

Zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové

Centrum hygienických laboratoří, Jana Černého 361, 503 41, Hradec Králové
724 348 105, fax 495 211 122, www.zuhk.cz, petr.hom@post.cz

Azbest

- 1 - Historie
- 2 - Současnost, azbest na každém kroku
- 3 - Identifikace druhů azbestů
- 4 - Kvalitativní stanovení v materiálech
- 5 - Kvantitativní stanovení v materiálech
- 6 - Kvantitativní stanovení ve vzdušině
- 7 - Kvantitativní stanovení ve vodách

Petr Homola, Iva Vojtěchová

⊕ Azbest. Dělení druhů azbestu z komerčního hlediska.

Azbest je vlastně komerční název pro skupinu minerálů, přírodních vláknitých minerálů, které se průmyslově zpracovávaly. Důvodem takového zájmu o výrobky z azbestu jsou jeho jedinečné fyzikálně chemické vlastnosti.

Vláknité svazky mají velkou pevnost v tahu, flexibilitu a zvýšenou odolnost vůči chemickým činidlům (kyselinám a bazím) a fyzikálním změnám (teplota, tlak, tah apod.).

Svazky vláken mohou být až centimetrových délek s velmi proměnlivým průměrem vláken (diameterem).

⊕ Dvě základní skupiny azbestů

- ⊕ - serpentiny (hadce)
- ⊕ - amfiboly

⊕ **Druhy azbestu** - nejvíce průmyslově využívaných – **6 typů**, které byly komerčně využívány

⊕ **Chrysotile**, nebo také **bílý** azbest, zástupce serpentínů – hadců, vláknitá struktura vláken s monoklinickou krystalickou strukturou, je méně drobivý pružný a proto je pravděpodobnost vdechnutí nižší než u jiných typů azbestu. Odolný vůči chemickým a fyzikálním změnám.

⊕ **Amosite** - grunerite, nebo také **hnědý** azbest, patří do skupiny amphibole. Amphiboly mají vlákna rovná jako jehla jsou méně pevná a snadno se rozdrtí na velmi malé části. Amosit není odolný vůči silným kyselinám a bazím.

⊕ **Crocidolite** - riebeckite, nebo také **modrý** azbest, patří do skupiny amphibole. Je odolný vůči chemickým a fyzikálním změnám, velmi prašný, vysoce bioperzistentní.

⊕ Jiné modifikace azbestu jako **tremolite**, **actinolite** a **anthophyllite** nemají tak hojné využití v průmyslu.

⊕ **Struktura azbestu – z pohledu zapojení čtyřstěnů v celkové struktuře silikátů**

⊕ **Křemičitany s řetězovou vazbou tetraedrů – SiO₄**

⊕ **Skupina hadců, serpentínů**

- ⊕ Chrysotile (serpentinizace olivínů, teplota, tlak, roztok)
- ⊕ Antigorite
- ⊕ Lizardite atd.

⊕ **Skupina amfibolová (dvojitý řetěz)**

- ⊕ amfiboly kosočtverečné
 - ⊕ Anthophyllite
- ⊕ amfiboly jednoklonné
 - ⊕ Tremolite
 - ⊕ Aktinolit
- ⊕ amfiboly jednokl.alkal.
 - ⊕ Crocidolite
 - ⊕ Tygří oko (křemen s uzavřenými vlákny crocidolite)
 - ⊕ Amosite atd.

⊕ **Křemičitany s vrstevní vazbou tetraedrů**

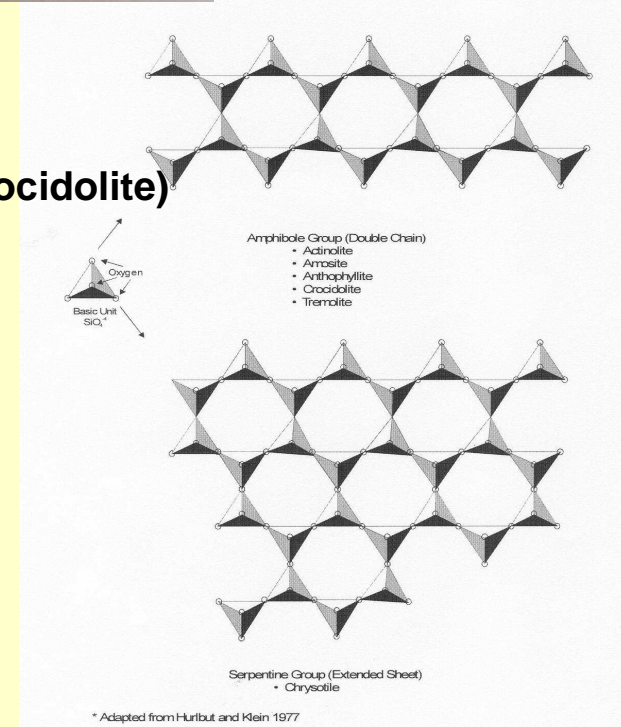
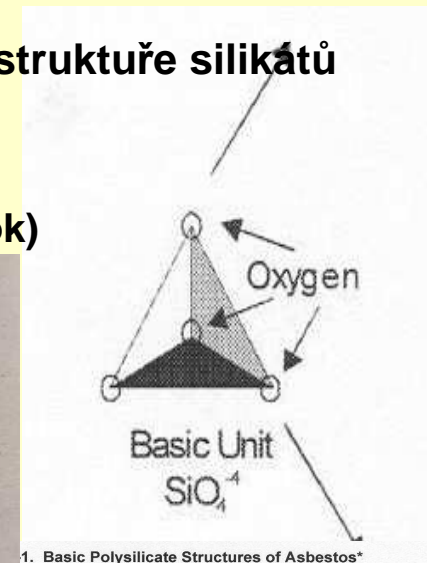
- ⊕ Pyrophyllite
- ⊕ Talc (mastek, talek)

⊕ **Skupina slíd**

- ⊕ Muskovite

⊕ **Křemičitany s prostorovou vazbou tetraedrů**

- ⊕ Skupina živců -feldspar (živce)



⊕ Mineralogie (serpentinů a amfibolů)

⊕ 1.6.1 Serpentine group

Chrysotile

Antigorite

Lizardite

Clinochrysotile

Orthochrysotile

Parachrysotile

Caryopillite

Greenalite

Berthierine

Fraipontite

Zinalsite

Dozyite

Amesite

Kellyite

Cronstedtite

Karpinskite

Nepouite

Pecoraite

Brindleyite

Maufite

Carlosturanite

$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

$(Mg,Fe^{2+})_3Si_2O_5(OH)_4$

$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

$Mg_3Si_2O_5(OH)_4$

$(Mn^{2+},Mg,Zn,Fe^{2+})_3(Si,As)_2O_5_{10}(OH,Cl)_4$

$(Fe^{2+},Fe^{3+})_2-3Si_2O_5(OH)_4$

$(Fe^{2+},Fe^{3+},Al,Mg)_2-3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$

$(Zn,Al)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$

$Zn_2AlSi_2O_5(OH)_4 \cdot 2(H_2O)$

$(Mg_7Al_2)(Si_4Al_2)O_{15}(OH)_{12}$

$Mg_2Al(SiAl)O_5(OH)_4$

$(Mn^{2+},Mg,Al)_3(Si,Al)_2O_5(OH)_4$

$Fe_2+2Fe^{3+}(SiFe^{3+})O_5(OH)_4$

$(Mg,Ni)_2Si_2O_5(OH)_2$

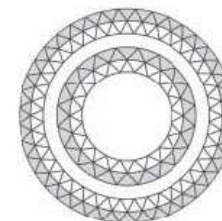
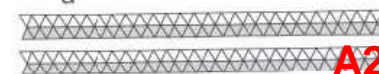
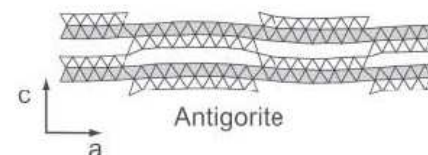
$Ni_3Si_2O_5(OH)_4$

$Ni_3Si_2O_5(OH)_4$

$(Ni,Mg,Fe^{2+})_2Al(SiAl)O_5(OH)_4$

$(Mg,Ni)Al_4Si_3O_{13-4}(H_2O)$

$(Mg,Fe^{2+},Ti,Mn)_21(Si,Al)_{12}O_{28}(OH)_{34}$



▽▽▽▽ Tetrahedral Sheet
 ▽▽▽▽ Octahedral Sheet

A2/m 2/m

Cm m

P1 1

Cc, C 2/m Mono

Unk Ortho

Unk Ortho

Cm or C 2/m Mono

Unk Mono

Cm m

Cm m

Mono

Cm m

C1 1

P₃ 6

P₃,m 3m

Unk Mono

Ccm21 mm2

C 2/m 2/m

C 2 2

Mono ? Mono

Cm m

⊕ 1.6.2 Amphiboly series

⊕ 1.6.2.1 Amphiboly, Magnesiocummingtonite - Ferroclinoholmquistite series

Magnesiocummingtonite	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Cummingtonite	$[\]\text{Mg}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Grunerite - Amosite	$[\]\text{Fe}^{++}_7\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Manganocummingtonite	$[\]\text{Mn}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Dannemorite	$\text{Mn}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Manganogrunerite	$[\]\text{Mn}_2\text{Fe}^{++}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Permanganogrunerite!	$[\]\text{Mn}_4(\text{Fe}^{++})_3(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesioclinoholmquistite	$\text{Li}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Clinoholmquistite	$[\](\text{Li}_2\text{Mg}_3\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferroclinoholmquistite	$\text{Li}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Al}_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferri-clinoferroholmquistite!	$[\]\text{Li}_2(\text{Fe}^{2+})_3(\text{Fe}^{3+})_2(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m

⊕ 1.6.2.2 Amphiboly, Glaucophane - Riebeckite - Kozulite series

Glaucophane	$[\]\text{Na}_2(\text{Mg}_3\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferroglaucophane	$[\]\text{Na}_2(\text{Fe}^{++}_3\text{Al}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Crossite*	$\text{Na}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3(\text{Al}, \text{Fe}^{+++})_2\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesioriebeckite	$[\]\text{Na}_2(\text{Mg}_3\text{Fe}^{++}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Riebeckite - Crocidolite	$[\]\text{Na}_2(\text{Fe}^{++}_3\text{Fe}^{+++}_2)\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Nyboite	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_3\text{Al}_2)\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferronyboite!	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++})_3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferric-ferronyboite!	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++})_3(\text{Fe}^{+++})_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Eckermannite	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_4\text{Al})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferro-eckermannite	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++}_4\text{Al})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m

