

Kroužek Elektronové mikroskopie na Biskupském gymnáziu Brno.

Elektronový mikroskop v kriminalistice (1)

(Snímky byly pořízeny elektronovým mikroskopem Phenom zapůjčeným firmou FEI)

Obezřetnější pachatelé trestných činů se snaží nezanechat na místě činu stopy, které by mohli vést k jejich odhalení. Existují však stopy, které pachatel na místě činu zanechá, aniž by si je uvědomil. Jsou to stopy, které unikají jeho pozornosti, protože je nevidí. Jsou totiž tak malé. Odborně se jim říká **mikrostopy**.

Rozvoj zkoumání mikrostop začíná po 2. světové válce. Dochází totiž k rozmachu vědy a techniky a kriminalisté dostávají do rukou dokonalejší přístroje. Mikrostopy nemůžeme pozorovat pouze očima. Ne nadarmo se správný detektiv zobrazuje s lupou v ruce. Optické mikroskopy se záhy staly nepostradatelnou pomůckou kriminalisty. Ještě větší možnosti nabízí elektronový mikroskop. Dokáže zachytit mnohem menší detaily a dokonce může poskytnout i chemickou analýzu nepatrných objektů.

Podívejme se, jaké mikrostopy v něm můžeme pozorovat:

a) Pylová zrníčka

Pylová zrníčka různých rostlin se od sebe navzájem liší. Studium pylových zrníček se zabývá **palynologie**.

b) Chlupy

Může se jednat o chlupy zvířecí nebo lidské (vlasy). Opět některé živočišné druhy mají specifické chlupy a je možné je identifikovat. Lze rovněž odlišit lidský vlas od zvířecího chlupu. Studium chlupů se zabývá **trichologie**.

c) Vlákna

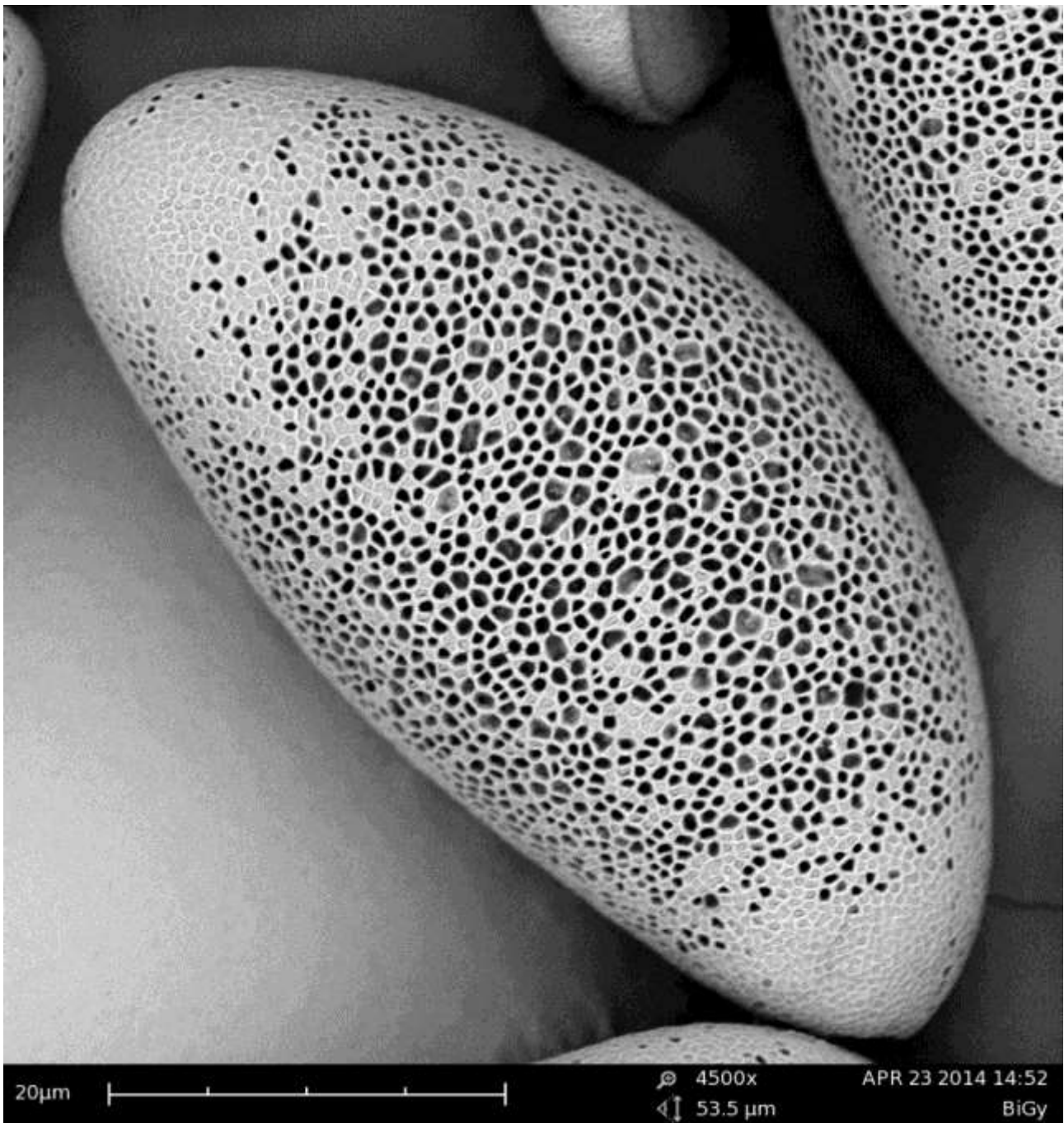
Vlákna různých textilií z různých materiálů mohou být zdrojem cenných informací. Vlákna mohou být rostlinného nebo živočišného původu, nebo to mohou být umělá vlákna.

d) Mechanické mikrostopy

Na různých objektech zůstávají mechanické stopy nástrojů, otěry barvy, na střele stopy po rýhování hlavně a podobně. Těmito stopami se zabývá **mechanoskopie**.

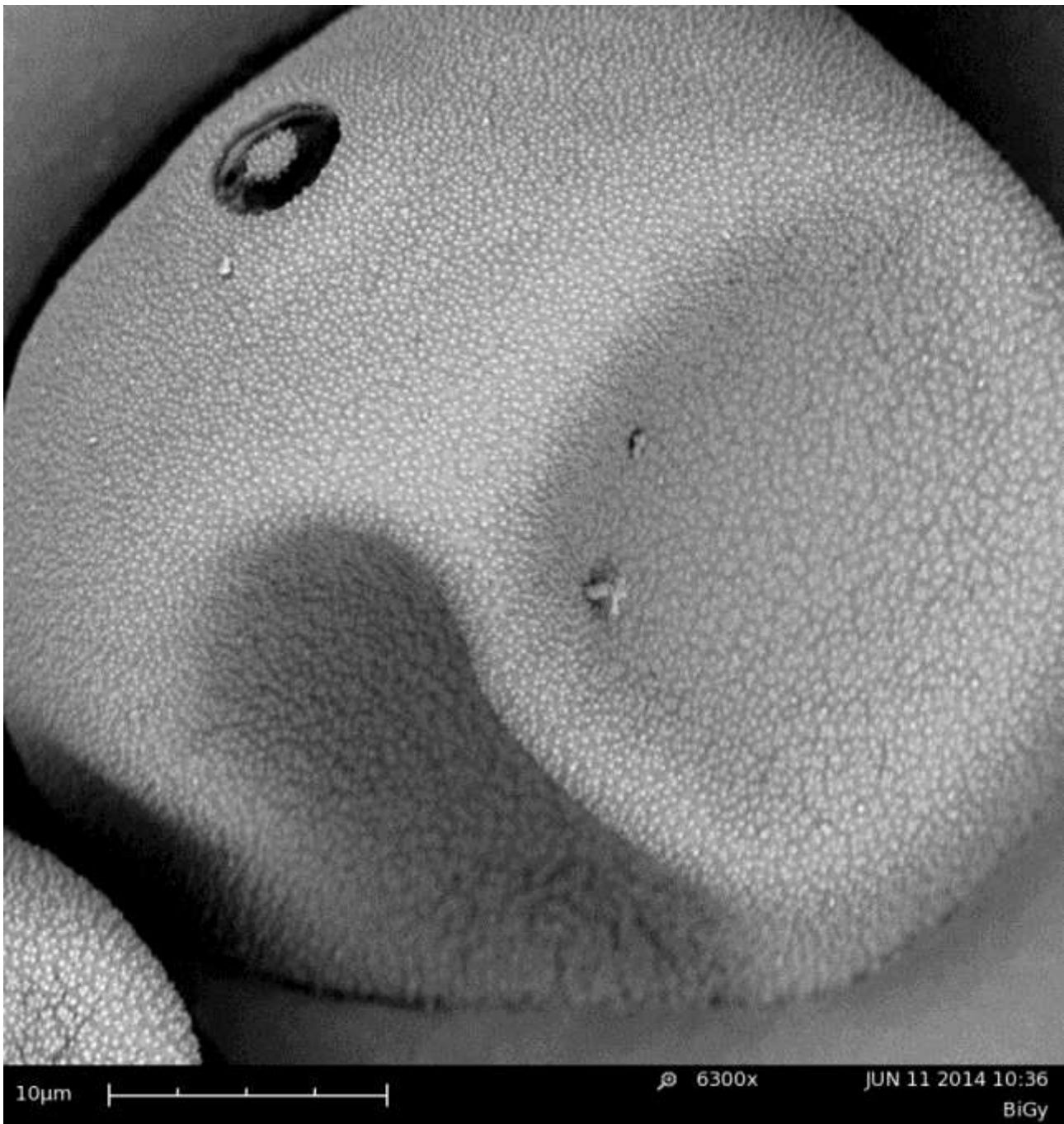
e) Rozsivky

Rozsivky jsou mikroskopické jednobuněčné hnědé řasy a patří mezi jedny z nejrozšířenějších organismů na naší planetě. Každá vodní nádrž či vodní tok má vlastní společenstvo rozsivek. Toho můžeme využít k lokalizaci původu vzorku.



