

**„200kV rastrovací prozařovací mikroskop pro kryo-elektronovou mikroskopii“  
Příloha č. 1 - Technické podmínky**

**Typové označení přístroje**

*Glacios 2*

**Základní požadavky zadavatele**

Předmětem plnění veřejné zakázky je dodání 200kV rastrovacího prozařovacího elektronového mikroskopu pro kryo-elektronovou mikroskopii.

<p><b>Požadované technické a funkční vlastnosti:</b> (Nabídka uchazeče musí splňovat všechny níže uvedené požadavky)</p>	<p><b>Povinný parametr</b></p>	<p><b>Minimální hodnota</b></p>	<p><b>Nabídka uchazeče</b> (Uchazeč uvede ANO/NE., uvede splnění požadovaného parametru ověřitelným způsobem, např. detailním popisem konkrétním odkazem na technické listy, výkresy apod.)</p>
<p>Dodaný rastrovací prozařovací elektronový mikroskop a všechny jeho periferní součásti (mimo chladícího zařízení) musí být umístitelné do ideální jedné poloviny místnosti 1S119 budovy E35 (UKB Bohunice, Brno) tak, aby byly dodrženy nejnižší povolené vzdálenosti jednotlivých částí zařízení a zároveň byly umožněny veškeré servisní úkony na přístroji.</p>	<p align="center">ano</p>	<p align="center">ano</p>	<p align="center"><i>Ano</i></p>
<p>Předmětem zakázky je dodání nového rastrovacího prozařovacího elektronového mikroskopu, jehož všechny součásti byly vyrobeny v roce 2022 nebo později.</p>	<p align="center">ano</p>	<p align="center">ano</p>	<p align="center"><i>Ano</i></p>



Dlouhodobá stabilita mikroskopu: Při nastavení elektronového svazku bez přítomnosti vzorku na  $20\text{-}100\text{e}^{-}\text{A}^{-2}$  je  $2 \cdot (C_{\max} - C_{\min}) / (C_{\max} + C_{\min}) < 0.1$ , kde  $C_{\max}$  je maximální hodnota průměru počtu "countů" na detektoru o minimální velikosti 2048x2048 pixelů v rámci 8-hodinové kontinuálního měření s maximálním rozestupem mezi jednotlivými měřeními kratším než 30 minut a  $C_{\min}$  je minimální hodnota průměru počtu "countů" měřená v rámci stejného experimentu. **Dodavatel doloží splnění tohoto parametru protokolem s měřením hodnot intenzity osvětlení podobu 8 hodin s rozestupem mezi měřenými hodnotami kratším než 30 minut. Během akceptace přístroje musí být dosaženo stejných nebo lepších výsledků.**

ano

ano

*Ano, viz příložený dokument "Dlouhodobá stabilita mikroskopu\_protokol s měřením.pdf".*

Minimální rozsah urychlovacích napětí je 80 – 200 kV.

ano

ano

*Ano*

Mikroskop je seřízen pro práci minimálně při 200 kV.

ano

ano

*Ano*

Minimální rozlišení mikroskopu podle Yangova experimentu na vzorku zlatých nanočástic na tenké uhlíkové folii musí být 0.25 nm nebo lepší.

ano

ano

*Ano*

Mikroskop je vybaven plně automatickým bezolejových vakuových systémem schopným poskytnout stabilní podmínky pro pozorování za kryo-podmínek po dobu minimálně 24 hodin nebo delší.

ano

ano

*Ano*

Mikroskop je vybaven antikontaminačním zařízením (cryobox) v tubusu mikroskopu.

ano

ano

*Ano*

Kontaminace vzorku uvnitř mikroskopu: Pokles intenzity při zobrazování na tenké uhlíkové membráně při měření za kryopodmínek (~100K) je menší než 5% za 24 hodin. **Dodavatel doloží splnění tohoto parametru měřením poklesu transmise na tenké uhlíkové membráně po dobu 24 hodin v intervalu nejméně dvou hodin. Během akceptace přístroje musí být dosaženo stejných nebo lepších výsledků.**

ano

ano

*Ano, viz příložený dokument "Kontaminace vzorku uvnitř mikroskopu\_pokles transmise\_protokol s měřením.pdf"*

Mikroskop je vybaven čtyř-stupňovým systémem magnetických čoček skládajícím se z čočky kondenzoru, čočky objektivu, polarizační čočky a čočky stigmatoru. Čočky umožňují provoz mikroskopu v transmisním (TEM), difrakčním, skenovacím transmisním (STEM) režimu.

ano

ano

*Ano*

V režimu TEM mikroskop umožňuje semi nebo plně automatické základní seřízení obsahující minimálně funkce: 1. centrování C2 clony, 2. nastavení Eucentrické výšky vzorku, 3. automatické ostření, 4. korekce astigmatismu objektivové čočky, 8. centrování paprsku (tzv „beam-shift“), 9. seřízení úhlu paprsku vůči objektivové čočce (tzv. „beam tilt pivot points alignment“), a 10. korekce koma aberace (tzv. Coma-free alignment).

ano

ano

*Ano*

Automatická změna konfigurace při přepínání mezi jednotlivými režimy (TEM, ED, STEM).

ano

ano

*Ano*

Součástí dodávky je kompletní nastavení (alignment) mikroskopu pro všechny dostupné rozsahy zvětšení v STEM režimu.

ano

ano

*Ano*

Sférická aberace objektivové čočky musí být 2.7 mm nebo lepší.

ano

ano

*Ano*

Zvětšovací systém mikroskopu poskytuje neotočený obraz se zvětšením v rozmezí minimálně 60x – 600.000x.