Ferripedrizite!	$\text{NaLi}_2(\text{Fe}^{+++}2\text{Mg}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Sodic-ferripedrizite!	$\text{Na}(\text{LiNa})(\text{Fe}^{+++}2\text{Mg}_2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$	C 2/m 2/m
Ferroleakeite!	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++})_3(\text{Fe}^{+++})_2\text{Li}(\text{Si}_8\text{O}_{22})(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Leakeite	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_2\text{Fe}^{+++}2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Fluoro-ferroleakeite	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++}2\text{Fe}^{+++}2\text{Li})\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{F}_2$	C 2/m 2/m
Kornite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Fe}^{++4}(\text{Al},\text{Fe}^{+++})\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ungarettiite	$\text{NaNa}_2(\text{Mn}^{++}2\text{Mn}^{+++}3)\text{Si}_8\text{O}_{22}\text{O}_2$	C 2/m 2/m
Obertiite!	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_3\text{Fe}^{+++}\text{Ti})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{O},\text{F},\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesio-arfvedsonite	$\text{NaNa}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{++})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Fluoro-magnesio-arfvedsonite!	$\text{NaNa}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_4\text{Fe}^{+++}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{F},\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Arfvedsonite	$\text{NaNa}_2(\text{Fe}^{++}4\text{Fe}^{+++})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Kozulite	$\text{NaNa}_2\text{Mn}^{++4}(\text{Fe}^{+++},\text{Al})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m

⊕ 1.6.2.3 Amphiboly, Richterite - Ferrobarroisite series

Richterite	$\text{Na}(\text{CaNa})(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Fluororichterite!	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$	C 2/m 2/m
Potassicrichterite!	$(\text{K},\text{Na})(\text{CaNa})_2\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH},\text{F})_2$	C 2/m 2/m
Potassic-fluororichterite!	$(\text{K},\text{Na})(\text{CaNa})\text{Mg}_5[\text{Si}_8\text{O}_{22}]\text{F}_2$	C 2/m 2/m
Ferrorichterite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Fe}^{++5}[\text{Si}_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesiokatophorite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Mg}_4\text{AlSi}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesioferrikatophorite	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_4\text{Fe}^{+++}\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Katophorite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Fe}^{++4}(\text{Al},\text{Fe}^{+++})\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrikatophorite	$\text{Na}_2\text{Ca}(\text{Fe}^{++},\text{Mg})_4\text{Fe}^{+++}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Aluminomagnesiotaramite!	$\text{NaCaNaMg}_3\text{Al}_2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesiotaramite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Mg}_3\text{AlFe}^{+++}[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferri-magnesiotaramite!	$\text{NaCaNaMg}_3\text{Fe}^{+++}2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Taramite	$\text{Na}(\text{CaNa})\text{Fe}^{++3}\text{AlFe}^{+++}[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m

Ferritaramite	$\text{Na}(\text{CaNa})(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Fe}^{+++}2[\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Winchite!	$[\](\text{CaNa})\text{Mg}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{+++})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrowinchite	$[\](\text{CaNa})\text{Fe}^{++}4(\text{Al}, \text{Fe}^{+++})\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferriwinchite	$\text{NaCaMg}_4\text{Fe}^{+++}\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Aluminobarroisite!	$[\]\text{CaNaMg}_3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Aluminoferrobarroisite!	$[\]\text{CaNa}(\text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Barroisite	$[\](\text{CaNa})\text{Mg}_3\text{AlFe}^{+++}\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrobarroisite	$[\](\text{CaNa})\text{Fe}^{++}3\text{AlFe}^{+++}\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferribarroisite	$\text{CaNa}(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Fe}^{+++}2[\text{AlSi}_7\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferri-ferrobarroisite!	$[\]\text{CaNa}(\text{Fe}^{++})_3(\text{Fe}^{+++})_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m

⊕ 1.6.2.4 Amphiboly, Tremolite - Sadanagaite series

<u>Tremolite</u>	$[\]\text{Ca}_2\text{Mg}_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
<u>Actinolite</u>	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferro-actinolite	$[\]\text{Ca}_2\text{Fe}^{++}5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Magnesiohornblende	$\text{Ca}_2[\text{Mg}_4(\text{Al}, \text{Fe}^{+++})]\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrohornblende	$[\]\text{Ca}_2[\text{Fe}^{++}4(\text{Al}, \text{Fe}^{+++})]\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Alumino-tschermakite	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Tschermakite!	$[\]\text{Ca}_2(\text{Mg}_3\text{AlFe}^{+++})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Aluminoferrotschermakite!	$[\]\text{Ca}_2(\text{Fe}^{2+})_3\text{Al}_2(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrotschermakite!	$[\]\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++}3\text{AlFe}^{+++})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferro-aluminotschermakite*	$\text{Ca}_2\text{Fe}^{++}3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferritschermakite	$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Al}_2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferroferritschermakite*	$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_3\text{Fe}^{+++}2(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Edenite	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Fluoro-edenite!	$\text{NaCa}_2\text{Mg}_5\text{Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{F}, \text{OH})_2$	C 2/m 2/m

Ferro-edenite	$\text{NaCa}_2\text{Fe}^{++}\text{5Si}_7\text{AlO}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Cannilloite!	$\text{CaCa}_2\text{Mg}_4\text{Al}(\text{Si}_5\text{Al}_3)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Fluorocannilloite!	$\text{CaCa}_2(\text{Mg}_4\text{Al})\text{Si}_5\text{Al}_3\text{O}_{22}\text{F}_2$	C 2/m 2/m
Pargasite	$\text{NaCa}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_4\text{Al}(\text{Si}_6\text{Al}_2)\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferropargasite	$\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++}\text{4Al})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Potassicpargasite!	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{++})_5\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH},\text{F})_2$	C 2/m 2/m
Magnesiohastingsite	$\text{NaCa}_2(\text{Mg}_4\text{Fe}^{+++})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Hastingsite	$\text{NaCa}_2(\text{Fe}^{++}\text{4Fe}^{+++})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Kaersutite	$\text{NaCa}_2(\text{Mg}_4\text{Ti})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{23}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Ferrokaersutite	$\text{NaCa}_2(\text{Fe}^{++}\text{4Ti})\text{Si}_6\text{Al}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	C 2/m 2/m
Potassicsadanagaite!	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2[\text{Fe}^{++}\text{3}(\text{Al},\text{Fe}^{+++})_2][\text{Si}_5\text{Al}_3\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2,Cm,C 2/m Mono
Potassic-magnesiosadanagaite!	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2[\text{Mg}_3(\text{Al},\text{Fe}^{+++})_2][\text{Si}_5\text{Al}_3\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2,Cm,C 2/m Mono
Magnesiosadanagaite	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{++},\text{Al},\text{Ti})_5[(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2,Cm,C 2/m Mono
Sadanagaite	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++},\text{Mg},\text{Al},\text{Ti})_5[(\text{Si},\text{Al})_8\text{O}_{22}](\text{OH})_2$	C 2,Cm,C 2/m Mono
Potassicferrisadanagaite!		
..	$(\text{K},\text{Na})\text{Ca}_2(\text{Fe}^{++},\text{Mg})_2(\text{Fe}^{+++},\text{Al})_2[\text{Si}_5\text{Al}_3\text{O}_{22}](\text{OH},\text{F},\text{O})_2$	C 2/m 2/m

⊕ 1.6.2.5 Amphiboly, Joesmithite series

Joesmithite	$\text{PbCa}_2(\text{Mg},\text{Fe}^{++},\text{Fe}^{+++})_5\text{Si}_6\text{Be}_2\text{O}_{22}(\text{OH})_2$	P 2/a 2/m
-------------	---	-----------

⊕ 1.6.2.6 Amphiboly, Magnesioholmquistite - Ferrogedrite series

Magnesioholmquistite	$\text{Li}_2 (\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_3 \text{Al}_2 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Holmquistite	$[\] (\text{Li}_2 \text{Mg}_3 \text{Al}_2) \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Ferroholmquistite	$[\] (\text{Li}_2 \text{Fe}^{++}_3 \text{Al}_2) \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Sodicanthophyllite	$\text{NaMg}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Sodic-ferro-anthophyllite!	$\text{NaFe}^{++}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Magnesioanthophyllite?	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
<u>Anthophyllite</u>	$[\] \text{Mg}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m
2/m		
Ferro-anthophyllite	$[\] \text{Fe}^{++}_7 \text{Si}_8 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Sodic-ferrogedrite!	$\text{NaFe}^{++}_6 \text{AlSi}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Sodicgedrite	$\text{NaMg}_6 \text{AlSi}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Magnesiogedrite?	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_5 \text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Gedrite	$[\] \text{Mg}_5 \text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Ferrogedrite	$[\] \text{Fe}^{++}_5 \text{Al}_2 \text{Si}_6 \text{Al}_2 \text{O}_{22} (\text{OH})_2$	P nma 2/m 2/m 2/m
Protoferro-anthophyllite!	$(\text{Fe}^{++}, \text{Mn}^{++})_2 (\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_5 (\text{Si}_4 \text{O}_{11})_2 (\text{OH})_2$	Pnmn 2/m 2/m 2/m
Protomangano-ferro-anthophyllite!	$(\text{Mn}^{++}, \text{Fe}^{++})_2 (\text{Fe}^{++}, \text{Mg})_5 (\text{Si}_4 \text{O}_{11})_2 (\text{OH})_2$	Pnmn 2/m 2/m 2/m

⊕ 1.6.2.7 Amphiboly, Chesterite - Jimthomsonite series

Chesterite	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_{17} \text{Si}_{20} \text{O}_{54} (\text{OH})_6$	A21ma mm2
Clinojimthompsonite	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_5 \text{Si}_6 \text{O}_{16} (\text{OH})_2$	C 2/c 2/m
Jimthompsonite	$(\text{Mg}, \text{Fe}^{++})_5 \text{Si}_6 \text{O}_{16} (\text{OH})_2$	P bca 2/m 2/m 2/m

⊕ **Metody, analytické postupy, legislativa z pohledu volby analyt. metody**

Co chceme zjistit, jak má vypadat výsledek:

Identifikace a kvantita v materiálech, půdě apod. (typ azbestu, $\mu\text{g}/\text{mg}$, % hmot.)