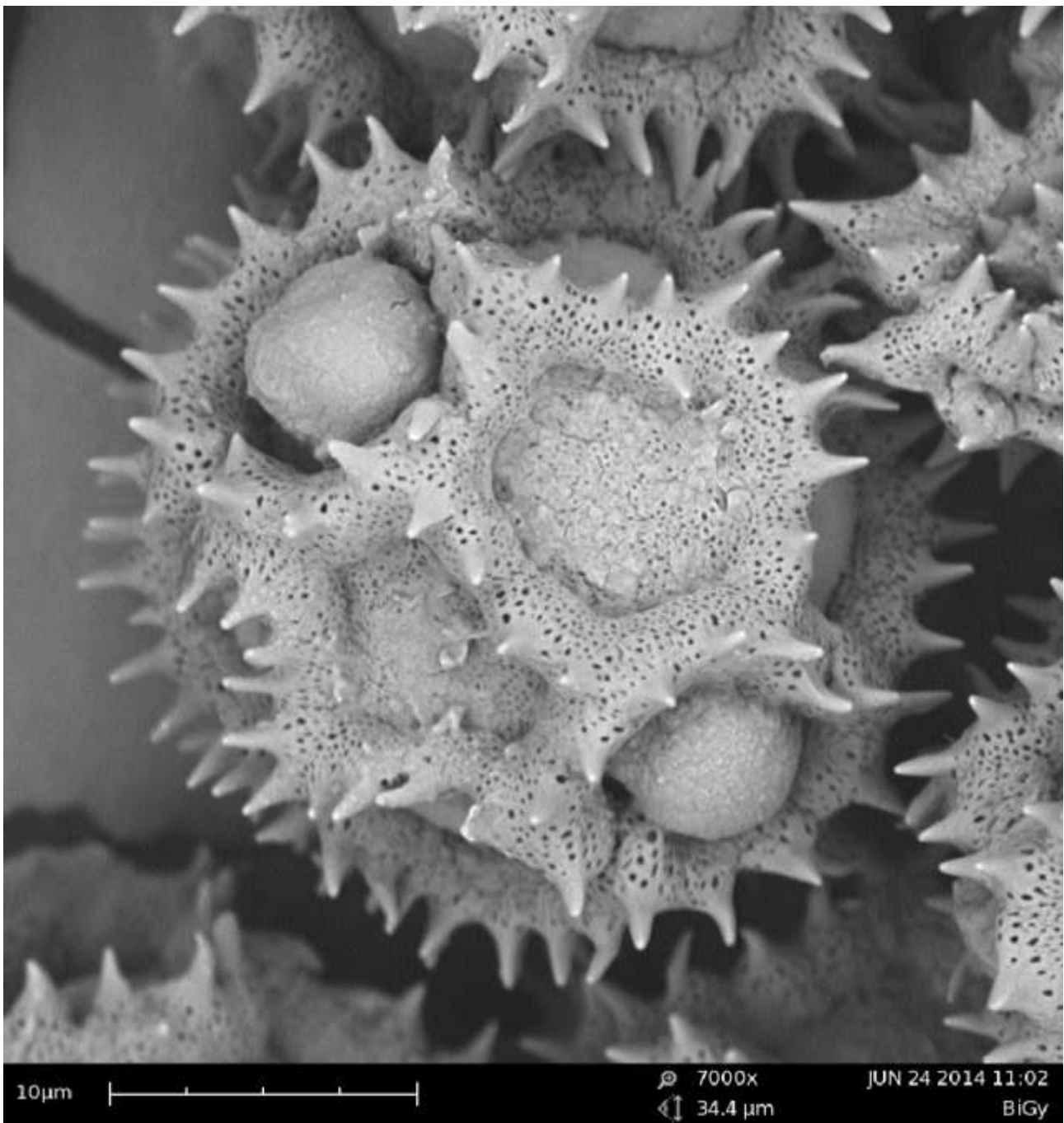
Pylové zrníčko tulipánu (Tulipa agenensis). Délka 60 μm , šířka 30 μm . Zrníčko je ve stavu vysušeném (dehydratovaném). Zrníčko má jednu aperturu ve tvaru kolpy (tzv. sulkátní zrna) a povrchová struktura je mikoretikulátní.





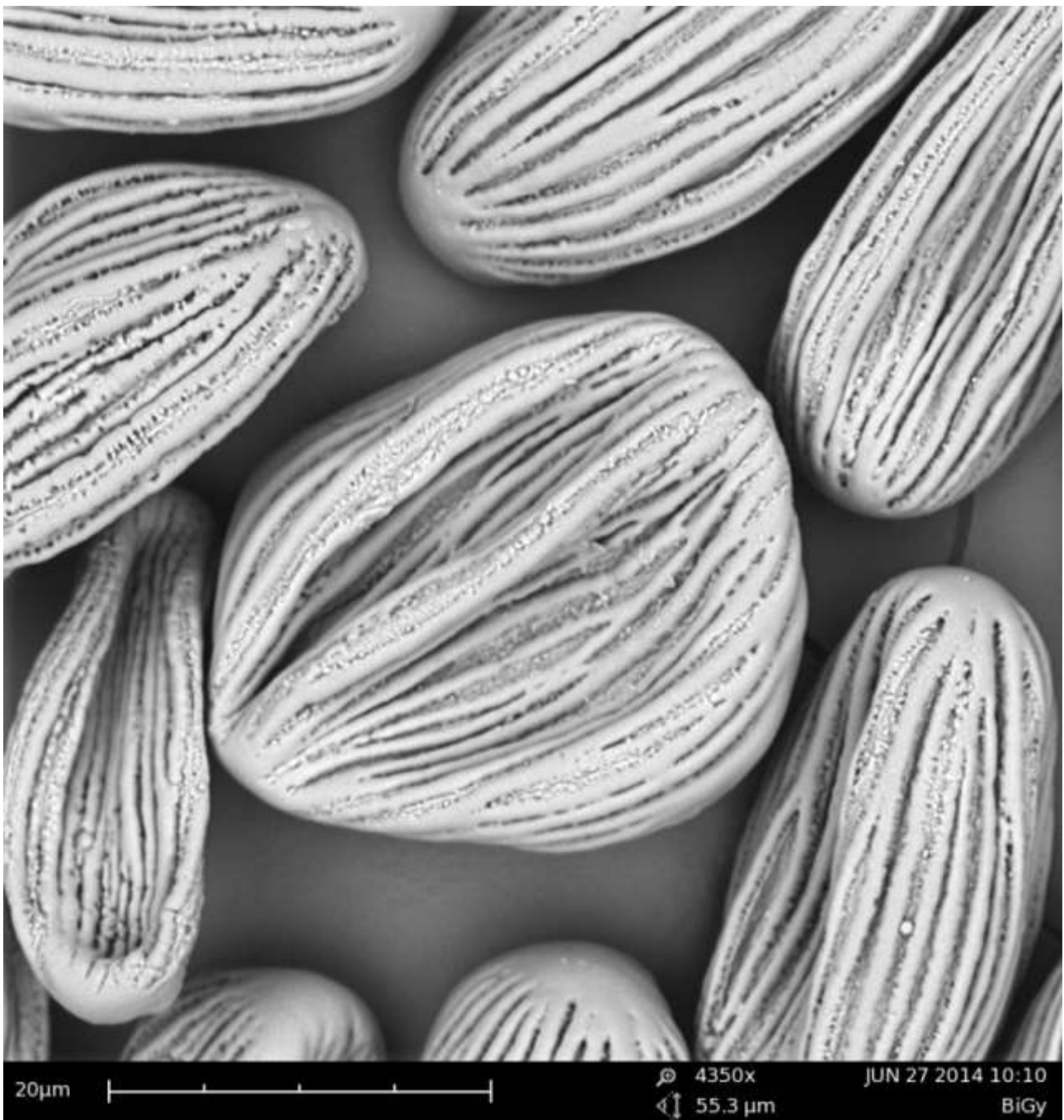
*Pylové zrníčko lipnice luční (*Poa pratensis*). Zrníčko kulovité, průměr 50 μm . Zrníčko je ve stavu vysušeném (dehydratovaném). Apertura je jedna ve tvaru póru (tzv. ulcerátní zrna). Povrch je mikroechinátní.*





Pampeliška neboli smetanka lékařská (Taraxacum officinale). Tvar kulovitý, průměr 30 μ m. Apertury jsou tři ve tvaru kolp i pórů (zrna trikolporátní). Povrch je echinátní a perforátní.





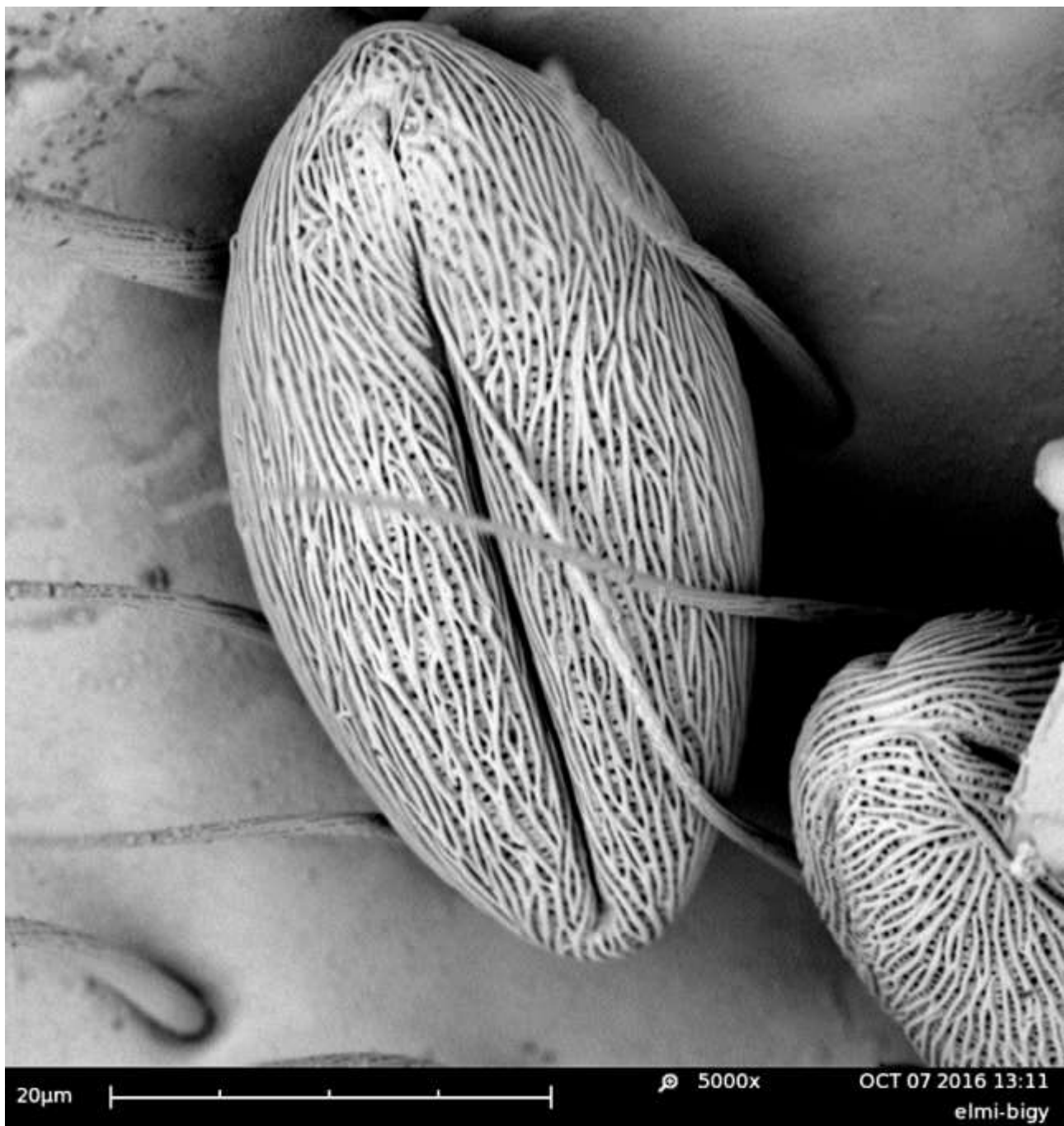
Pylová zrníčka lopatkovce (Spathiphyllum). Zrníčko má oválný tvar (prolátní zrno) o délce 30 μm , je v dehydratovaném stavu. Zrníčko nemá aperturu. Povrch je rozbrázděn rýhami (tzv. plicátní).



