

Katalog prachových částic

Příloha č. 1 k diplomové práci

Autor: Jaroslava Odehnalová Šamanová

Tato příloha obsahuje experimentální odběry částic, které byly realizovány v rámci diplomové práce na téma Morfologie částic polévatého prachu. Snímky z optického a elektronového mikroskopu těchto odběrů doplňují i snímky získané z různých ověřených zdrojů pro co neucelenější formu katalogu a co největší rozmanitost typů prachu.

Z procesů byly pro odběry a zkoumání vybrány ty procesy, které v nejvyšší míře ovlivňují celkové koncentrace tuhých znečišťujících látek, a to procesy spalování – úlet z komínu a výfukové emise. Tyto procesy jsou doplněny technologickými procesy, které se využívají při výrobě produktů – svařování, broušení, pájení, nanášení syntetické barvy. Dále byl realizován odběr z procesu ze stavby, kdy vzniká velké množství prachu, a to z demolice obvodových zdí domu. Ze zemědělských činností je prokazatelně jednou z nejvíce znečišťujících orba a příprava půdy, ze které byl rovněž uskutečněn odběr a nachází se v katalogu.

Z pylů byly vybrány rody bylin a dřevin, které se v České republice hojně vyskytují, mají dlouhou pylovou sezónu, případně jsou silnými alergeny. Vždy je zobrazena hydratovaná i suchá varianta pylových zrn, a to z důvodu, že se v některých případech ve velké míře liší. Obvyklá je stejná struktura, ale není výjimkou i naprosto odlišný složitý tvar obvykle suchých zrn.

Z výtrusů byly opět vybrány nejběžněji se v České republice vyskytující druhy hub, které jsou doplněny odběrem potravinové plísně.

Obsah

Úlet z komínu z dílenských kamen.....	4
Výfukové emise.....	7
Ruční obloukové svařování bazickou elektrodou (MMA).....	9
Poloautomatické svařování metodou MAG.....	11
Broušení.....	14
Měkké pájení.....	16
Nanášení syntetické barvy ve spreji.....	17
Stavba: demolice obvodových zdí.....	18
Zemědělská činnost.....	20
Saharský písek na území České republiky.....	22
Sopečná činnost.....	23
Řezání dřeva.....	24
Bavlněná vlákna.....	25
Polystyrenová vlákna.....	26
Polyamidová, elastinová a polypropylenová vlákna.....	27
Lidská kůže.....	28
Pyl: jedle.....	29
Pyl: smrk.....	30
Pyl: modřín.....	31
Pyl: borovice.....	32
Pyl: buk.....	33
Pyl: dub.....	34
Pyl: habr.....	35
Pyl: javor.....	36
Pyl: bříza.....	37
Pyl: jilm.....	38
Pyl: lípa.....	39
Pyl: trnka.....	40
Pyl: bojíněk.....	41
Pyl: lipnice.....	42
Pyl: žito.....	43
Pyl: brukev.....	44
Pyl: řebříček.....	45
Pyl: ambrózie.....	46
Pyl: merlík.....	47
Pyl: houseníček.....	48

Pyl: pelyněk	49
Pyl: jitrocel	50
Výtrus: pečárka.....	51
Výtrus: pýchavka.....	52
Výtrus: václavka.....	53
Výtrus: hřib.....	54
Výtrus: potravinová plíseň	55
ZDROJE	56

Úlet z komínu z dílenských kamen

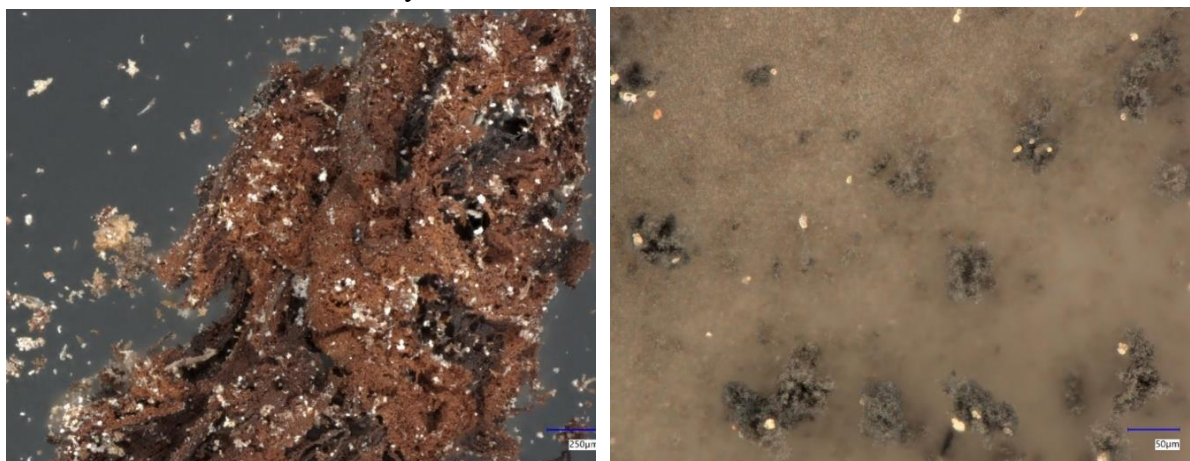
Z dílenských kovových kamen, ve kterých je zatápěno převážně suchým dubovým dřevem byl odebrán i popel z nádoby na něj určené a byla zkoumána jeho struktura. Velké částice, které byly odebrány z nádoby, se do ovzduší nedostanou díky své hmotnosti. Následující odběr byl realizován u komínu, dvakrát. Při prvním odběru cca 20 litrů vzduchu byl filtr přesycen, vizte druhý obrázek. Při druhém odběru (následující snímky) bylo odebráno asi 7,9 litrů vzduchu.

Úlet, který prochází komínem do vzduchu má velmi malé rozměry, vizte následující snímky, ale částice se shlukují. Proti rozměrům (průměr shluku) mají relativně velkou měrnou plochu na kterou se mohou navázat nebezpečné a karcinogenní látky.

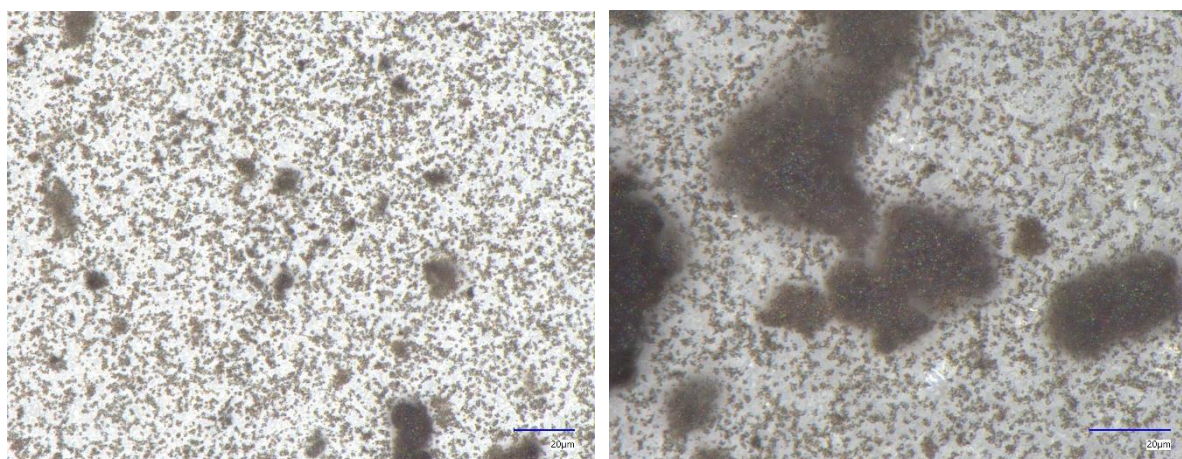
Jednotlivé částice, které se v úletu nacházejí nejčastěji, jsou kulového tvaru a jejich průměr měří zpravidla desítky nanometrů.

Tvar nejpočetnějších částic: kulový.

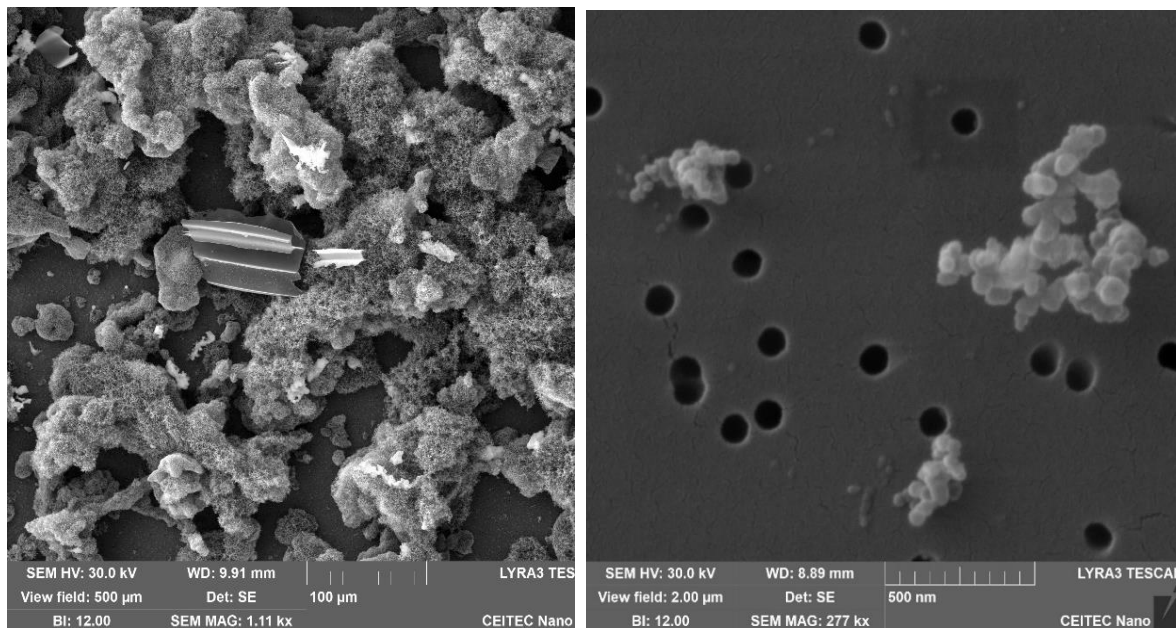
Velikost částic v ovzduší: desítky nanometrů.



Obrázek 1: Popel z dílenských kamen, dřevěný zbytek a přesycený filtr s úletem z komínu.



Obrázek 2: Úlet z komínu z dílenských kamen, okraj a střed filtru.



Obrázek 3: Úlet z komínu z dílenských kamen, vlevo střed filtru a netypická částice, vpravo nejčastější kulové částice.

Na snímcích s označením tři i čtyři lze pozorovat, že se většina částic shlukuje, a to patrně ještě v ovzduší, než dorazí k filtru a zároveň, že se mezi typickými kulovými částicemi sazí objevují různorodé částice tvarem i velikostí, které jsou většinou sazemi obklopené. V kamnech, ze kterých byl úlet odebrán se mimo dřeva zatápí mnohdy spalitelným odpadem, který v kutilské dílně vzniká. V době odběru bylo páleno dřevo, avšak nebyly předtím vyjmuty zbytky z předchozího zatápění, kde se mohlo objevit dřevo ošetřené syntetickým nátěrem nebo třeba obaly od cigaret.

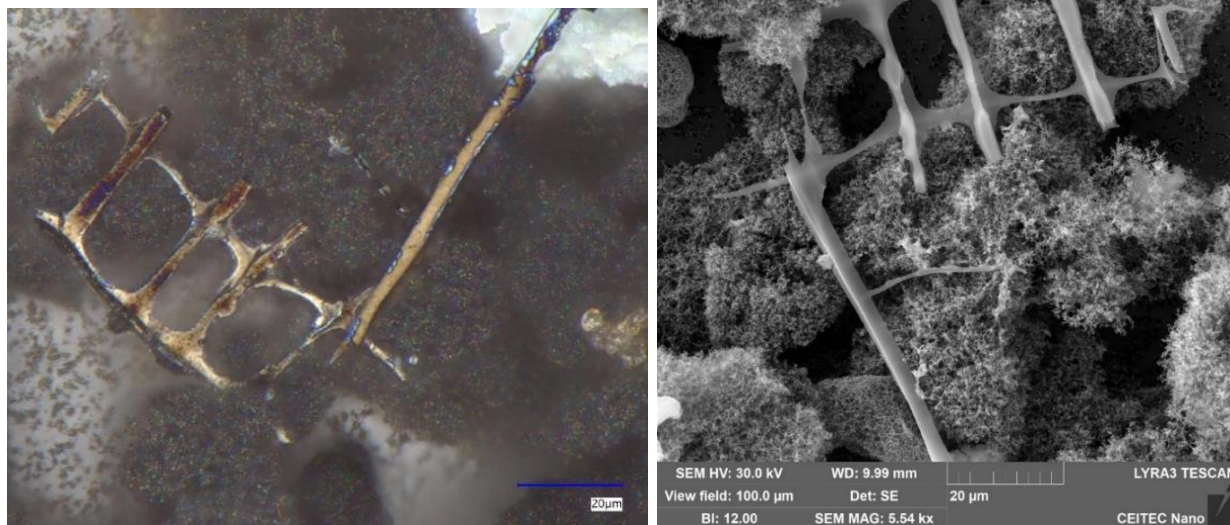
U těchto netypických částic byl za pomoci elektronového mikroskopu proveden prvkový rozbor, ve kterém se mimo jiné objevuje i zlato, a to z důvodu pokovení. Tento výsledek byl proto přepočten bez podílu zlata. V prvním případě rozboru se jedná o částici, která se nachází téměř na středu levého snímku s označením 3 a je netypická svým tvarem.

Tabulka 1: Prvkový rozbor částice z procesu spalování I.

Prvek	C	O	Si	Cl	K	Ca	Fe	Zn
Hmotnostní procento (%)	94,71	1,72	0,17	1,51	0,50	0,75	0,15	0,49

Z prvkové analýzy vyplývá, že se jedná o téměř 95% uhlík, zbylé podíly tvoří největší mírou kyslík a chlór. Vzhledem k obsahu látek, včetně chlóru a plastickému tvaru částice se mohlo původně jednat o plast, případně pojivo. Prvky uhlík, kyslík a křemík obsahuje i filtrační papír.

Další velmi netypickou částici se podařilo zachytit elektronovým i optickým mikroskopem a rovněž byl pro částici proveden prvkový rozbor. Při porovnání snímků z různých zařízení je parné, že pod optickým mikroskopem se na částici jeví olejové skvrny, pod mikroskopem elektronovým částice nejeví žádné známky necelistvosti nebo skvrn. Jednou z možností skvrn je, že se jedná o látku, která je obsažena v celé sktruktuře, ale v oblastech skvrn s nejvyšší mírou, druhou možností je, že se zachytil během spalování na částici jiný prvek, který vznikl rozkladem jiné věci, který původně částici netvořil.

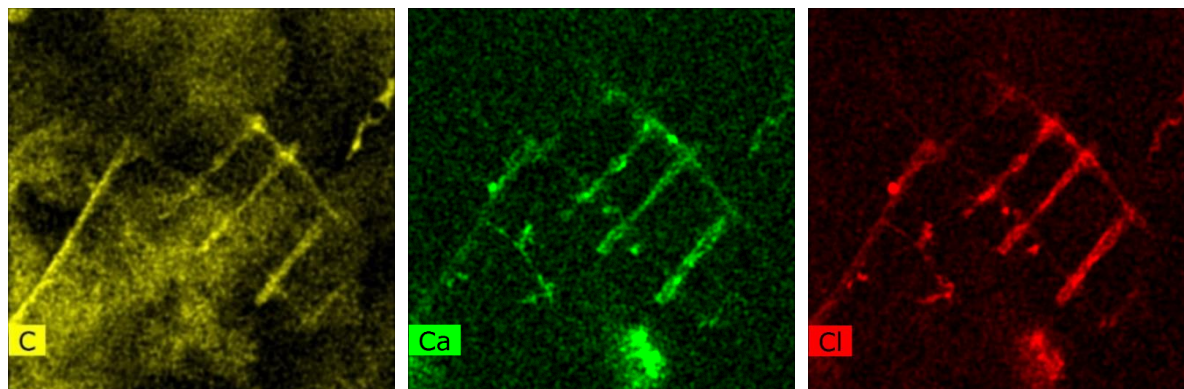


Obrázek 4: Úlet z komínu z dilenských kamen, netytická částice, vpravo pod elektronovým mikroskopem.

Tabulka 2: Prvkový rozbor částice z procesu spalování II.

Prvek	C	Mg	Si	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Zn
Hmotnostní procento (%)	84,60	0,51	0,09	7,30	1,03	5,26	0,18	0,55	0,50

Po prvkové analýze byl na částici proveden prvkový rozbor s konkrétními již známými prvky, které částice obsahuje. Největší podíl tvoří uhlík, který je obsažen v celé částici a rovněž typických kulových částicích úletu. Prvky chlór (7,3 %) a vápník (5,26 %) zvyrazňují části, na kterých se pod optickým mikroskopem jevíly skvrny. Zřejmě tedy skvrny mohly být vytvořeny během procesu spalování tavením původně jiné částice, případně kondenzací převážně plynného chlóru. Zbylé prvky tvoří velmi malé procentuální podíly, některé látky mohou být přirozeně i v palivu (třeba nikl, zinek), mnoho látek obsahují i syntetické nátěry, kterými některé dřevo mohlo být (například draslík, hořčík).



Obrázek 5: Prvkový rozbor netytickou částici úletu z komínu – C, Ca a Cl.

Výfukové emise

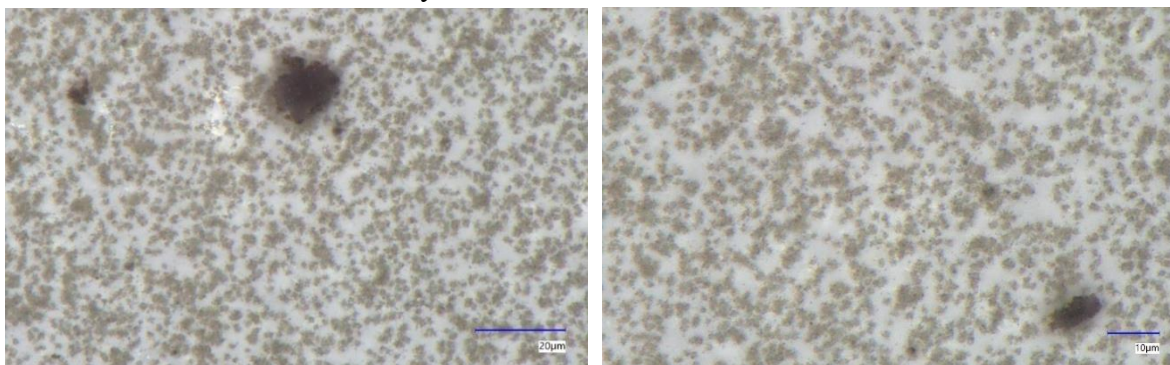
Výfukové emise byly odebrány při volnoběhu ze zahřátého motoru po jízdě asi 10 km, z automobilu Volkswagen Polo s motorizací 1.6 TDI, 66 kW a rokem výroby 2011. Odběr částic pochází asi z 20 litrů vzduchu přímo u výfuku. Při větším přiblížení stejně tak jako na snímcích z elektronového mikroskopu je patrné, že se jedná o shlukování kulových částic z procesu spalování kolem pórů filtru.

Tento konkrétní vůz prošel státní technickou kontrolou a měřením emisí asi měsíc před tímto odběrem. Výsledky z emisního měření dosahovaly vyšších hodnot, avšak v zákoně stanoveném limitu. Technik z STK doporučil kontrolu filtru pevných částic DPF (Diesel particulate filter).

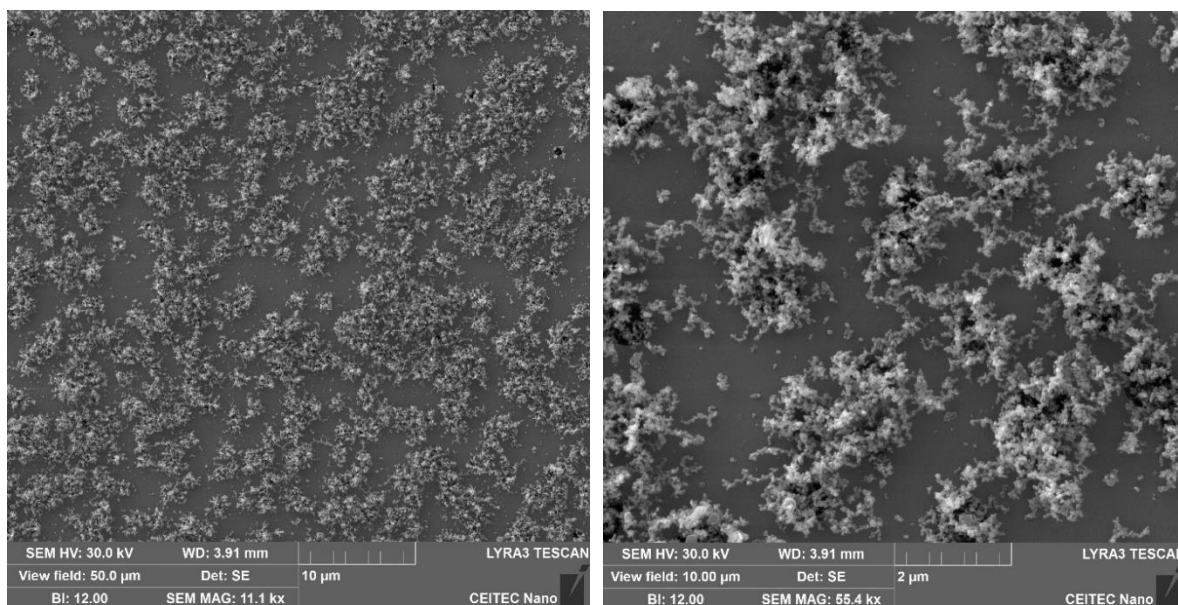
Jednotlivé částice, které se ve vzorku nacházejí nejčastěji, jsou kulového tvaru a jejich průměr měří zpravidla desítky nanometrů. Na snímcích je patrné, jak se částice jednotlivě snažily projít póry, které téměř ucpaly. Plochy filtru mimo póry jsou téměř čisté a lze na nich velmi dobře pozorovat tvar a velikost jednotlivých částic.

Tvar částice: kulový.

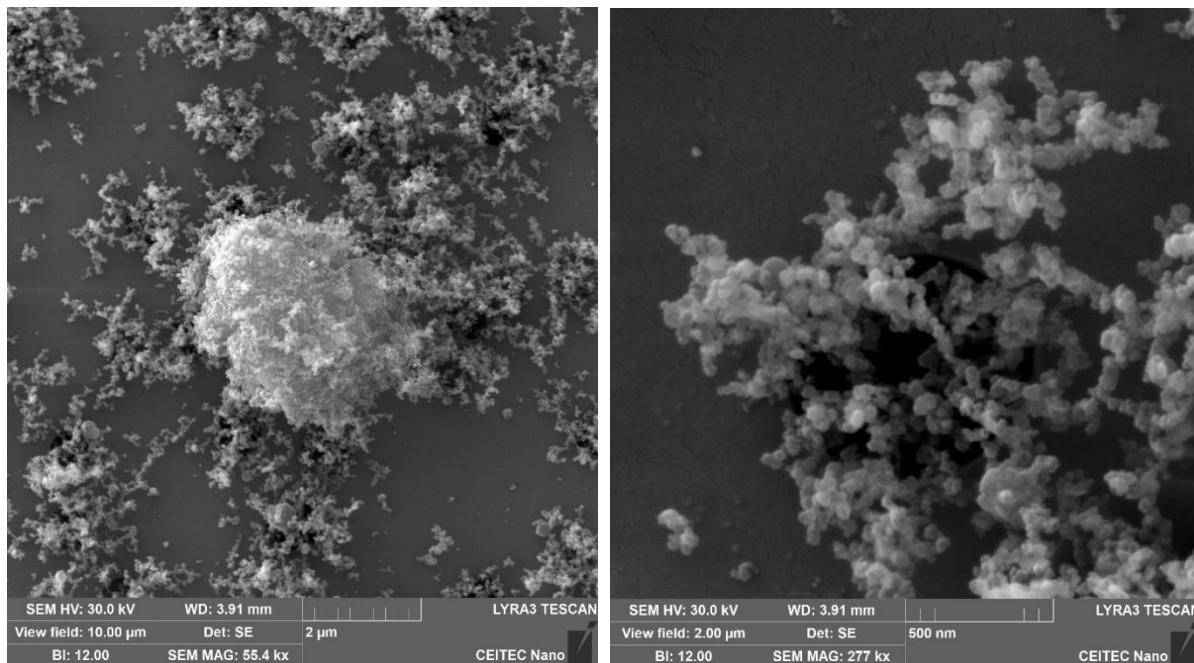
Velikost částic v ovzduší: desítky nanometrů.



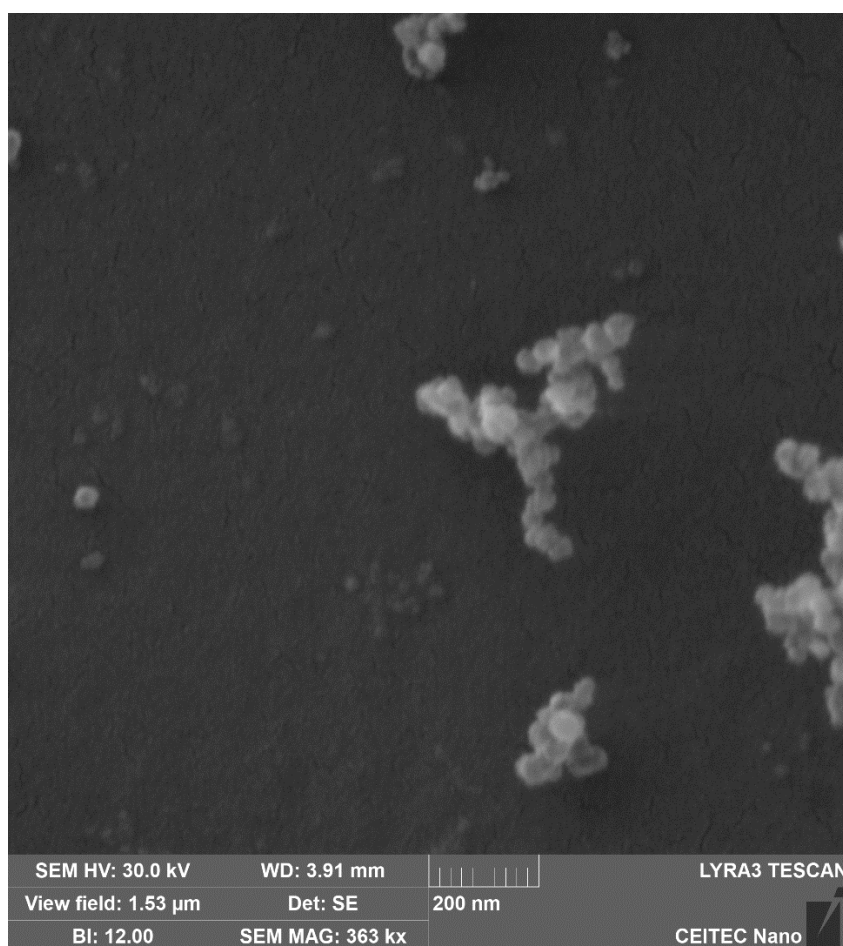
Obrázek 6: Výfukové emise, měřítko 20 µm a 10 µm, optický mikroskop.



Obrázek 7: Výfukové emise, měřítko 10 a 2 µm, elektronový mikroskop.