Počtní koncentrace v ovzduší

– **pracovní (vl/cm^3), venkovní a vnitřní, emise (vl/m^3)**

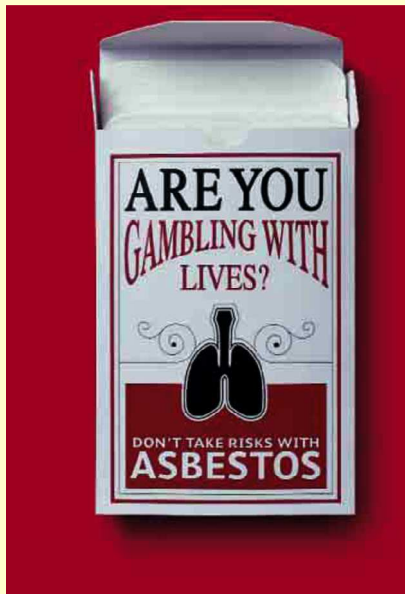
Hmotnostní koncentrace v ovzduší – gravimetrie (mg/m^3)

Počtní koncent. vztažená na plochu (vl/dm^2)

Počtní koncentrace ve vodě ($\text{vl}/\text{l} - \text{dm}^3$, vl/m^3)

- ⊕ **AHEM, příl. č. 13/86** Standardní metodika pro stanovení počtní koncentrace minerálních vláken v pracovním prostředí
- ⊕ **ČSN EN ISO 16000-7:2007** Část 7: Postup odběru vzorku při stanovení konc. azbestových vláken v ovzduší
- ⊕ **Sbírka zákonů č. 361/2007 Sb.** (Příloha č. 3, tab. 5 atd., PCM na membránových filtrech)
- ⊕ **WHO** (Determination of airborne fibre number concentrations: a recommended method by PCM (membrane filter method, WHO, Geneva, ISBN 92 4 154496 1, 1997)
- ⊕ **Directive 2003/18/EC** of the European Parliament a 83/477/EEC, PCM

- ⊕ **NIOSH 7400** (Manual of Analytical Methods, Asbestos and Other Fibers by PCM, NIOSH 1994a, Issue 2)
- ⊕ **NIOSH 7402** (Manual of Analytical Methods, Asbestos by TEM, NIOSH 1994a, Issue 2)
- ⊕ **NIOSH 7403** (Manual of Analytical Methods, Asbestos by PLM – polarized light microscopy, NIOSH, Issue 2)



Analytical method for millions of particles per cubic foot (MPPCF)
Standard procedure for sampling and counting dust – adopted by the
ACGIH in 1942

Ref: Amer. Indust. Hyg. J.; pg. 550, Nov – Dec. 1967



- ⊕ **HSE MDHS 39/4** (Health and Safety Laboratory, Methods for the Determination of Hazardous Substances, Asbestos Fibres in Air, Sampling and evaluation by PCM under the Control of Asbestos at Work regulations, HSE Book, Sudbury, Suffolk, ISBN 0 7176 1113 2, 1995)
- ⊕ **HSE MDHS Research Paper 18.** (The reproducibility of asbestos counts, HSE Books, Sudbury, Suffolk, 1982)
- ⊕ **OSHA ID 160** (Asbestos in Air)
- ⊕ **OSHA ID 191** (Polarized Light Microscopy of Asbestos)
- ⊕ **EPA SOP#2015** (Asbestos Sampling, 1994, rev. 0.0)
- ⊕ **EPA QA Technical Information Bulletin Vol.1, No.3, 1991** (Sampling and Analysis for Airborne Asbestos)

MAIL ORDER HSE priced and free publications are available from:
HSE Books, PO Box 1999, Sudbury, Suffolk CO10 2WA Tel: 01787 881165
Fax: 01787 313995 Website: www.hsebooks.co.uk

RETAIL HSE priced publications are also available from bookshops.
HEALTH AND SAFETY ENQUIRIES HSE's Infoline Tel: 08701 545500
Fax: 02920 859260 e-mail: hseinformation@natbrit.com or write to
HSE Information Services, Caerphilly Business Park, Caerphilly CF83 3GG.
You can also visit HSE's website: www.hse.gov.uk

- ⊕ **VDI 3866 Part 1** – Determination of asbestos in technical products. Principle Sampling and Sample preparation.
- ⊕ **VDI 3866 Part 2** – Determination of asbestos in technical products Infrared spectroscopy method.
- ⊕ **VDI 3492-2004, 2011** - Indoor air measurement – Ambient air measurement. Meas. Of inorganic fibrous particles Scanning electron microscopy
- ⊕ **ISO/DIS 10312** - International Organization for standardization, Ambient Air – determination of asbestos fibres – Direct transfer transmission electron microscopy method, 1991
- ⊕ **ISO/DIS 13794** - International Organization for standardization, Ambient Air – determination of asbestos fibres – Indirect transfer transmission electron microscopy method, 1995
- ⊕ **ISO 8672 - PCM Mineral fibers, ISO 16017-1** Vzorkování pumpami, **ISO 16017-2** Difuzní vzorkování

- VDI-Richtlinie 3866 „Bestimmung von Asbest in technischen Produkten“
 - Blatt 1: „Grundlagen; Entnahme und Aufarbeitung der Proben“
 - Blatt 2: „Infrarotspektroskopisches Verfahren“
 - Blatt 4: „Phasenkontrastmikroskopisches Verfahren“
 - Blatt 5: „Rasterelektronenmikroskopisches Verfahren“
- BGI 505-30 „Verfahren zur Bestimmung der Massenanteile von Chrysotil- und Amphibolasbesten“ (Phasenkontrastmikroskopie und Infrarotspektroskopie).

- ⊕ **ASTM D5755** (Microvac)
- ⊕ **ASTM D5756** (Microvac)
- ⊕ **ASTM D6480** (Wipe) Asbestos in Dust
- ⊕ **AHERA Air Protocol**, EPA Level II
- ⊕ **ASTM D6281-98 ISO 10312** Method TEM
- ⊕ **EPA 600/R-93-116** (Chatfield: Semi-Quantitative)
- ⊕ **EPA 600/R-93-116** (Quantitative)
- ⊕ **NYSDOH ELAP TEM 198.4**
- ⊕ **EPA 600/M4-82-020**
- ⊕ **EPA/600/R-93/116** - Point Counting-EPA 400 Point Count
- ⊕ **NYSDOH ELAP PLM 198.1** - Point Counting-Stratified
- ⊕ **NIOSH 9002**



WORLD HEALTH ORGANIZATION
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER

IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans

Volume 14
Asbestos

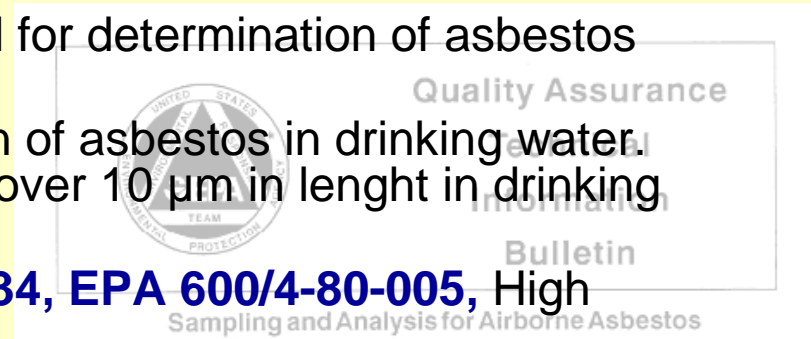
Summary of Data Reported and Evaluation

⊕ **EPA-600/4-83-043**, Analytical method for determination of asbestos fibers in water

⊕ **METHOD 100.1, 100.2**, Determination of asbestos in drinking water. Determination of asbestos structures over 10 µm in length in drinking water

⊕ **EPA-NELAC Water, EPA 600R-94/134, EPA 600/4-80-005**, High Organic Waste Water

⊕ **Carb 435, EPA 600/R-93/116, EPA Region 1 Screening Protocol**, Asbestos in Soil



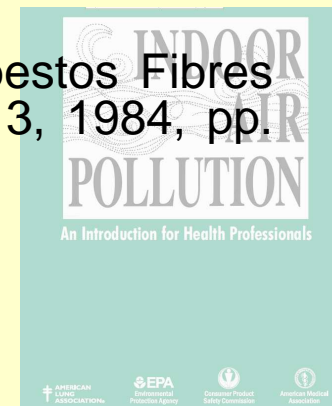
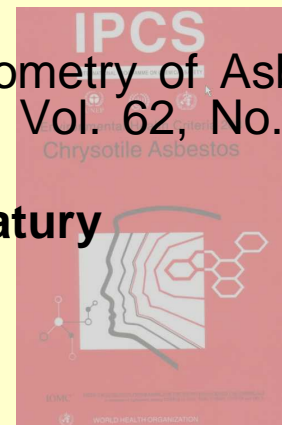
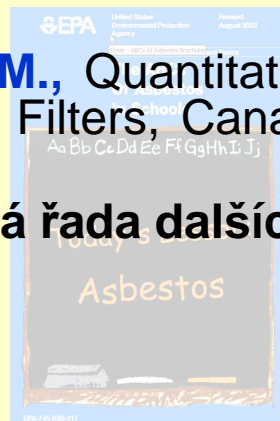
⊕ **Gadsden J. A.**, Determination of Chrysotile in Airborne Asbestos by an Infra-red Spectrometric Technique, Atmospheric Environmental, Pergamon Press 1970, Vol. 4, pp. 667-670

⊕ **Luoma G.A.**, Determination of Microgram Amounts of Asbestos in Mixtures by Infrared Spectroscopy, Anal.Chem., 1982, Vol. 54, pp. 2140-2141