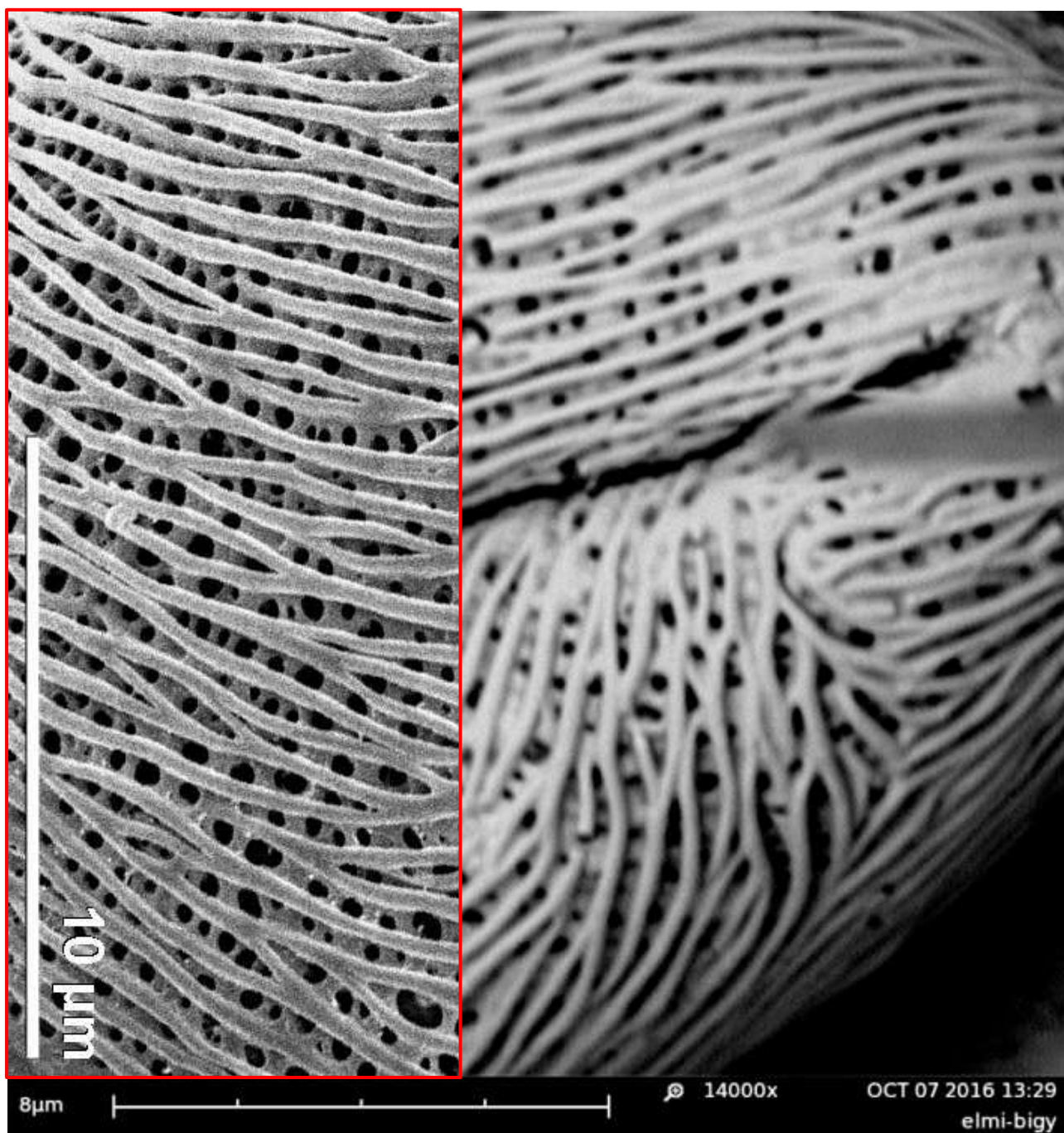


Snědek chocholikatý (Ornithogalum umbellatum). Zrníčko oválné (prolátní), délka 60 μm , šířka 30 μm . Zrníčko je ve stavu vysušeném (dehydratovaném). Zrníčko má jednu aperturu ve tvaru kolpy (tzv. sulkátní zrna) a povrchová struktura je jamkovitá (foveolátní).

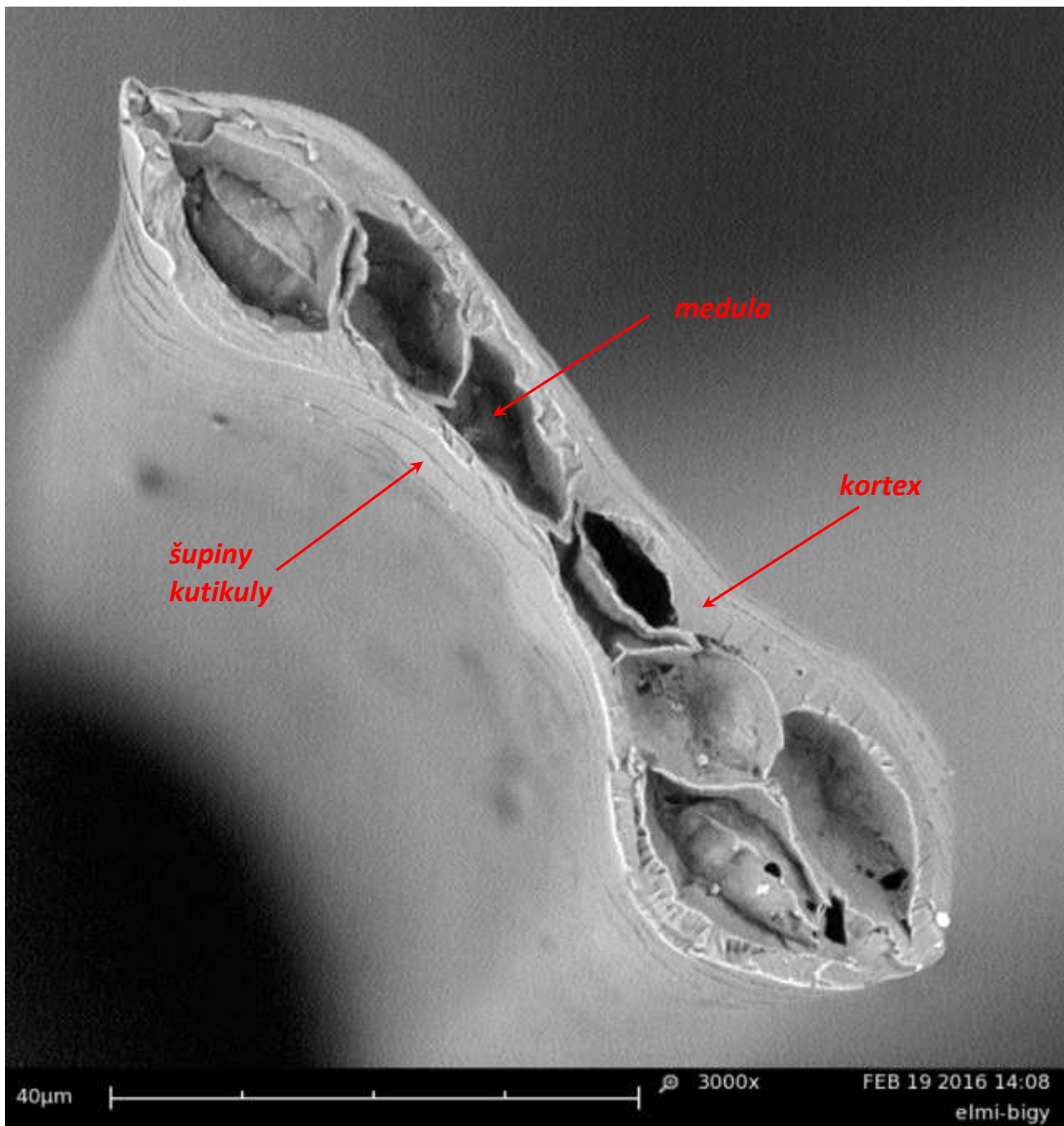




Určení rostlinného rodu by mělo být snadné podle tvaru pylového zrníčka, podle povrchové struktury a podle apertury, pokud máme k dispozici nějaké album pylových zrníček. Toto jsou neznámá zrníčka, která jsme objevili na hlavě vosy v okolí tykadel. Při pokusu o určení jsme narazili na velký problém. Určit všechny parametry zrníčka není vůbec snadné. Vyžaduje to odborníka. O zrníčku můžeme říci: má tři apertury ve tvaru kolp (trikolpátní), povrchová struktura je striátní (stria - čárka), délka 45 μm , šířka 25 μm . Ale to je málo.

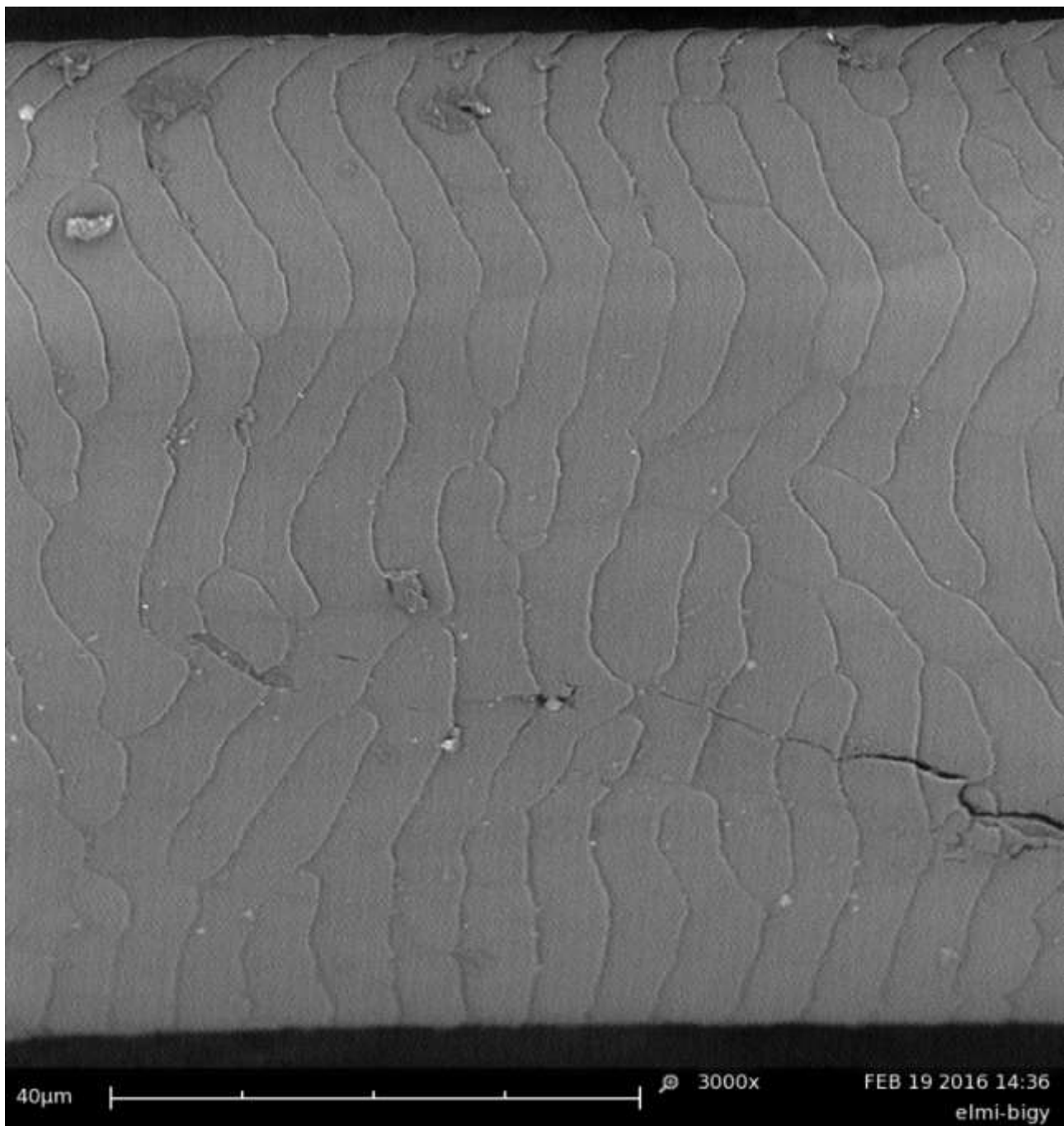


*Proto jsme se pokusili na stránkách www.paldat.org vyhledat pylová zrníčka s co nejpodobnějšími vlastnostmi. To, které se nám jevilo jako nejlepší, jsme překopírovali do našeho snímku přibližně ve stejném zvětšení. Náš mikroskop bohužel při tak extrémním zvětšení už nemá tak ostrý obraz. Ale struktura vypadá podobně. Také výše popsané vlastnosti odpovídaly. Došli jsme tedy k závěru, že pylové zrníčko pochází z javoru (*Acer*). Po pravdě řečeno, jistotu nemáme.*