Obrázek 8: Výfukové emise, kulová částice a měřítko 500 nm, elektronový mikroskop.



Obrázek 9: Výfukové emise, měřítko 200 nm, elektronový mikroskop.

Ruční obloukové svařování bazickou elektrodou (MMA)

Odběr částic probíhal v těsné blízkosti svářeče v otevřeném prostoru při rozptylových podmínkách rychlosti větru asi 1 m/s. Při odběru asi 20 litrů vzduchu byl filtr přesycen, jsou však patrné některé typy uvolněných částic. Většina částic odpovídá morfologicky i velikostně částicím spalování a větší kulové částice zřejmě obsahují natavený kov.

Při svařování metodou MMA se část materiálu, který se svařuje v důsledku vysokých teplot odpařuje stejnětak jako materiál obalované elektrody, který obsahuje v případě elektrody bazické cca 45 % fluoritu, 40 % vápence, 1 % oxidu křemičitého, 5 % feromanganu, rutil, vodní sklo a další. Svařovaným materiálem byla běžná lehce svařitelná ocel třídy 11. [1]

Na snímcích lze pozorovat dva typy nejčastějších částic. Oba dva jsou kulové. Menší částice náleží do velikostní kategorie desítek nanometrů a velmi se podobají částicím z předchozích dvou procesů – spalování v kamnech a výfukovým emisím. U většího typu částic se velmi těžko hledá nejmenší možný průměr, a to z důvodu výskytu prvního typu částic. Je proto uveden maximální průměr, který byl ve vzorku nalezen.

Na snímku 22 lze pozorovat zřejmě kovovou částici, která není v tak velké míře jako ostatní částice tohoto typu obklopena částicemi spalování a její přesný kulový tvar. Horizontální pruhy na částici jsou způsobeny nastavením rastrovacího elektronového mikroskopu a vlastnostmi zkoumaného vzorku.

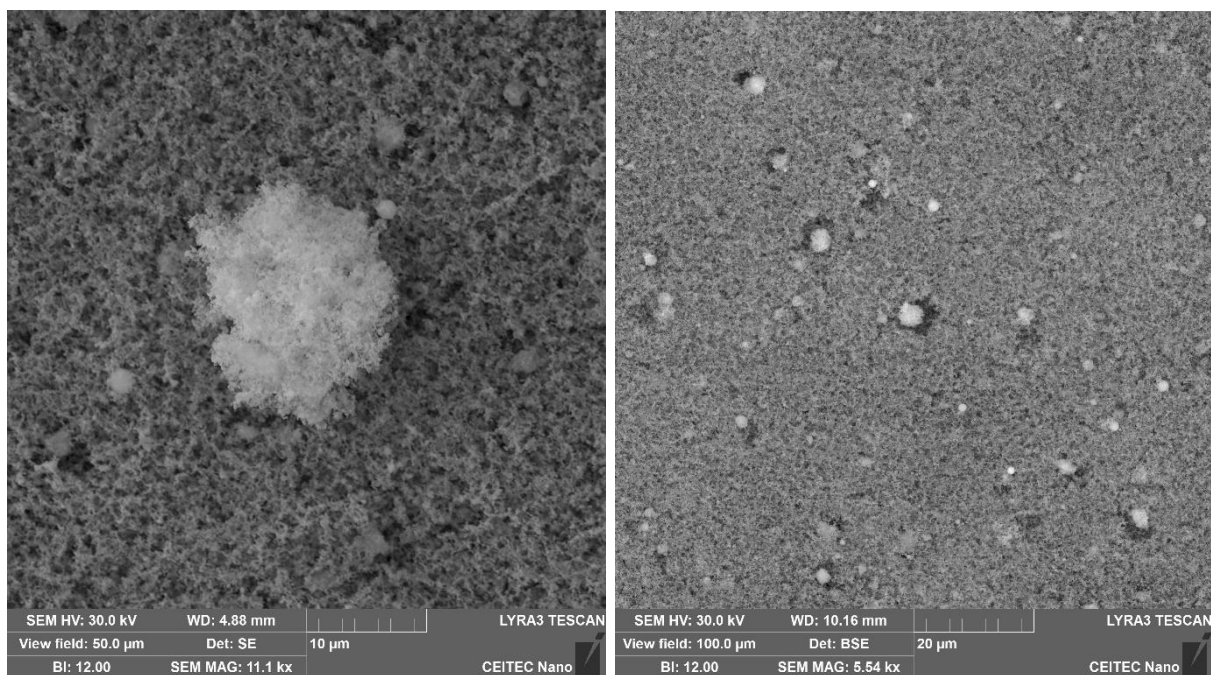
Tvar částic: kulový.

Velikost částic I. typu: \varnothing desítky nm.

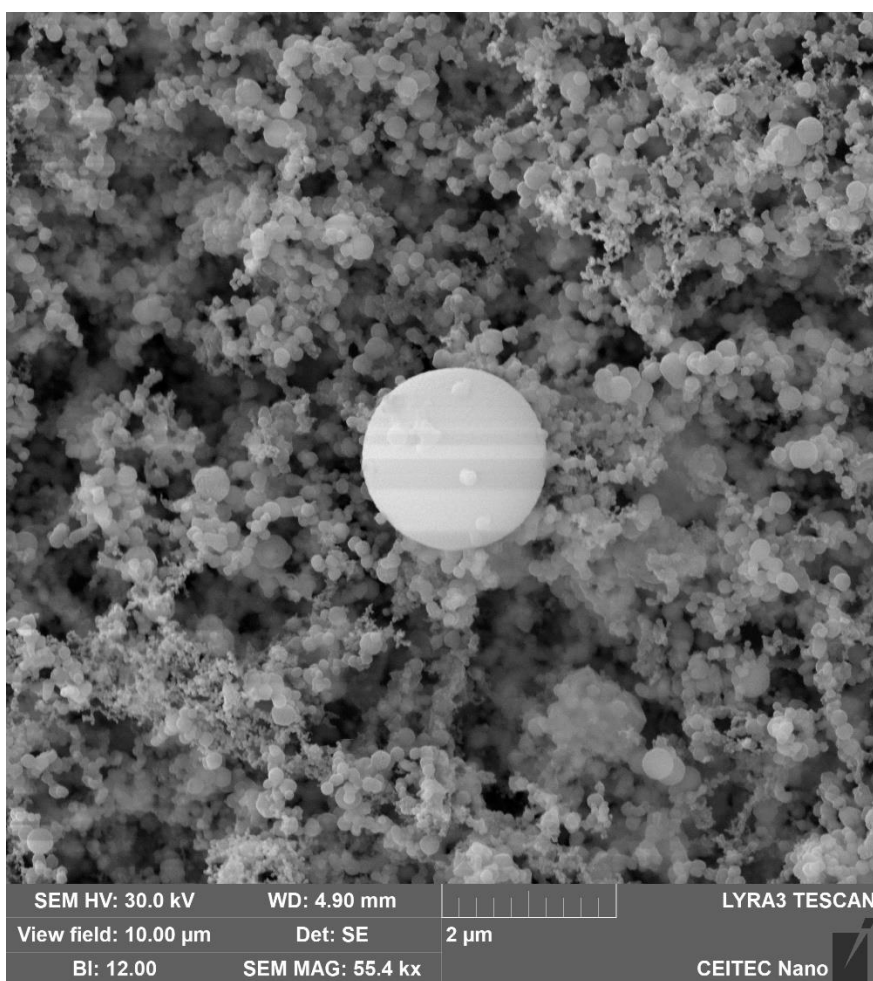
Velikost částic II. typu: \varnothing až 12 μm .



Obrázek 10: Svařování MMA, měřítko 20 μm .



Obrázek 11: Svařování MMA, měřítko 10 μm a 20 μm .



Obrázek 12: Svařování MMA, měřítko 2 μm .

Poloautomatické svařování metodou MAG

Odběr částic probíhal v těsné blízkosti svářeče v otevřeném prostoru při rozptylových podmínkách rychlosti větru asi 1 m/s. Odběr proběhl dvakrát, při odběru asi 20 litrů vzduchu byl filtr mírně přesycen, proto byl odběr opakován s odebráním asi 8 litrů.

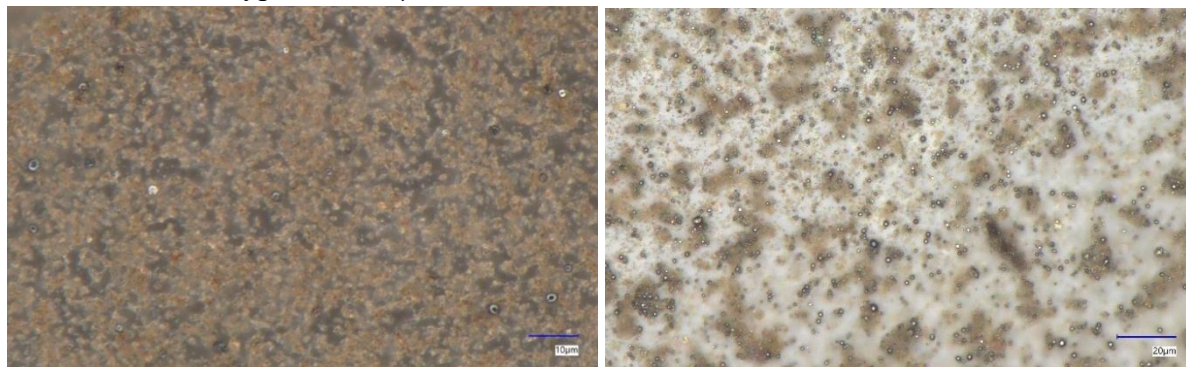
Při svařování metodou MAG (s aktivním plynem CO₂) se část materiálu, který se svařuje, v důsledku vysokých teplot odpařuje rovněž jako materiál drátové elektrody navinuté na cívce. Svařovaným materiálem byla běžná lehce svařitelná ocel třídy 11.

Na snímcích lze pozorovat dva typy nejčastějších částic. Oba jsou kulové. Menší částice náleží do velikostní kategorie desítek nanometrů a velmi se podobají částicím z prvních dvou procesů – spalování v kamnech a výfukovým emisím. U většího typu částic se velmi těžko hledá nejmenší možný průměr, a to z důvodu výskytu prvního typu částic. Je proto uveden maximální průměr, který byl ve vzorku nalezen.

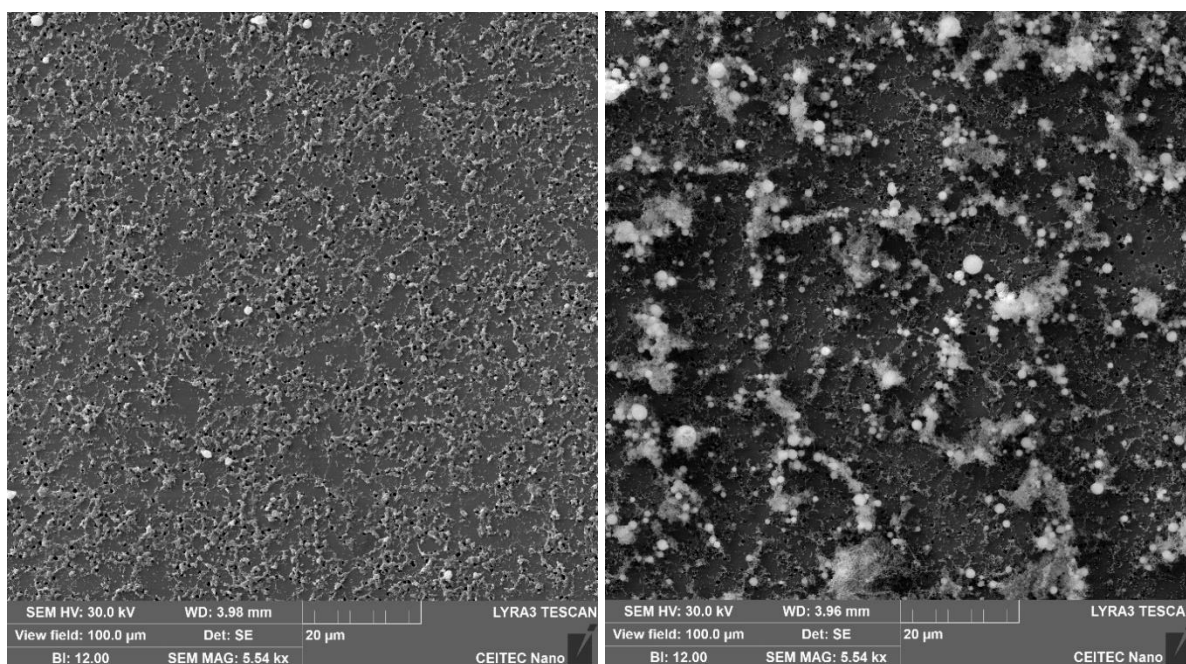
Tvar částic: kulový.

Velikost částic I. typu: Ø desítky nm.

Velikost částic II. typu: Ø až 7 µm.

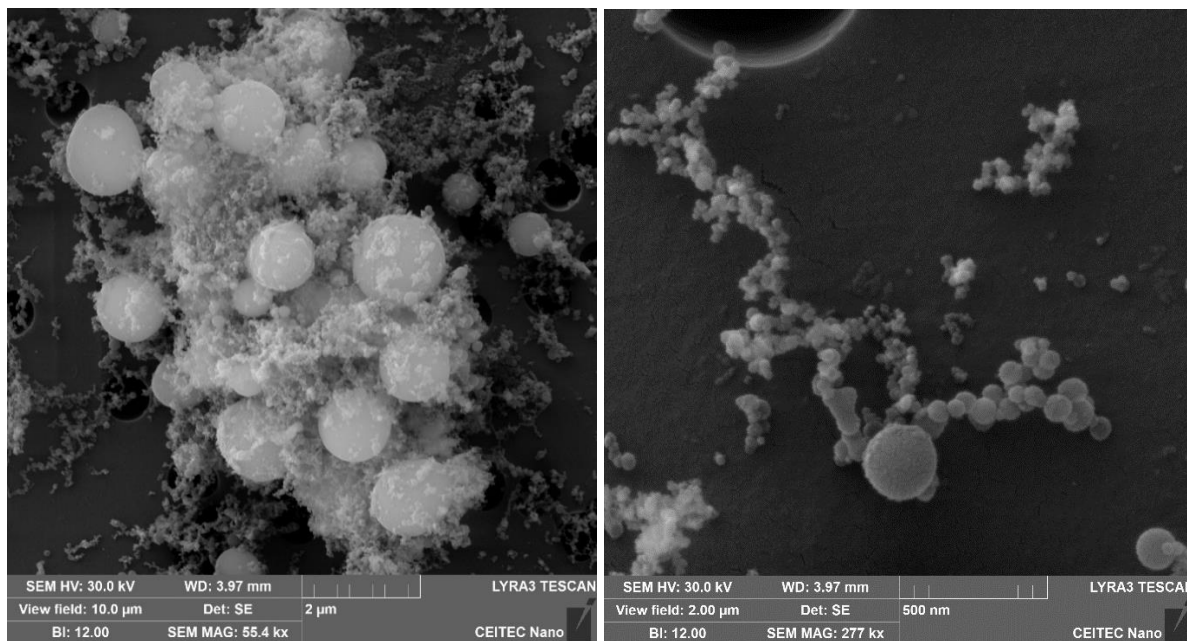


Obrázek 13: Svařování MAG odběr z 20 a 8 litrů vzduchu.

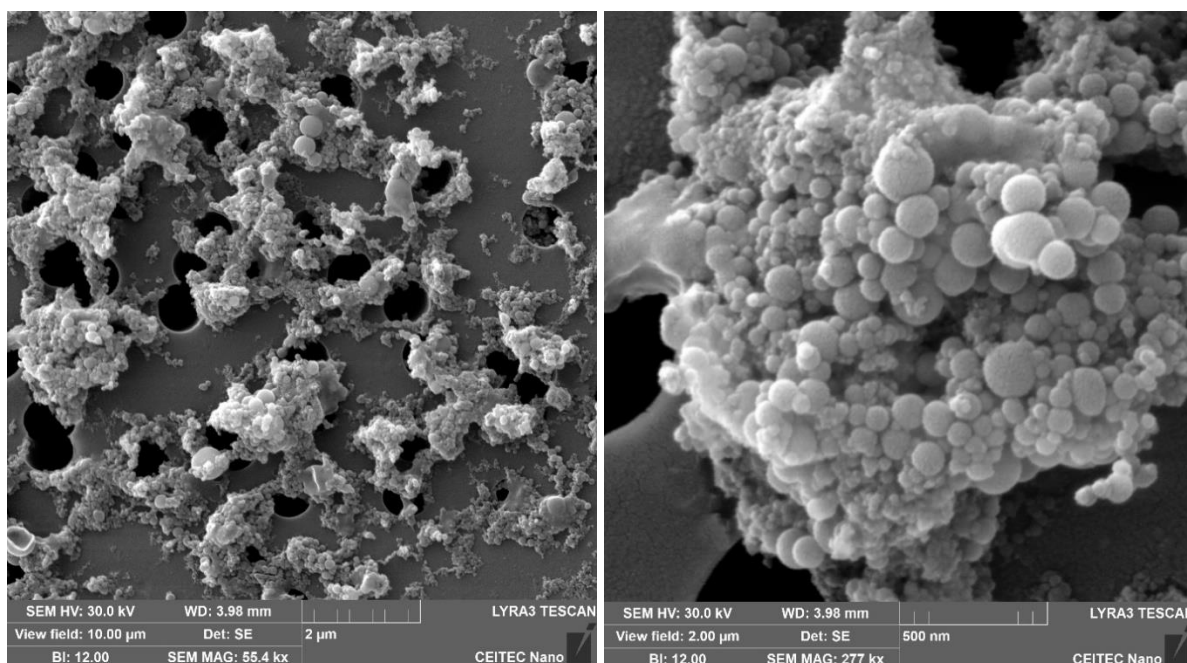


Obrázek 14: Svařování MAG odběr z 20 a 8 litrů vzduchu, elektronový mikroskop.

Při porovnání snímků z elektronového mikroskopu při stejném zvětšení a jiném odběru objemu vzduchu, které byly umístěny nad sebe na této straně, lze pozorovat velké rozdíly. Částice při větším objemu vzduchu a delším procesem svařování jsou na sebe mnohem více nahuštěny a mají tendence se více shlukovat do větších rozměrů. A to zřejmě ještě v ovzduší. Vyšší koncentrace velmi malými částicemi tedy nemusí znamenat větší nebezpečí pro zdraví člověka, vizte kapitolu o vlivu znečištění na lidský organismus. Při vyšších koncentracích nejjemnějších částic se částice snáze shlukují a stávají se většími celky.



Obrázek 15: Svařování MAG, odběr 8 litrů vzduchu, měřítko 2 μm a 500 nm.



Obrázek 16: Svařování MAG, odběr 20 litrů vzduchu, měřítko 2 μm a 500 nm.

U odběru osmi litrů vzduchu byla na některých částicích provedena prvková analýza. Ve které se mimo jiné objevuje i zlato, a to z důvodu pokovení. Tyto výsledky byly proto přepočteny bez podílu zlata. Prvky uhlík, kyslík a křemík obsahuje i filtr. V neposlední řadě je důležité zmínit, že odběr probíhal v otevřeném prostoru a ne každý stopový prvek nutně musel vzniknout během procesu svařování.

V prvním bodě prvkové analýzy byly dle největšího podílu po nejmenší nalezeny následující prvky: uhlík (asi 83 %), železo (asi 4 %), přes 2 hmotnostní procenta chlóru a draslíku, dále titan, sodík, křemík, kyslík, síra a méně než 1 % vápníku, manganu a hliníku.

Bod druhý obsahoval mnohem méně prvků a zhruba ze 64 % byl tvořen železem. Následně opět uhlíkem (asi 23 %), manganem (asi 10%) a méně než dvěma procenty hliníkem a kyslíkem.

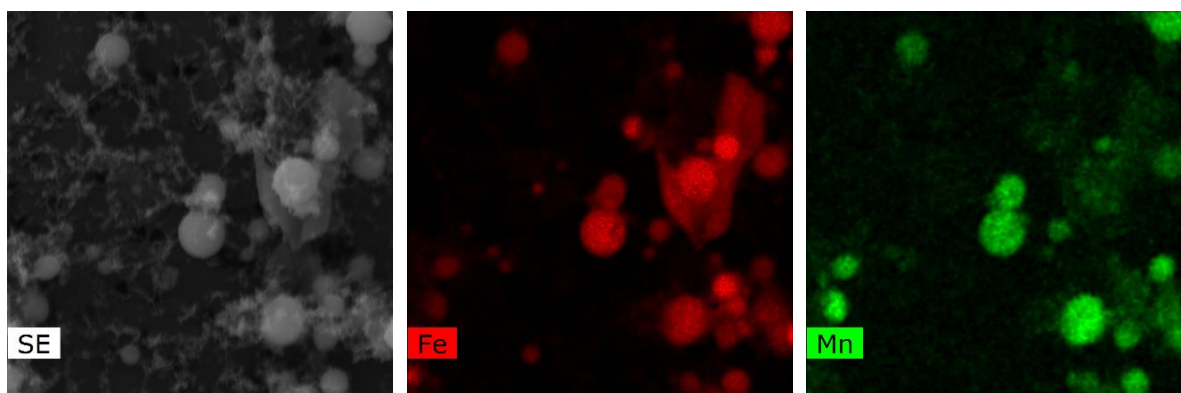
Velké rozdíly mezi těmito analýzami potvrzují fakt minimálně dvou typů částic. Částice spalování tvoří větší podíl uhlíku, kdežto částice pocházející z tavení svařovaného materiálu a drátové elektrody mají velký podíl železa, případně jiných kovových prvků a mohou dosahovat větších rozměrů.

Výsledky prvkové analýzy byly zaneseny do tabulky níže.

Tabulka 3: Prvkový rozbor částic z procesu svařování.

Prvek/ hmotnostní procento	C	O	Na	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Ti	Mn	Fe
Bod 1	83,07	1,20	1,39	0,21	1,27	1,02	2,66	2,23	0,67	1,61	0,51	4,17
Bod 2	23,22	1,39	0	0	1,49	0	0	0	0	0	9,97	63,93

Po prvkové analýze konkrétních bodů byla provedena analýza snímku na určité, již známé prvky, které by snímek měl obsahovat. Zvolenými prvky byl prvek železo a mangan. Při bližším zkoumání snímku se zvýrazněnou koncentrací železa lze pozorovat, že i některé malé částice označené jako první typ, obsahují železo, vizte červený „závoj“ na pravé straně snímku kolem dvou sytější červených kulových částic. Při porovnání snímků se zvýrazněnou koncentrací železa a manganu lze dojít k závěru, že větší typ kulových částic obsahuje kovové prvky, z nichž všechny obsahují nějaké množství železa, ale ne každá kovová částice obsahuje i mangan.



Obrázek 17: Prvkový rozbor částic svařování – originál, Fe a Mn.

Broušení

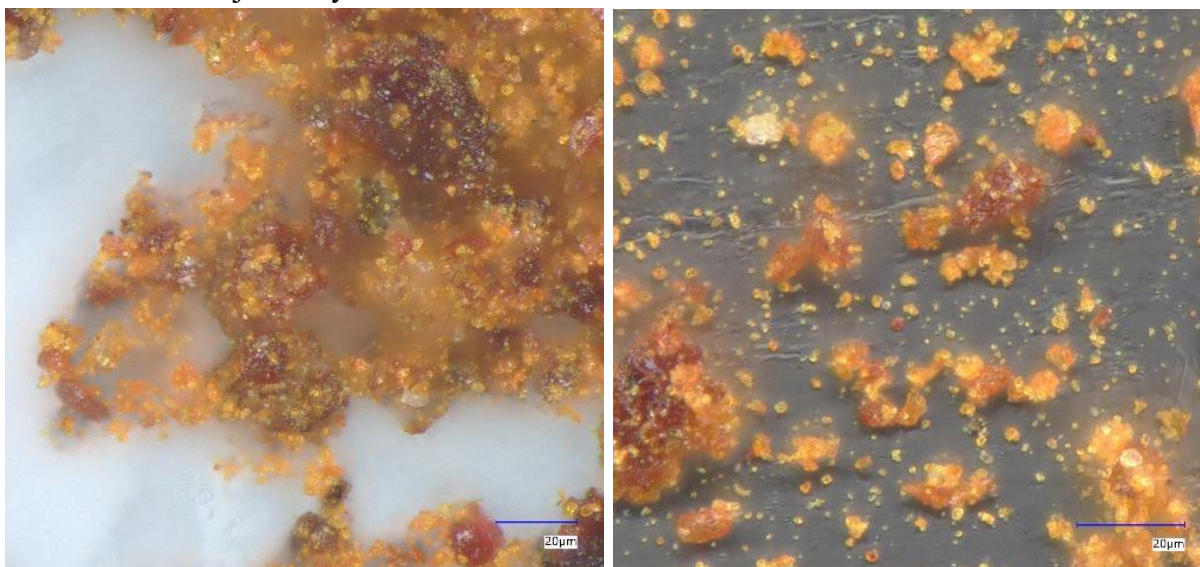
Proces broušení proběhl na zkorodovaném plechu pomocí ocelového kartáče. Znečištěný vzduch nebyl odebírán na filtr, ale přímo do nádoby, a to z důvodu přílišného znečištění a případného velice rychlého zahlcení filtru.

Ocelový plech by měl obsahovat železo a možné legující prvky jako jsou vanad, molybden, mangan, hořčík, chrom, nikl, titan nebo křemík, stejně tak jako ocelový kartáč. V případech broušení jiným nástrojem dochází k emitování i prvků nástrojů – smirgového papíru, brusných kotoučů atd.

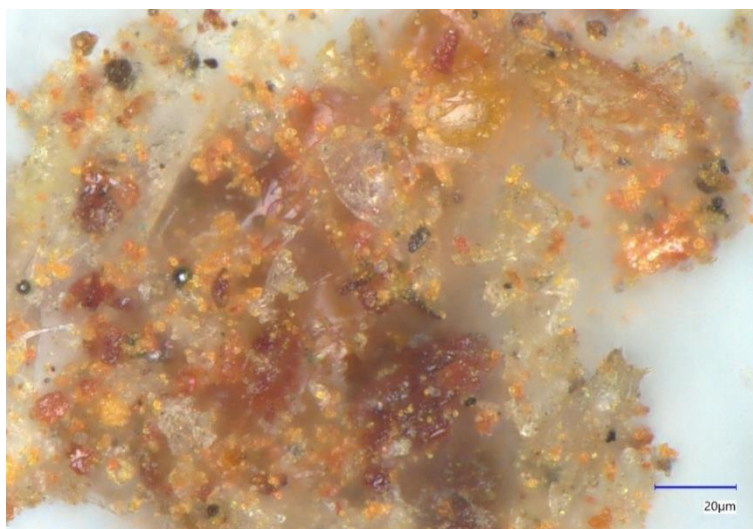
Pod mikroskopem byly z broušení nalezeny dva typy částic. Nepravidelné krystaly a kulové částice. Kulové částice dosahují průměrů od 2 do asi 5 μm a lze je pozorovat na snímku 36. Nepravidelné krystaly dosahují velkých rozdílů velikostí. Některé krystaly měří pouhé 2 μm a některé i padesátinásobně více.

Tvar nejčastějších částic: nepravidelné krystaly.

Velikost částic: \varnothing jednotky až sto mikrometrů.



Obrázek 18: Částice broušení na bílém a černém podkladu.