⊕ **Hlavay J.**, Determination of Chrysotile Contents of asbestos cement Dusts by IR-Spectroscopy, Fresenius Z. Anal. Chem., 1984, Vol. 319, pp. 547-551

⊕ **Kimmerle F. M.**, Quantitative IR-ATR Spectrometry of Asbestos Fibres on Membrane Filters, Canad. Journal Chem., Vol. 62, No. 3, 1984, pp. 441-451

⊕ **A řada, dlouhá řada dalších separátů a literatury**



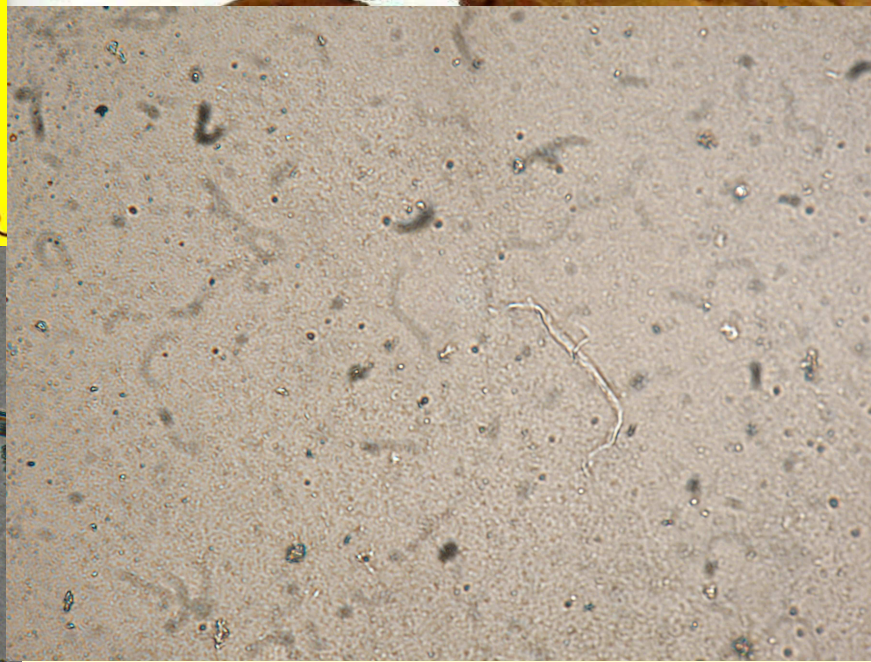
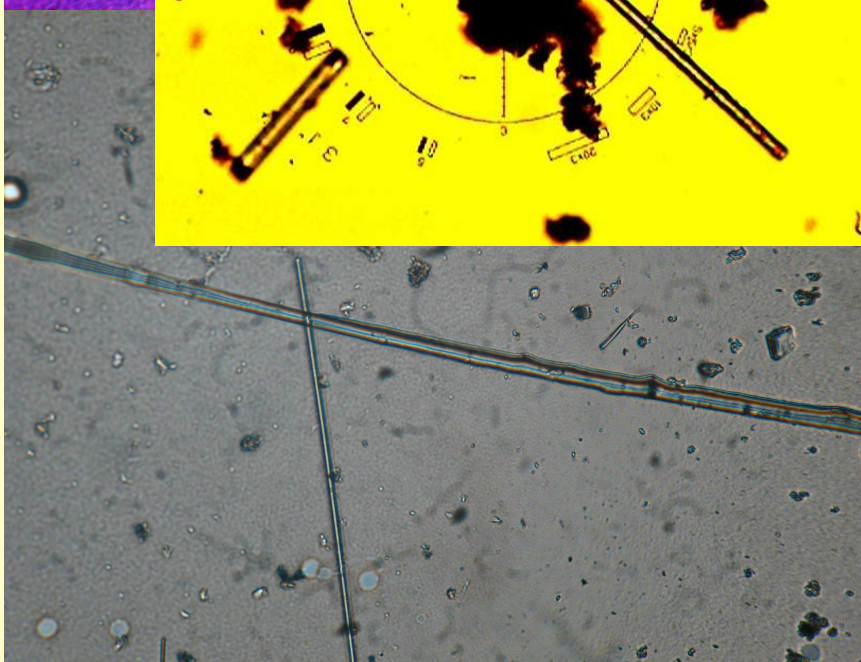
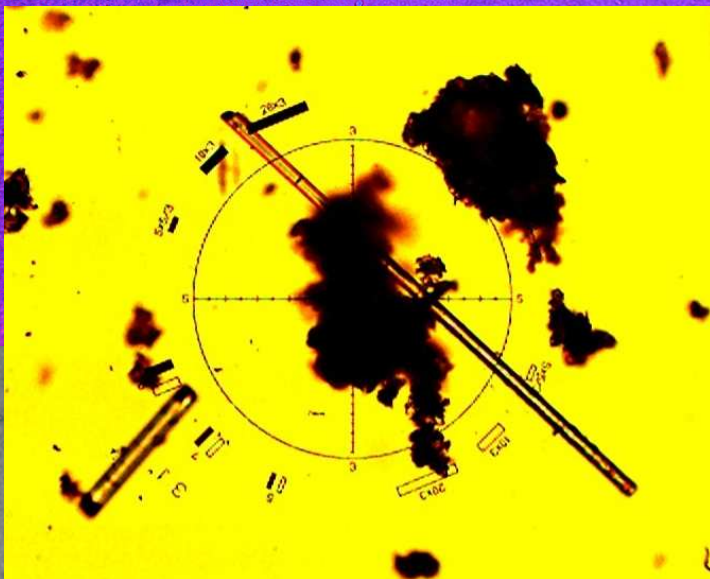
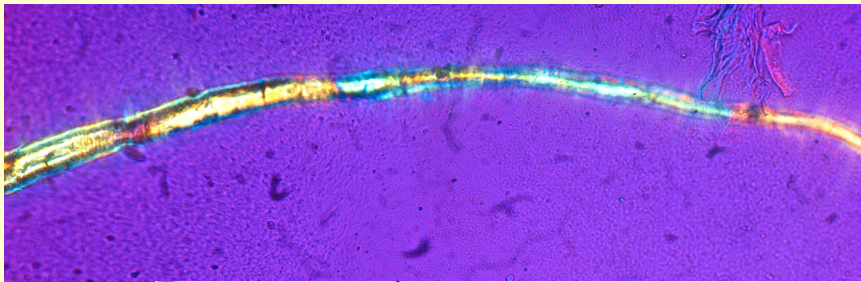
C:\Data_all\07_AZBEST_data_vse\AZB_EPA_VDI_ISO_NIOSH_OSHA		28 GB	
..	Odpovědi na dotazy.doc	ODPOVD~1.DOC	35 840 16.12.2011 8:43:06 A
AHEM_Priloha_13_1986_Azbest.pdf	Odpovědi na dotazy.pdf	ODPOVD~1.PDF	24 703 16.12.2011 8:43:40 A
AHEM_Priloha_1_k_AHEM_8_1976.pdf	OEH_airborne_fibre.pdf	OEH_AI~1.PDF	930 742 26.3.2009 15:04:08 A
AM68_277_Symbol_mineral.pdf	OSHA_29_CFR_1926_1101.ppt	OSHA_2~1.PPT	1 763 840 22.7.2008 12:08:22 A
ASTM_D_5755-09.pdf	OSHA_ID160_Asbestos_PCM.pdf	OSHA_I~1.PDF	811 295 10.3.2010 4:26:48 A
ASTM_D_5756-02_2008.pdf	OSHA_ID_142_Quartz.doc	OSHA_I~1.DOC	291 840 30.3.2005 6:54:54 A
ATSDR_EPA_tp61_dulezite.pdf	OSHA_ID_160.pdf	OSHA_I~2.PDF	811 295 10.3.2010 4:26:48 A
CASELLA_Acetone_Vaporizer.pdf	OSHA_ID_160_Asbestos_PCM	OSHA_I~1	811 295 10.3.2010 4:26:48 A
CSN_EN_ISO_16000-7_2007_Azbest.pdf	OSHA_ID_160_Asbestos_PCM.pdf	OSHA_I~3.PDF	811 295 10.3.2010 4:26:48 A
EPA-Method-1001_1983.pdf	OSHA_ID_191_Asbestos_FLM.doc	OSHA_I~2.DOC	171 520 10.3.2010 4:30:34 A
EPA-Method-1002_1994.pdf	Pc_303_SOPHK405_MINERAL_VLAKNA_2010.doc	PC_303~1.DOC	59 392 23.2.2010 6:40:54 A
EPA_600_R_1993_Asbestos_in_Bulk.pdf	Pc_303_SOPHK405_ZRL_2010.doc	PC_303~2.DOC	59 392 23.2.2010 6:59:04 A
EPA_600_R_2008.pdf	Pocet_vlaken_analyza_komplet_12_01_04.xls	POCET_~1.XLS	116 736 29.1.2012 13:22:26 A
EPA_744_R_2000_Vermiculite.pdf	TEM_porovnani_PCM.pdf	TEM_PO~1.PDF	9 536 8.12.2004 12:31:26 A
EPA_Sampling_asbestos.pdf	TRGS_519_2001_Asbest.pdf	TRGS_5~1.PDF	325 499 21.1.2005 5:01:48 A
EPA_SOP_2015_Asbestos_sampling.pdf	TRGS_519_Asbestrichtlinie.pdf	TRGS_5~2.PDF	325 499 21.1.2005 5:01:48 A
EPA_VOL1_NO3.pdf	VAPORISER_ACETONE_CASELLA.pdf	VAPORI~1.PDF	1 106 000 26.3.2009 15:02:28 A
GEOI_Asbestos_Guid_Sp_Publ_124.pdf	VDI_3492_2004_SEM_EN.pdf	VD3A70~1.PDF	959 016 7.6.2011 7:49:50 A
HSE_CRR_349_2001.pdf	VDI_3492_Dezember_2011.pdf	VD1818~1.PDF	4 637 307 24.1.2012 7:22:32 A
HSG_248_2008.pdf	VDI_3861_Part_2_2008_SEM_Asbestos_Emissionen.pdf	VDI_38~1.PDF	18 021 891 24.1.2012 10:12:38 A
IRSST_243-1.pdf	VDI_3866_Part_1_2000_Sampling_Determination_Asbestos.pdf	VDI_38~2.PDF	9 548 400 4.1.2012 8:32:38 A
ISO 14966_2002Cor 1_2007.pdf	VDI_3866_Part_2_2001_Infrared_Determination_Asbestos.pdf	VDI_38~4.PDF	9 317 952 4.1.2012 7:40:42 A
ISO 16000-16_2008.pdf	VDI_3866_Part_2_2007_Infrared_Determination_Asbestos.pdf	VDI_38~3.PDF	9 096 695 24.1.2012 8:01:10 A
ISO 16000-18_2011.pdf	VDI_3866_Part_5_2004_SEM_Determination_Asbestos.pdf	VDD862~1.PDF	13 605 847 24.1.2012 9:21:14 A
ISO_14966_2002.pdf	Vypocet_poctu_vlaken_11_10_15.pdf	VYPOCE~1.PDF	1 275 707 4.1.2012 9:23:28 A
ISO_22262-1_2007.pdf	WAC_296_62.pdf	WAC_29~1.PDF	625 124 26.3.2009 15:06:54 A
LabResults10TEMASMMicroVacDust.pdf	Walton_Becket_circle.pdf	WALTON~2.PDF	42 066 13.6.2007 5:08:34 A
MDHS_101_Silica_FTIR_XRD.pdf	Walton_Beckett_G22_G23_Asbestos.pdf	WALTON~1.PDF	42 066 13.6.2007 5:08:34 A
MDHS_14-3_Gravimetric_Dust.pdf	WHO_Asbestos_method.pdf	WHO_AS~1.PDF	1 661 536 29.5.2006 10:03:50 A
MDHS_39-4_PCM.pdf	Účinná plocha filtru.xls	INNPLO~1.XLS	126 464 11.1.2012 6:25:24 A
MDHS_59_1988_PCM_Fibre.pdf			
MDHS_82_Dust_Lamp.pdf	NIOSH_1.PDF	33 930 3.1.2012 14:14:34 A	
MDHS_87_Fibre_in_Air.pdf	NIOSH_~4.PDF	64 018 26.3.2009 15:04:44 A	
NIOSH_0500_ISSUE2_1994_Total_mass.pdf	NOHSC_~1.PDF	1 558 073 26.3.2009 15:09:26 A	
NIOSH_0600_ISSUE3_1998.pdf	NOHSC_~2.PDF	2 822 683 26.3.2009 15:01:42 A	
NIOSH_0800_Bioaerosol_sampling.pdf			
NIOSH_7400_ISSUE2_1994_Asbestos_PCM.pdf			
NIOSH_7402_ISSUE2_1994_TEM.pdf			
NOHSC_3003_2005_MFM.pdf			
NOHSC_3006_1989.pdf			