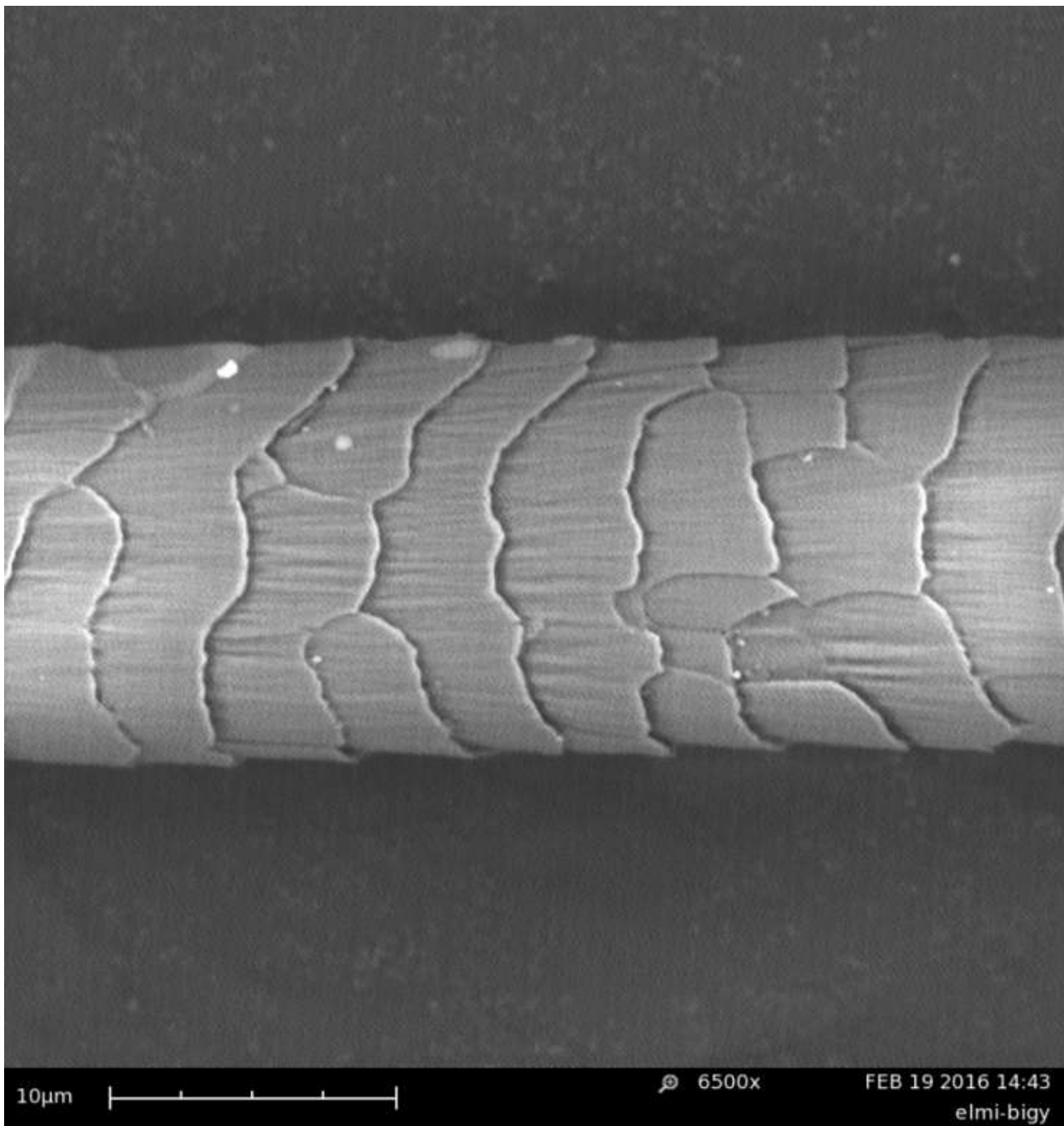
*Problematiku určení druhu zvířete, ze kterého pochází srst, si ukážeme na srsti **králíka domácího** (*Oryctolagus cuniculus f. domesticus*). Na snímku je zobrazen řez pesíkem s typickým tvarem „psí kosti“ (řez byl proveden přibližně uprostřed pesíku). Je vidět, že většinu plochy řezu zabírají velké buňky meduly, vrstva kortexu je minimální. Na povrchu jsou částečně vidět šupiny kutikuly. Tvar řezu pesíkem je jedním z charakteristických znaků pro zajícovité. Šířka pesíku je 0,090 mm.*





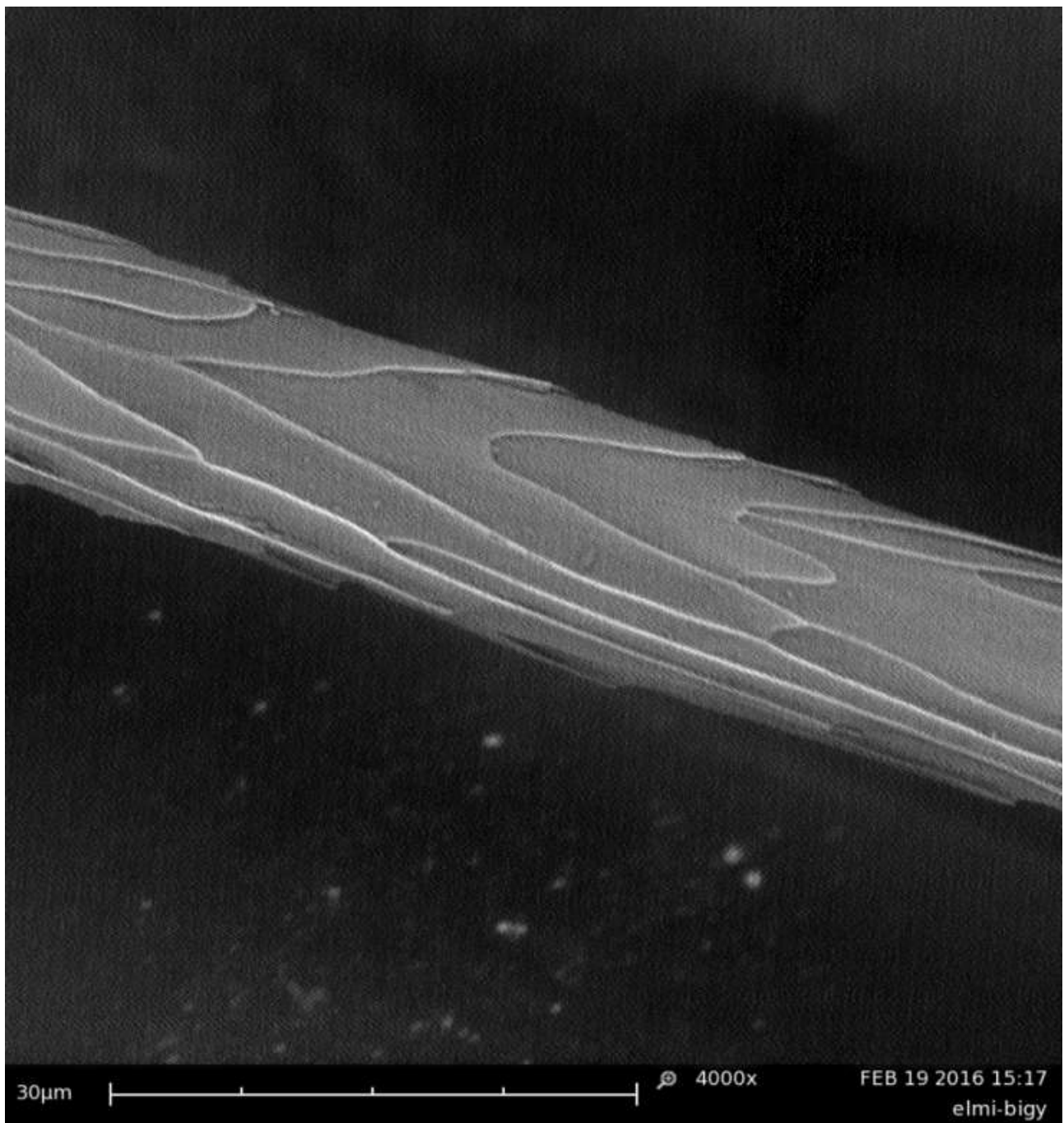
*Tvar šupin kutikuly je velmi různorodý. Někteří autoři rozlišují až 12 druhů, jiní se spokojí se třemi základními. Použijme pro začátek tyto tři základní. Ten na snímku je v literatuře označován jako **šindelový** (anglicky imbricate). Jak si ukážeme na dalších snímcích, může se tvar kutikulárních šupin měnit i na jednom pesíku (podle polohy směrem ke kořeni či ke špici chlupu). To znamená, že k určení druhu bude zapotřebí sledovat tvar šupin i na různých místech pesíků. Šířka pesíku na snímku je asi 0,075 mm.*