ano

ano

*Ano*

Plně motorizovaný mechanismus ovládání C2, objektivové a SA clony.

ano

ano

*Ano*

Mikroskop musí být vybaven automatickým systémem pro vkládání minimálně osmi 3mm TEM mřížek najednou během jediného narušení vakuového systému mikroskopu, který umožňuje dlouhodobé uchování vzorku uvnitř vakuového systému mikroskopu za kryo-podmínek (~100K) po dobu minimálně 7 dní a více.

ano

ano

*Ano*

Součástí dodávky je stanice pro přenos vzorku do mikroskopu včetně veškerého nezbytného příslušenství pro vložení vzorku do mikroskopu.

ano

ano

*Ano*

Plně automatický počítačem řízený kryogenní stolek mikroskopu umožňující posun v X,Y v rozsahu minimálně  $\pm 1\text{mm}$  a v Z minimálně  $\pm 0.375\text{mm}$ . Stolek musí umožňovat reprodukovatelný posun na definovanou pozici s přesností  $< 0.5\mu\text{m}$  v horizontálních směrech (X,Y). Stolek mikroskopu musí umožňovat počítačem řízené naklánění vzorku v jedné ose pro účely elektronové tomografie. Vzorek musí být možné naklánět v jedné ose minimálně v rozsahu  $-70^\circ$  až  $+70^\circ$ .

ano

ano

*Ano*

Drift vzorku při měření za kryo-podmínek (~100K) je nižší než 1.0nm/s po 5 minutách od vložení vzorku na stolek mikroskopu, menší než 0.5nm/s po 15 minutách od vložení vzorku a menší 0.2nm/s po 30 minutách od vložení vzorku na stolek mikroskopu. **Dodavatel doloží protokol o měření driftu vzorku za kryo-podmínek (~100K), a to po 1, 3, 5, 7, 10, 15, 20, 30, 60 minutách po vložení vzorku na stolek mikroskopu. Součástí protokolu je popis metodologie použité k získání uvedených hodnot. Během akceptace přístroje musí být dosaženo stejných nebo lepších výsledků.**

Mikroskop je vybaven přímým detektorem elektronů (DED) se senzorem o velikosti minimálně 4000 x 4000 pixelů pracujícím v režimu počítání jednotlivých elektronů ("electron counting") s frekvencí minimálně 320 snímků za sekundu a vyčítací frekvencí minimálně 75 mikrografů za sekundu. Citlivost DED vyjádřená pomocí detective quantum efficiency (DQE) při 200kV je minimálně 0.9 pro nulovou frekvenci, 0.6 pro 0.5xNyquistovy frekvence a 0.3 pro Nyquistovu frekvenci.

Maximální velikost kontinuální části DED senzoru s nefunkčními pixely je 50 pixelů. Celkový počet nefunkčních pixelů v rámci celého čipu nepřesahuje 1% celkového počtu pixelů.

Součástí DED je úložiště o kapacitě minimálně 50 TB s 10Gb připojením optickými vlákny pro rychlý přenos dat

Mikroskop je vybaven CMOS kamerou s velikostí senzoru minimálně 4k x 4k pixelů. DQE kamery při 200kV pro 0.5 Nyquistovy frekvence je vyšší než 0.08.

ano

ano

*Ano, viz příložený dokument "Drift vzorku za kryo podmínek\_protokol s měřením.pdf"*

ano

ano

*Ano*

ano

ano

*Ano*

ano

ano

*Ano*

ano

ano

*Ano*

Bright-field, dark-field a HAADF detektory pro STEM. Konstrukce a umístění detektorů umožňuje simultání sběr dat ze všech detektorů najednou.

ano

ano

*Ano*

Software pro plně automatický sběr dat pro "single particle analysis" na více TEM mřížkách najednou bez nutnosti interakce uživatele s mikroskopem. Dodaný software umožňuje minimálně: automatické naměření přehledového obrazu všech TEM mřížek; volbu oblasti pro měření na základě tloušťky vrstvy ledu; minimálně funkce automatického nastavení (alignmentu) stigmatoru a koma aberace objektivové čočky mikroskopu; funkce automatického nastavení vzorku do eucentrické pozice; funkce automatického ostření; funkce měření na více místech vzorku bez mechanického posunu stolku (beam/image shift acquisition); funkce kompenzace náklonu elektronového svazku při měření s image/beam shiftem (kompenzace koma aberace při měření s image/beam shiftem).

ano

ano

*Ano*

Software pro plně automatický sběr dat pomocí kryo-elektronové tomografie v TEM ("cryo-ET") i STEM režimu ("cryo-STEM tomography"). Dodaný software umožňuje minimálně: naměření přehledové mapy celé TEM mřížky; funkce automatického nastavení eucentrické pozice; funkce automatického ostření; funkce automatické korekce astigmatismu objektivové čočky a koma aberace; možnost měření více tomografických serií paralelně pomocí image/beam shift elektronového svazku; kompenzace koma aberace při měření s image/beam shiftem.

ano

ano

*Ano*

Software pro měření STEM dat splňující minimálně následující požadavky: plná integrace všech dodávaných STEM detektorů; možnost paralelního měření dat ze všech detektorů; možnost ostření a korekce astigmatismu na definované pod-oblasti obrazu ("reduced area").

ano

ano

*Ano*

Minimálně jedna licence na software umožňující korelaci a navigaci TEM dat s daty z FIB/SEM mikroskopu nebo fluorescence mikroskopu.

ano

ano

*Ano*

Plně vybavený ovládací počítač.

ano

ano

*Ano*