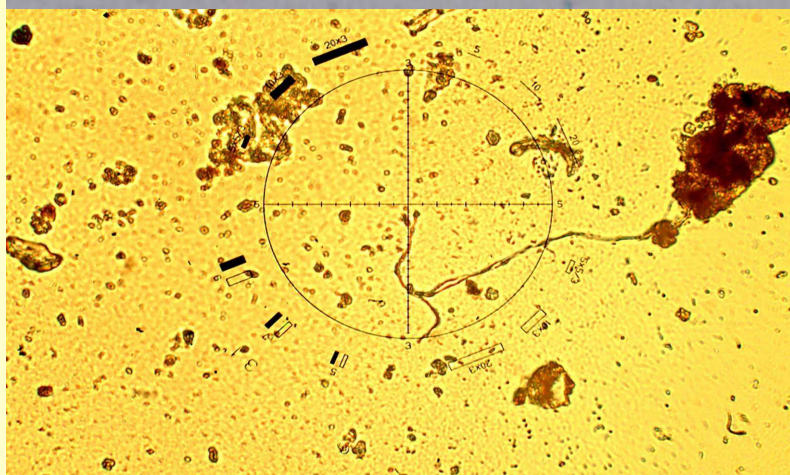
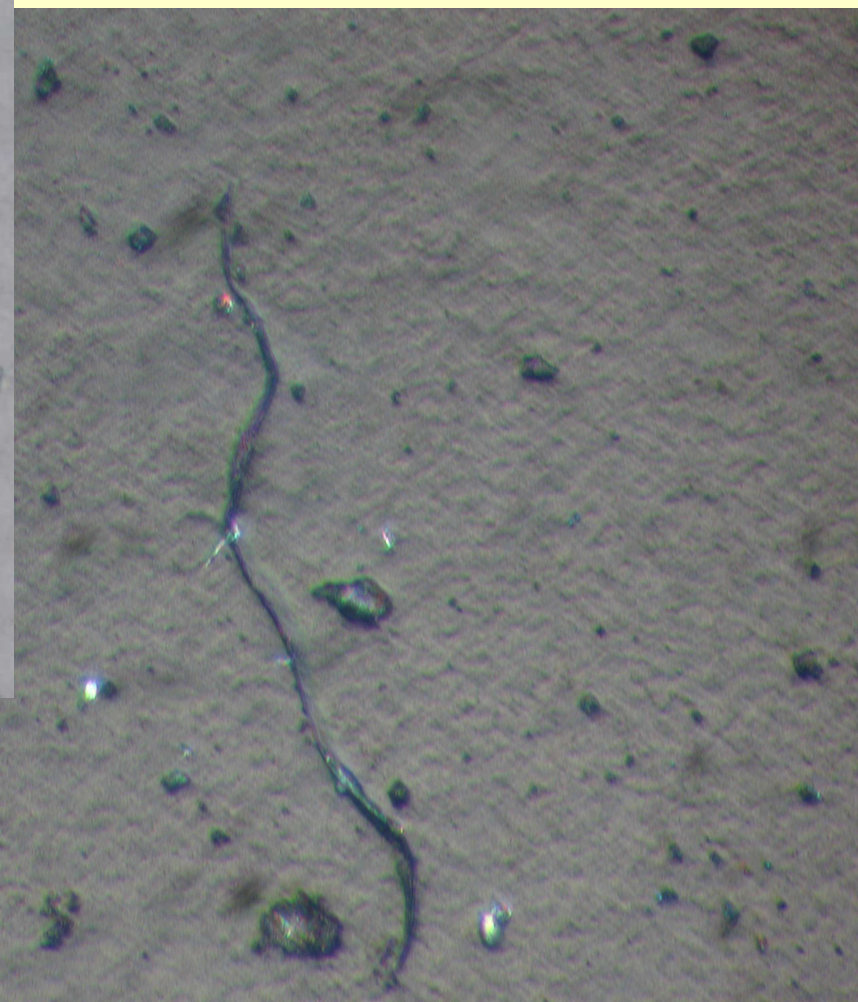
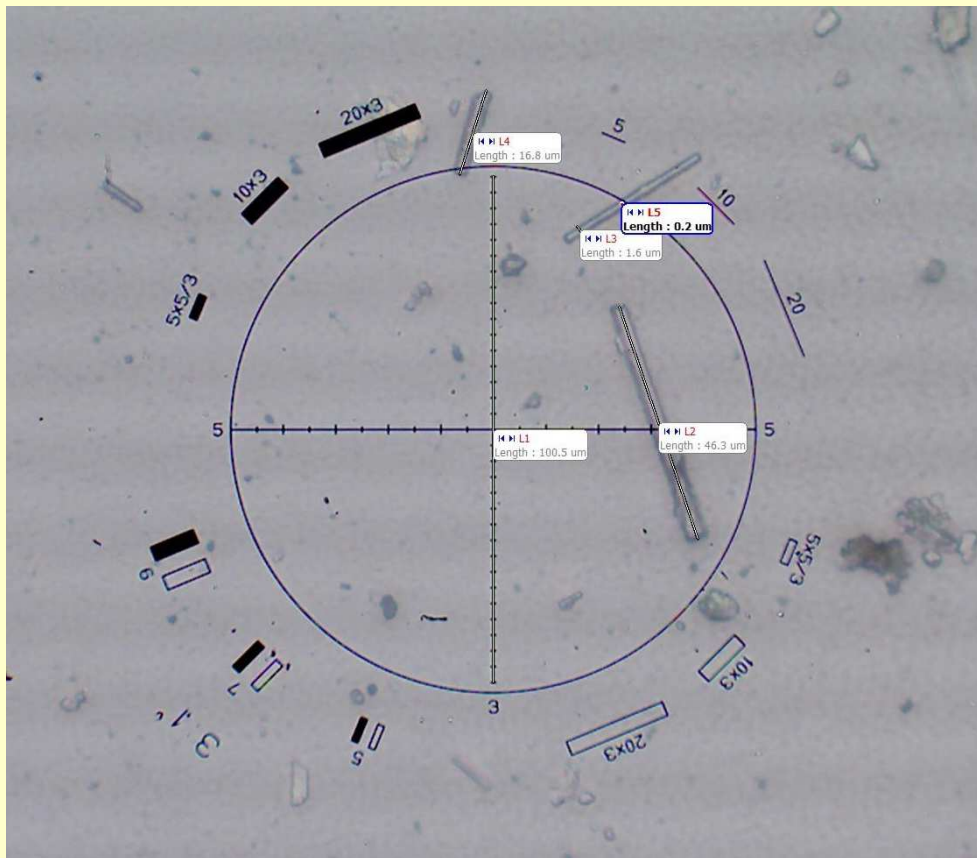
⊕ Částice – nevláknité / vláknité – respirabilní a nerespirabilní

- ⊕Pro účely měření koncentrační úrovně azbestu v ovzduší uvedeného v předchozím pododstavci se vezmou v úvahu pouze vlákna o délce větší než pět mikrometrů, se šířkou menší než tři mikrometry a s poměrem délka / šířka větším než 3:1...

⊕ Vlákno – co to je?