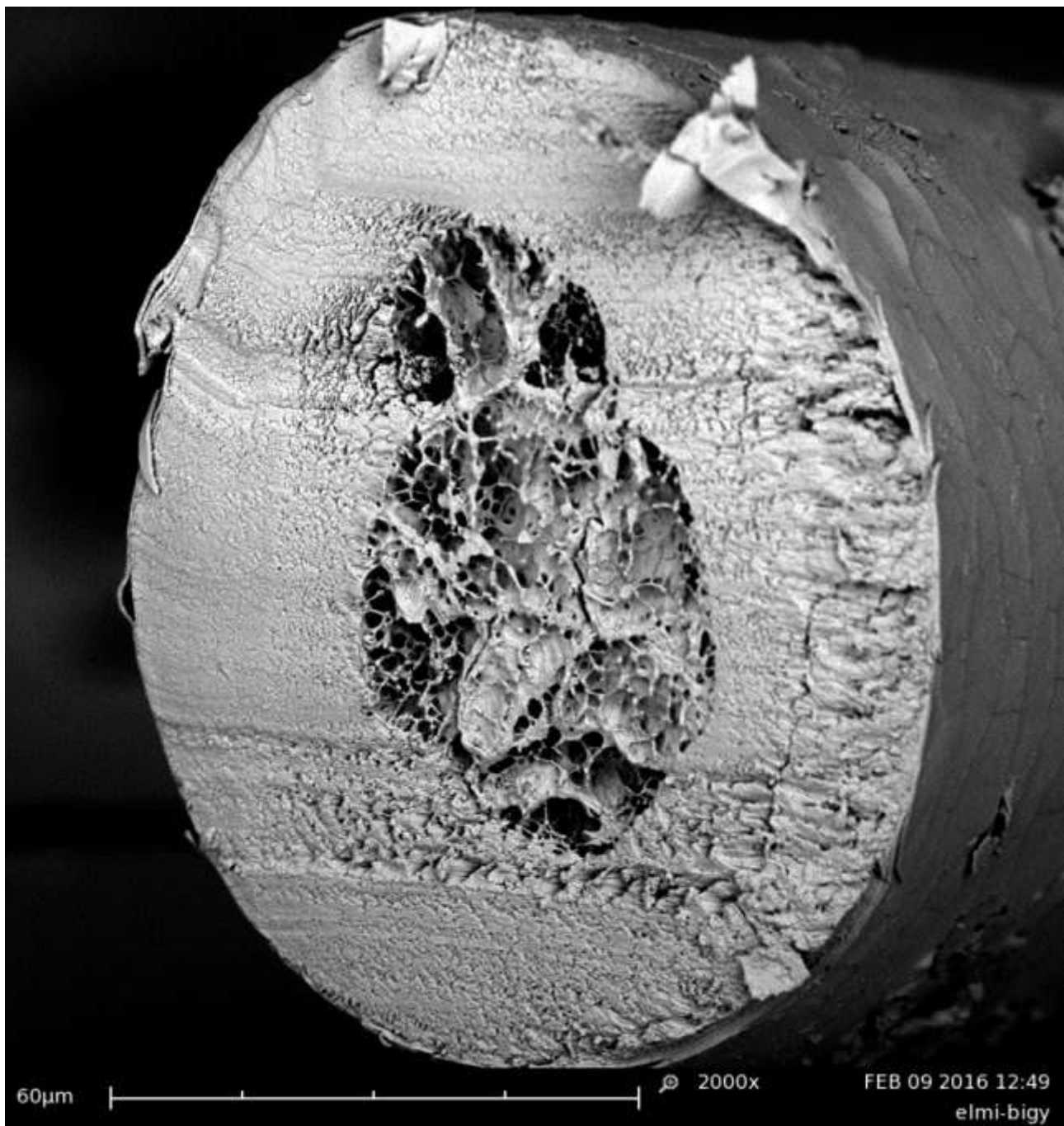
*Na tomto obrázku si můžete všimnout, jak se mění tvar šupin směrem ke špičce pesíku. Původní tvar šindelový se mění, šupiny obepínají prakticky celý obvod chlupu. Podle literatury bychom tvar šupin označily za **korunový** (anglicky coronal). Šířka pesíku je 0,015 mm.*





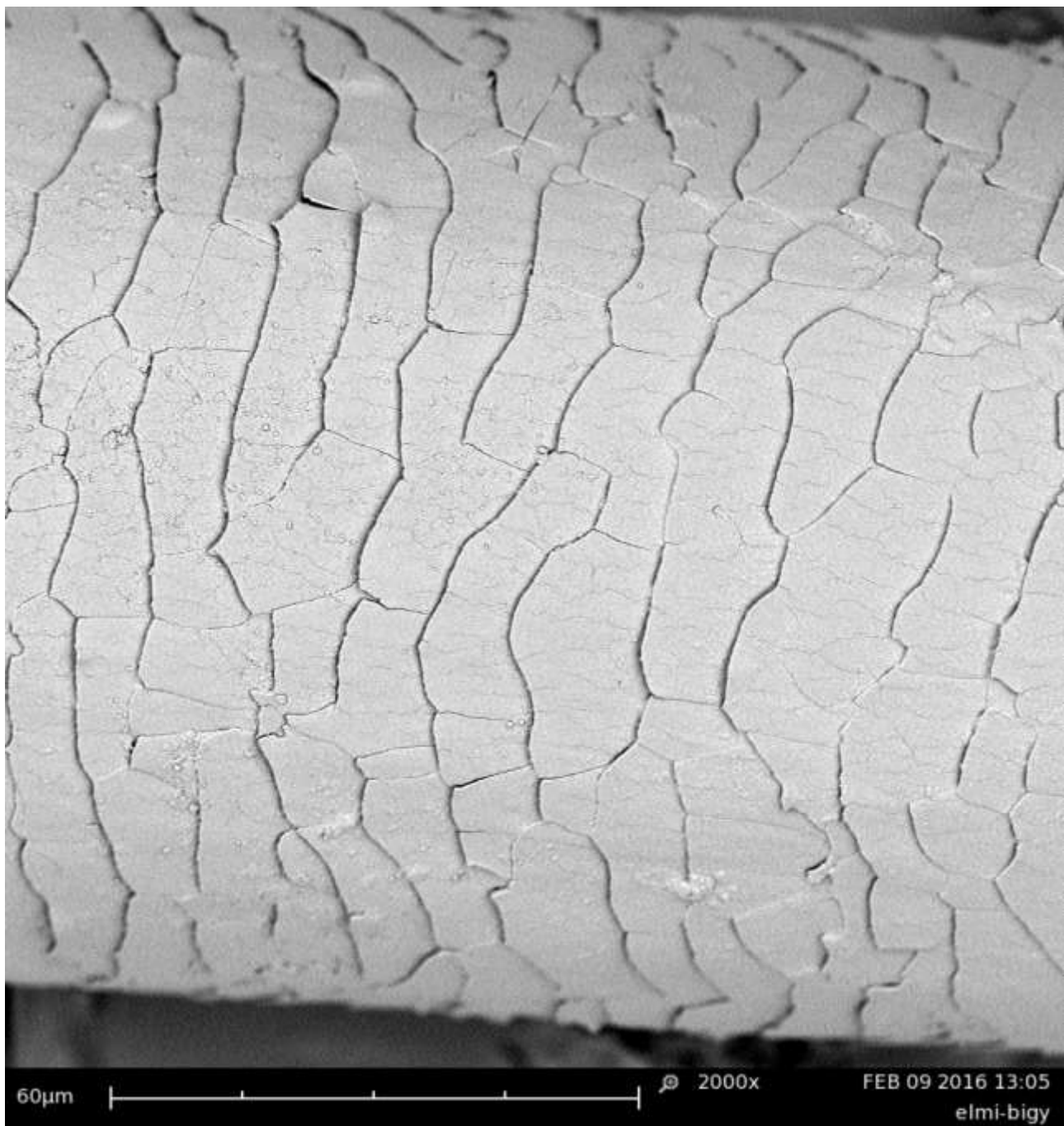
*Na dalším obrázku můžeme sledovat, jak se tvar šupin mění směrem ke kořeni chlupu. Původně tvar šindelový se mění na tvar, nazývaný v literatuře **trnový** (anglicky spinous). Šířka pesíku je 0,015 mm.*





Zkusme srovnat několik dalších chlupů. Toto je chlup osla (Asinus). Je mírně oválný (asi 0,090 x 0,120 mm), tloušťka kortexu je přibližně 0,025 mm. Medula má jemnou strukturu.





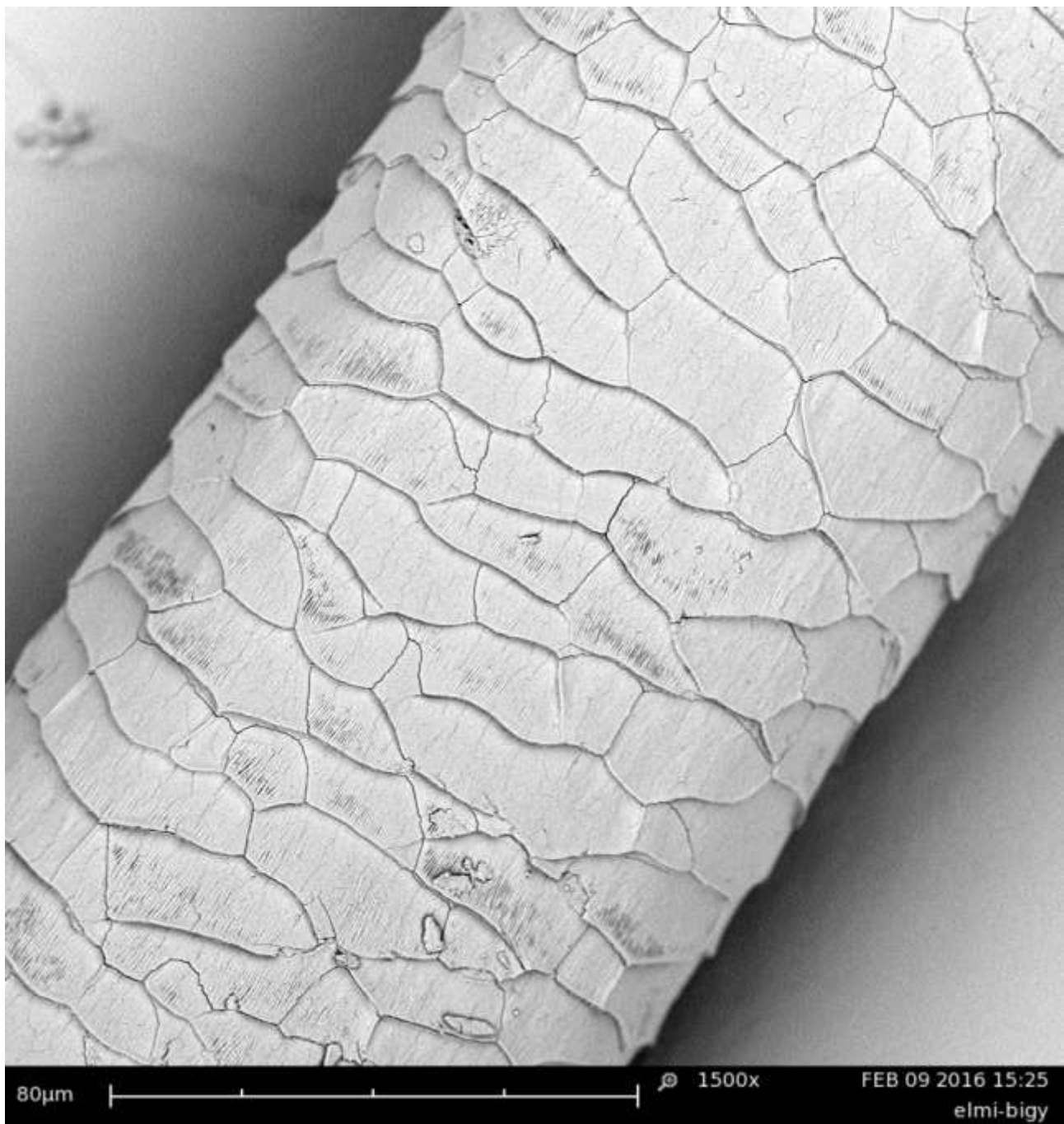
Šupiny kutikuly jsou šindelového tvaru, snad trochu hranatější jak u králíka.





Pesík s oválným průřezem o rozměrech asi 0,112 x 0,045 mm. Tloušťka kortexu asi 0,010 mm. Medula silně porézní. Tentokrát se jedná o chlup ovce kamerunské.