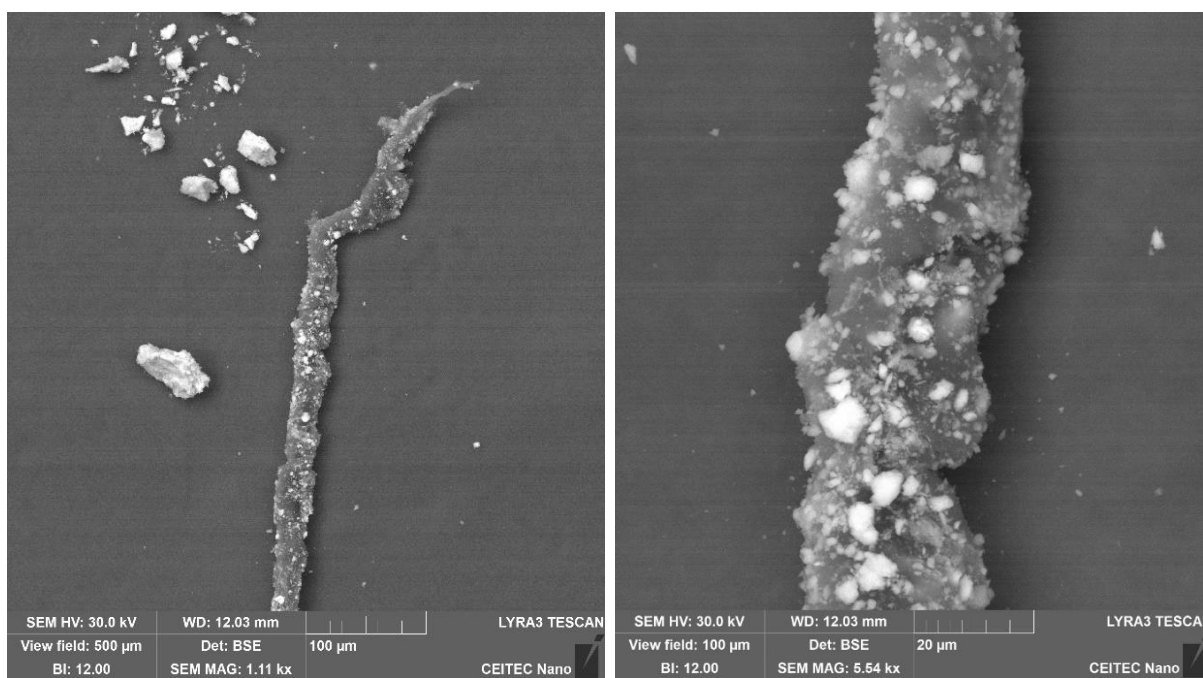


Obrázek 19: Částice broušení včetně kulových částic.

Na krystalu, který se nachází samostatně mimo vlákno na snímku 20 vlevo byla provedena prvková analýza. Následně i na krystalu, který se nachází na vlákne. Výsledky jsou zaneseny do následující tabulky. Krystal nacházející se mimo vlákno je tvořen z asi 82 % železem, 11 % uhlíkem. Uhlík a křemík však obsahuje i podložka na které se částice nachází a v některých případech prvkový rozbor analyzuje i podložku. Všechny uvedené prvky však částice obsahuje, podložka může měnit procentuální zastoupení, ne fakt výskytu prvku. Při analýze bodu na vlákne se jeví, že je vlákno z velké části tvořeno uhlíkem (53 %) a rovněž železem (41 %), následuje kyslík a méně než 1 % křemíku, zirkonia a hliníku. Zřejmě se jedná o převážně uhlíkové vlákno jiného původu obalené částicemi z broušení.

Tabulka 4: Prvkový rozbor částic z procesu broušení.

Prvek/ hmotnostní procenta	C	O	Al	Si	S	Cl	Ca	Mn	Fe	Zr
Bod 1	11,75	3,78	0,22	0,22	1,12	0,14	0,40	0,18	82,17	0
Bod 2	52,85	4,46	0,51	0,85	0	0	0	0	40,73	0,59



Obrázek 20: Částice broušení pod elektronovým mikroskopem a vpravo částice broušení na uhlíkovém vláknu.

Měkké pájení

Pájení do teploty 500 °C označované jako měkké pájení proběhlo při použití cínové pájky s kalafunou – pryskyřice z borovice, a to na elektrických spojích.

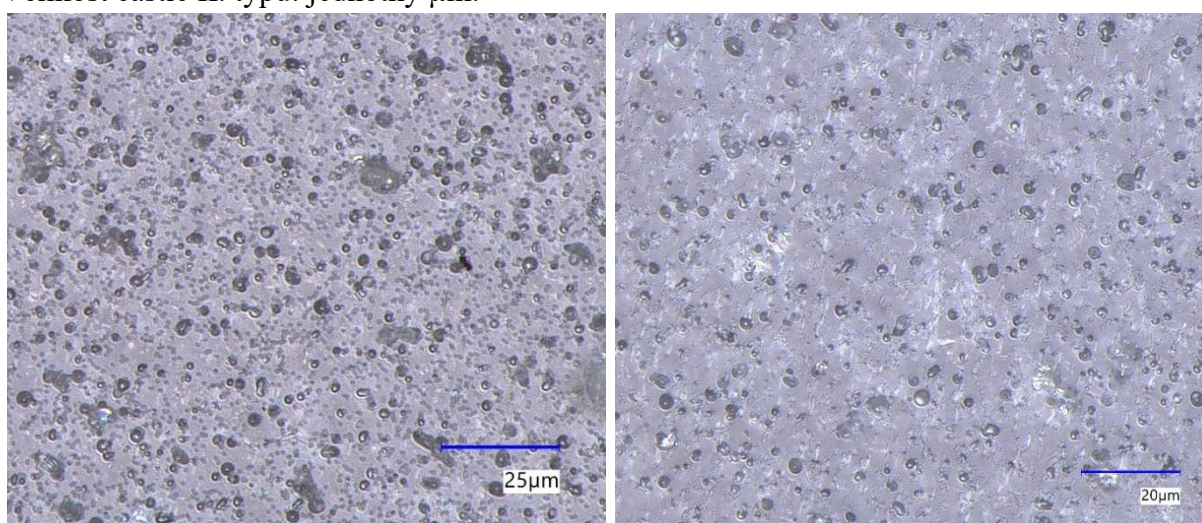
Na snímcích lze rozlišit dva typy částic, první typ se vyskytuje zjevně častěji a jedná se zpravidla o kulové, případně oválné částice. Velikost těchto částic má poměrně velký rozptyl a to od desetin mikrometru po jednotky. Druhý typ vyskytujících částic bylo pod optickým mikroskopem velmi problematické zachytit a jedná se o průsvitné nepravidelné krystaly na snímku 22. Krystaly zřejmě nabývají velikostí jednotek mikrometrů.

Tvar částic I. typu: kulový, oválný.

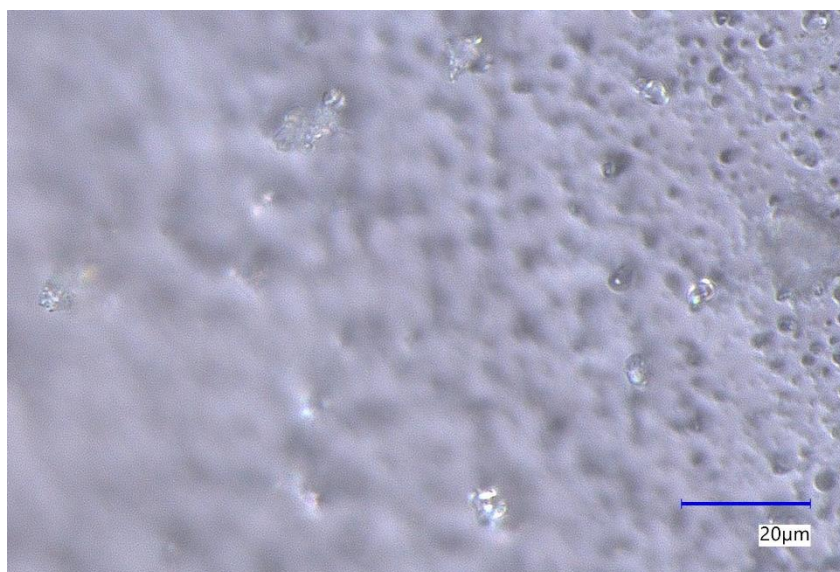
Tvar částic II. typu: nepravidelné krystaly.

Velikost částic I. typu: \varnothing 0,2-4 μm .

Velikost částic II. typu: jednotky μm .



Obrázek 21: Pájení, měřítko 25 μm a 20 μm .



Obrázek 22: Pájení – krystaly.

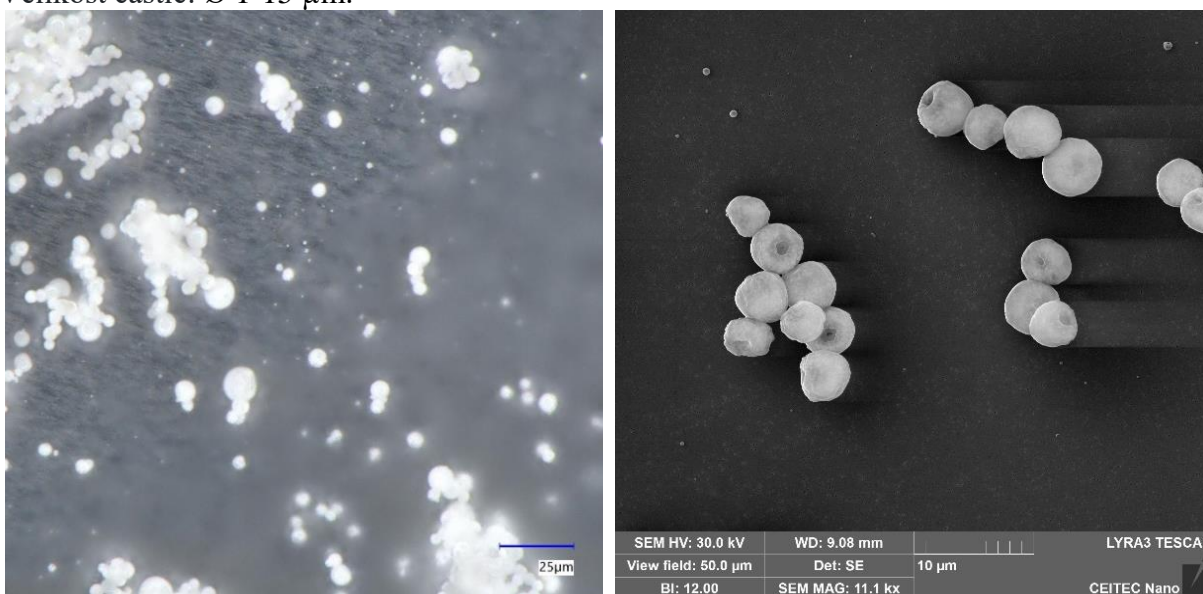
Nanášení syntetické barvy ve spreji

Nástřik proběhl syntetickou barvou ve spreji značky Dupli-Color, Prima RAL, bílou, která je vhodná na kov, dřevo, plasty i kámen. Základ pojiva tvoří akrylátové kopolymery a obsahuje aceton, n-butil acetát a 2methoxy-1-methylethyl acetát. Jedná se o velmi nebezpečné látky, které nesmějí být vdechovány. [3]

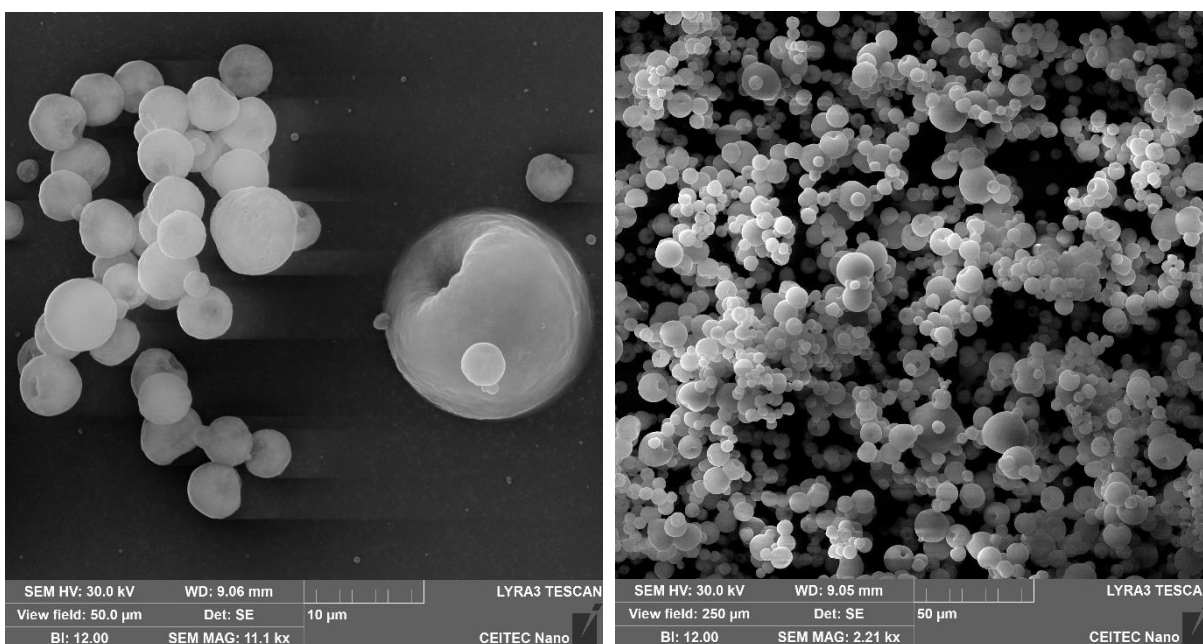
Při zkoumání filtru pod optickým mikroskopem byl zřejmý kulový tvar, pod mikroskopem elektronovým je patrné, že všechny částice zřejmě obsahují specifický důlek a vykazují velké rozdíly v hodnotách průměru, který se pohybuje od 1 až do 15 μm .

Tvar: kulový s jedním pólem – důlkem.

Velikost částic: Ø 1-15 μm .



Obrázek 23: Částice syntetické barvy pod optickým a elektronovým mikroskopem.



Obrázek 24: Obří částice barvy pod elektronovým mikroskopem s měřítkem 10 μm a vpravo částice syntetické barvy s měřítkem 50 μm .

Stavba: demolice obvodových zdí

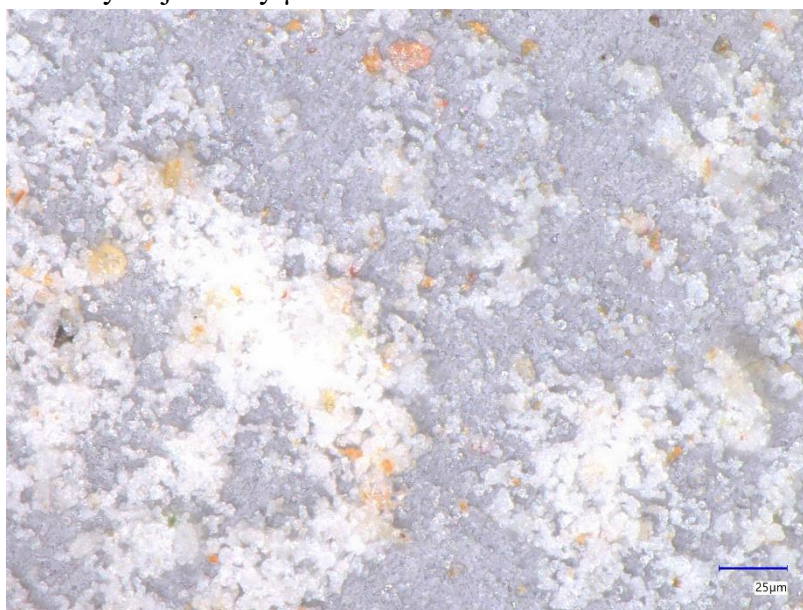
Částice ze stavby byly odebírány v den demolice obvodových zdí. Zdi tvořily v největší míře plné pálené cihly spojované maltou. Ale vyskytovalo se v ní i kamení nebo beton.

Střed filtru pod mikroskopem vykazuje velké množství krystalů, z nichž většina se jeví jako průsvitná, případně bílá a menší množství krystalů načervenalé barvy. Při zkoumání okraje filtru, na kterém se nenachází tak velké množství částic lze pozorovat, že filtr obsahuje velké množství typů částic – krystalů.

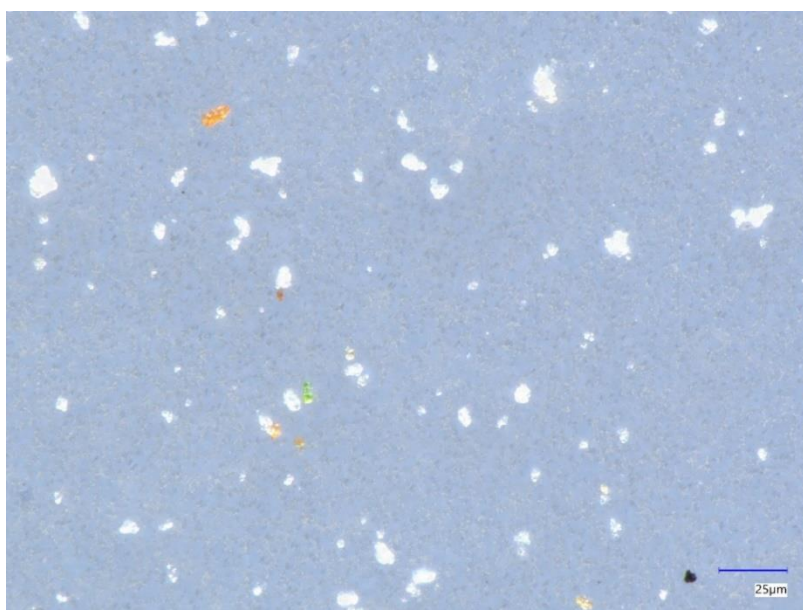
Velikostně se všechny částice nachází v rozsahu od desetin po jednotky mikrometrů.

Tvar: nepravidelné krystaly.

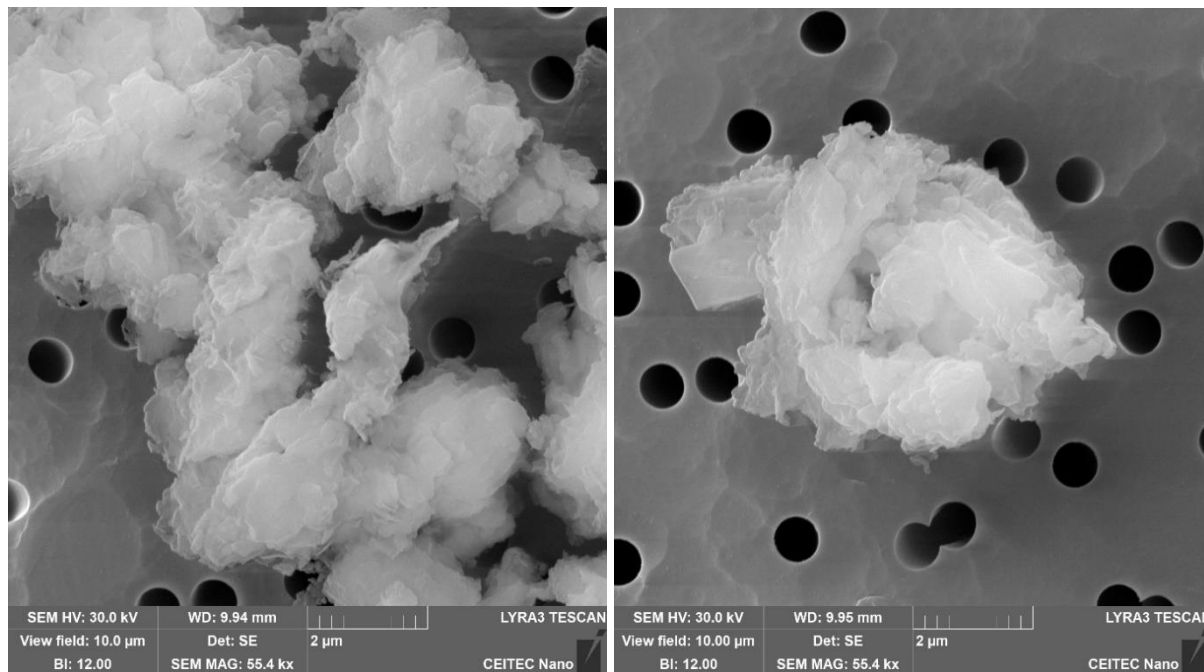
Velikost částic: desetiny až jednotky μm .



Obrázek 25: Částice demolice, střed filtru.



Obrázek 26: Částice demolice, různorodost krystalů.



Obrázek 27: Částice demolice pod elektronovým mikroskopem, shluk částic a jednotlivá částice.

Strukturu částic, které se pod optickým mikroskopem jeví jako krystaly pod elektronovým mikroskopem tvoří tenké pláty navrstvené na sebe.

Na vybrané částici z demolice byl proveden prvkový rozbor, který obsahoval mimo jiné zlato, kterým částice byla pokovena. Rozbor byl přepočítán bez podílu zlata a je zanesen do následující tabulky. Částice obsahuje téměř 49 % uhlíku a téměř 48 % vápníku. Zbylými prvky nalezenými na částici jsou kyslík, křemík, dusík a hliník.

Tabulka 5: Prvkový rozbor částice z procesu demolice.

Prvek	C	N	O	Al	Si	Ca
Hmotnostní procenta (%)	48,59	0,00	2,73	0,27	0,68	47,74

Zemědělská činnost

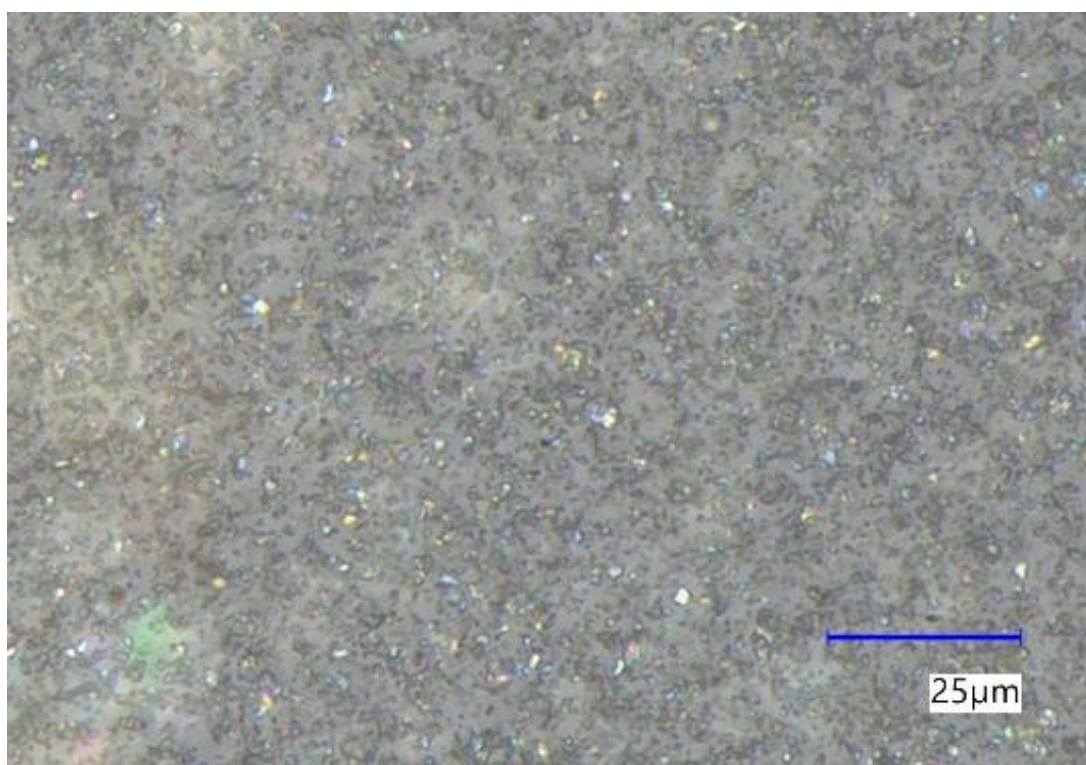
Odběr znečištěného ovzduší probíhal při orbě a přípravě půdy, kdy vzniká z polních prací téměř největší objemové množství prachových částic.

Při pozorování odběru pod optickým mikroskopem lze velmi těžce částice oddělit od sebe a určit jejich hranici a velikost. Pomocí rozlišení elektronového mikroskopu lze částice od sebe odlišit a částečně určit i jejich různorodou morfologii.

Jedná se o tvarově velmi rozdílné částice. Částice jsou zřejmě velmi tenké a s hodnotou nejmenšího průměru v desetinách mikrometru.

Tvar: nepravidelné tenké pláty.

Velikost částic: desetiny až jednotky μm .



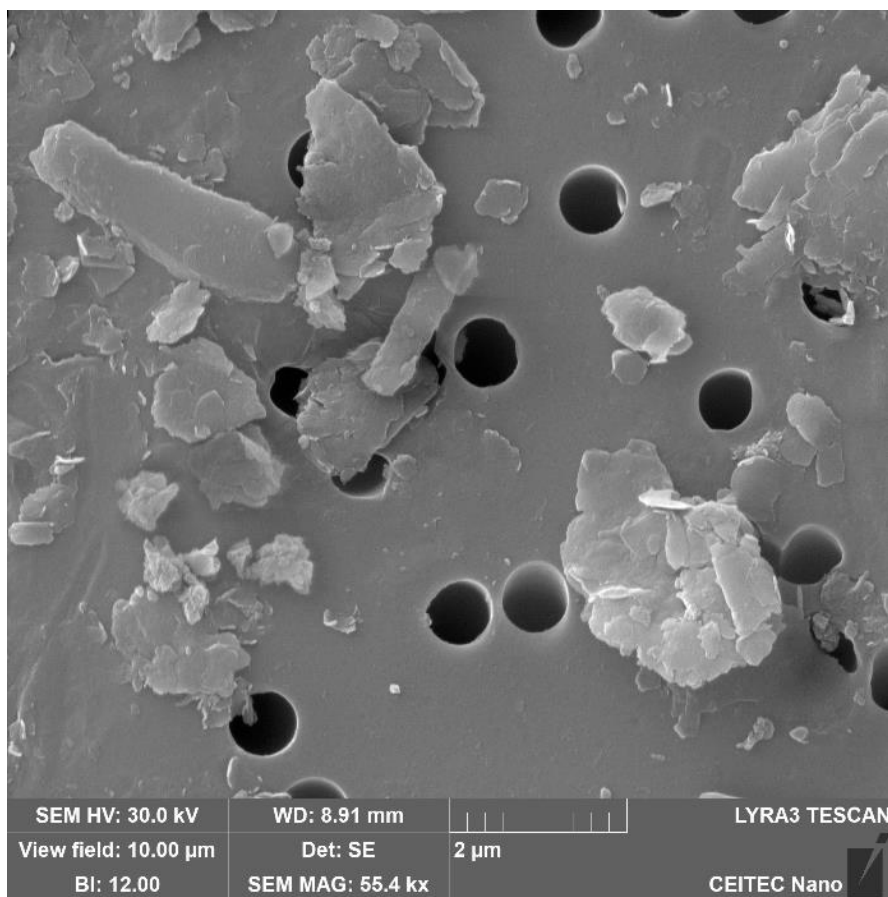
Obrázek 28: Částice z orby půdy pod optickým mikroskopem.

Ve vybraném bodě filtru byla na elektronovém mikroskopu provedena prvková analýza, ve které se mimo jiné objevuje i zlato, a to z důvodu pokovení. Tento výsledek byl proto přepočten bez podílu zlata. Prvky uhlík, kyslík a křemík obsahuje i filtrační papír, a proto je možné počítat s chybou u hmotnostních procent, avšak veškeré nalezené prvky částice obsahuje.