- ⊕ **Za vlákno je považována** prachová částice o délce větší než 5 μ m poměru délky k průměru l/d je větší nebo roven 3:1.
- ⊕ **Rozlišení respirabilních a nerespirabilních vláken** je dáno jejich průměrem: respirabilní mají průměr menší než 3 μ m při splnění výše uvedených podmínek
- ⊕ **Vlákna o průměru rovném nebo větším než 3 μ m jsou považována za nerespirabilní.**





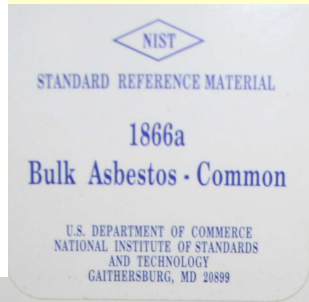
Asbestos Reference Standards

The seven asbestos reference standards provided in this set have been prepared and validated by IOM on behalf of the Health and Safety Executive. As recommended by MDHS 77, they are intended to be used as reference samples in the analysis of types of asbestos in bulk material. Each asbestos sample displays properties (by polarised light microscopy, electron microscopy, X-ray diffraction and infra-red spectrophotometry) fully consistent with published data. Analysts should note that asbestos mineral names, like all other mineral names, represent ranges of chemical composition and variations within these ranges may lead to differences in optical and other properties. Different mineral deposits may contain slightly different forms of any of these asbestos minerals although their optical properties are normally sufficient for there to be no ambiguity about identity. Any of the asbestos minerals may also be associated in the mineral deposit with their non-asbestos analogues among the amphibole minerals or with non-asbestos serpentine minerals such as antigorite. As with any naturally occurring minerals these asbestos materials contain accessory minerals that are impossible to separate by mineral processing. Where any of these minerals are present in the samples they are described below. The samples are therefore representative of typical asbestos types of the amphibole and serpentine minerals.



Table 1 describes the samples generally, and Table 2 lists their optical properties. A published document by HSE in the 'Method for the Determination of Hazardous Substances' series; No. 77- Asbestos in bulk materials-, explains in detail the optical properties of asbestos and the analytical techniques used.

Certifikované a Standardní Referenční Materiály CRM a SRM



IOM
Asbestos Reference Standards

A full description of the preparation and characterisation of the optical microscope standards is available in TM9106 published by the Institute of Occupational Medicine Ltd. Copies may be obtained from IOM Technical Information.

Research, Consultancy, Training
8 Roxburgh Place, Edinburgh
EH8 9SU, United Kingdom
Tel 031 667 5131; Fax 031 667 0136

ASBESTOS REFERENCE STANDARDS
(For optical microscopy)
Chrysotile
[White Asbestos]
[Cassiar, Canada]

Copies of documentation and Hazard Data Sheets will be supplied by the IOM according to Article 10 of Directive 88/379/EEC

HSE
Health and Safety Executive

This standard reference sample of asbestos is one of a series collected, characterised and validated by the IOM, funded by the UK Health and Safety Executive.
(Contract No. 2490/R48 44)

Information on the control and use of asbestos at work is available from your HSE area office.

a
WARNING
CONTAINS ASBESTOS
FOLLOW SAFETY
INSTRUCTIONS

IOM
Asbestos Reference Standards

A full description of the preparation and characterisation of the optical microscope standards is available in TM9106 published by the Institute of Occupational Medicine Ltd. Copies may be obtained from IOM Technical Information.

Research, Consultancy, Training
8 Roxburgh Place, Edinburgh
EH8 9SU, United Kingdom
Tel 031 667 5131; Fax 031 667 0136

ASBESTOS REFERENCE STANDARDS
(For optical microscopy)
Amosite
[Fibrous Grunerite]
[Brown Asbestos]

Copies of documentation and Hazard Data Sheets will be supplied by the IOM according to Article 10 of Directive 88/379/EEC

HSE
Health and Safety Executive

This standard reference sample of asbestos is one of a series collected, characterised and validated by the IOM, funded by the UK Health and Safety Executive.
(Contract No. 2490/R48 44)

Information on the control and use of asbestos at work is available from your HSE area office.

a
WARNING
CONTAINS ASBESTOS
FOLLOW SAFETY
INSTRUCTIONS

IOM
Asbestos Reference Standards

A full description of the preparation and characterisation of the optical microscope standards is available in TM9106 published by the Institute of Occupational Medicine Ltd. Copies may be obtained from IOM Technical Information.

Research, Consultancy, Training
8 Roxburgh Place, Edinburgh
EH8 9SU, United Kingdom
Tel 031 667 5131; Fax 031 667 0136

ASBESTOS REFERENCE STANDARDS
(For optical microscopy)
Crocidolite
[Fibrous Riebeckite]
[Blue Asbestos]

Copies of documentation and Hazard Data Sheets will be supplied by the IOM according to Article 10 of Directive 88/379/EEC

HSE
Health and Safety Executive

This standard reference sample of asbestos is one of a series collected, characterised and validated by the IOM, funded by the UK Health and Safety Executive.
(Contract No. 2490/R48 44)

Information on the control and use of asbestos at work is available from your HSE area office.

a
WARNING
CONTAINS ASBESTOS
FOLLOW SAFETY
INSTRUCTIONS

IOM
Asbestos Reference Standards

A full description of the preparation and characterisation of the optical microscope standards is available in TM9106 published by the Institute of Occupational Medicine Ltd. Copies may be obtained from IOM Technical Information.

Research, Consultancy, Training
8 Roxburgh Place, Edinburgh
EH8 9SU, United Kingdom
Tel 031 667 5131; Fax 031 667 0136

ASBESTOS REFERENCE STANDARDS
(For optical microscopy)
Tremolite Asbestos

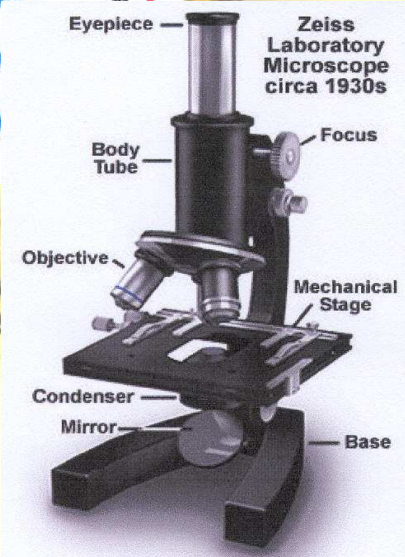
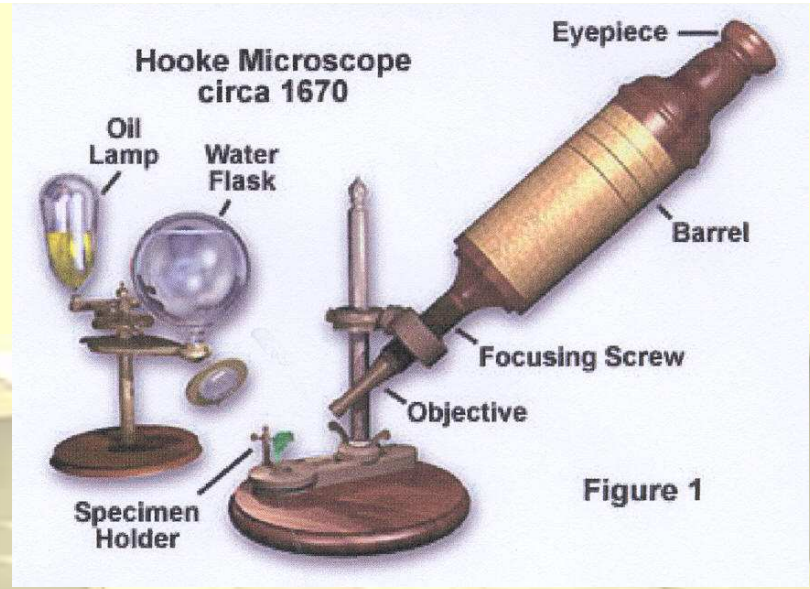
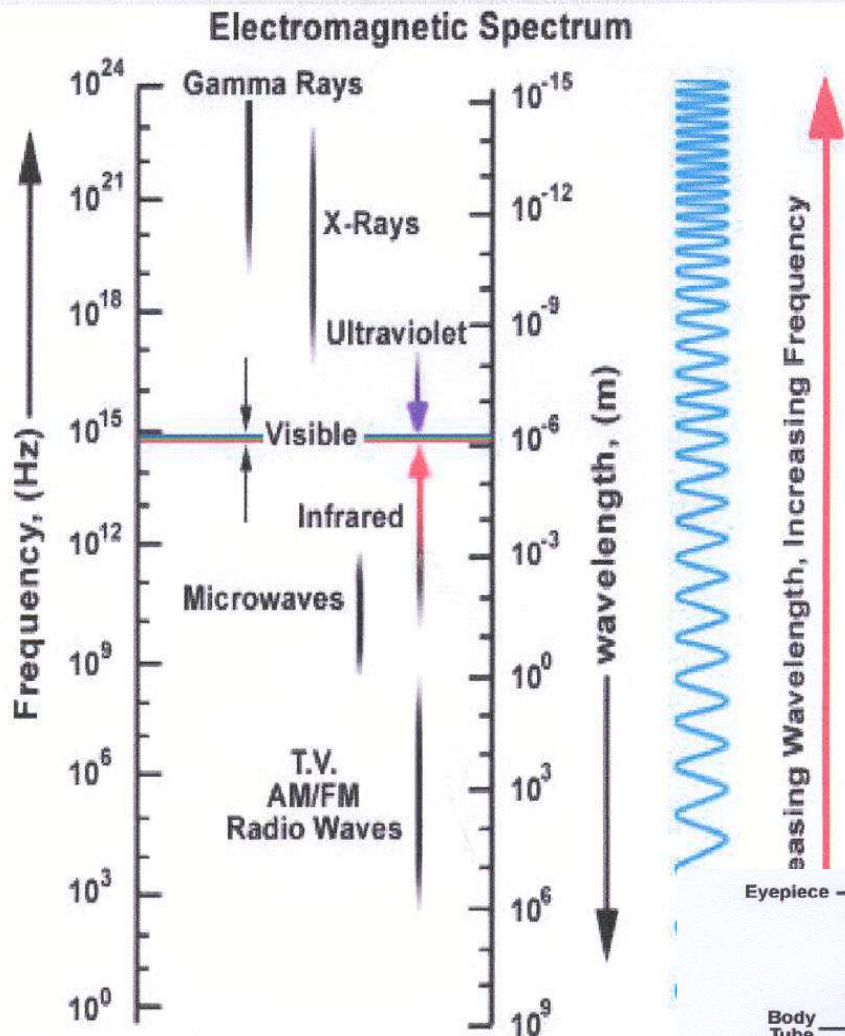
Copies of documentation and Hazard Data Sheets will be supplied by the IOM according to Article 10 of Directive 88/379/EEC