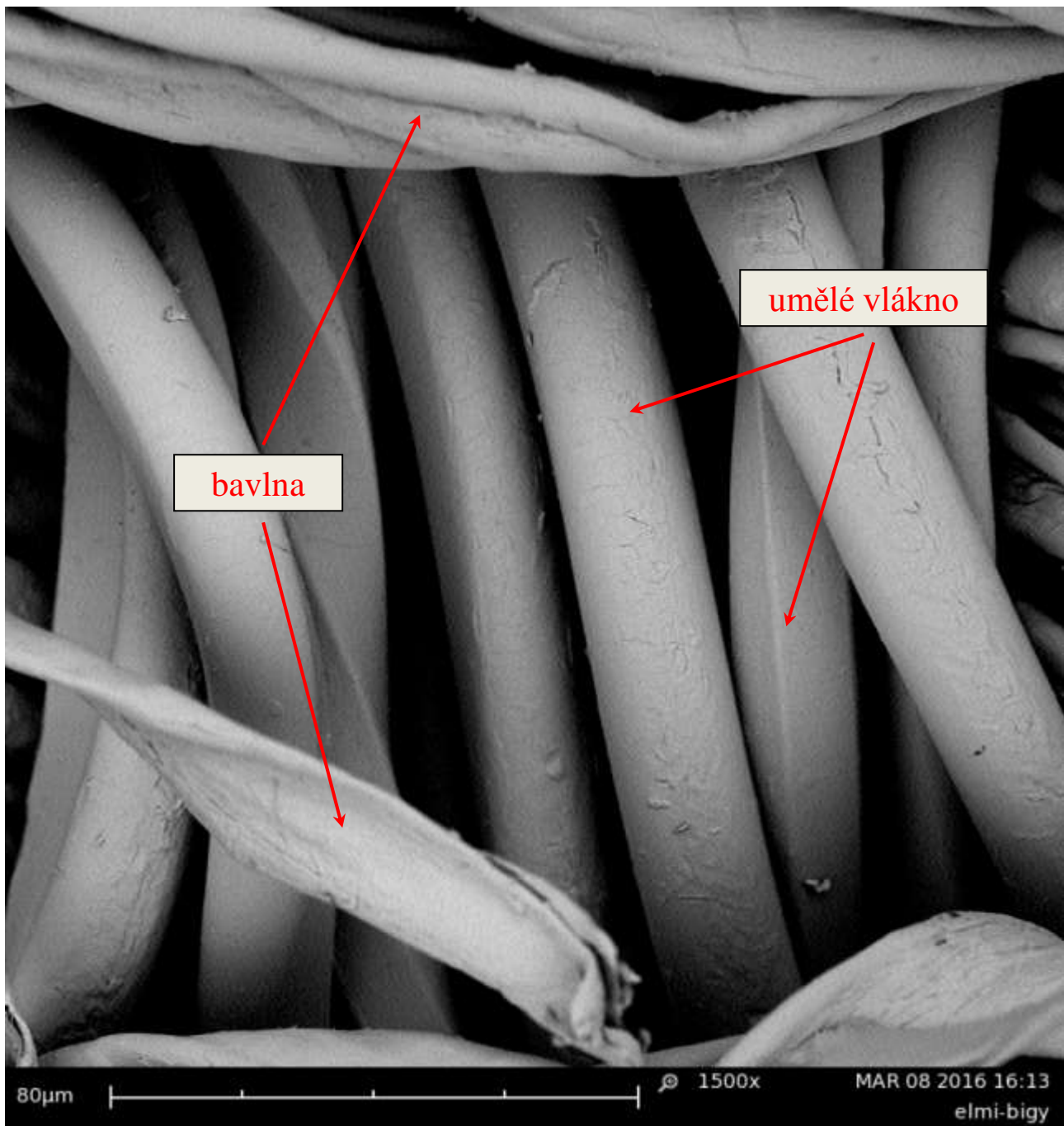
Šupiny kutikuly jsou hodně podobné šupinám osla na předešlém snímku. Šířka stvolu je asi 0,120 mm.



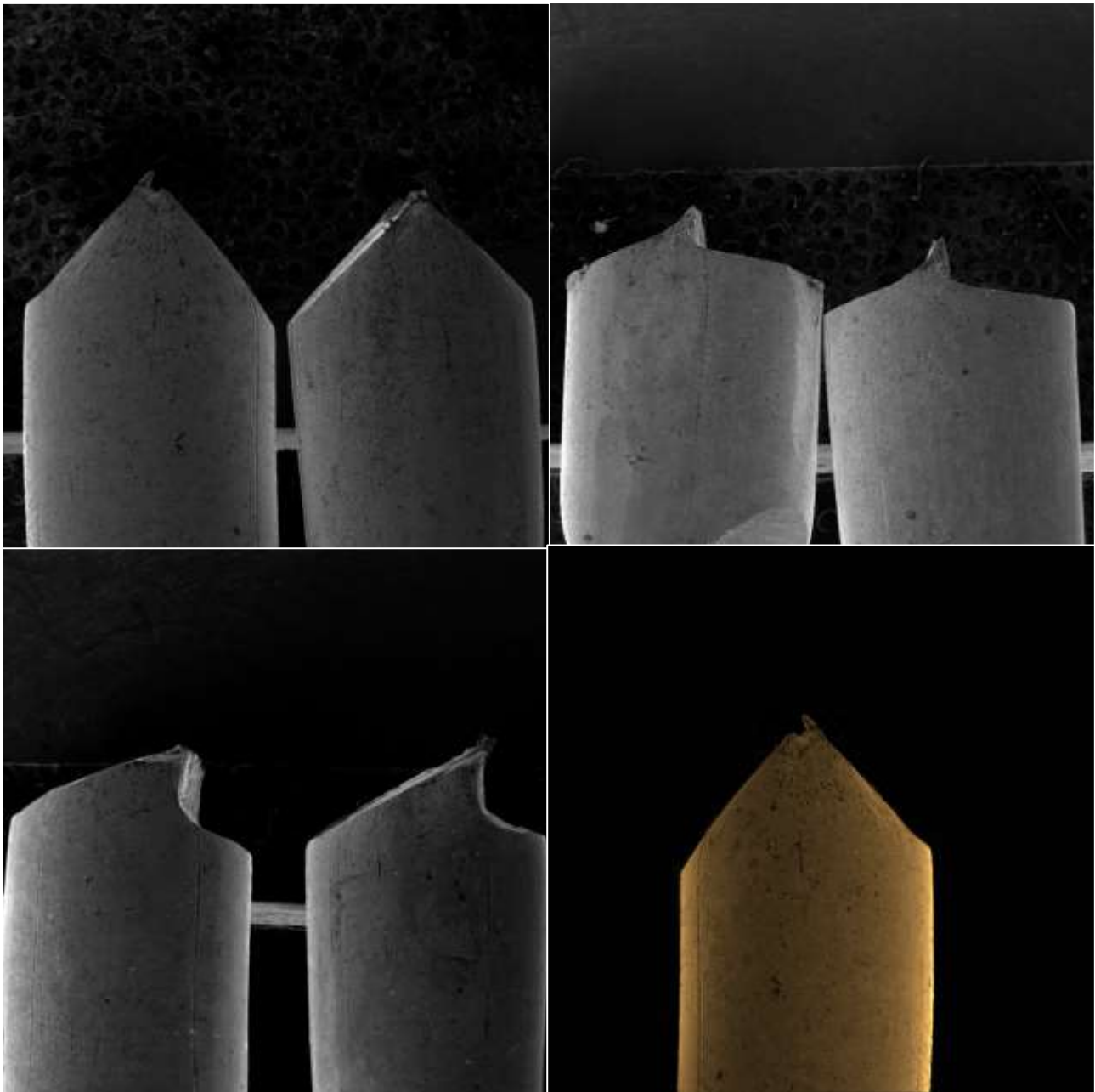


Nakonec počítačově upravený chlup mainské mývalí kočky. Chlup má prakticky kruhový průřez a kutikula obsahuje velké dutiny. Průměr je o něco menší jak 0,060 mm. Na závěr lze říci, že jednoznačné určení není jednoduché, vyžaduje databázi snímků a odborníka, co se vyzná.