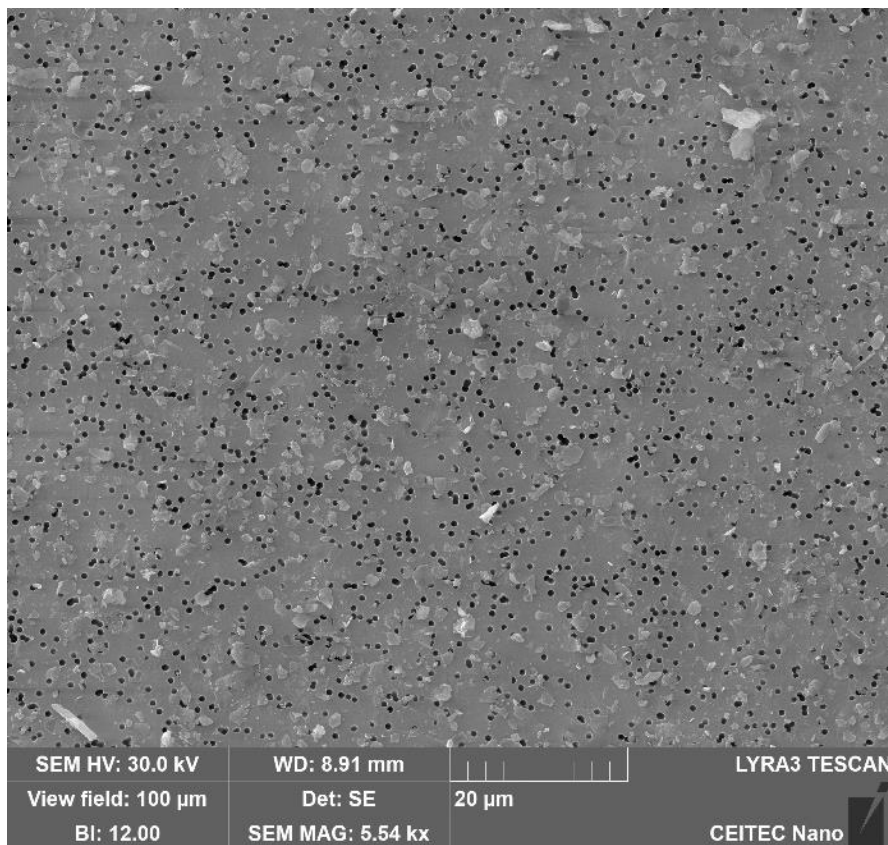
Ve výsledcích se v nejvyšší míře objevuje uhlík s asi 77,5 %, následuje dusík s necelými 8 %, vápník s 3,5 % a kyslík s asi 3%. Následuje velké množství prvků s hmotnostním podílem méně než 2 % z celku, a to chlór, síra, draslík, křemík, sodík, železo, hliník a hořčík.

Tabulka 6: Prvkový rozbor částice z procesu orby půdy.

Prvek	C	N	O	Na	Mg	Al	Si	S	Cl	K	Ca	Fe
Hmotnostní procenta (%)	77,56	7,85	3,05	0,87	0,14	0,31	1,02	1,79	1,93	1,45	3,50	0,52



Obrázek 29: Částice z orby půdy pod elektronovým mikroskopem, měřítko 2 μm .



Obrázek 30: Částice z orby půdy pod elektronovým mikroskopem, měřítko 20 μm .

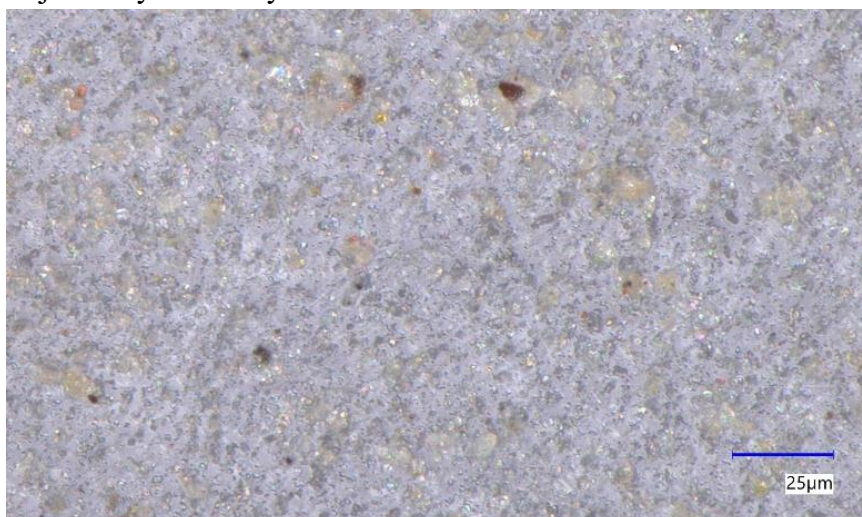
Saharský písek na území České republiky

Obvykle několikrát během roku se na území České republiky dostane proudem větru písek z největší pouště světa, Africké Sahary. Saharský písek se do Evropy dostával i před 2000 lety. Důkazem jsou studie ledovců v Evropských Alpách, které tyto částice obsahují. Během vznosu a proudění větru se na prachových částicích při dostatečné vlhkosti tvoří kondenzační jádra a vytváří se oblačnost. V některých případech oblačnost může omezit i dohlednost, například na 10 km i méně. Tento jev se meteorologicky označuje pojmem zákal. [9], [62], [63]

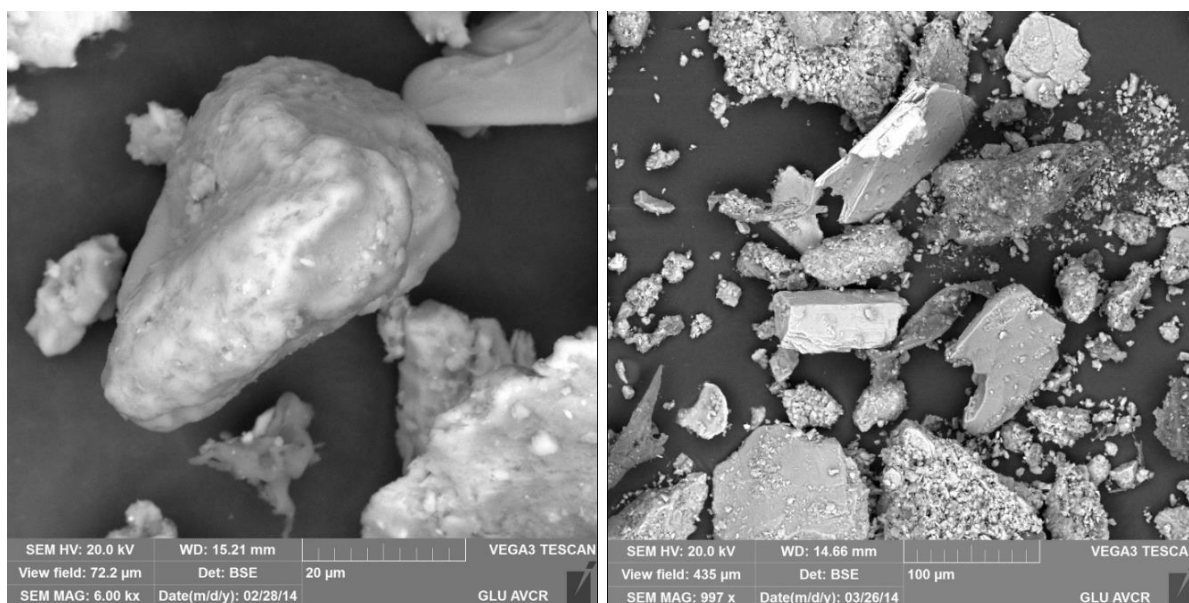
Prach na území České republiky dle dostupných údajů obsahuje křemen, živec, slídu, jemné krystaly kalcitu, jílových minerálů a železem bohaté minerály goethit a hematit. [9]

Tvar částic: různorodý.

Velikost částic: jednotky až stovky mikrometru.



Obrázek 31: Saharský prach 31.3.2024.



Obrázek 32: Saharský písek, odběr 19. února 2014 v Praze a v Hradci Králové.

Autor: Geologický ústav Akademie věd ČR [9].

Sopečná činnost

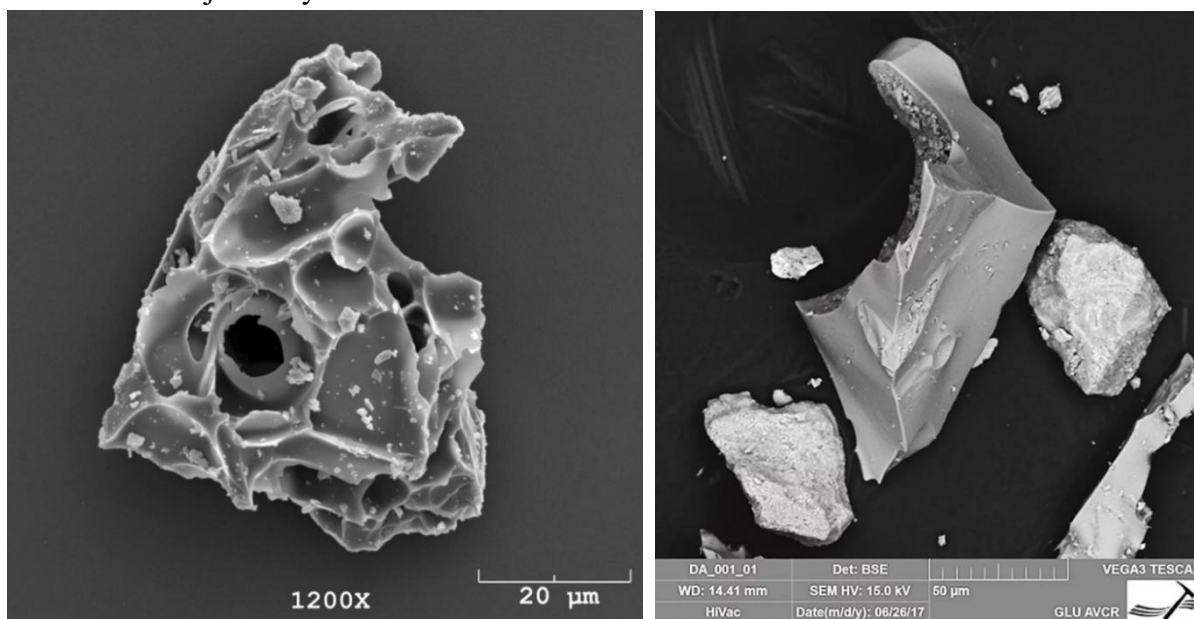
Vulkanická činnost je jednou z přírodních událostí, při které vzniká obrovské množství látek, které se uvolňují do ovzduší a ovlivňují ho v některých případech i dlouhodobě, i na velké vzdálenosti. Při erupci sopka vyvrhne tzv. pyroklastika, což je označení pro pevné částice a množství plynných látek. Základem všech plynů je vodní pára, která je dále doplněna oxidy síry, kyselinami HF a HCl a oxidy uhlíku. Pyroklastiku tvoří ztuhlé magma a kusy hornin sopečného kužele. Po dopadení pevných částic na zemský povrch se nazývají tefra a nabývají různých velikostí. Jde o sopečné pumy (větší částice než 64 mm), menší lapilli (2-64 mm), sopečný popel a prach. V nejbližším okolí vulkánu může po erupci do značné míry tefra ovlivnit zemědělskou činnost i na několik let. Sopečný popel i prach z důvodu svého původu vykazují tvrdosti pět Mohsovy stupnice tvrdosti. [2]

První snímek byl pořízen na Univerzitě v Aljašce po výbuchu sopky Redoubt, 22.3.2009. Vzorek odebral Pavel Izbekov 23.března. [5]

Snímek vpravo je pořízen Geologickým ústavem AV České republiky. [6]

Tvar částic: různorodý.

Velikost částic: jednotky mikrometrů až 2 mm.



Obrázek 33: Vlevo sopečná částice, fotograf Tom Kircher, SEM: ISI-50 v Advanced Instrumentation Laboratory, University of Alaska Fairbanks [5] a vpravo sopečná částice zachycena Geologickým ústavem AV České republiky [6].

Řezání dřeva

Dřevěné piliny byly odebrány při manuálním řezání ocelovou pilou. Jedná se o neošetřené dřevo. Většina částic nabývá velkých velikostí, tudíž by došlo k velmi rychlé sedimentaci. Avšak nachází se na nich i části, které se v některých případech oddělují a mají menší velikosti, ale shodnou strukturu.

Tvar částic: podlouhlý, roztřepený, s nepravidelným průměrem.



Obrázek 34: Dřevěné třísky vzniklé při řezání dřeva.



Obrázek 35: Detail oddělitelné části třísky.

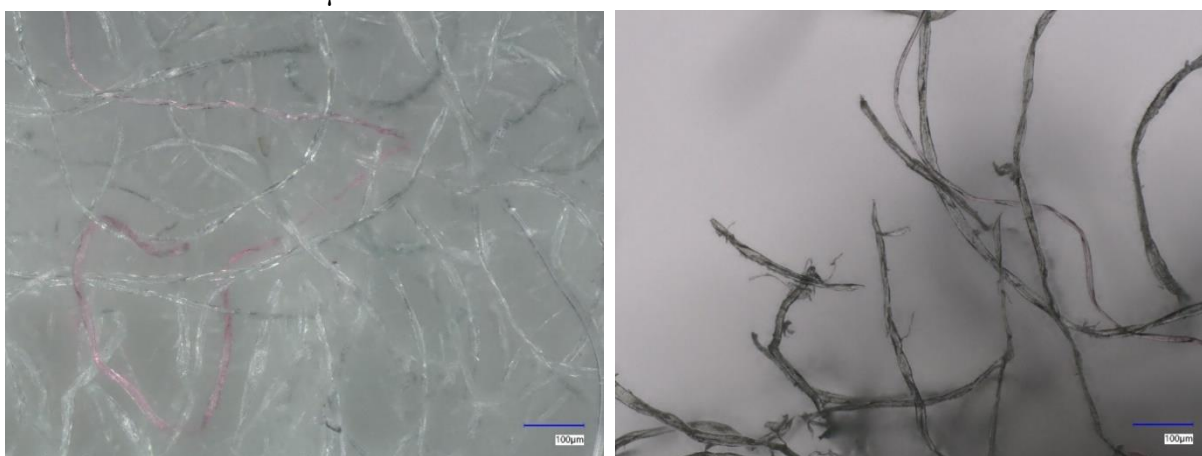
Bavlněná vlákna

Odběr 100% bavlny proběhl čistou ostrou břitvou přímo z textilie, která se skládá pouze z barvené bavlny. Na druhém snímku je vzorek osvícen zdola a lze posvítit. Jednotlivá vlákna jsou mírně roztřepaná a každé vlákno vykazuje odlišnosti od ostatních. Některá vlákna se jeví jako mechanicky poškozená, zmáčknutá, což poukazuje na křehkost a nízkou pevnost materiálu.

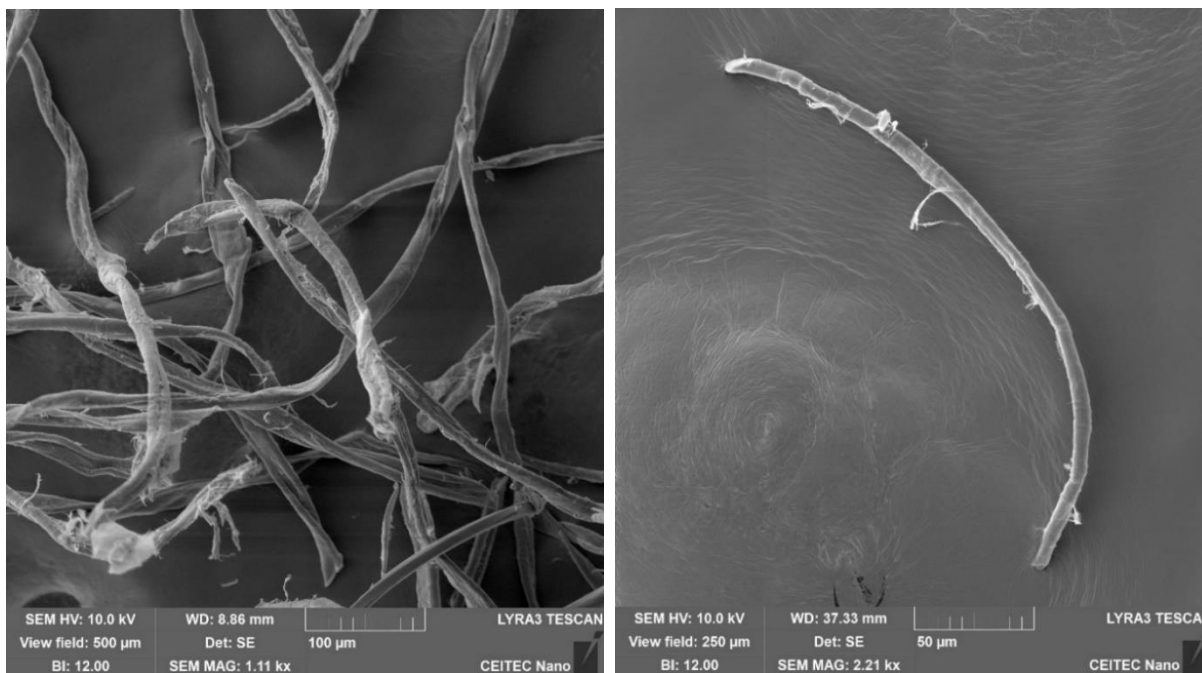
Na prvním snímku z rastrovacího elektronového mikroskopu horší vizuální efekt horizontální pruhy, které však nemění podstatu zkoumaného vlákna a jsou způsobeny nastavením mikroskopu a vlastnostmi zkoumaného vzorku.

Tvar částic: válcový, podlouhlý.

Velikost částic: \varnothing 10-20 μm .



Obrázek 36: Bavlněná vlákna pod optickým mikroskopem, vpravo nasvícena zdola.



Obrázek 37: Bavlněná vlákna pod elektronovým mikroskopem, měřítko 100 μm a 50 μm .

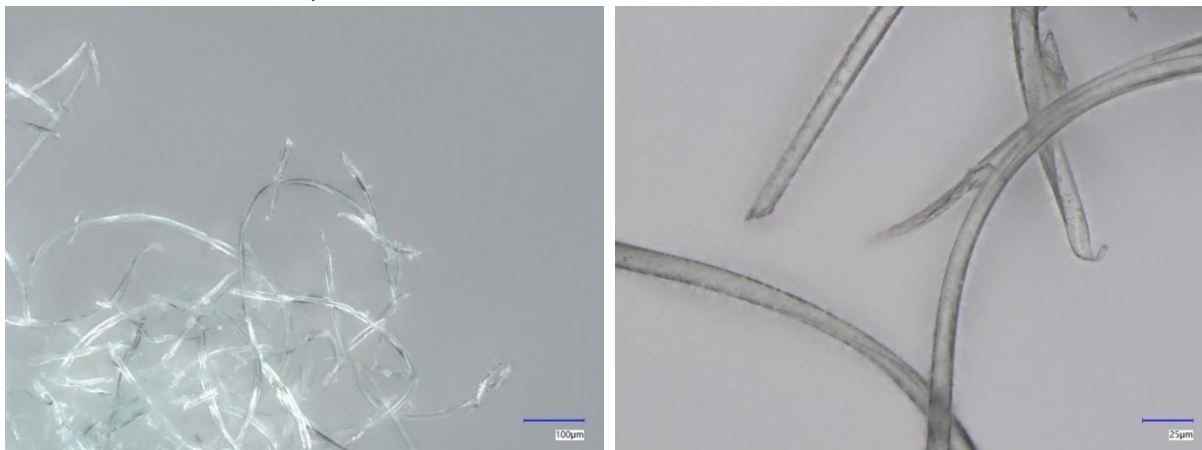
Polystyrenová vlákna

Polyesterová vlákna byla získána čistou ostrou břitvou z textilie, která se skládá ze 100% polystyrenu. Na druhém snímku jsou vlákna osvětlena zdola a lze je posvítit. Vlákna jsou po celé délce zpravidla hladká, ucelená.

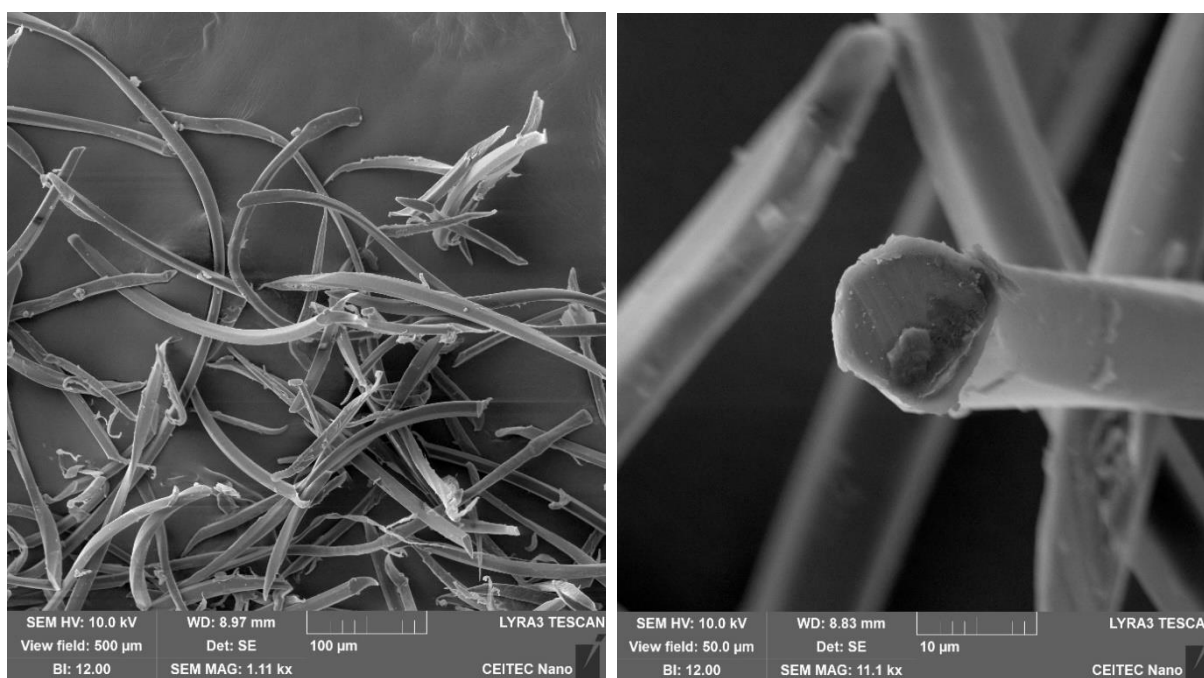
Ze snímků z elektronového mikroskopu lze pozorovat, že vlákna nemají kruhový průřez, jak se může zdát ze snímků z optického mikroskopu. Vlákna jsou povětšinou hladká a ucelená.

Tvar částic: podlouhlý, s různými průřezy.

Velikost částic: \varnothing 5-15 μm .



Obrázek 38: Polystyrenová vlákna pod optickým mikroskopem, vpravo nasvícena zdola.



Obrázek 39: Polystyrenová vlákna pod elektronovým mikroskopem, měřítko 100 μm a 10 μm .

Polyamidová, elastinová a polypropylenová vlákna

Vlákna byla odebrána z termo prádla, čistou ostrou břitvou. Látka dle štítku obsahuje 54 % polypropylen, 39 % polyamidu (nylon) a 7 % elastanu. Vzhledem k četnosti vláken v několika vzorcích a obsahu by zdola neprosvítivým, tmavým vláknem měl být polypropylen, vláknem průsvitným a hladkým polyamid a vláknem, které se jeví jako světle modré na prvním snímku elastan.

Všechna vlákna se jeví jako hladká a ucelená a v některých případech s velmi podobným průměrem.

Tvar částic: podlouhlý, s různými průřezy.

Velikost částic: \varnothing 5-15 μm .



Obrázek 40: Směs vláken pod optickým mikroskopem.



Obrázek 41: Vlákno polypropylenové a polyamidové, měřítko 50 a 25 μm .

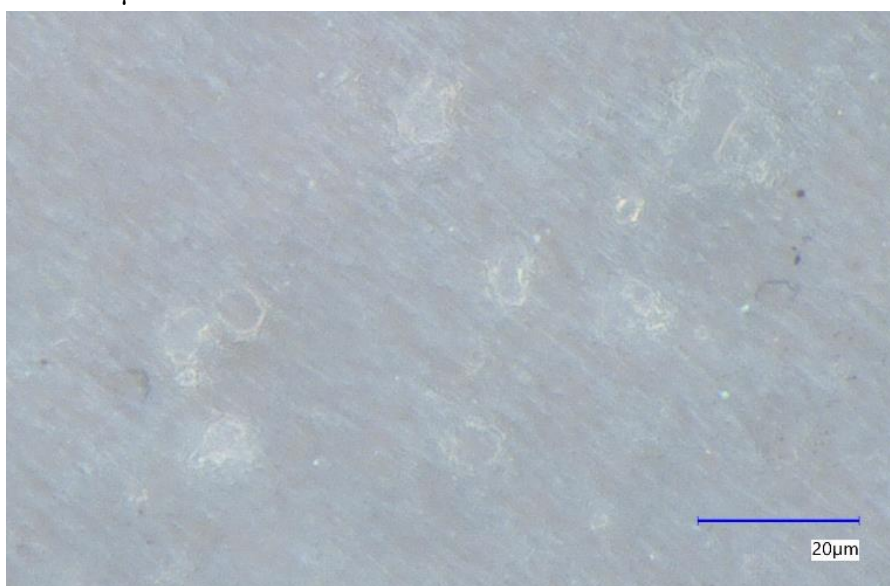
Lidská kůže

U lidské kůže dochází neustále k přirozené obnově a k tak zvané deskvamaci – k odlupování. Celá svrchní vrstva pokožky se v závislosti na věku a obsahu kolagenu obmění za 14 až 40 dní. Nejsvrchnější vrstvu kůže tvoří odumřelé buňky. Za celý lidský život člověk ztratí asi 18-20 kg odumřelé kůže. Denně zhruba 0,65 gramů.

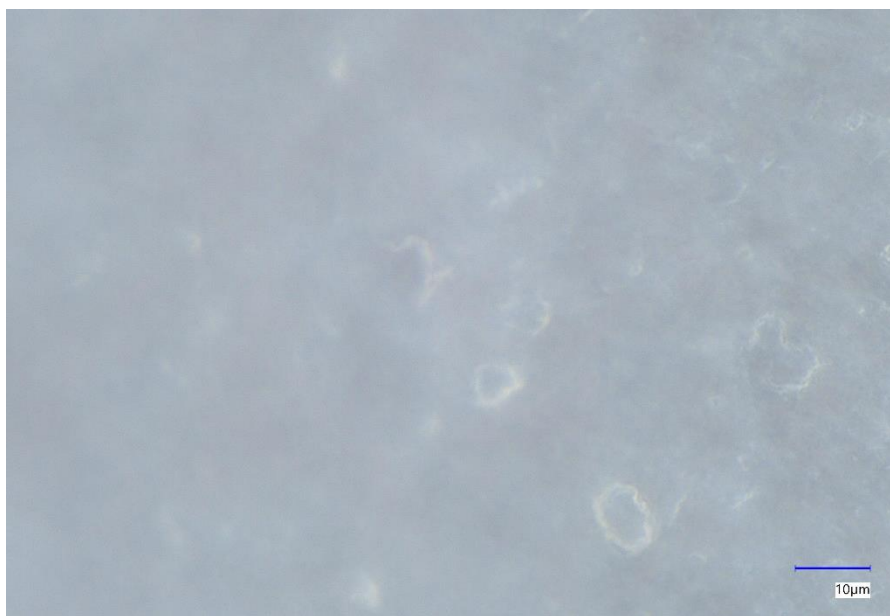
Velké procento lidí trpí i nadměrným odlupováním rohoviny, například nemocemi jako je lupénka nebo lupy. Denní gramáž, a přitom obrovské množství částic vypovídá o velmi malé hmotnosti jedné částice a zřejmě dle odebraného vzorku velmi malé tloušťce. Kůže se pod optickým mikroskopem jeví jako velmi jemné šupiny, odlesky. [7]

Tvar částic: nepravidelný, plochý.