HSE
Health and Safety Executive

This standard reference sample of asbestos is one of a series collected, characterised and validated by the IOM, funded by the UK Health and Safety Executive.
(Contract No. 2490/R48 44)

Information on the control and use of asbestos at work is available from your HSE area office.

a
WARNING
CONTAINS ASBESTOS
FOLLOW SAFETY
INSTRUCTIONS



⊕ Optická mikroskopie

detektorem jsou přímo „oči“ nebo zprostředkovaně přes CCD nebo fotovýstup, optická projekce

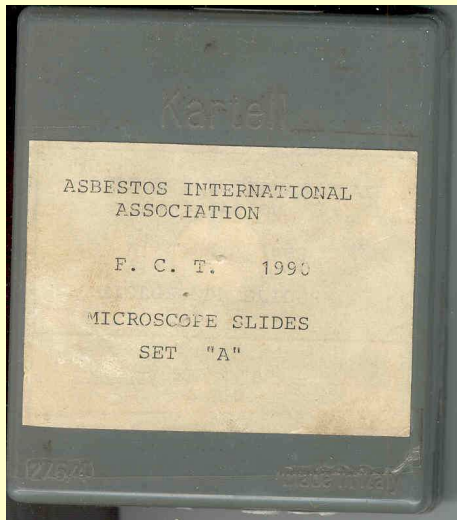
⊕ PCM – Phase Contrast Microscopy

⊕ **standardní metodika, velmi dobrá kvantitativní, omezené možnosti identifikace – možné jen se standardy a velice zkušeným pracovníkem s dlouholetou praxí**

⊕ **magnifikace 400x–900x achromatická nebo apochromatická optika, fázový kontrast s objektivy speciálně pro fázový kontrast 10x, 20x, 40x PhV, příslušenství pro fázový kontrast**

⊕ **vlákna o rozměrech $>5\mu\text{m}$ v délce a $>0,2\mu\text{m}$ v šířce vlákn, v závislosti na numerické apertuře objektivu a vlnové délce použitého „světla“**

⊕ **nedetekuje vlákna menší než $0,2\mu\text{m}$ v diametru**



Metoda fázového kontrastu

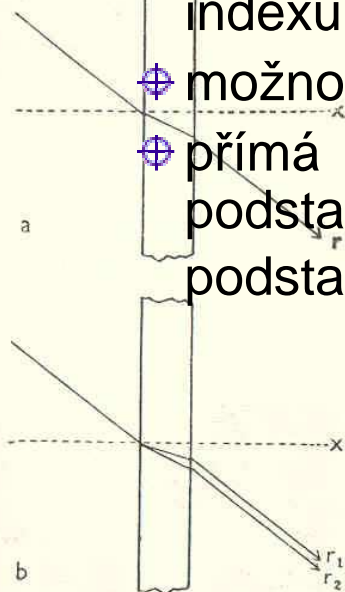
Fázový kontrast je metoda mikroskopování, které zlepšují obraz málo kontrastních preparátů. Zavedením tzv. fázové destičky do optické dráhy mezi objektivem a okulárem způsobí fázové zpoždění určité části světelného vlnění. Výsledný kontrast je způsoben rozdíly v fázovém posunu, který způsobí, že světlo, kterého v mikroskopickém obrazu dosáhne. Princip metody ukazuje obr. 42.



Obr. 42. Metoda fázového posunu.

⊕ PLM - Polarized Light Microscopy

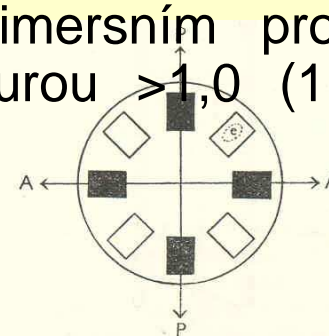
- ⊕ nutná výbava mikroskopu polarizačními objektivy Pol, polarizátorem a analyzátozem
- ⊕ výhodné pro kvalitativní stanovení na základě rozdílných indexů lomu druhů azbestu, i v imersním prostředí
- ⊕ magnif. 400x–1000x, polarizační optika objektivu se spodním a horním osvitem, suché i imersní prostředí
- ⊕ nevýhodou je nutná vysoká pečlivost a pracnost, zkušený pracovník
- ⊕ možnost identifikace na základě morfologie, refraktivního indexu a barvy vláken (polarizační efekty)
- ⊕ možnost barvení preparátů
- ⊕ přímá polarizace s mř HI 100x v imersním prostředí s podstatně lepší numerickou aperturou $>1,0$ (1,4) dává podstatně lepší rozlišení ($0,15 \mu\text{m}$)



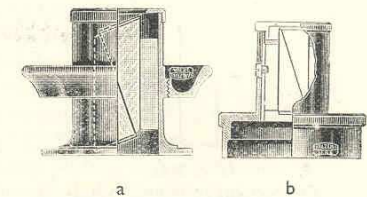
Obr. 100.



Obr. 101.



Obr. 102. Znázornění čtrnásobného „zasvěcení“ a čtrnásobného „zhasnutí“ dvojlomného tělesa v zorném poli mikroskopu při otáčení stolku o 360° . A = směr kmítu analyzátoru, PP = směr kmítu polarisátoru. (Zčásti podle Schmidta.)



Obr. 103. Vzhled polarisátoru (a) a analyzátoru (b), jimiž se adaptuje obyčejný mikroskop na polarizační (t. č. nejsou ve výrobě).

Annex C
(normative)

Dispersion staining charts

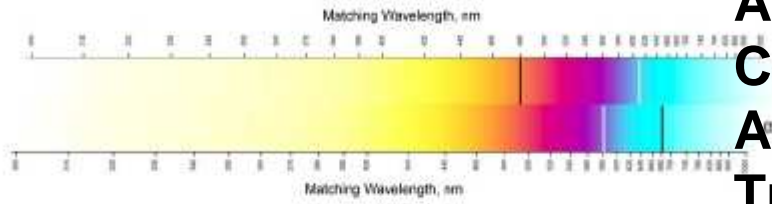


Figure C.1 — Dispersion staining chart for chrysotile in 1.550 RI liquid.

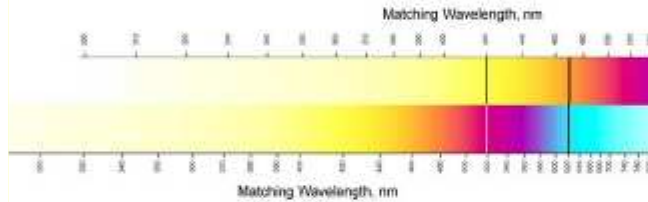
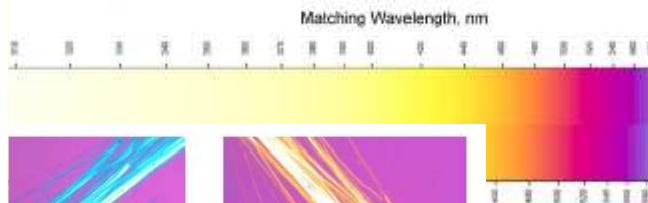


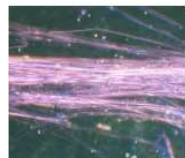
Figure C.2 — Dispersion staining chart for amosite in 1.680 RI liquid.



— PLM micrograph of NIST SRM 1866 chrysotile in 1.550 RI liquid, crossed with 550 nm retardation plate



Figure D.2 — PLM micrograph of NIST SRM 1866 chrysotile in 1.550 RI liquid, crossed with 550 nm retardation plate



— NIST SRM 1866 chrysotile in dispersion staining, viewed parallel to polarizer vibration direction



Figure D.4 — NIST SRM 1866 chrysotile in dispersion staining, viewed normal to polarizer vibration direction