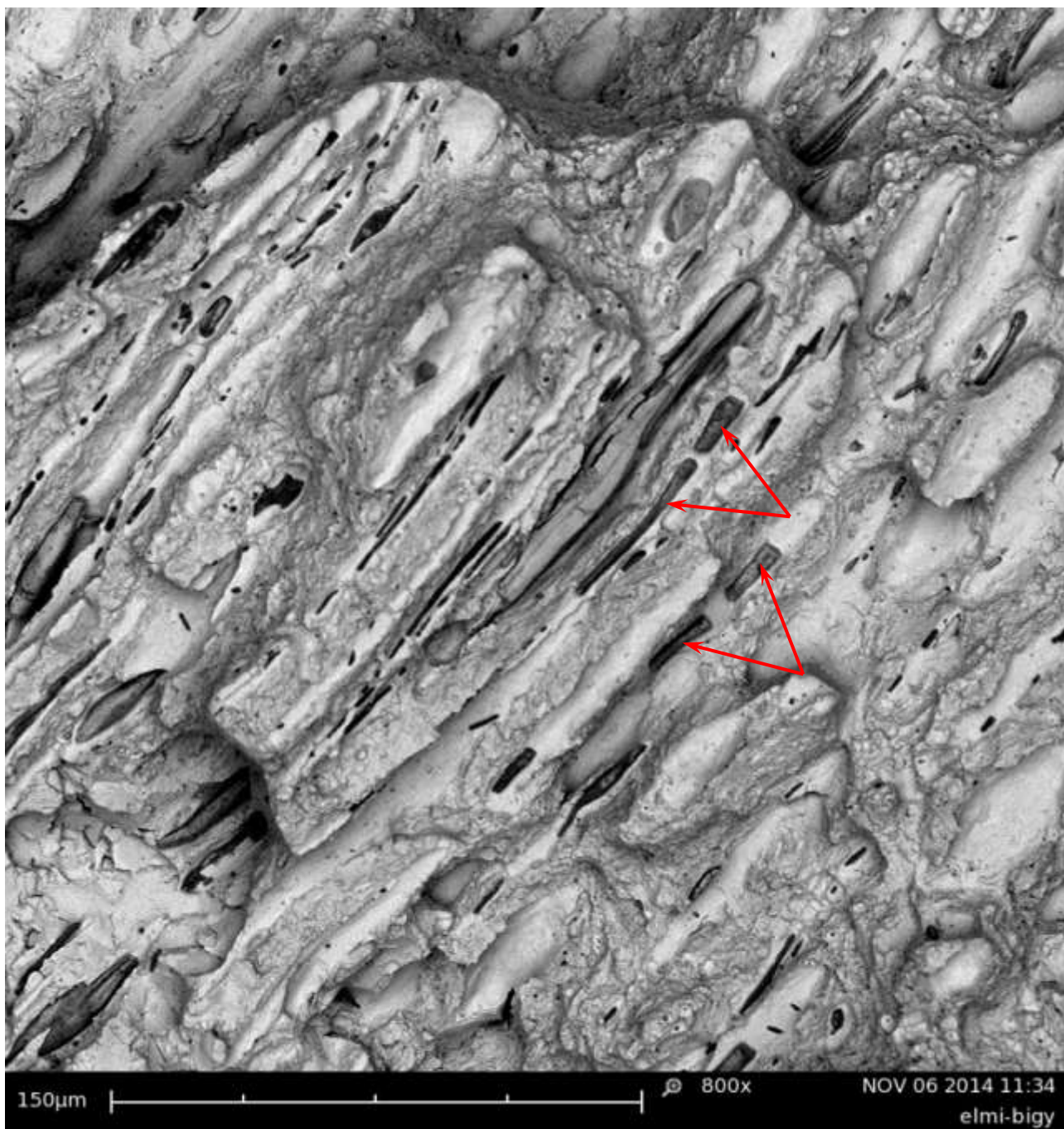




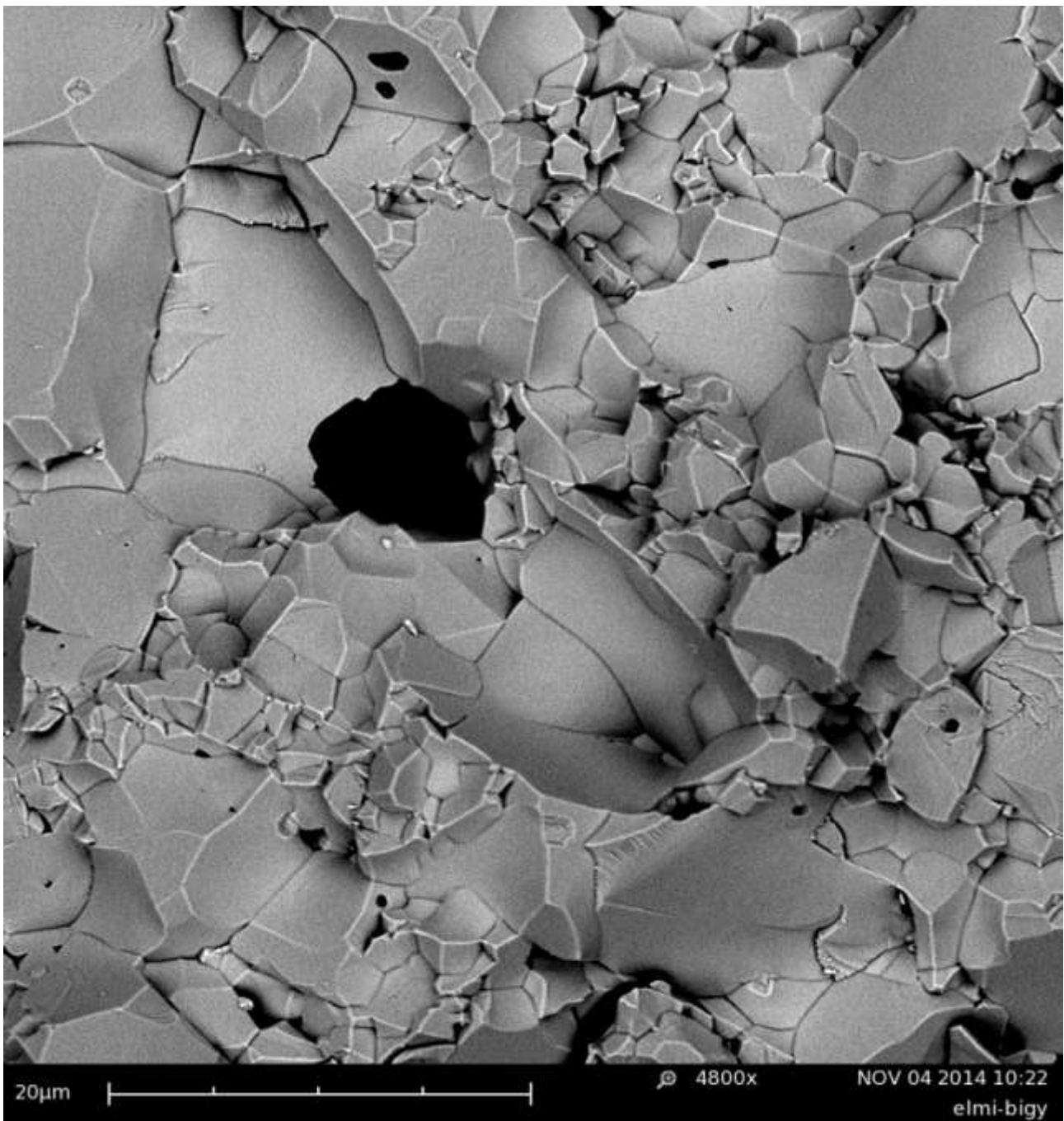
V elektronovém mikroskopu lze rozeznat různé druhy vláken, případně jejich poškození. Na snímku jsou vlákna bavlny a syntetická vlákna. Průměr syntetického vlákna je 20 µm. K podrobné identifikaci vláken je nutné vytvořit databázi používaných vláken v textilním průmyslu.



Každý nástroj zanechává po sobě pro něj typické stopy. Na snímku je drát ustřižnutý pomocí tří různých kleští. Každé zanechaly jiný tvar stříhu a lze přesně určit, kterými kleštěmi byl proveden poslední stříh. Tyto snímky nebyly provedeny na mikroskopu Phenom, protože nemá možnost pracovat s tak malým zvětšením (je nutná velká pracovní vzdálenost).



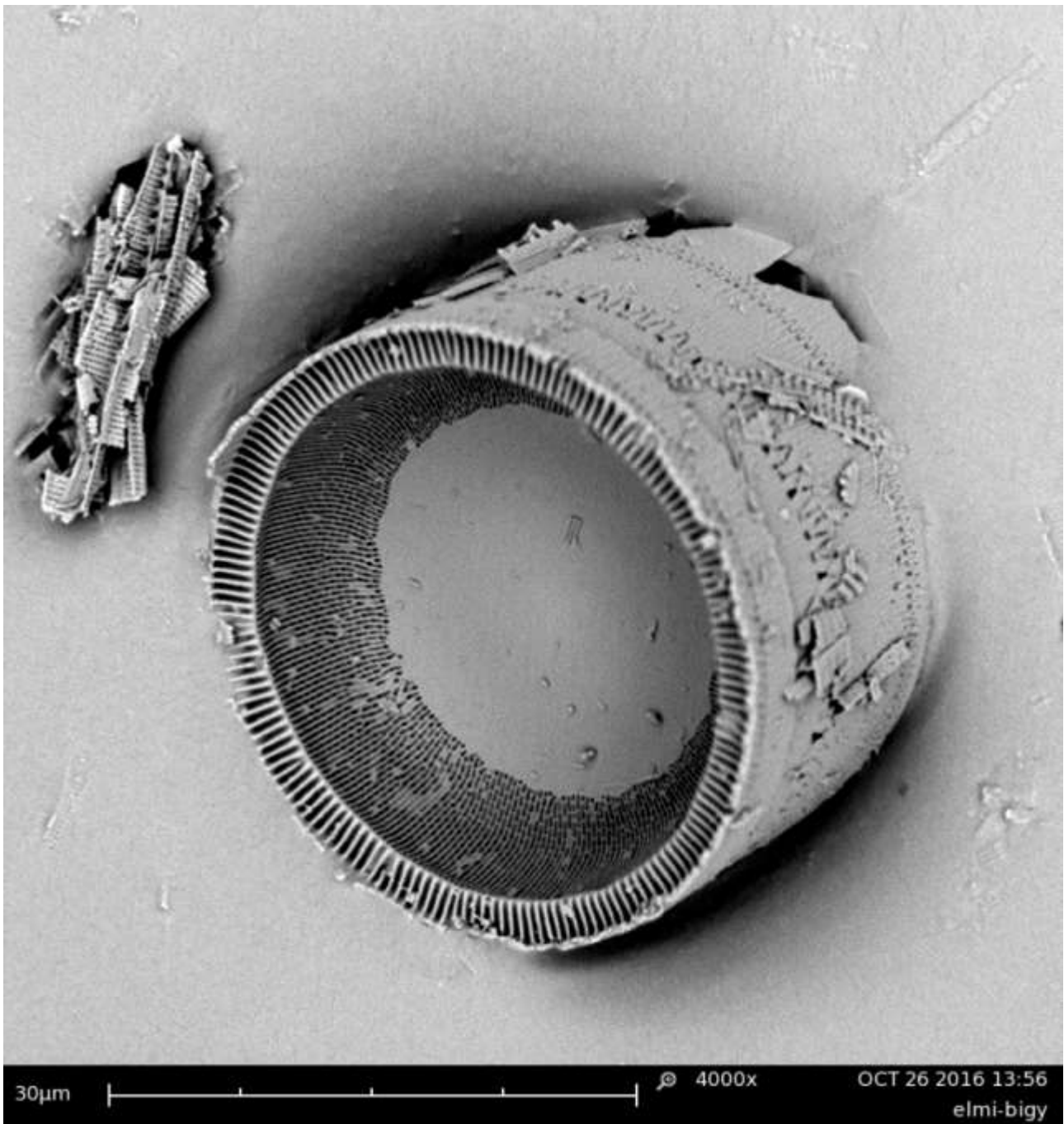
Také lomová plocha může vypovídat o materiálu a jeho zpracování. Mohou se například projevit nedostatky v dodržování technologického postupu. Takto vypadá tzv. dřevitý lom. Materiálem je ocel. Tmavé protáhlé objekty jsou tzv. vměstky. Mohou to být siričky (MnS) nebo oxidy. Název pro lom vznikl z podobného vzhledu struktury dřeva.