Velikost částic: 1-15 μm .



Obrázek 42: Lidská kůže pod optickým mikroskopem, měřítko 20 μm .



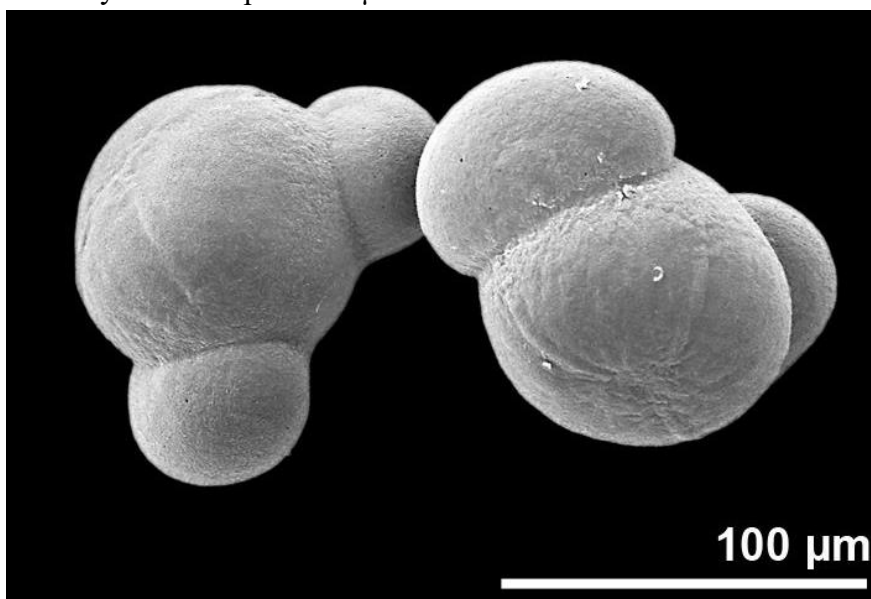
Obrázek 43: Lidská kůže pod optickým mikroskopem, měřítko 10 μm .

Pyl: jedle

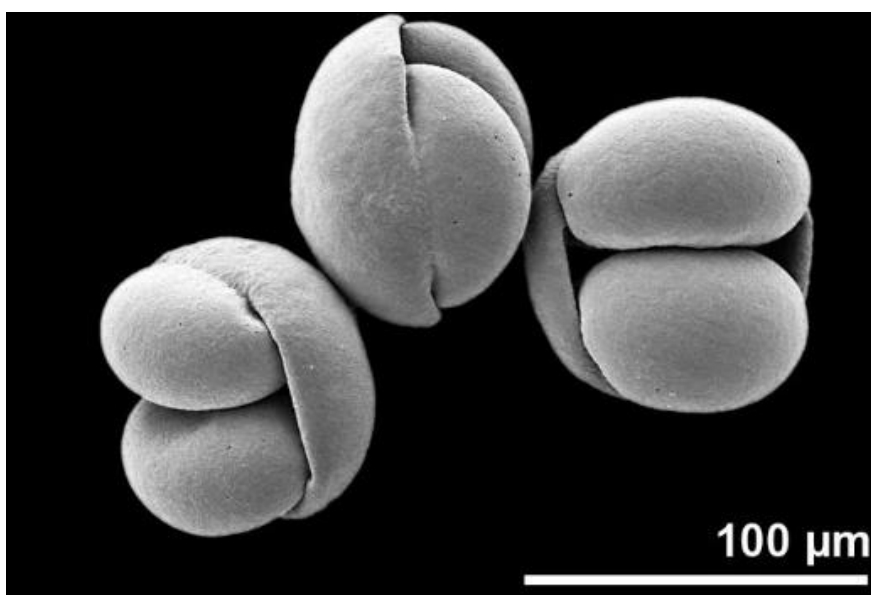
Vybraným druhem je jedle normandská, latinsky *Abies nordmanniana*. Jedle tvoří významný alergen kvetoucí obvykle od dubna do června. Obecně jedle se vyskytují v převážně horských a podhorských smíšených lesích, na plantážích a v lesních školkách často určených později k prodeji v období Vánoc.

Pyl jedle patří v ovzduší k poměrně velkým částicím a zdravotní problémy způsobuje nejčastěji ve formě dráždění sliznice. [4], [8]

Tvar hydratovaných částic: kulový, s postranními váčky, připomínající molekuly vody.
Velikost hydratovaných částic: přes 100 μm .



Obrázek 44: Jedle, hydratovaná pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [4].



Obrázek 45: Jedle, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [4].

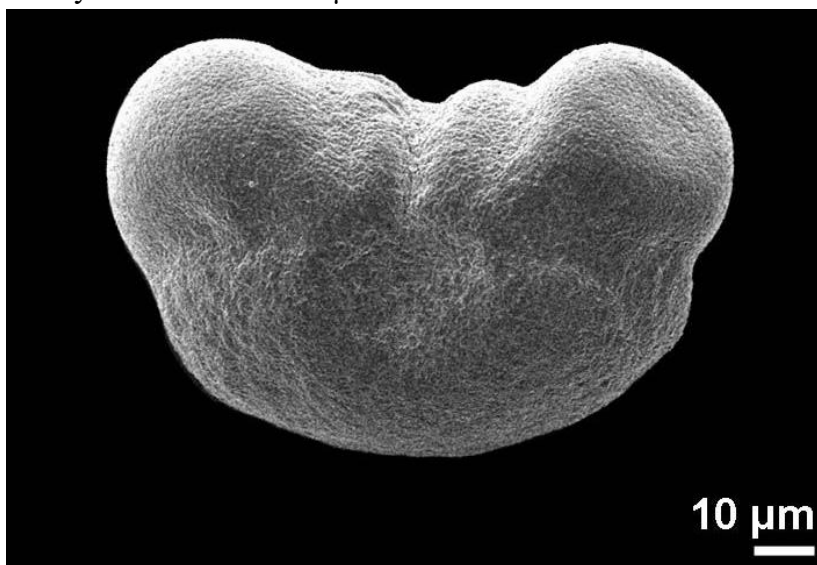
Pyl: smrk

Smrk ztepilý, latinsky *Picea Abies*, kvete od dubna do června. Patří do čeledi borovicovité, což vysvětluje jistou podobnost pylu s borovicí. Samčí i samičí květy plodí tatáž rostlina. Samčí květní šištice jsou stopkaté, červené, při otevření žlutavé, samičí jsou přisedlé, červené.

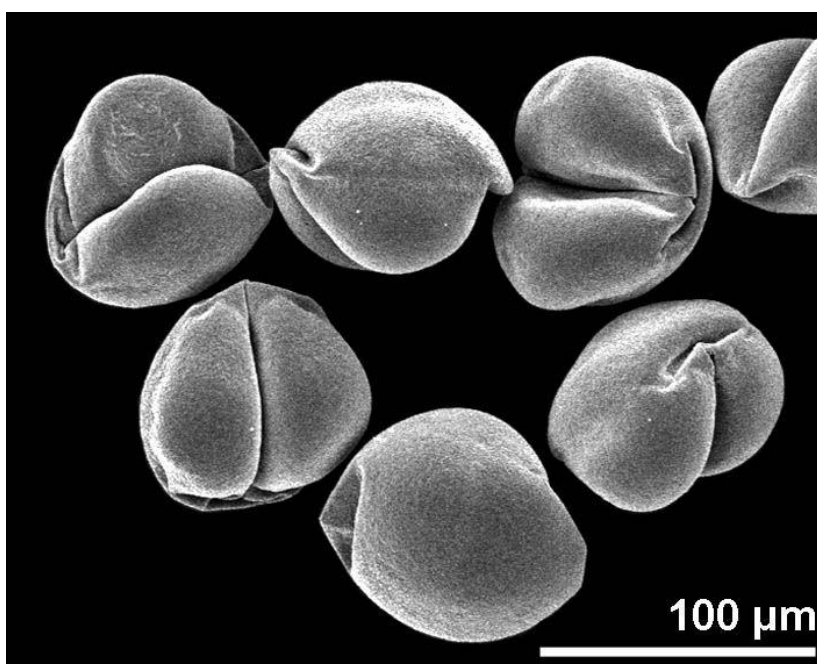
Vyskytuje se ve většině jehličnatých i smíšených lesích České republiky a střední Evropy a v ČR je smrk nejčastějším stromem a tvoří 51 % lesů. [10], [11], [12]

Tvar hydratovaných částic: oválný s dvěma váčky.

Velikost hydratovaných částic: 108-120 μm .



Obrázek 46: Smrk, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [12].



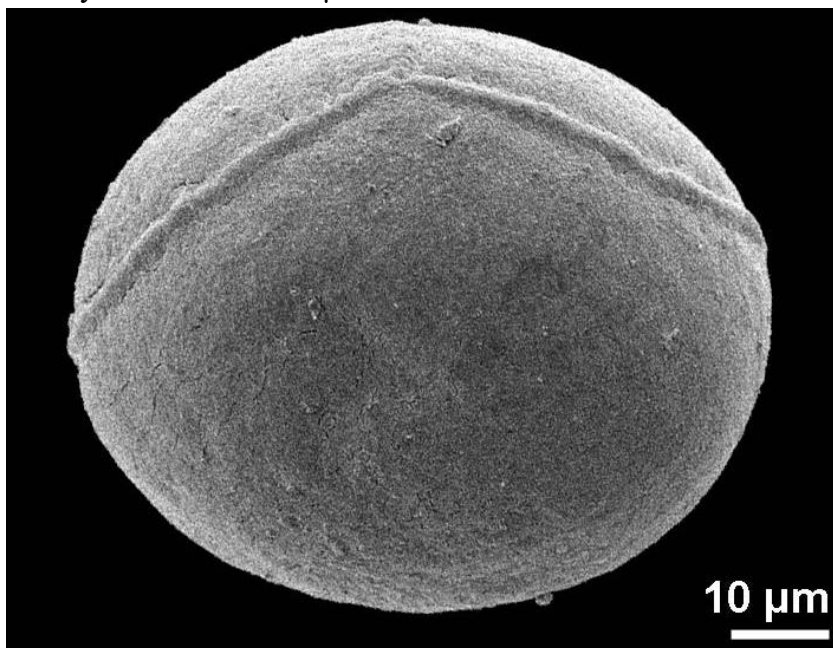
Obrázek 47: Smrk, suchá pylová zrna, povlakována zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [12].

Pyl: modřín

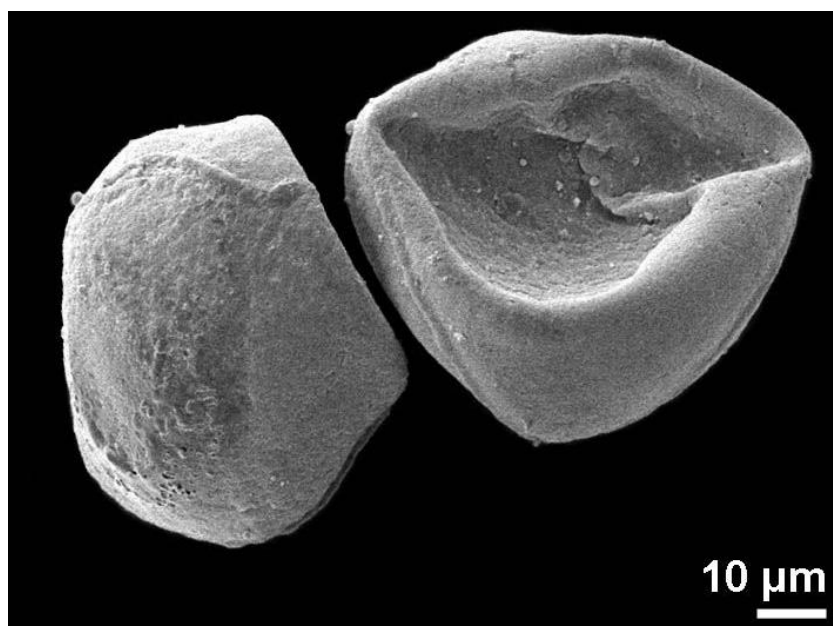
Modřín opadavý, latinsky *Larix decidua*, kvete od dubna do června a patří do čeledi borovicovitých rostlin. Samčí i samičí květy plodí tatáž rostlina. Samicí květ je vzpřímený a červený, samčí je kulovitý, převíslý a žlutý. Vyskytuje se na slunečních stanovištích s čerstvou půdou, i mimo lesy — jako solitér. [13], [14]

Tvar hydratovaných částic: kulový.

Velikost hydratovaných částic: 51-100 μm .



Obrázek 48: Modřín, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [14].



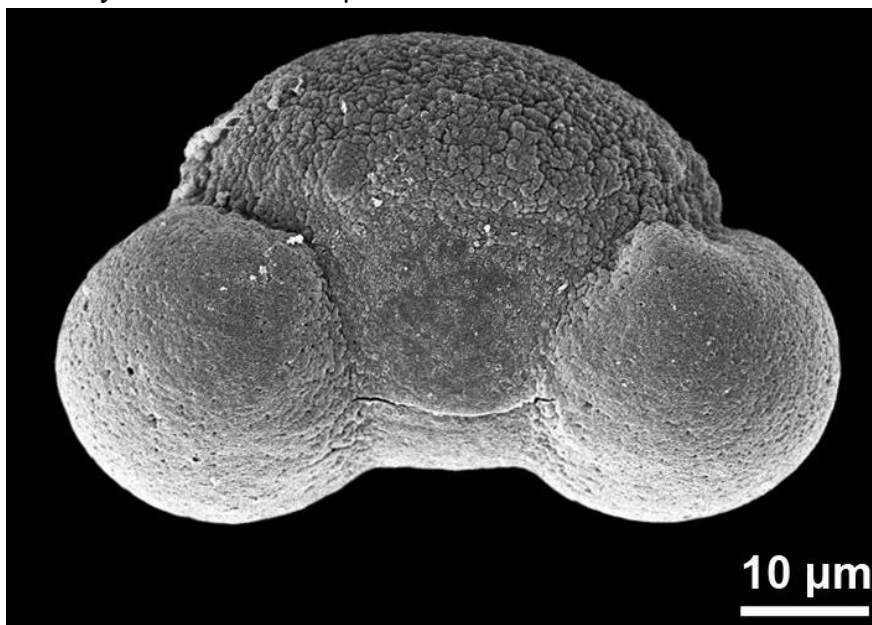
Obrázek 49: Modřín, suchá pylová zrna, povlakována zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [14].

Pyl: borovice

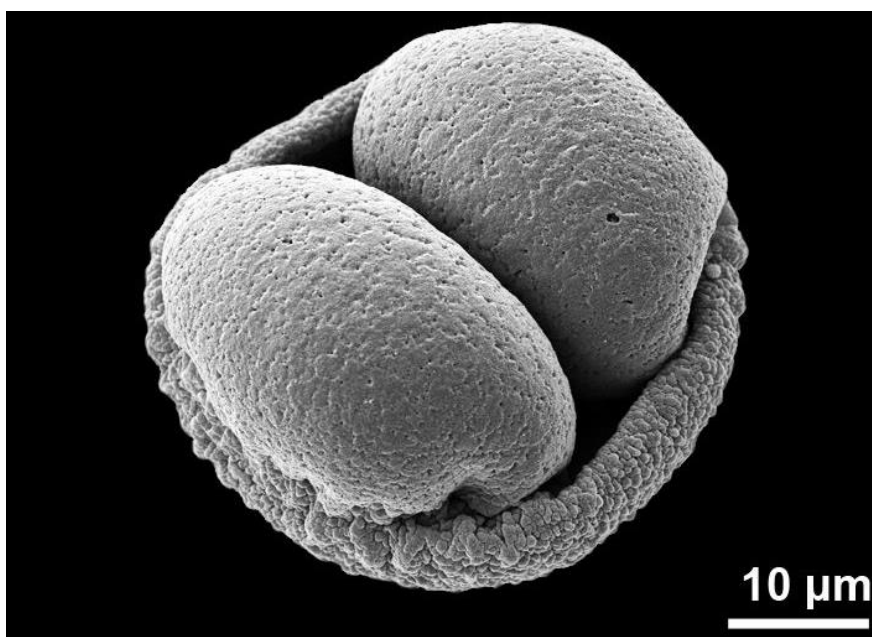
Borovice lesní, latinsky *Pinus sylvestris*, kvete od dubna do června. Samčí květ je žlutá, vejčitá šištice a vyskytuje se na stejném jedinci jako samičí květ, který je červený v oddělených chomáčcích. Výskyt borovice zahrnuje území celé České republiky mimo nejvyšší polohy pohoří a stejně tak ve zbytku střední Evropy a Asie. [15], [16]

Tvar hydratovaných částic: oválný s dvěma váčky.

Velikost hydratovaných částic: 51-100 μm .



Obrázek 50: Borovice, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [16].



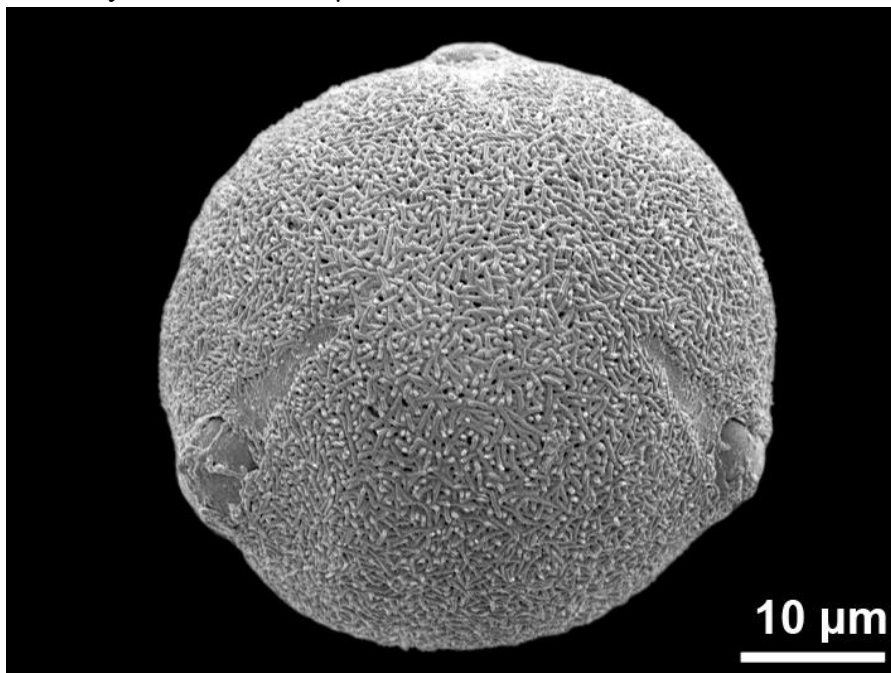
Obrázek 51: Borovice, suché pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [16].

Pyl: buk

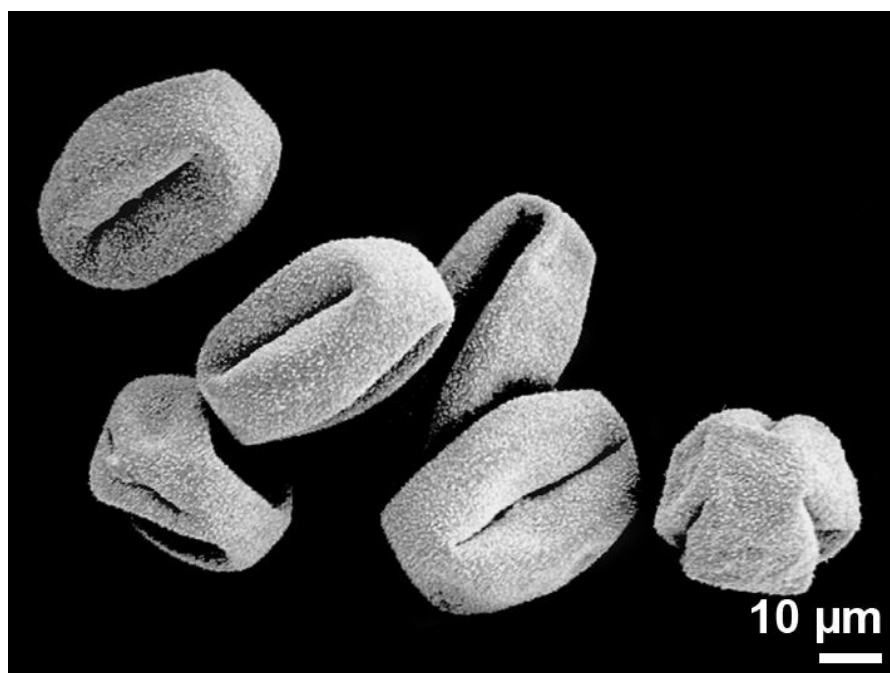
Buk lesní, *Fagus sylvatica* je v České republice nejčastěji se vyskytující listnatý strom. Zhruba osm procent všech lesů je tvořeno bukovými. Kvete od dubna do května. [17]

Tvar hydratovaných částic: kulový.

Velikost hydratovaných částic: 41-50 μm .



Obrázek 52: Buk, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [17].



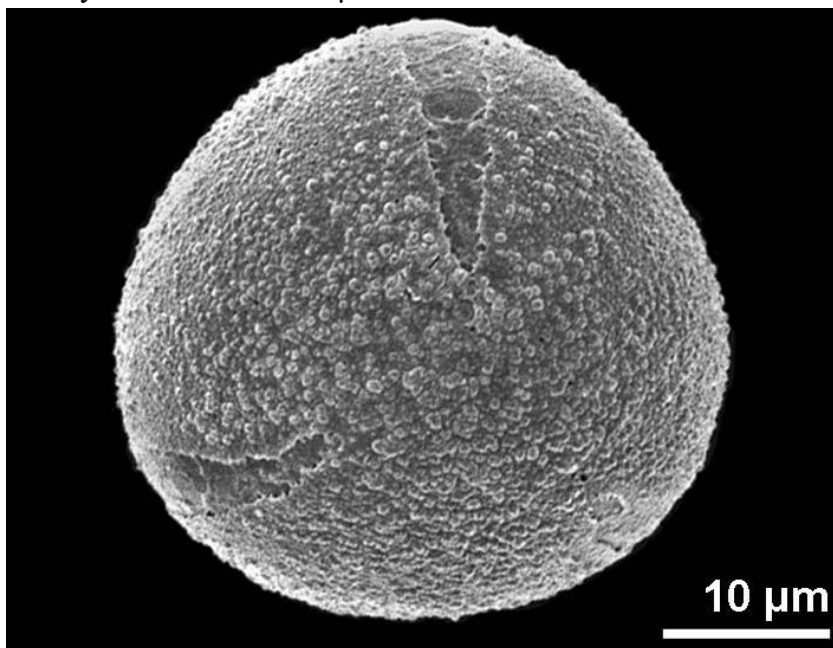
Obrázek 53: Buk, suchá pylová zrna, povlakována zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [17].

Pyl: dub

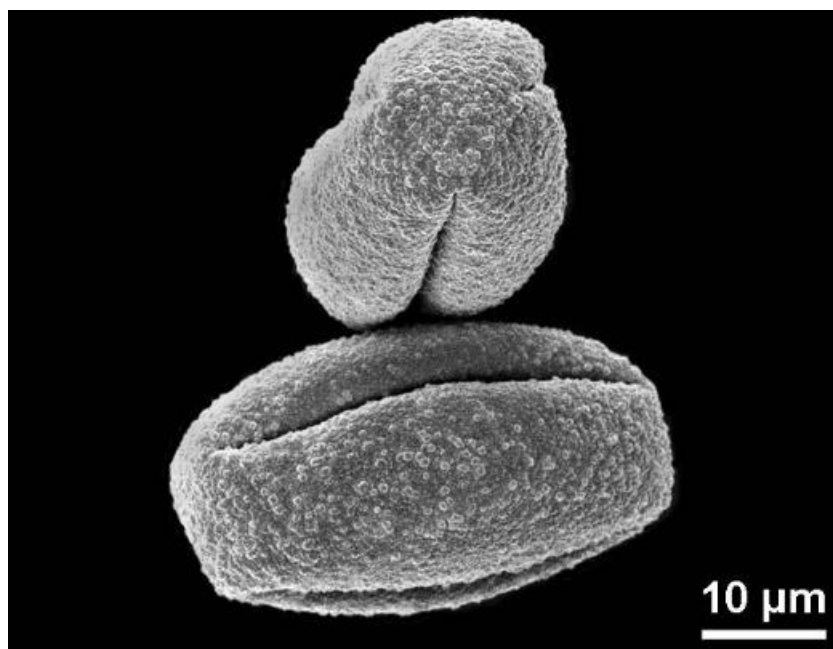
Dub zimní neboli *Quercus robur* kvete od dubna do června. Samčí i samičí květy rostou na stejné rostlině, odděleně. Samčí se vyskytují v převislých jehnědách. Dub je rozšířen po celé Evropě, v Severní Americe a ve východní Asii. [18], [19]

Tvar hydratovaných částic: kulový.

Velikost hydratovaných částic: Ø 31-35 μm .



Obrázek 54: Dub, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [18].



Obrázek 55: Dub, suchá pylová zrna, povlakována zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [18].

Pyl: habr

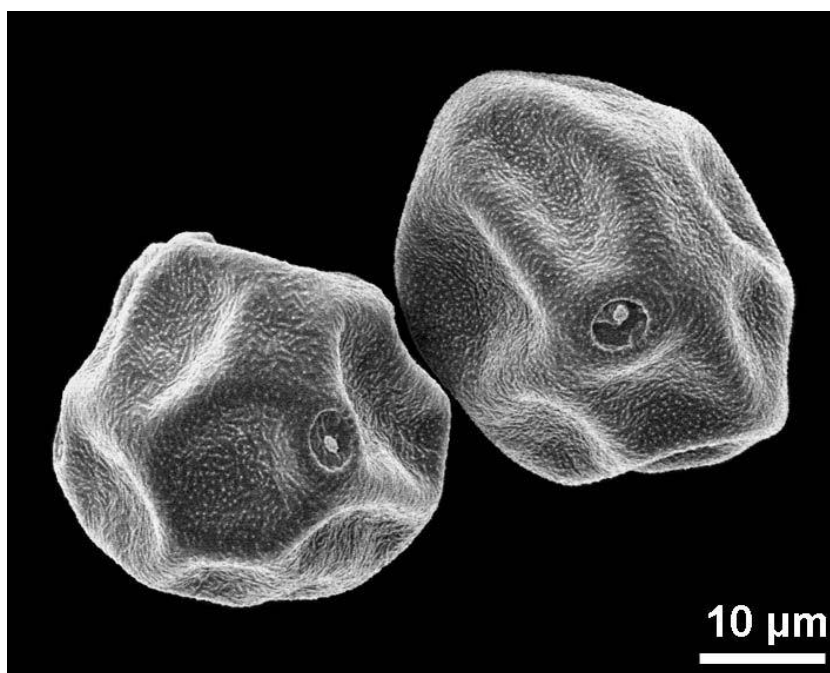
Habr obecný neboli latinsky *Carpinus betulus* je listnatý strom z čeledi břízovité. Pochází z Evropy, vyskytuje se po celé České republice, volně, v lesích a bývá vysazován i jako živý plot. Kvete od dubna do května typem květenství – jehnědou (samčí i samičí květy). [21], [22]

Tvar hydratovaných částic: kulový s výrůstkem.

