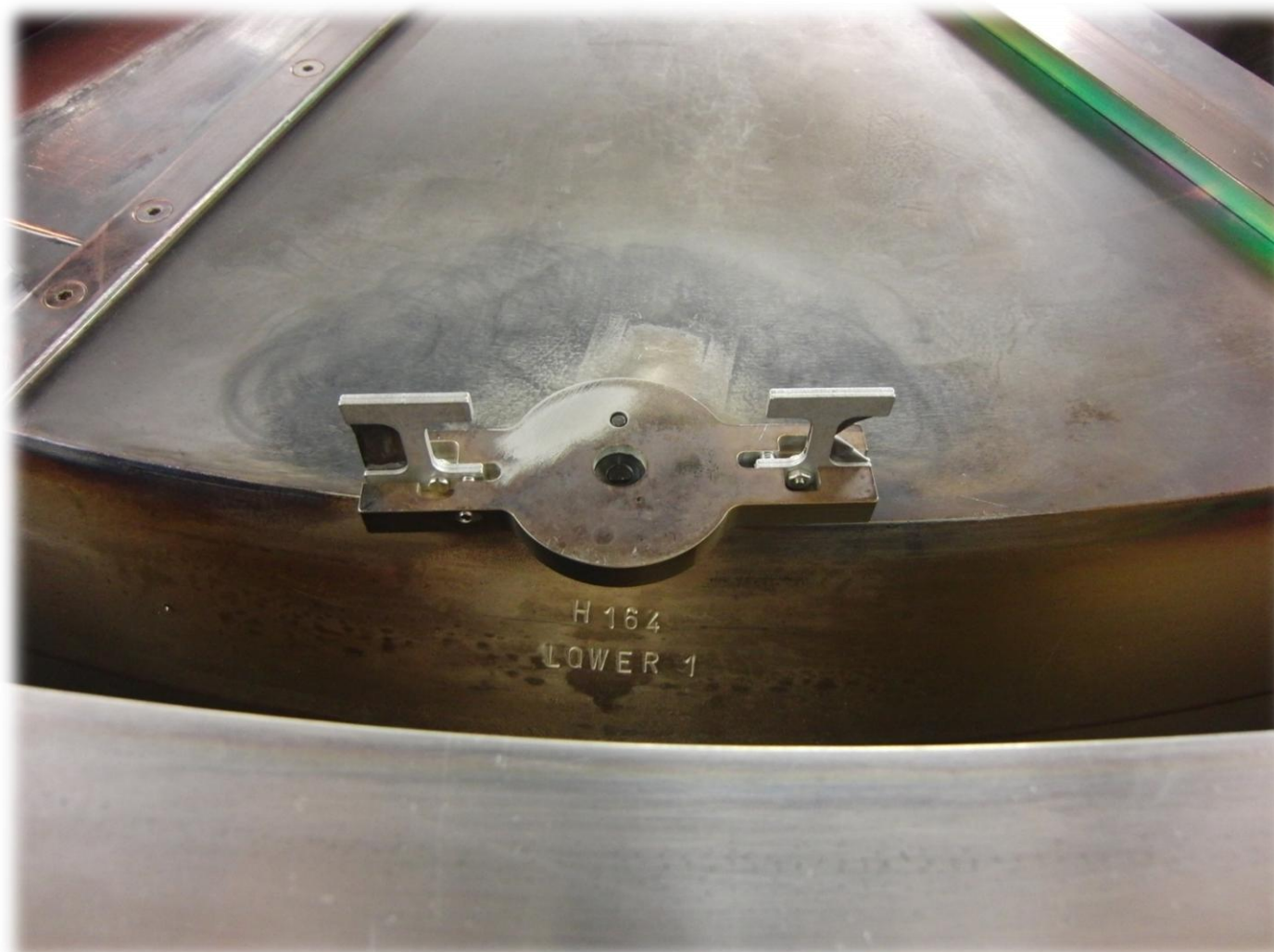
Fotografie – detail iontového zdroje



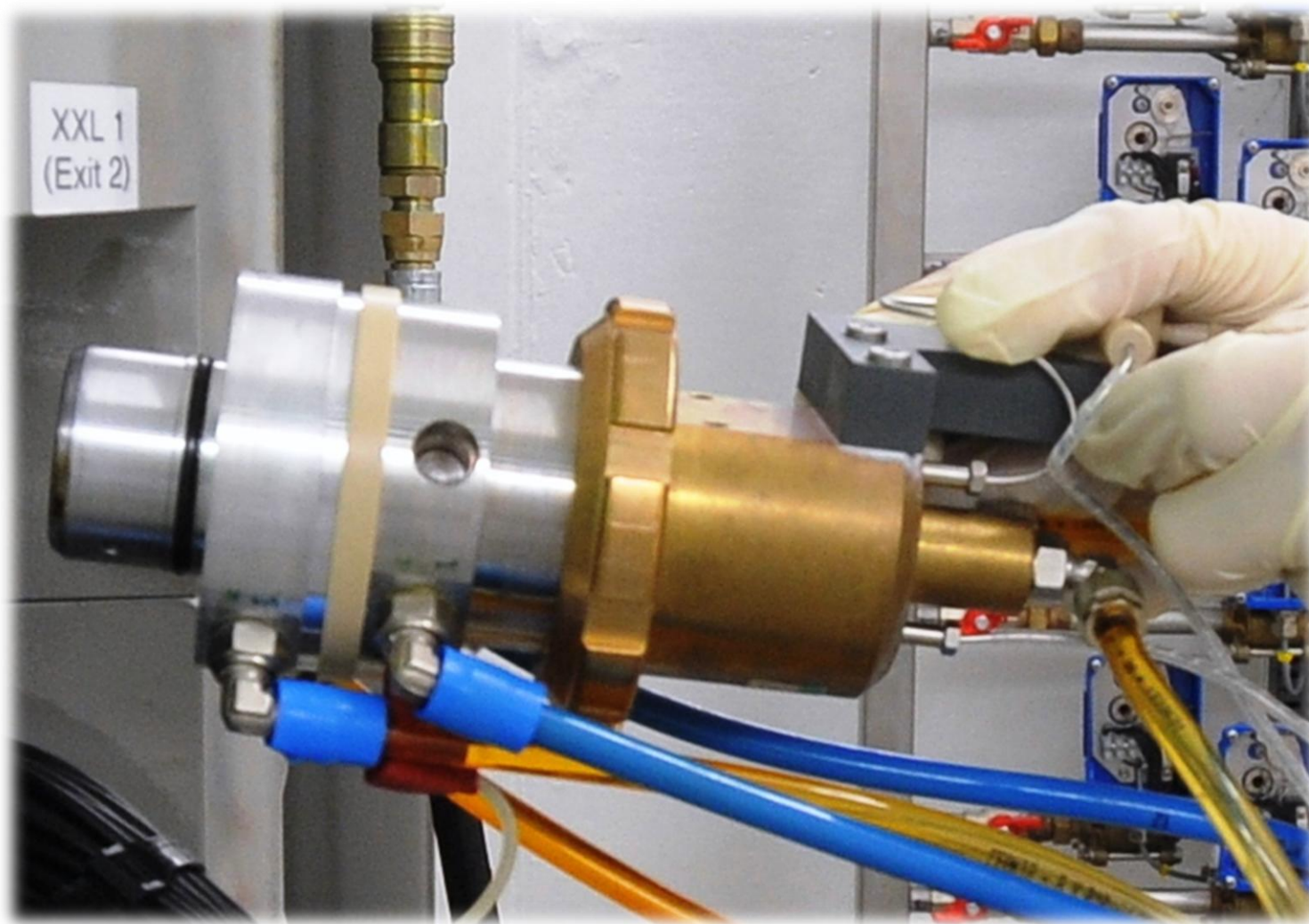
Fotografie – tantalová katoda



Fotografie – karusel se strippery



Fotografie – kapalinový terč [^{18}F]



Děkuji Vám za pozornost.