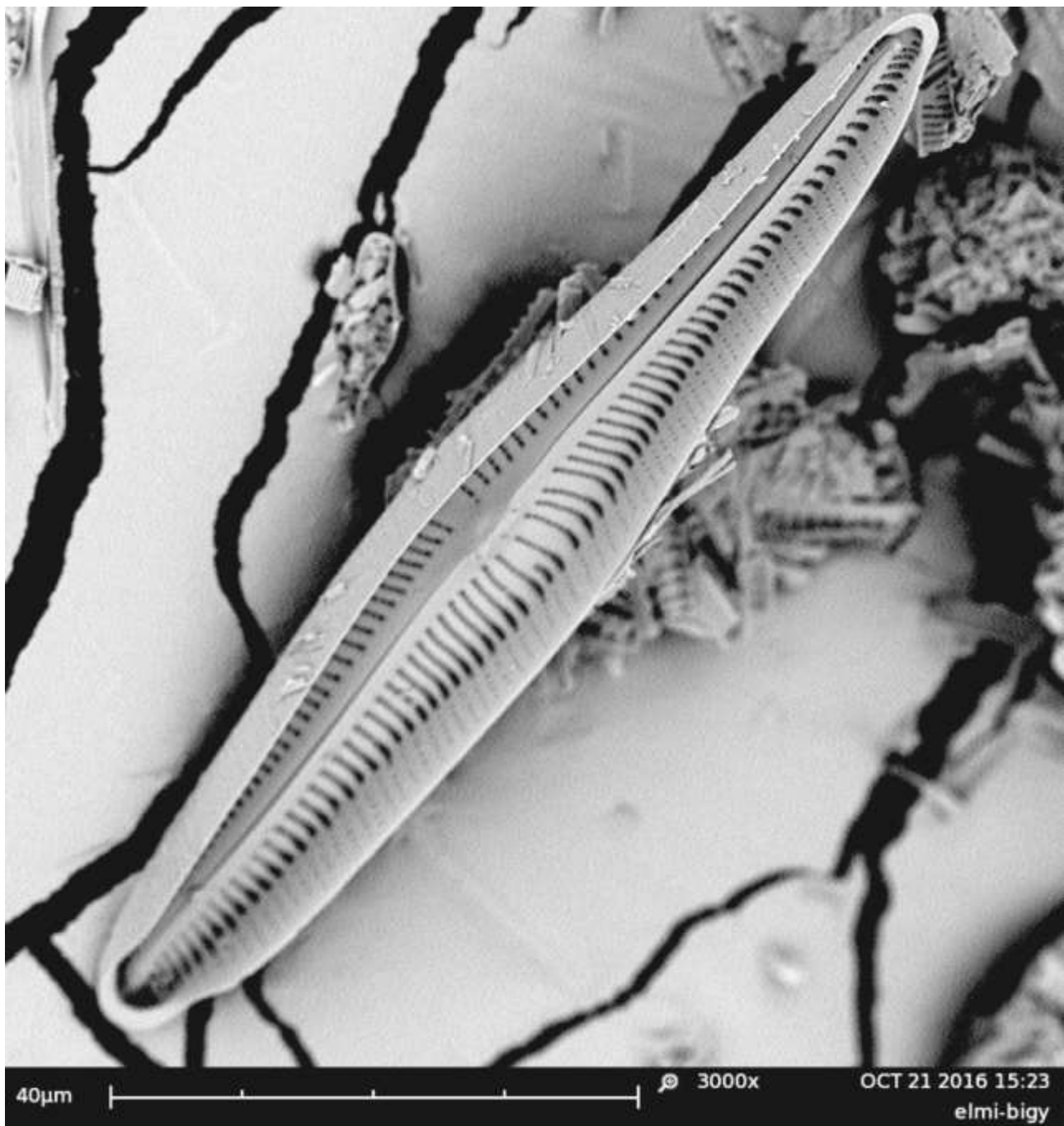
Na snímku vidíte křehký lom keramického materiálu na bázi Al_2O_3 . Materiál obvykle praskne na hranicích zrn. Tam mohou být „vyplaveny“ různé nečistoty a mění se tu krystalová mřížka. Proto je tu materiál nejméně pevný.



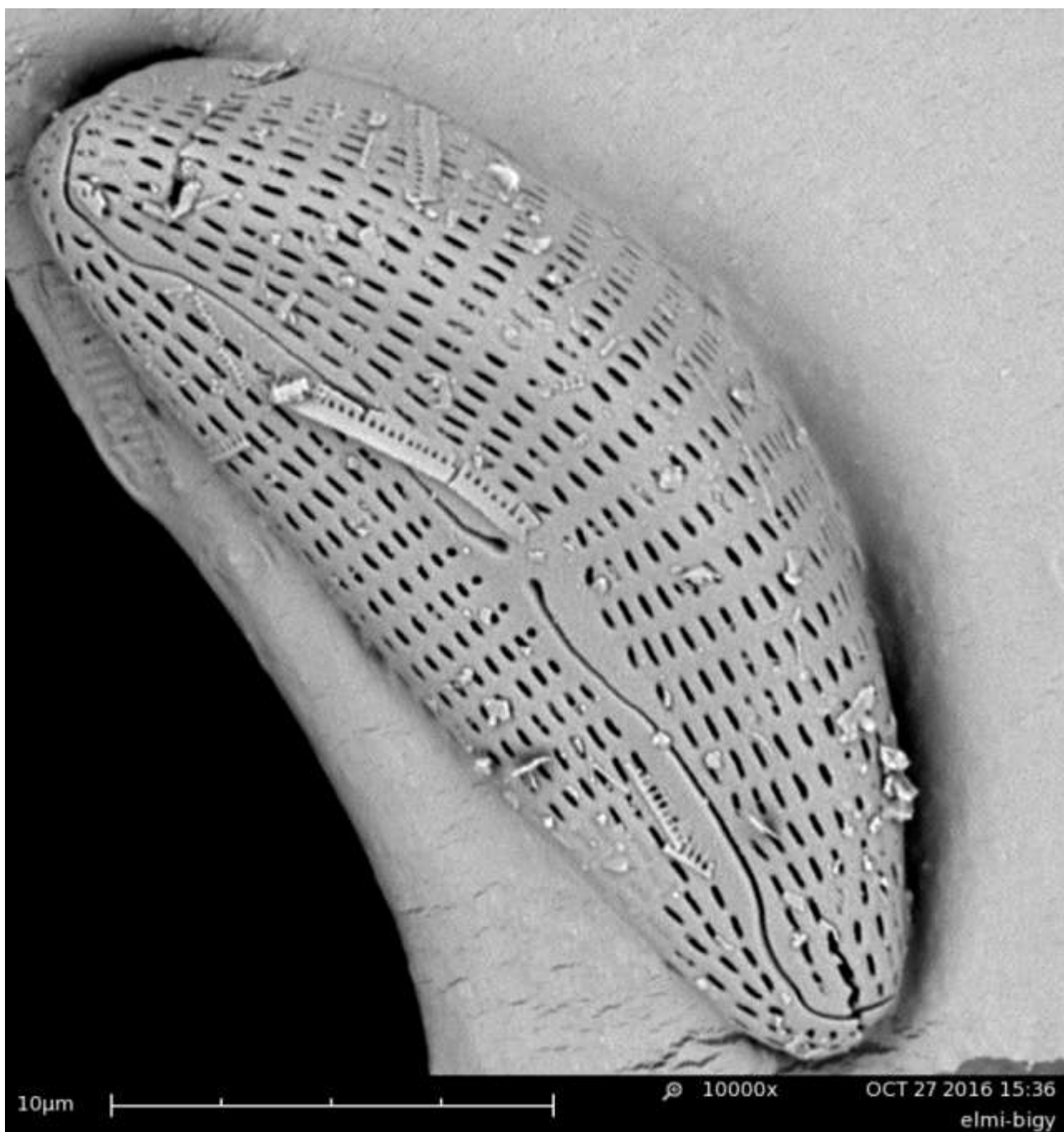
Rozsivky jsou jednobuněčné řasy s dvojdílnou křemitou schránkou. Skupinu tvoří 285 rodů obsahujících 10 až 12 tisíc druhů. Schránka rozsivek se nazývá *frustula*. Skládá se ze dvou částí (jako krabice s víkem) - *epithéky* a *hypothéky*, z nichž každá má svou plochu (valvu) a boční stěnu (pleuru). Podle tvaru frustuly se rozsivky dělí na dvě hlavní skupiny: *centrické*, *radiálně souměrné* a *penátní*, *dvoustraně souměrné*.



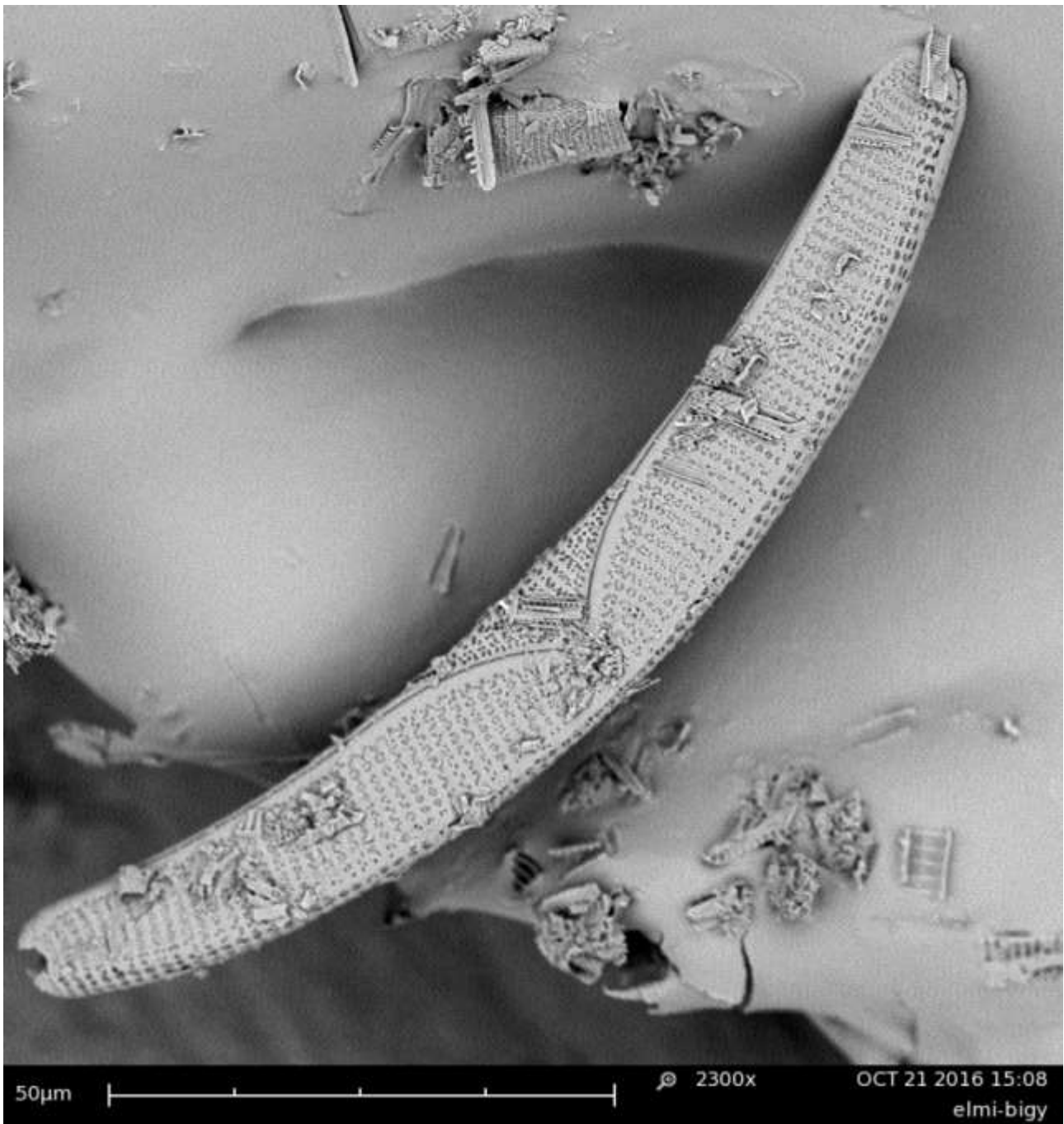
Centrické rozsivky – valvární pohled je kruh, různé struktury – žebra, komůrky, póry atd. - směřují paprscitě ze středu valvy. Centrické rozsivky jsou evolučně starší. Zde by se mohlo jednat o rod Cyclotella.



Rozsivka příslušející k penátním, s raphe (podélná škvíra ve schránce) na obou valvách. Rod Navicula je velmi bohatý, obsahuje několik set druhů, jež mají zpravidla tvar lodičky.



Rovněž rozsivka příslušející k penátním, s raphe (podélná škvíra ve schránce) na obou valvách. Mohlo by se jednat o rod Cymbella.



Nakonec jedna z větších rozsivek z rodu Epithemia. Délka je přibližně 130 μm . Je zajímavé, že rozsivky se nepohlavně rozmnožují tak, že buňka se rozdělí a každá nová buňka si vezme jednu valvu. Doplňuje ji potom vždy menší valvou, a tudíž se schránky dalších generací zmenšují! Pokud jsou příliš malé, začnou se rozmnožovat pohlavně nebo zahynou.