Velikost hydratovaných částic: Ø 31-35 μm .



Obrázek 56: Habr, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [21].



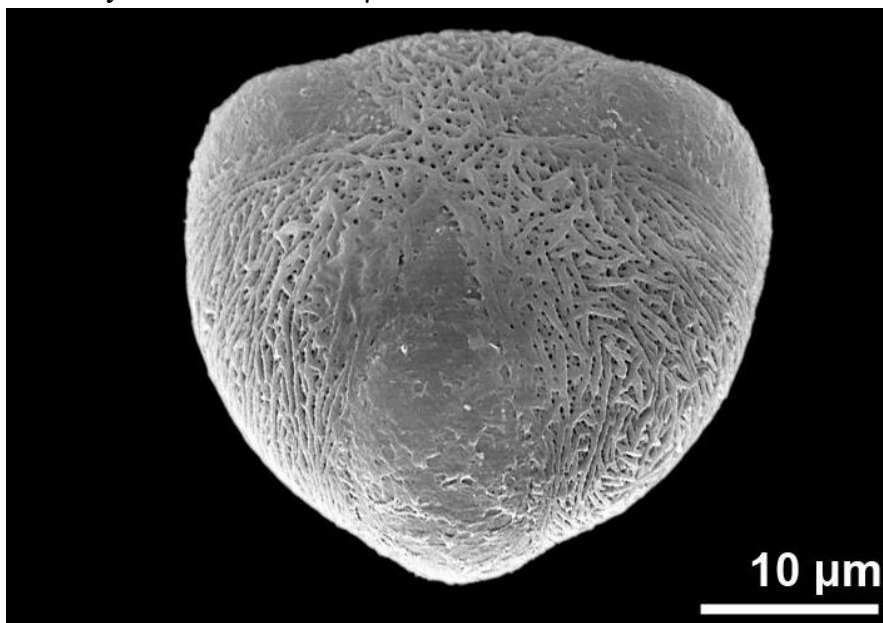
Obrázek 57: Habr, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [21].

Pyl: javor

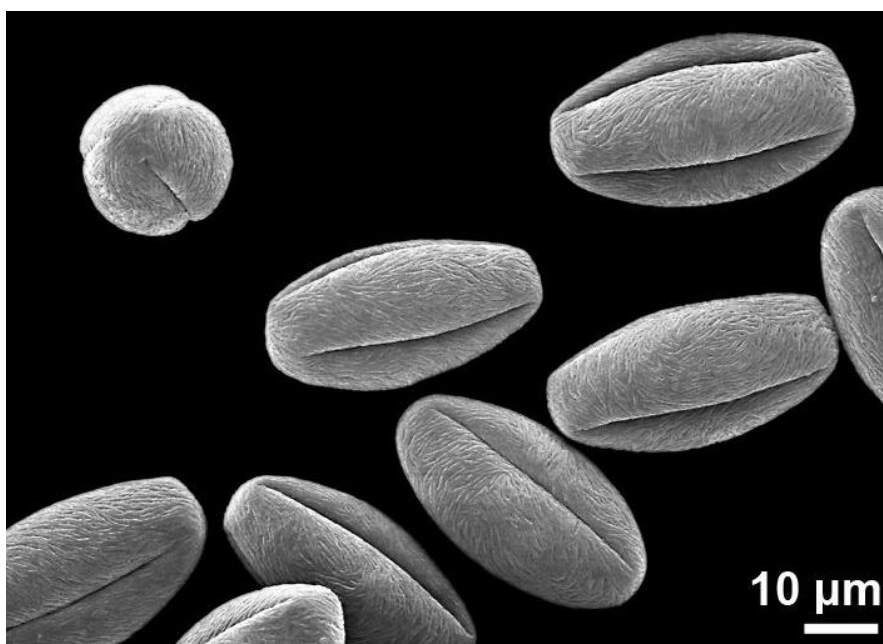
Javor tatarský nebo též ohnivý, habrolistý, latinsky *Acer tataricum*. Javor tatarský kvete zelenobílým květem květenstvím latou, a to od května do června, stejně tak jako většina druhů vyskytujících se v České republice – například Javor babyka, Javor klen nebo Javor mléč. [20], [42]

Tvar hydratovaných částic: oblé, trojúhelníkový.

Velikost hydratovaných částic: Ø 26-30 µm.



Obrázek 58: Javor, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [20].



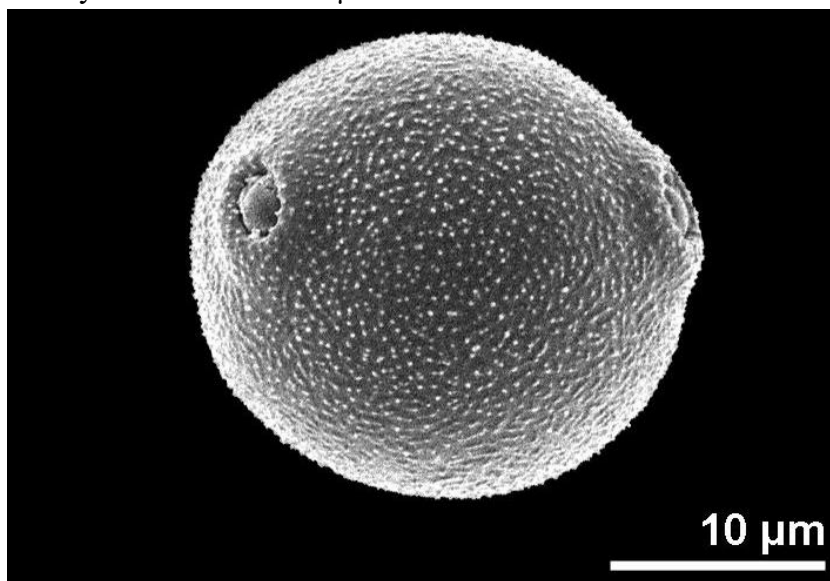
Obrázek 59: Javor, suchá pylová zrna, povlakována zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [20].

Pyl: bříza

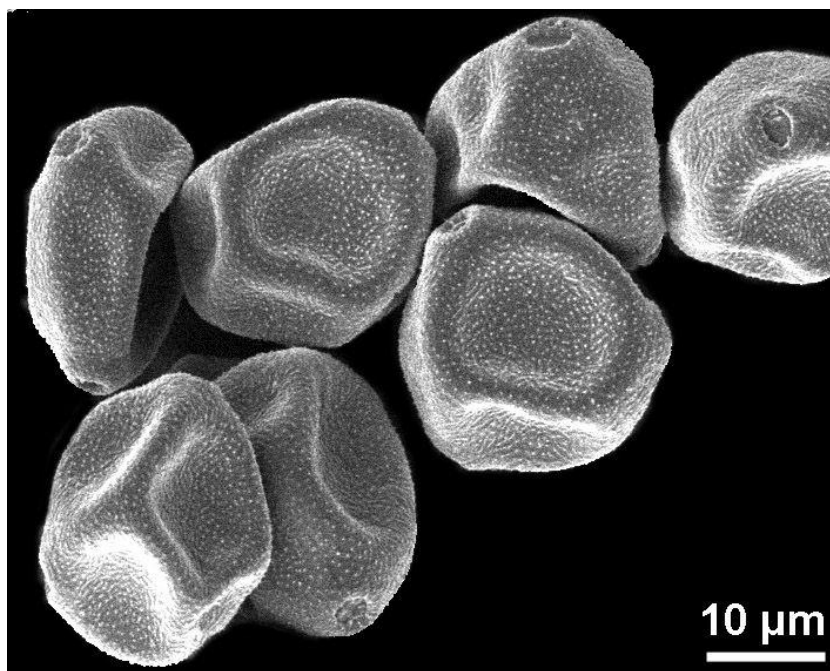
Bříza bělokorá neboli *betula pendula* je dřevina s typickým bílým kmenem rozšířená po celé Evropě, v Asii a Severní Americe. Kvete brzy na jaře, v dubnu až květnu a je jedním z nejsilnějších alergenů. [43]

Tvar hydratovaných částic: kulový s výrůstky.

Velikost hydratovaných částic: $\text{Ø } 21\text{-}30 \text{ }\mu\text{m}$.



Obrázek 60: Bříza, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [23].



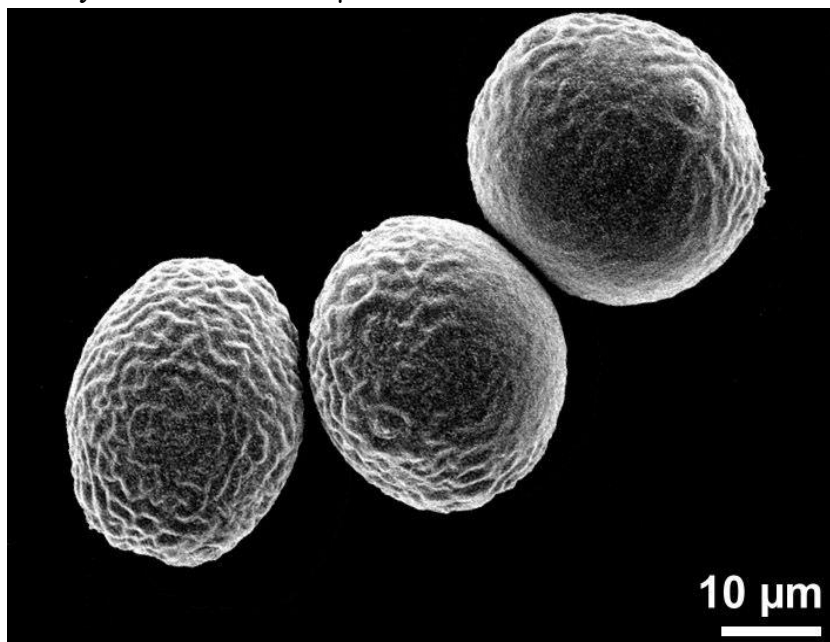
Obrázek 61: Bříza, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [23].

Pyl: jilm

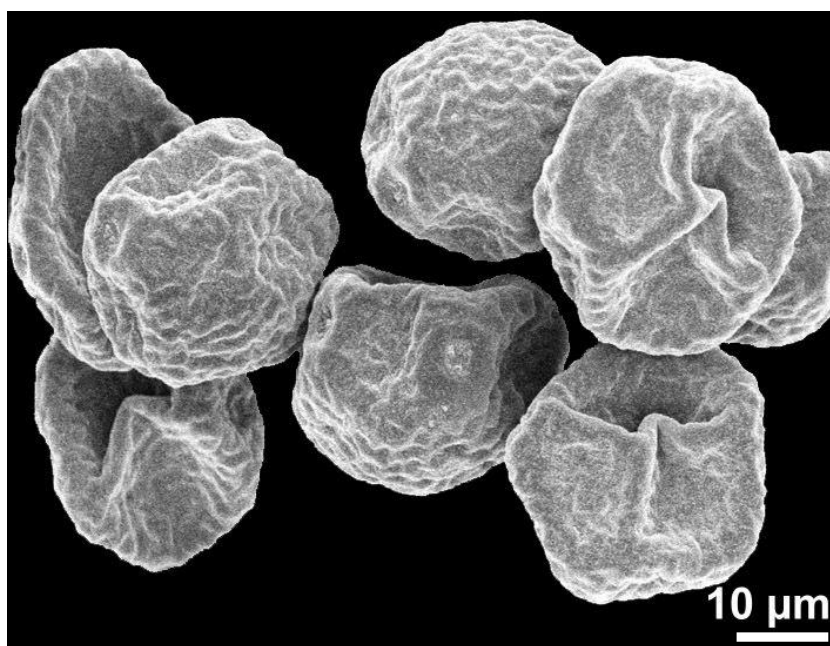
Ulmus laevis neboli jilm vaz je dřevinou z rodu, který čítá asi 35 druhů. Dříve se vyskytoval běžně v lesích, ale ve 20. století jej postihla na většině míst houbová choroba a dnes se vyskytuje převážně v parcích a zahradách. V České republice jilm kvete od dubna do května. [24], [50]

Tvar hydratovaných částic: kulový, oválný.

Velikost hydratovaných částic: Ø 26-30 μm .



Obrázek 62: Jilm, hydratovaná pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [24].



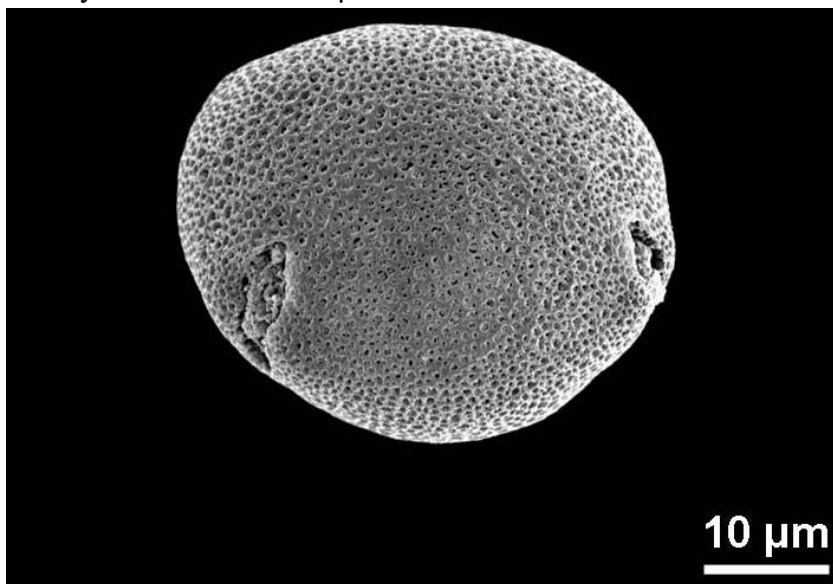
Obrázek 63: Jilm, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [24].

Pyl: lípa

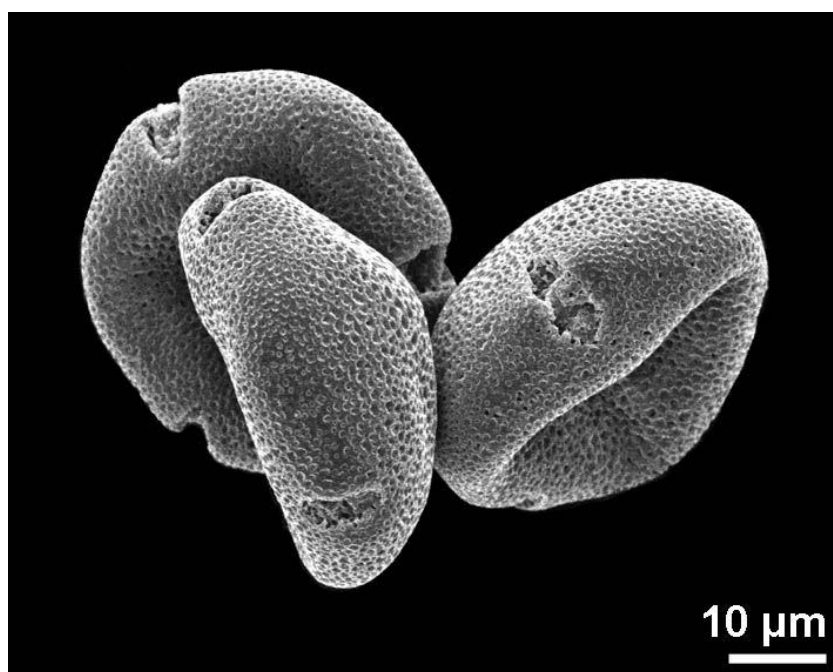
Tilia euchlora, česky Lípa srdčitá též málolistá, český národní strom, kvete latovitým květenstvím od června do července. Typicky se vyskytuje po celé střední Evropě, v ČR lze vidět lípu nejčastěji v uměle vysazovaných alejích, ale i ve smíšených lesích. [25], [51]

Tvar hydratovaných částic: oválný, lehce zploštělý.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 36-40 μm .



Obrázek 64: Lípa, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [25].



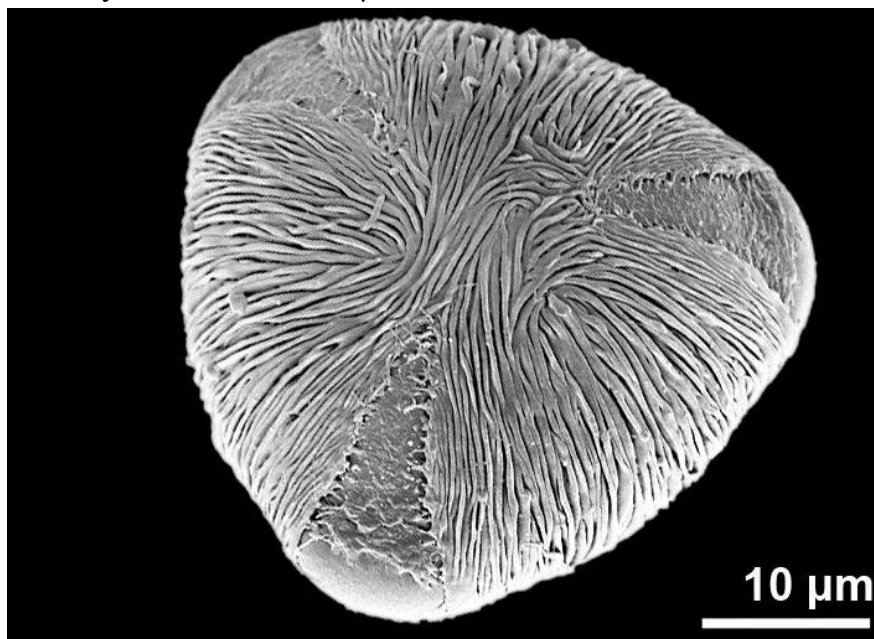
Obrázek 65: Lípa, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [25].

Pyl: trnka

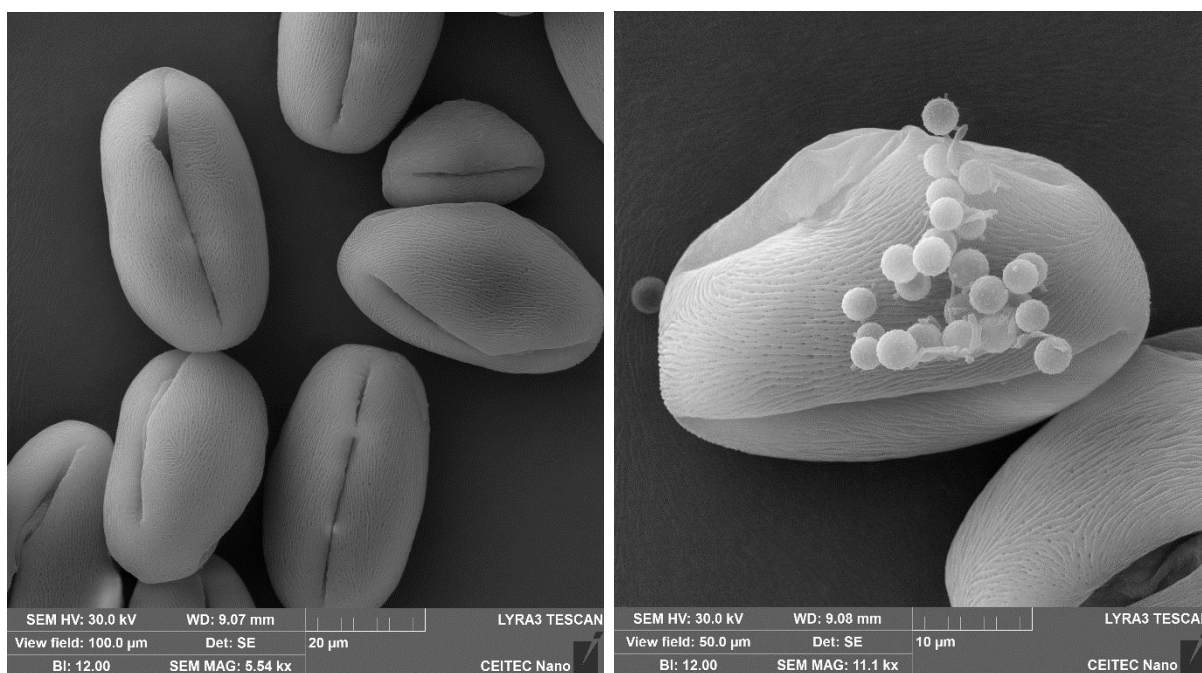
Trnka obecná neboli *Prunus spinosa* kvete od dubna do května jednotlivými bílými pětičetnými květy typu úbor. Výskytem se jedná o dřevinu v ČR původní. Roste v lesích i mimo ně, na loukách, u pěších cest. [26], [52]

Tvar hydratovaných částic: oblý, trojúhelníkový.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 36-40 μm .



Obrázek 66: Trnka, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [26].



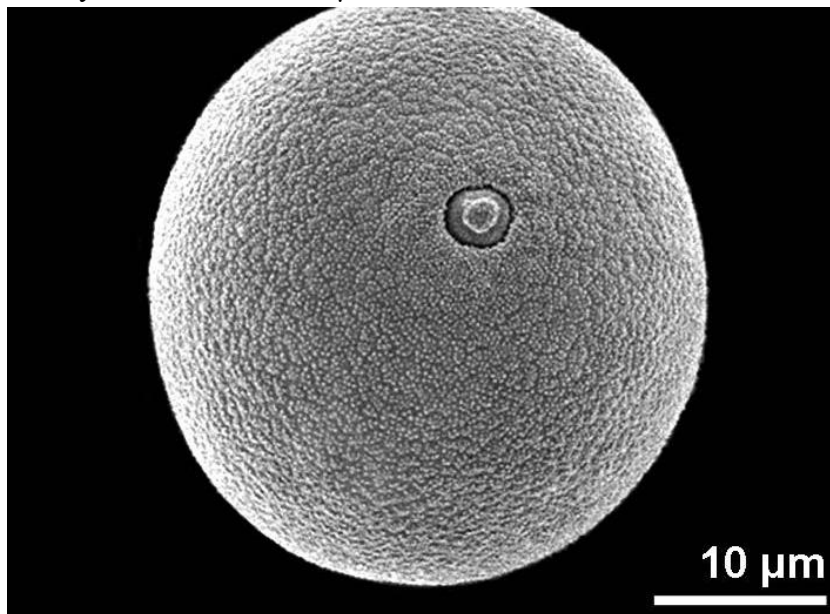
Obrázek 67: Trnka, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, měřítko 20 a 10 μm .

Pyl: bojínek

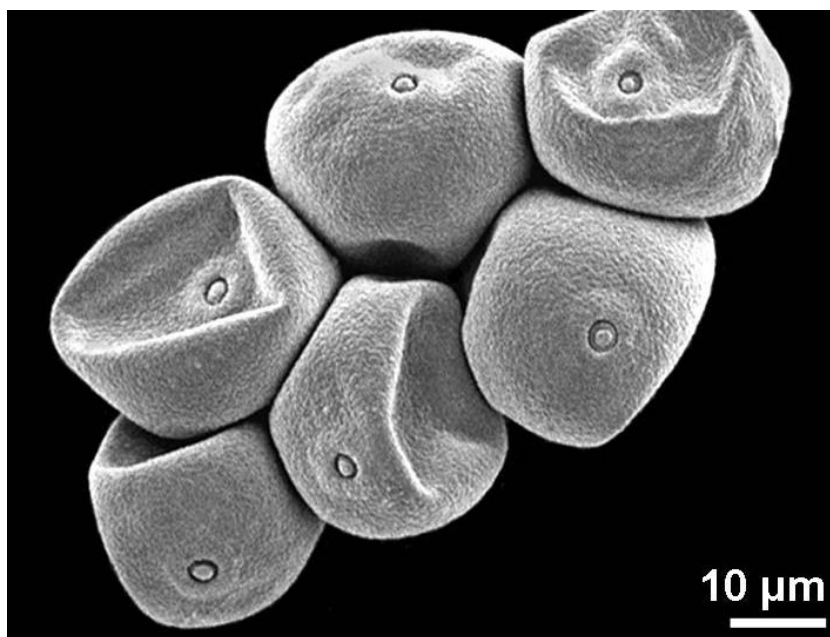
Bojínek luční, *Phleum pratense*, vytrvalá trsnatá tráva a častý alergen. Kvete od měsíce června do srpna květenstvím lichoklas klásků. Běžně se vyskytuje na loukách a v trávnicích v celé České republice, kde je původní rostlinou. Území rozšíření této byliny obsahuje Evropu a část Asie. [53]

Tvar hydratovaných částic: kulový.

Velikost hydratovaných částic: Ø 36-40 µm.



Obrázek 68: Bojínek, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [27].



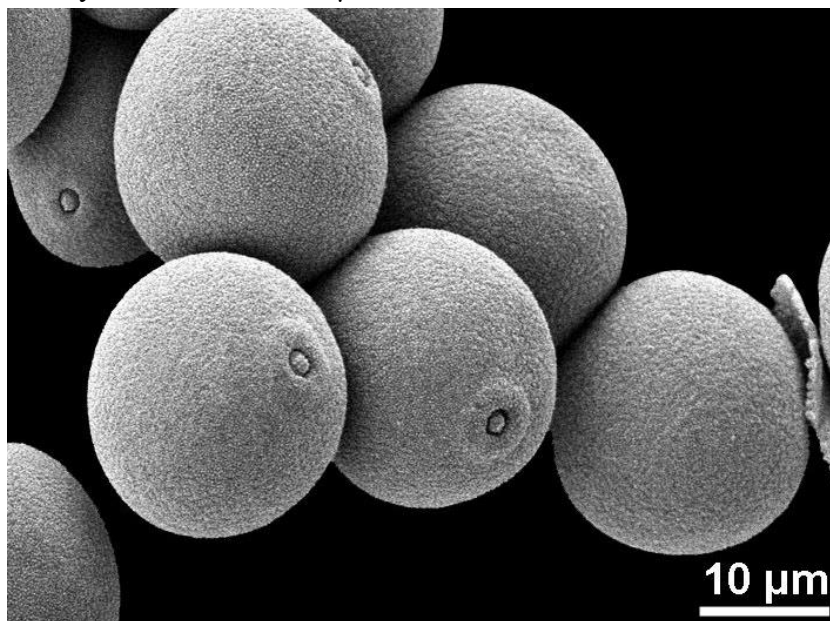
Obrázek 69: Bojínek, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [27].

Pyl: lipnice

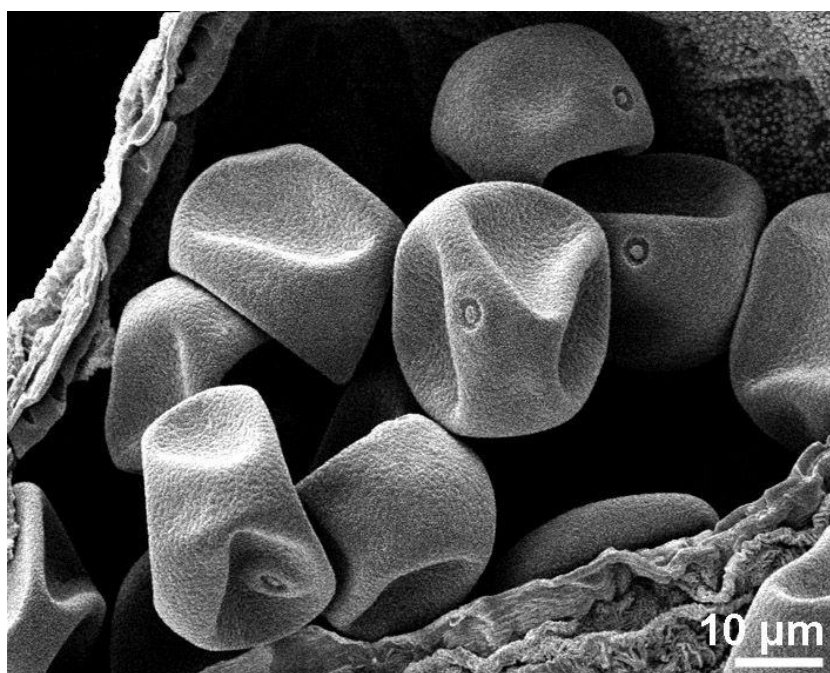
Poa annua, česky lipnice roční je drobnou volně rostoucí trsnatou trávou plevelného druhu kvetoucí od března do listopadu. Roste na polích, loukách, zahradách, mezi dlažbou aj. Jedná se o silný alergen. [28], [29]

Tvar hydratovaných částic: kulový.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 10-25 μm .



Obrázek 70: Lipnice, hydratovaná pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [29].



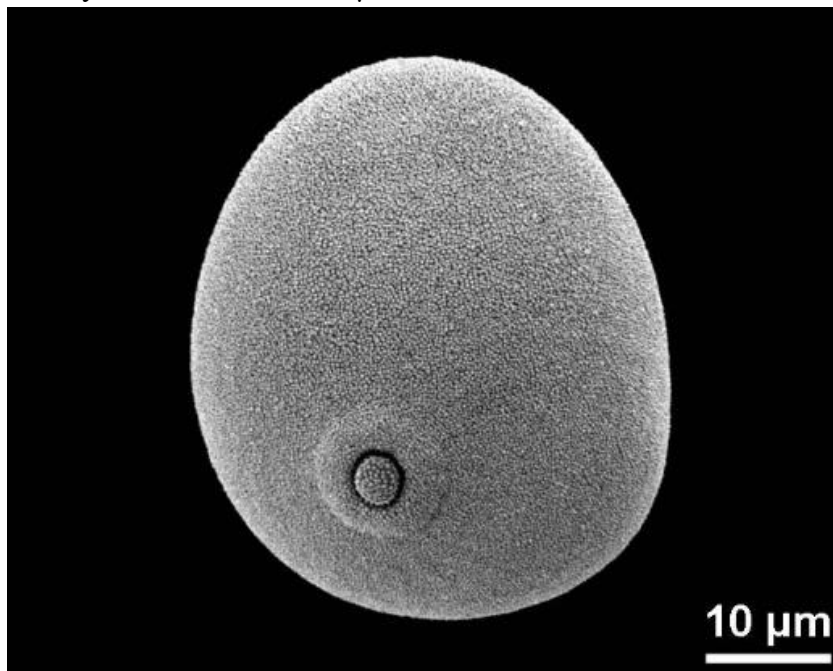
Obrázek 71: Lipnice, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [29].

Pyl: žito

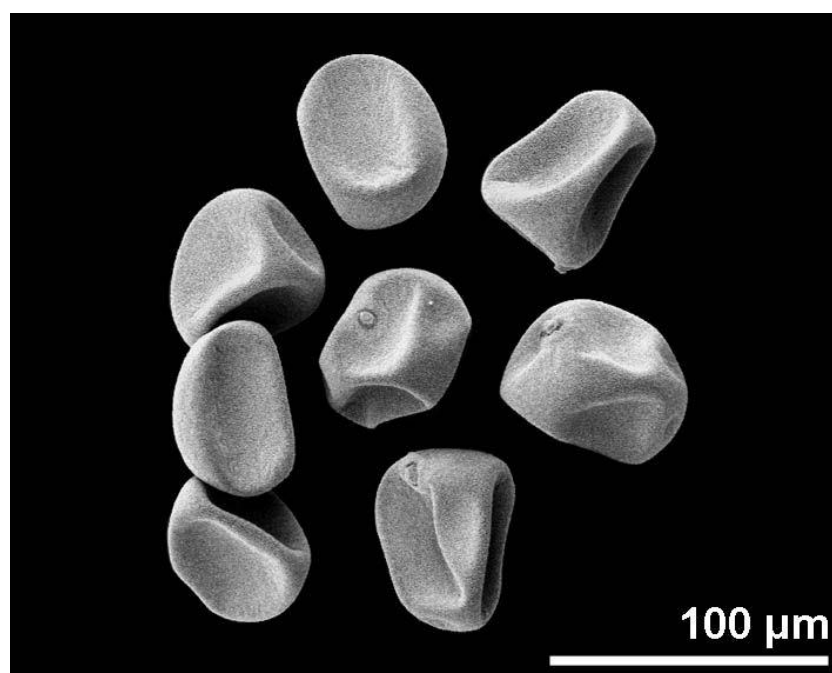
Žito seté, *Secale cereale* je jednoletou plodinou typicky vysazovanou na polích. Kvete od května do června klasem. [54]

Tvar hydratovaných částic: oválný.

Velikost hydratovaných částic: Ø 51-100 μm .



Obrázek 72: Žito, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [30].



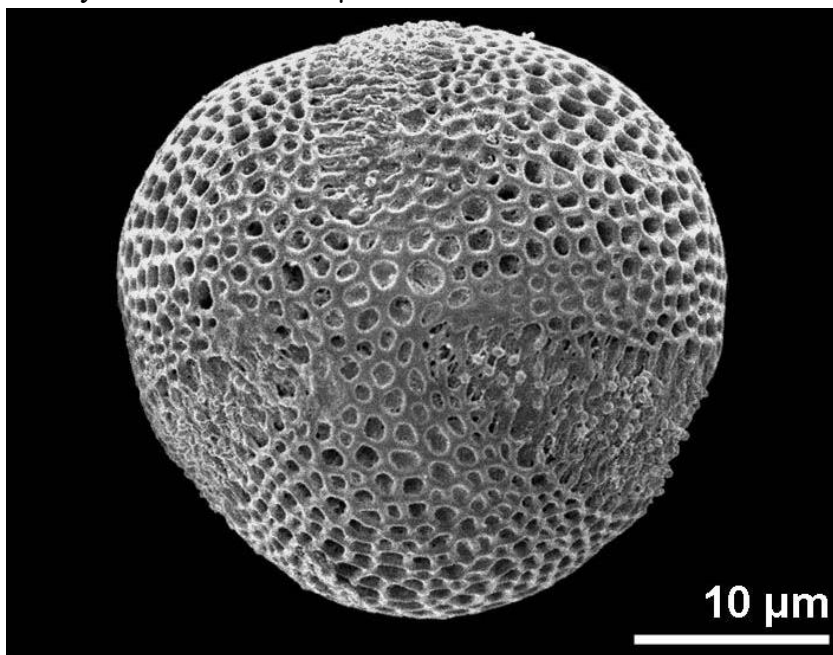
Obrázek 73: Žito, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Sam, S., databáze Paldat [30].

Pyl: brukev

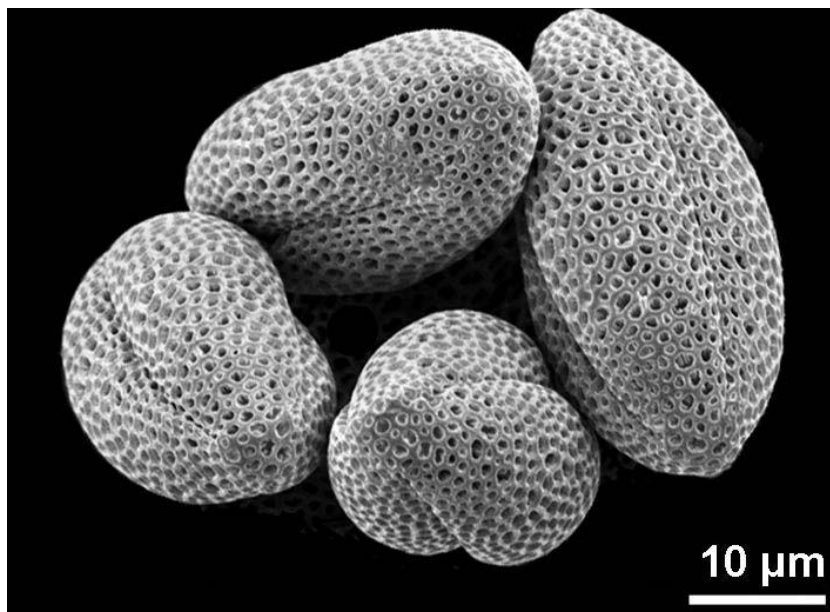
Brukev řepák, také Řepka olejná, latinsky *Brassica napus*, Kvete v květnu a v červnu oboupohlavními žlutými květy poskládanými do hroznů. V České republice je pěstována po celém území, převážně v nížinách a hojně zplaňuje na okrajích polí i dalších místech okolí. [56]

Tvar hydratovaných částic: kulový s póry.

Velikost hydratovaných částic: $\text{Ø } 26\text{-}33 \mu\text{m}$.



Obrázek 74: Brukev, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [31].



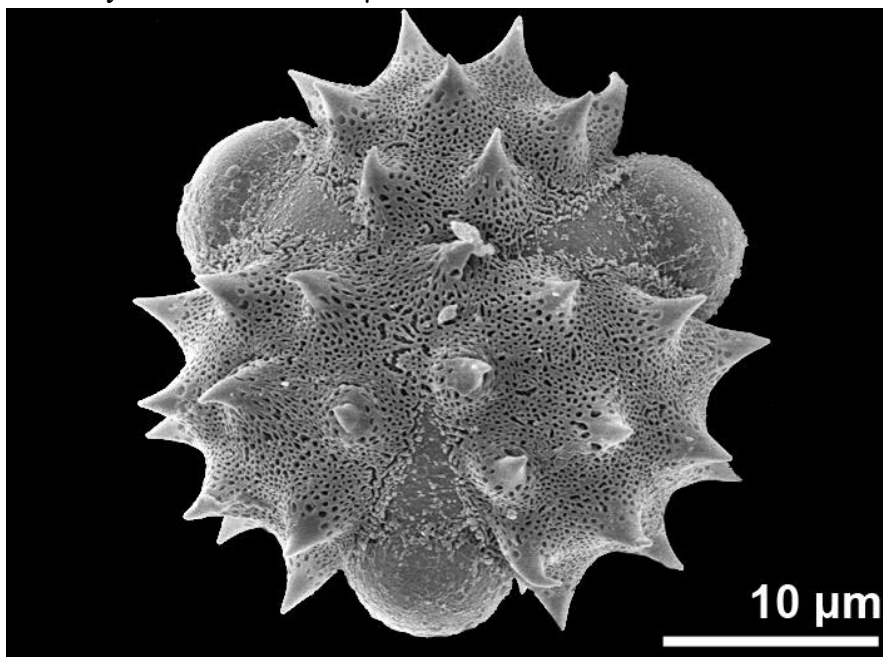
Obrázek 75: Brukev, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [31].

Pyl: řebříček

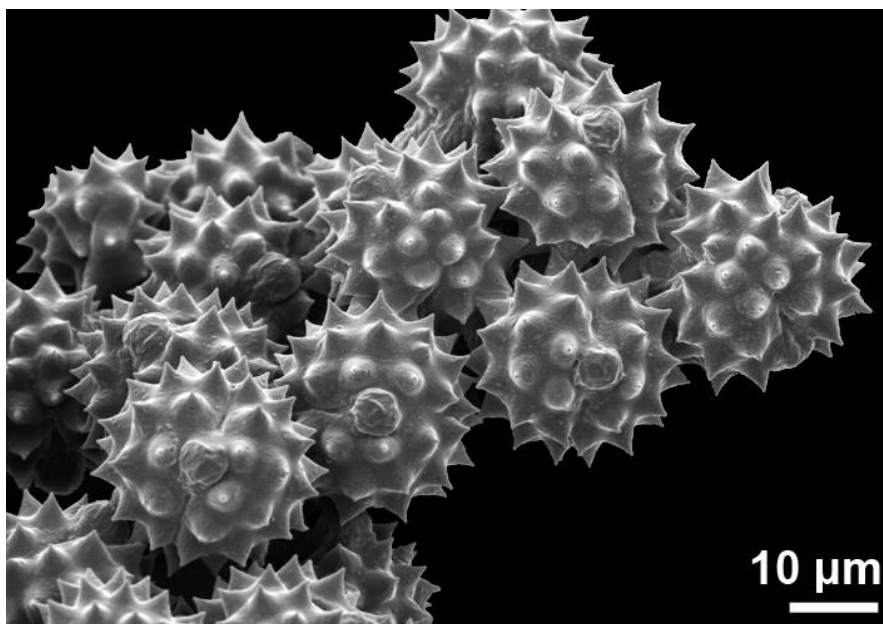
Achillea abrotanoides, rod *Achillea*, česky řebříček obsahuje 115 druhů, z nichž 13 se vyskytuje na území České republiky. Některé jako běžný plevel a některé i jako kriticky ohrožené okrasné nebo léčivé rostliny. Květenství úbor sestavené do chocholičnatých lat kvete u většiny druhů od června do října. [33]

Tvar hydratovaných částic: kulový se špičatými výrůstky a třemi váčky.

Velikost hydratovaných částic: Ø 26-50 µm.



Obrázek 76: Řebříček, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [32].



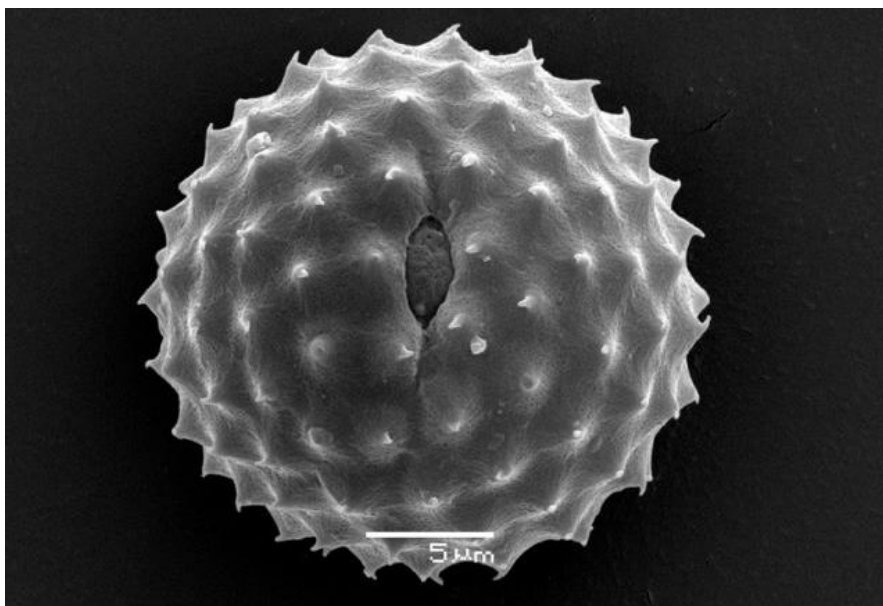
Obrázek 77: Řebříček, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [32].

Pyl: ambrózie

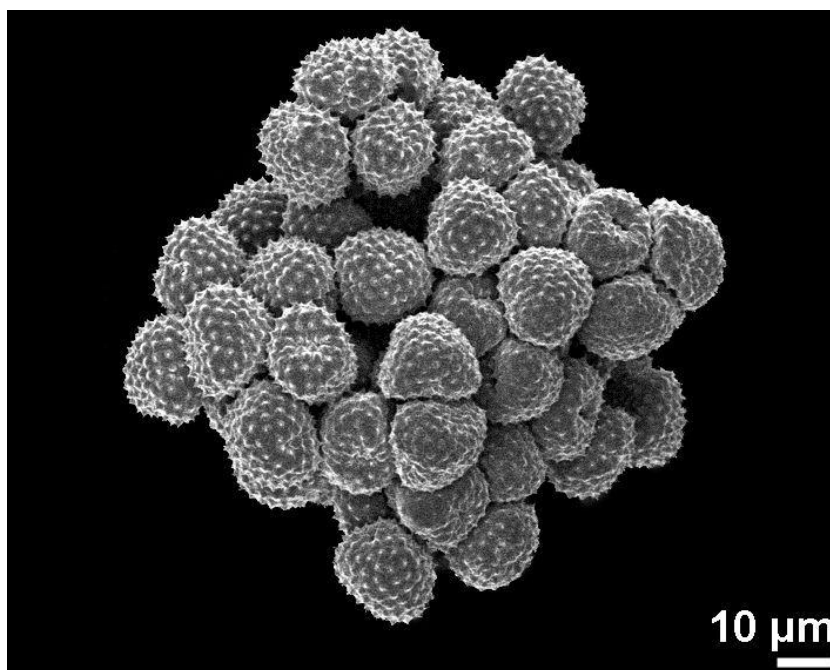
Ambrózie, latinsky druh *Ambrosia artemisiifolia*, česky přenolistá je častým alergenem a rostlinou s hojnou produkcí pylu kvetoucí od srpna do října. Jedná se o plevel, který může škodit plodinám zasazeným na polích – například kukuřici, řepě. Odčerpává velké množství vody, živin i rostliny zastiňuje. Tento konkrétní druh je zařazen do seznamu sto nejnebezpečnějších invazivních druhů Evropy. [39]

Tvar hydratovaných částic: kulový s výrůstky.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 16-20 μm .



Obrázek 78: Ambrózie, hydratované pylové zrno rodu ambrózie, foto: David Reňák [37].



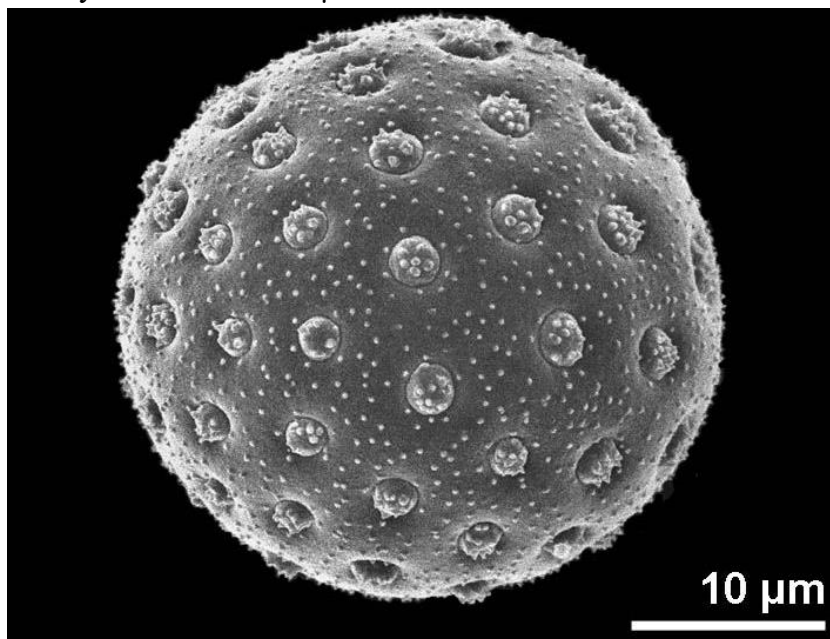
Obrázek 79: Ambrózie, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [38].

Pyl: merlík

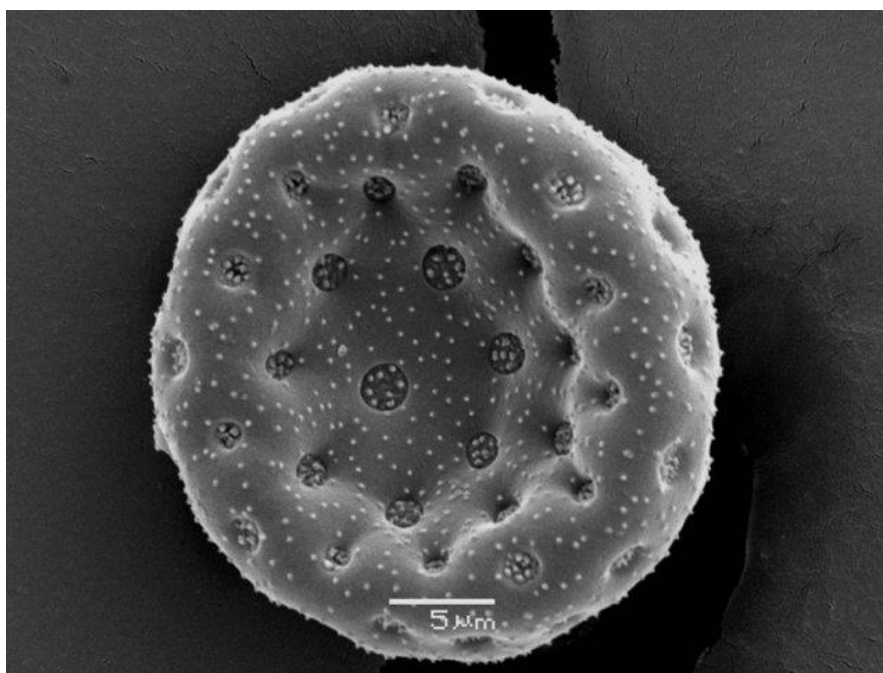
Rod merlík, latinsky *Chenopodium*, obsahuje asi 150 druhů bylin, z nichž většina planě roste na loukách, polích a u cest. Na fotografiích níže je konkrétně druh Merlík bílý, *Chenopodium album*. Kvetoucí drobnými květy sestavenými do latnatých případně klasovitých květenství. [41]

Tvar hydratovaných částic: válcový, podlouhlý.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 5-15 μm .



Obrázek 80: Merlík, hydratované pylové zrno, povlakované zlatem, fotograf: Diethart, B., databáze Paldat [45].



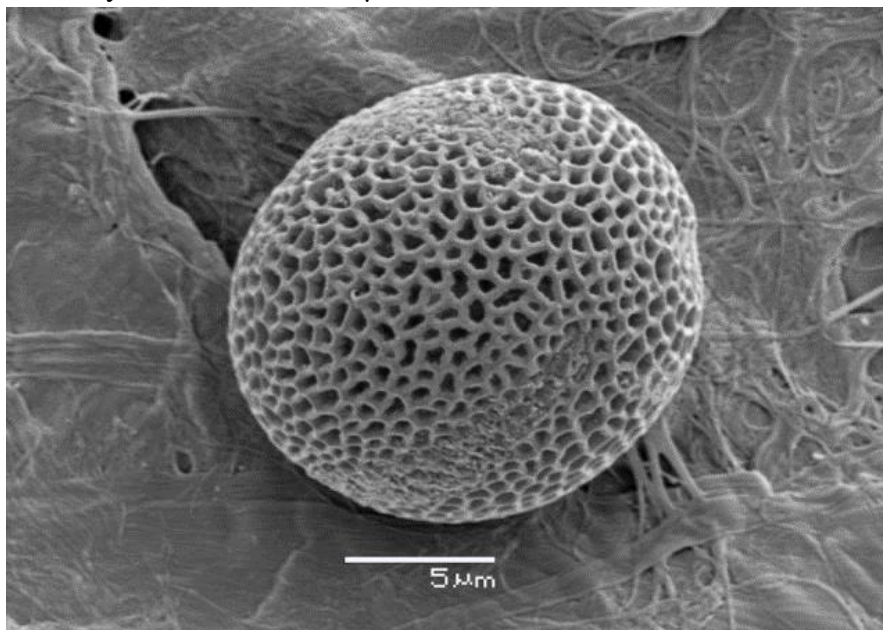
Obrázek 81: Merlík, suché pylové zrn, foto: David Reňák [44].

Pyl: houseníček

Houseníček rolní nebo také Chudina rolní, latinsky *Arabidopsis thaliana* je rostlinou plevelnou z čeledi brukvovitých. Původně stepní rostlina, což vysvětluje její teplomilnost, vyskytující se téměř po celé Evropě a celé České republice vyjma chladnějších horských oblastí. Období květu je obvykle od dubna do května. [40]

Tvar hydratovaných částic: kulový, s póry.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 10-25 μm .



Obrázek 82: Houseníček, pylové hydratované zrno, foto: David Reňák [34].



Obrázek 83: Houseníček, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [35].

Pyl: pelyněk

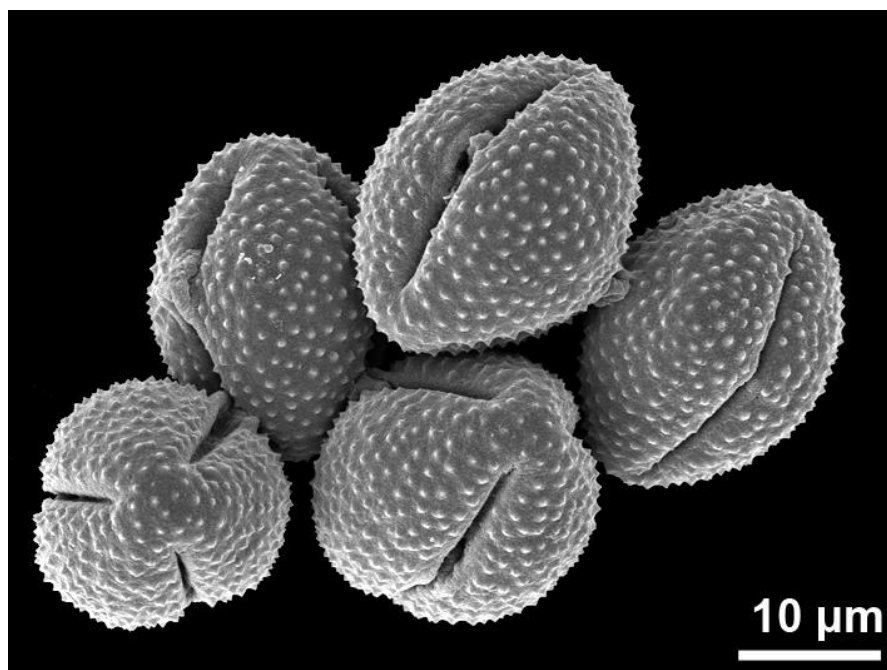
Artemisia glacialis neboli pelyněk ledovcový je jeden z asi 550 druhů pelyňku, z nichž asi 17 se vyskytuje v České republice. Rostlina patří mezi silně aromatické a nejsilnější alergeny kvetoucí od července do října. [47]

Tvar hydratovaných částic: kulový s dvěma malými váčky.

Velikost hydratovaných částic: \varnothing 10-25 μm .



Obrázek 84: Pelyněk, hydratovaná pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [46].



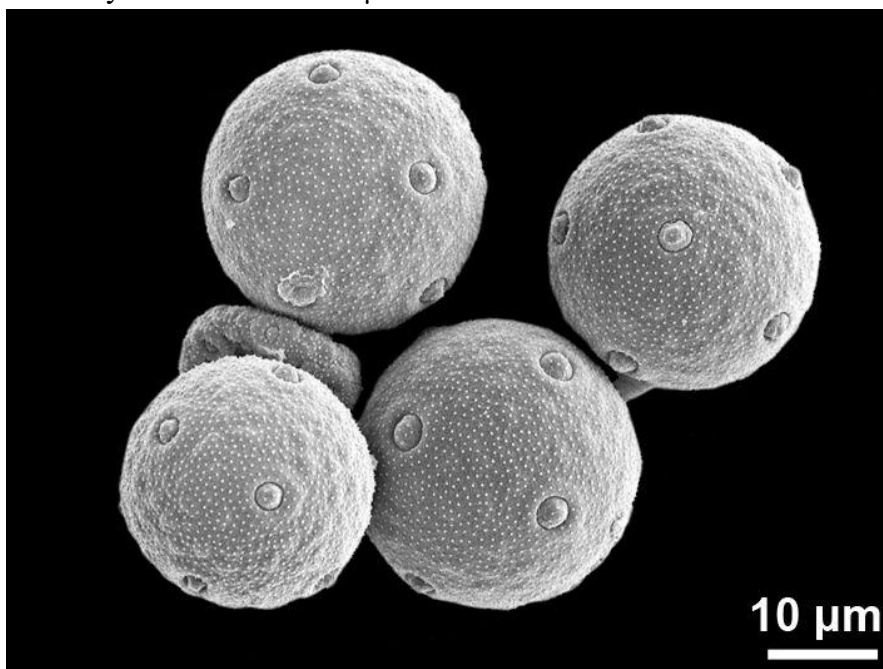
Obrázek 85: Pelyněk, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [46].

Pyl: jitrocel

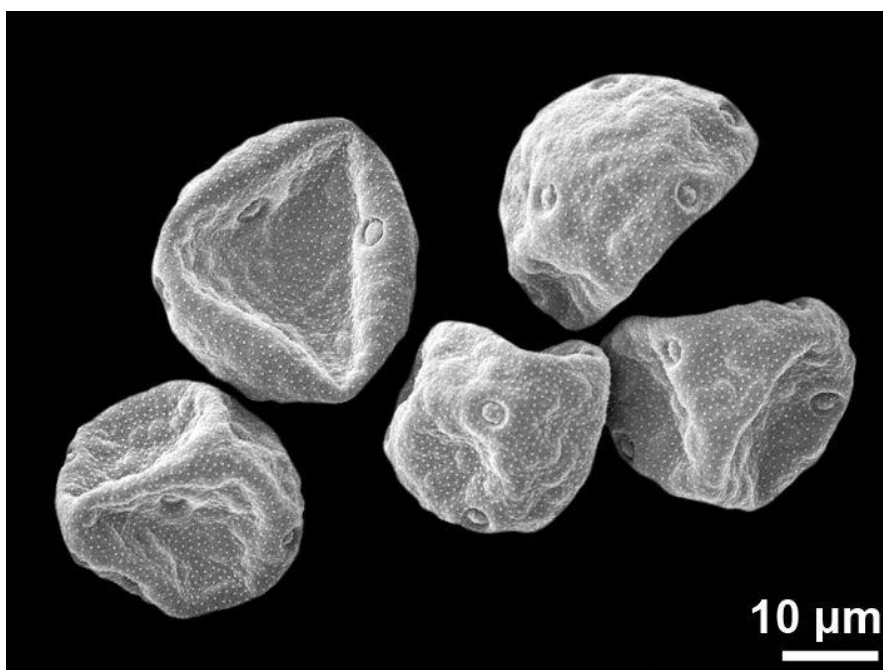
Plantago lanceolata, jitrocel kopinatý kvete od května do září. Vyskytuje se v Evropě, Asii a Africe. V České republice hojně roste po celém území na pastvinách, loukách a u cest. [49]

Tvar hydratovaných částic: kulový s mnohačetnými malými výrůstky.

Velikost hydratovaných částic: Ø 21-25 μm .



Obrázek 86: Jitrocel, hydratovaná pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [48].



Obrázek 87: Jitrocel, suchá pylová zrna, povlakovaná zlatem, fotograf: Halbritter, H., databáze Paldat [48].

Výtrus: pečárka

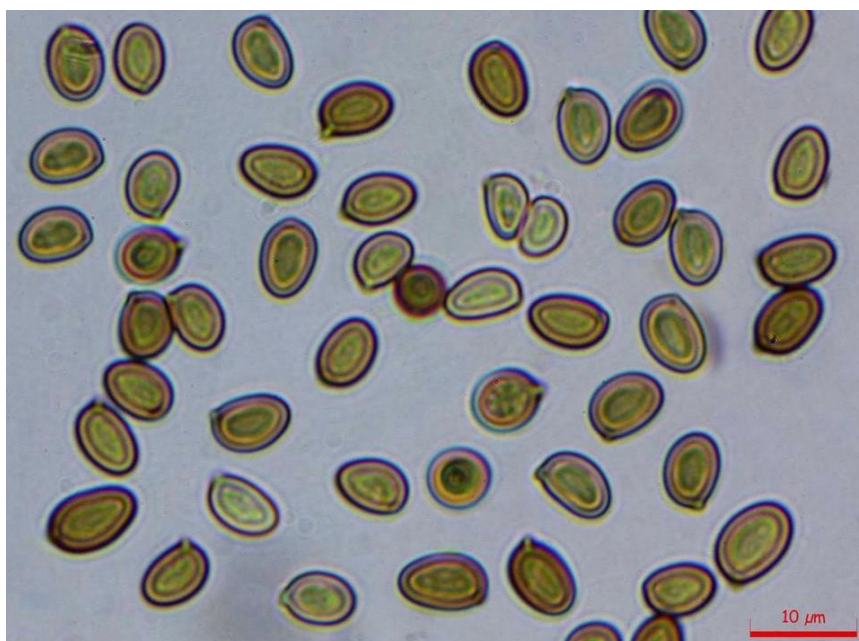
Agaricus, česky rod pečárka, častěji žampion. Průmyslově pěstovaná bývá nejčastěji pečárka hnědá, viz výtrusy na prvním snímku. V přírodě se vyskytuje od června do října. Mezi další druhy hojně se vyskytující v České republice patří například pečárka ovčí, polní, zahradní nebo záprašná. [61]

Tvar částic: oválný.

Velikost částic: Ø 5-8 μm .



Obrázek 88: Výtrusy žampionu pod optickým mikroskopem na celulóze.



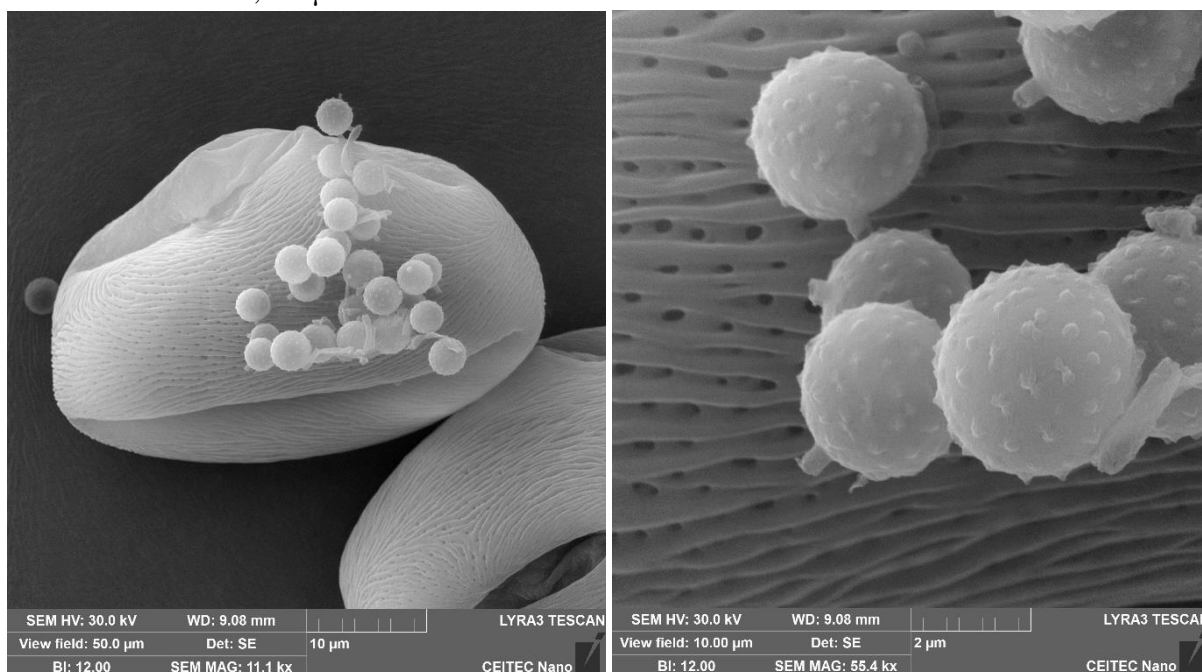
Obrázek 89: Výtrusy žampionu, San Francisco State University, Kalifornie, USA, foto: Alan Rockefeller [55].

Výtrus: pýchavka

Na prvních snímcích se vyskytuje rod pýchavka, nebyl konkrétně určen druh. Na třetím snímku se jedná konkrétně o druh Pýchavky palicovitě, latinsky *Lycoperdon excipuliforme*. Výtrusy všech dostupných pýchavek dle informací na webu myko.cz mají kulový tvar a podobnou velikost, některé jsou však hladké – například Pýchavka dlabaná, čímž od sebe jde mikroskopicky některé druhy odlišit v případě nejasností. [57], [60]

Tvar částic: kulový s výrůstky.

Velikost částic: $\text{Ø } 3,5\text{-}5 \text{ }\mu\text{m}$.



Obrázek 90: Výtrusy pýchavky na suchých pylových zrnech Trnky obecné pod elektronovým mikroskopem, měřítko 10 a 2 μm .



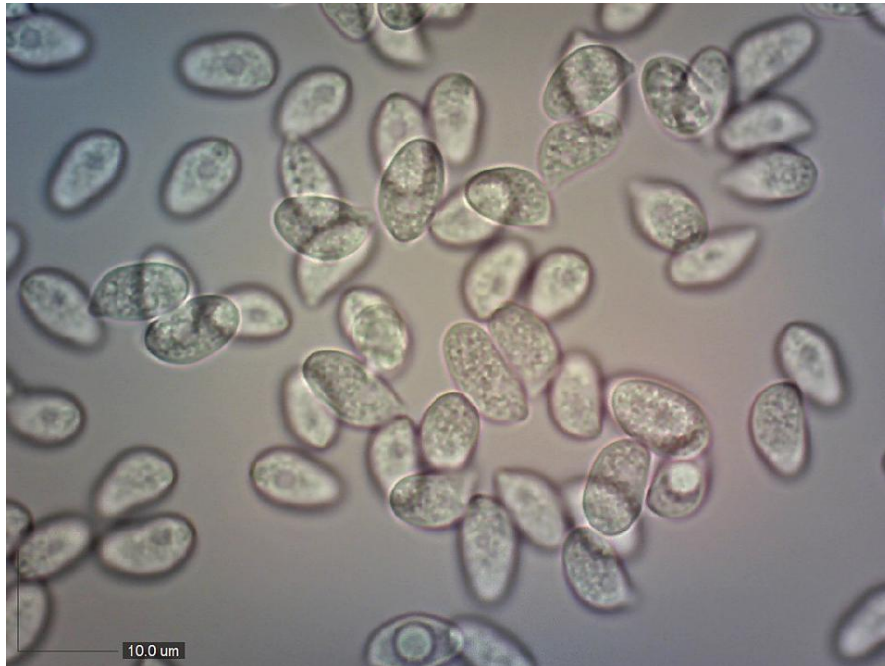
Obrázek 91: Pýchavka palicovitá, foto: Karel Tejkal [57].

Výtrus: václavka

Václavka obecná, latinsky *Armillaria mellea* roste na podzim, v září až listopadu, a to obvykle na mrtvém dřevě listnatých stromů. Obecně rod Václavka poškozuje dřeviny, nejvýznamnějším parazitem je Václavka smrková na smrku. Všech sedm druhů vyskytujících se v České republice je jedlých. [58]

Tvar částic: oválný.

Velikost částic: $\text{Ø } 6\text{-}11 \times 4\text{-}7 \text{ }\mu\text{m}$.



Obrázek 92: Václavka obecná, foto: Karel Tejkal [58].

Výtrus: hřib

Hřib dubový, latinsky *Boletus reticulatus* roste od května do listopadu v listnatých i smíšených lesích, na hrázích rybníků a podobně. Hřibů existuje velké množství druhů, u kterých si odborníci nejsou jistí, zda se jedná o další druh, případně poddruh jiného druhu. Hřib dubový je však s hřibem smrkovým nejhojněji vyskytujícím se zástupcem po celé ČR. [59]

Tvar částic: eliptický, vřetenovitý.

Velikost částic: Ø 12-20 x 4-5,5 µm.



Obrázek 93: Hřib dubový, foto: Karel Tejkal [59].

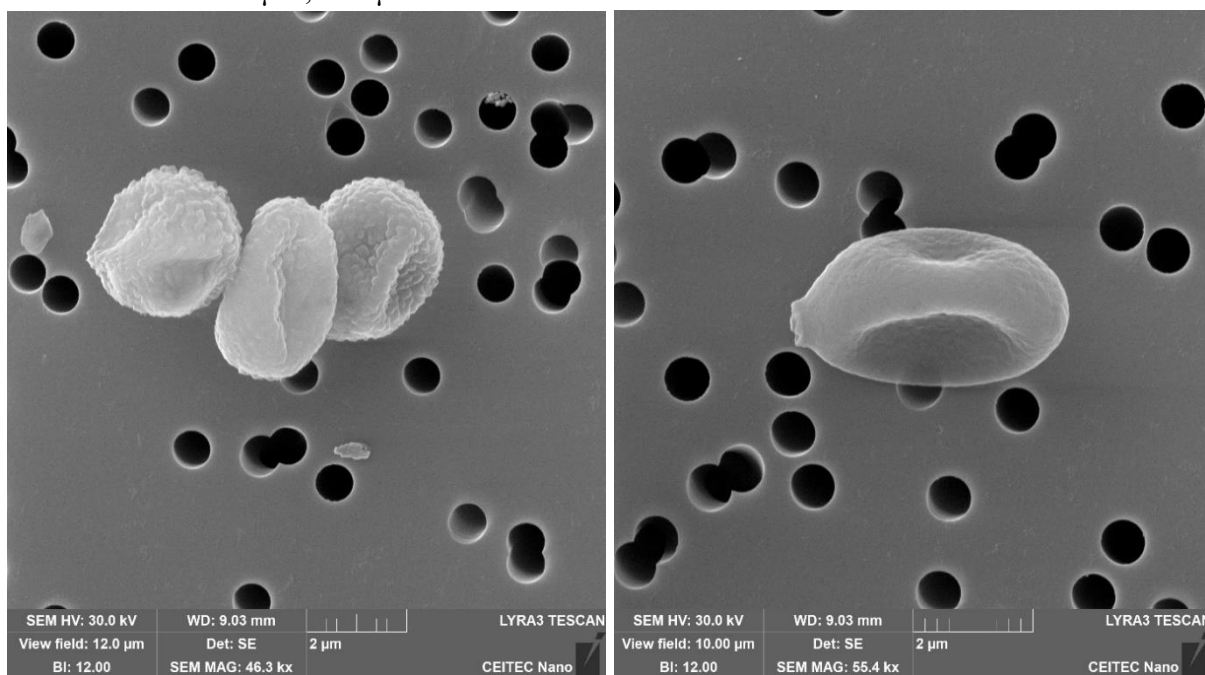
Výtrus: potravinová plíseň

Spory plísní jsou v ovzduší jedny z nejmenších přirozených částic. Plíseň byla odebrána z jahod. Na obrázcích lze zřejmě odlišit dva různé typy plísní, a to z důvodu drsností povrchu na částicích na snímku vlevo.

Typ plísně vlevo má kulový až oválný tvar s důlky a velikost průměru asi 3 μm . Plíseň na pravém snímku má spíše oválný tvar, opět s důlky a velikost většího z průměrů asi 4 μm . Důlky na částicích mohou být způsobeny dehydratací výtrusů.

Tvar částic: kulový, oválný.

Velikost částic: $\text{\O} 3 \mu\text{m}$, $\text{\O} 4 \mu\text{m}$.



Obrázek 94: Potravinové plísně, snímek z elektronového mikroskopu, kulové částice a částice oválná.

ZDROJE

- [1] Co je obalená elektroda? Online. 2024. Dostupné z: <https://www.svarecky-elektrody.cz/radce-svarece/co-je-obalena-elektroda/>. [cit. 2024-03-12].
- [2] Vulkanické hazardy. Online. *Přírodní katastrofy a environmentální hazardy*. 2024. Dostupné z: <https://www.sci.muni.cz/~herber/volcanohazards.htm>. [cit. 2024-03-16].
- [3] Spreje. Online. *DUPLI-COLOR PRIMA RAL 9010 BÍLÁ MATNÁ BARVA VE SPREJI 500 ML*. 2024. Dostupné z: <https://www.colorshop.cz/cs/spreje/dupli-color-prima-ral-9010-bila-matna-barva-ve-spreji-500-ml/>. [cit. 2024-03-16].
- [4] Paldat: Abies nordmanniana. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Abies_nordmanniana/303739. [cit. 2024-03-20].
- [5] Aljašská sopečná observatoř. Online. In: 2020. Dostupné z: https://avo.alaska.edu/image/view/17379g/pub/Plantago_lanceolata/304542. [cit. 2024-03-30].
- [6] Abíčko: Neviditelná armáda: Prach kam se podíváš. Online. In: Abicko.cz, 2020. Dostupné z: <https://www.abicko.cz/galerie/precti-si-priroda/51085/neviditelna-armada-prach-kam-se-podivas?foto=5>. [cit. 2024-03-30].
- [7] Kůže: vrstva po vrstvě. Online. In: 2021. Dostupné z: <https://www.pleva.cz/a/kuze-vrstva-po-vrstve>. [cit. 2024-04-03].
- [8] Borovice, smrk, jedle. Online. In: RYBNÍČEK, Ondřej. Pylová služba. 2021. Dostupné z: <https://www.pylovasluzba.cz/alergeny/detail/borovice-smrk-jedle>. [cit. 2024-04-03].
- [9] Saharský prach dorazil, ale bylo ho mnohem méně než v únoru. Online. IDnes. 2014. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/saharsky-prach-dorazil.A140407_120552_domaci_cen. [cit. 2024-04-06].
- [10] Smrk ztepilý. Online. In: Pyly.cz, 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/smrk-ztepily/>. [cit. 2024-04-08].
- [11] TRÖDLER, J. Původní české dřeviny. Online. *Dřevo voní*, 2024. Dostupné z: <https://drevovoni.cz/ktere-ceske-dreviny-jsou-puvodni>. [cit. 2024-04-08].
- [12] Paldat: Picea abies. Online. 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Picea_abies/306140. [cit. 2024-04-10].
- [13] Modřín opadavý. Online. In: Pyly.cz, 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/modrin-opadavy/>. [cit. 2024-04-10].
- [14] Paldat: Larix decidua. Online. 2019. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Larix_decidua/303400. [cit. 2024-04-10].
- [15] Borovice lesní. Online. In: Pyly.cz, 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/borovice-lesni/>. [cit. 2024-04-10].

- [16] Paldat: *Pinus sylvestris*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Pinus_sylvestris/306147. [cit. 2024-04-12].
- [17] Paldat: *Fagus sylvatica*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Fagus_sylvatica/304830. [cit. 2024-04-12].
- [18] Paldat: *Quercus robur*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Quercus_robur/306157. [cit. 2024-04-12].
- [19] Dub zimní. Online. In: Pyly.cz, 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/dub-zimni/>. [cit. 2024-04-12].
- [20] Paldat: *Acer tataricum*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Acer_tataricum/304177. [cit. 2024-04-13]
- [21] *Carpinus betulus* – habr obecný. Online. In: Pladias – databáze české flóry a vegetace., 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/data/Carpinus%20betulus>. [cit. 2024-04-13].
- [22] Habr obecný: *Carpinus betulus*. Online. In: Zahradnictví Flos, 2024. Dostupné z: <https://www.zahradnictvi-flos.cz/carpinus-betulus-habr-obecny.html>. [cit. 2024-04-13].
- [23] Paldat: *Betula pendula*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Betula_pendula/303759. [cit. 2024-04-22].
- [24] Paldat: *Ulmus laevis*. Online. In: 2016. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Ulmus_laevis/302066. [cit. 2024-04-22].
- [25] Paldat: *Tilia euchlora*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Tilia_euchlora/306425. [cit. 2024-04-26].
- [26] Paldat: *Prunus spinosa*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Prunus_spinosa/306340. [cit. 2024-04-26].
- [27] Paldat: *Phleum pratense*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Phleum_pratense/304807. [cit. 2024-04-26].
- [28] Atlas: Lipnice roční. Online. In: *Agromanual.cz - Přípravky na ochranu rostlin, hnojiv a osiv*. 2020. Dostupné z: <https://www.agromanual.cz/cz/atlas/plevele/plevel/lipnice-rocni>. [cit. 2024-05-02].
- [29] Paldat: *Poa annua*. Online. In: 2015. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Poa_annua/300031. [cit. 2024-04-30].
- [30] Paldat: *Secale cereale*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Secale_cereale/304794. [cit. 2024-04-30].
- [31] Paldat: *Brassica napus*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Brassica_napus/303973. [cit. 2024-04-30].
- [32] Paldat: *Achillea abrotanoides*. Online. In: 2016. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Achillea_abrotanoides/300918. [cit. 2024-04-30].

- [33] KOCIÁN, Petr. Řebříček obecný. Online. In: *Kvetenacr.cz*. 2024. Dostupné z: <http://www.kvetenacr.cz/detail.asp?IDdetail=230>. [cit. 2024-05-02].
- [34] REŇÁK, David. Fotogalerie: Letem rostlinným světem. Online. In: *Ústav experimentální botaniky AV ČR*. 2024. Dostupné z: <http://www.ueb.cas.cz/cs/photos/image/1883>. [cit. 2024-05-02].
- [35] Paldat: *Arabidopsis thaliana*. Online. In: 2015. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Arabidopsis_thaliana/300148. [cit. 2024-03-30].
- [36] *Acer tataricum* – javor tatarský. Online. In: *Pladias – databáze české flóry a vegetace.*, 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/overview/Acer%20tataricum>. [cit. 2024-05-02].
- [37] REŇÁK, David. Fotogalerie: Letem rostlinným světem. Online. In: *Ústav experimentální botaniky AV ČR*. 2024. Dostupné z: <http://www.ueb.cas.cz/cs/photos/image/1343>. [cit. 2024-05-02].
- [38] Paldat: *Ambrosia artemisiifolia*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Ambrosia_artemisiifolia/304617. [cit. 2024-04-30].
- [39] Ambrozie peřenolistá. Online. In: *Wikipedie*. 2024. Dostupné z: <https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Merl%C3%ADk>. [cit. 2024-05-02].
- [40] *Arabidopsis thaliana* – huseníček rolní. Online. In: *Pladias – databáze české flóry a vegetace.*, 2024. Dostupné z: <https://www.pladias.cz/taxon/overview/Arabidopsis%20thaliana>. [cit. 2024-05-02].
- [41] Merlík. Online. In: *Wikipedie*. 2024. Dostupné z: <https://cs.m.wikipedia.org/wiki/Merl%C3%ADk>. [cit. 2024-05-02].
- [42] *Acer tataricum* – javor tatarský. Online. In: *Pladias – databáze české flóry a vegetace.*, 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/overview/Acer%20tataricum>. [cit. 2024-05-02].
- [43] Bříza bělokorá. Online. In: *Pyly.cz*. 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/briza-belokora/>. [cit. 2024-05-02].
- [44] REŇÁK, David. Fotogalerie: Letem rostlinným světem. Online. In: *Ústav experimentální botaniky AV ČR*. 2024. Dostupné z: <http://www.ueb.cas.cz/cs/photos/image/1339>. [cit. 2024-05-02].
- [45] Paldat: *Chenopodium album*. Online. In: 2021. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Chenopodium_album/304986. [cit. 2024-04-05].
- [46] Paldat: *Artemisia glacialis*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Artemisia_glacialis/300293. [cit. 2024-04-05].
- [47] Pelyněk. Online. In: *Wikipedie*. 2024. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Pelyn%C4%9Bk>. [cit. 2024-05-05].

- [48] Paldat: *Plantago lanceolata*. Online. In: 2020. Dostupné z: https://www.paldat.org/pub/Plantago_lanceolata/304542. [cit. 2024-04-30].
- [49] Jitrocel kopinatý. Online. In: *Pyly.cz*. 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/jitrocel-kopinaty/>. [cit. 2024-05-01].
- [50] Jilm: kůra. Online. In: *Bylik.cz*. Lbros, 2024. Dostupné z: <https://bylik.cz/zbozi/971-jilm-kura.html>. [cit. 2024-05-01].
- [51] KADLÍKOVÁ, Jana. Lípa srdčitá: kůra. Online. In: *Priroda.cz*. 2004. Dostupné z: <https://www.priroda.cz/clanky.php?detail=38>. [cit. 2024-05-01].
- [52] *Prunus spinosa* – trnka obecná, trnka. Online. In: Pladias – databáze české flóry a vegetace., 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/data/Prunus%20spinosa>. [cit. 2024-05-02].
- [53] *Phleum pratense* – bojínek luční. Online. In: Pladias – databáze české flóry a vegetace, 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/data/Phleum%20pratense#10>. [cit. 2024-05-02].
- [54] *Secale cereale* – žito seté, žito. Online. In: Pladias – databáze české flóry a vegetace, 2024. Dostupné z: <https://pladias.cz/taxon/distribution/Secale%20cereale>. [cit. 2024-05-02].
- [55] ROCKEFFELER, Alan. *Agaricus augustus* Fr. Online. In: San Francisco: Tiscali Media, 2010. Dostupné z: <https://mushroomobserver.org/129829>. [cit. 2024-05-02].
- [56] Řepka olejka. Online. In: *Pyly.cz*. 2024. Dostupné z: <https://www.pyly.cz/rostliny/repka-olejka/>. [cit. 2024-05-03].
- [57] TEJKAL, Karel. *Lycoperdon excipuliforme*. Online. In: *Myko.cz*. Česká mykologická společnost, 2024. Dostupné z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Lycoperdon-excipuliforme/>. [cit. 2024-05-03].
- [58] TEJKAL, Karel. *Armillaria mellea*. Online. In: *Myko.cz*. Česká mykologická společnost, 2024. Dostupné z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Armillaria-mellea/>. [cit. 2024-05-03].
- [59] TEJKAL, Karel. *Boletus reticulatus*. Online. In: *Myko.cz*. Česká mykologická společnost, 2024. Dostupné z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Boletus-reticulatus/>. [cit. 2024-05-03].
- [60] TEJKAL, Karel a KLENER, Vavřinec. *Lycoperdon utriforme*. Online. In: *Myko.cz*. Česká mykologická společnost, 2024. Dostupné z: <https://www.myko.cz/myko-atlas/Lycoperdon-utriforme/>. [cit. 2024-05-03].
- [61] Atlas rostlin: Houby. Online. In: Atlasrostlin.cz. Tiscali Media, 2024. Dostupné z: <https://www.atlasrostlin.cz/houby?ordering=podle-abecedy&ch%5B%5D=P&page=2>. [cit. 2024-05-03].
- [62] KARLÍK, Tomáš a ŽÁK, Michal. Saharský prach se do Evropy dostává pravidelně a o víkendů přiletí znovu. Nahrává mu změna klimatu. Online. In: Česká televize,

2024. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/clanek/veda/saharsky-prach-se-do-evropy-dostava-pravidelne-a-o-vikendu-prileti-znovu-nahrava-mu-zmena-klimatu-347854>. [cit. 2024-05-05].

- [63] MAYEWSKI, Paul; CLIFFORD, Heather; SPAULDING, Nicole; KURBATOV, Andrei; LOVELUCK, Christopher et al. A 2000 Year Saharan Dust Event Proxy from an Ice Core in the European Alp. Online. In: John Wiley & Sons, Inc a příbuzné společnosti. 2019. Dostupné z: https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1029/2019JD030725?fbclid=IwAR3qNsrtbWAZG6gEQ4VFo-80qX0TzWEyCINWZxN6PRXBNraW_6c22qj3yio_aem_AWkEOdrASa63_2trAMfxgQwZHr8aPEAL-Fq7sq5niJu9emB8BMCH8b_9ocXRS6r3oDmsgq8fU5rNte4f8Cy3kFTp. [cit. 2024-05-05].