Index lomů při 20 st.C

Chrysotile

$n = 1,550$

Amosite

$n = 1,670 (1,680)$

Crocidolite

$n = 1,690$

Anthophyllite

$n = 1,605 (1,620)$

Tremolite

$n = 1,605 (1,620)$

Actinolite

$n = 1,620$

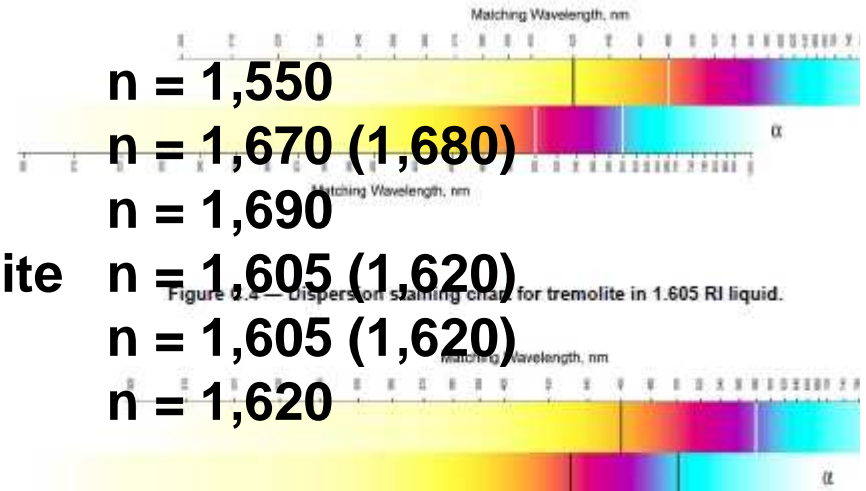
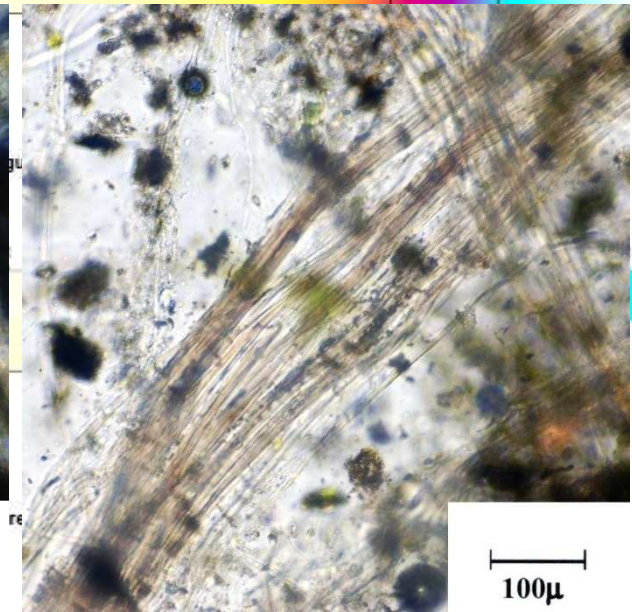
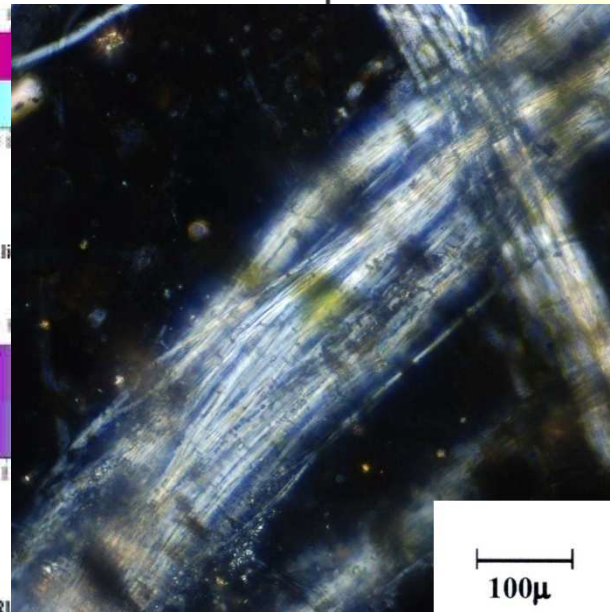
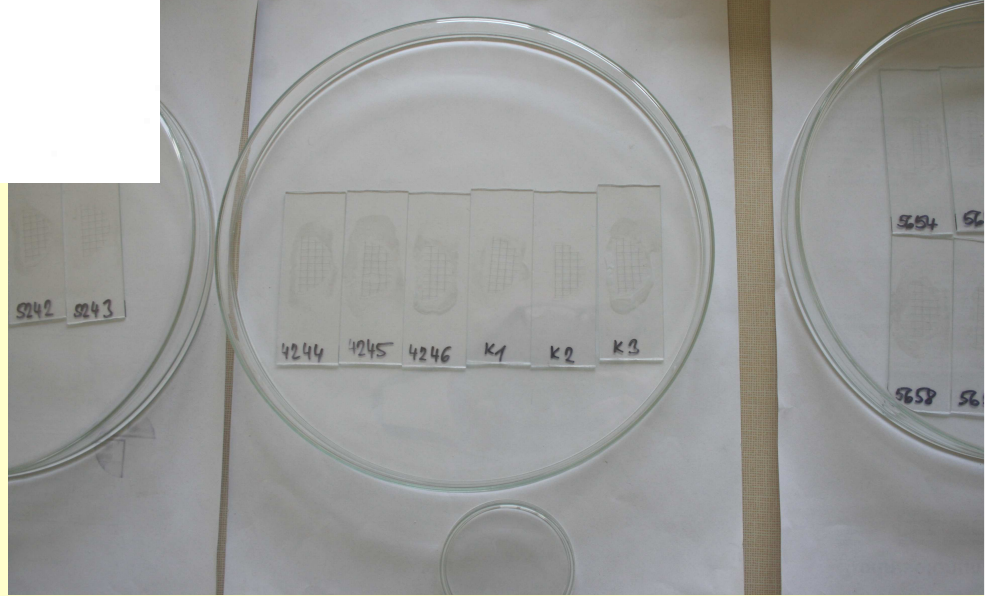
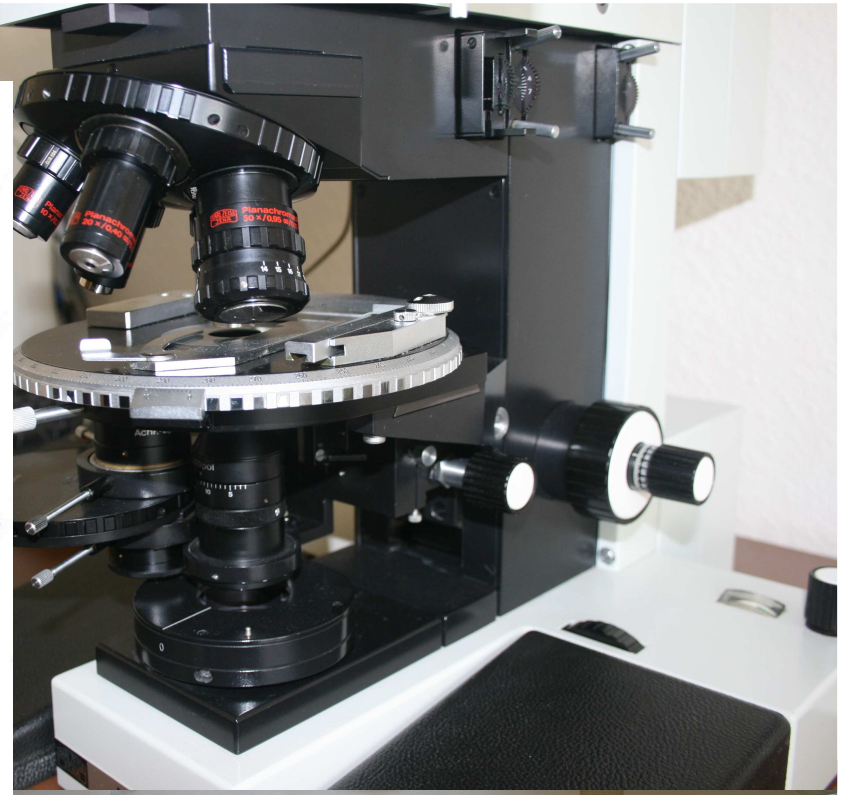
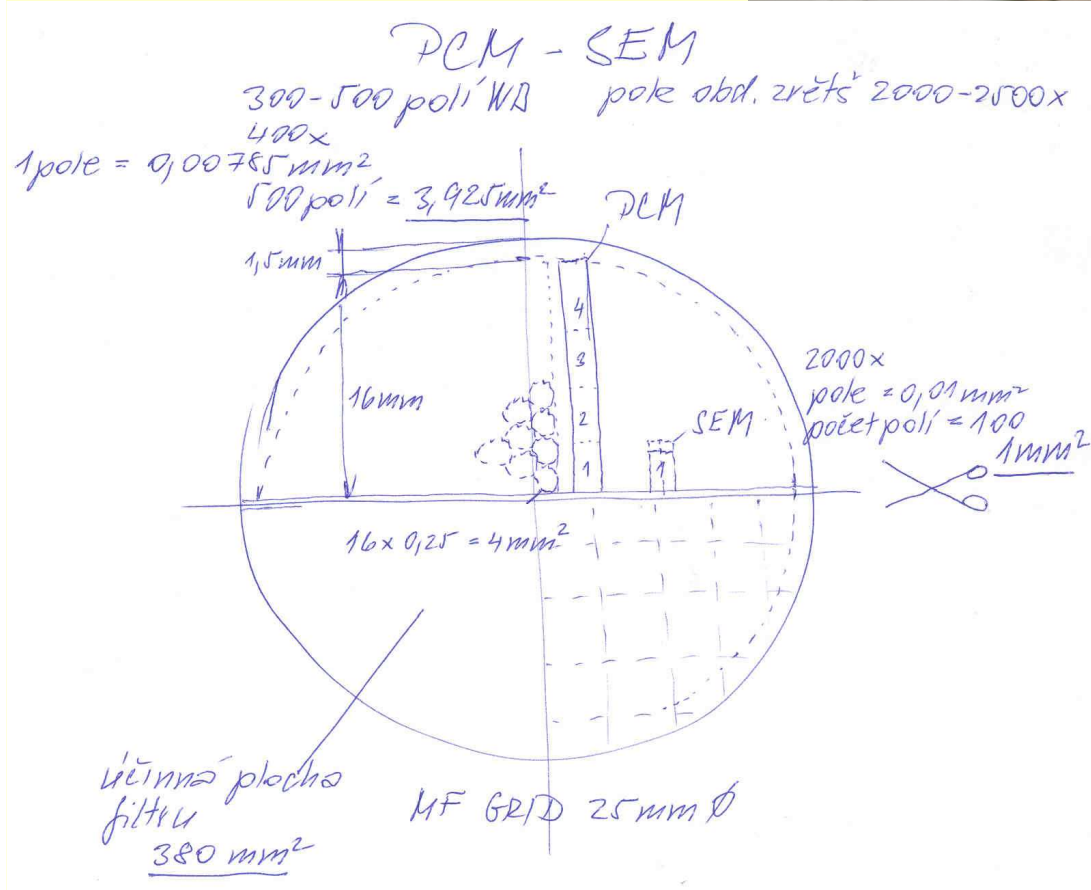


Figure D.3 — Dispersion staining chart for tremolite in 1.605 RI liquid.



⊕ Mez detekce, stanovitelnosti a nejistota stanovení

- ⊕ **Kvalitativní stanovení** PCM - možné, ale obtížné, PLM – velmi dobré, ale pracné a zdlouhavé
- ⊕ **Mez detekce** je počítána na nejnižší možný záchyt alespoň poloviny respirabilního vlákna a je cca. $0,00008 \text{ vl/cm}^3$, 80 vl/m^3 při odběru 1000 l a počtu prohl. polí 300 – 500 tzn. $2,5 - 4 \text{ mm}^2$, zvětšení 400x
- ⊕ **Mez stanovitelnosti** je pak 2,5 x LOD tj. $0,0002 \text{ vl/cm}^3$, 200 vl/m^3 při výše uvedených podmínkách. MS zde nemá vlastně opodstatnění – buď najdeme nebo nenajdeme vlákno(na).
- ⊕ **Nejistota výsledku** objem odebraného vzduchu, vícenásobné stanovení slepých a terénních blanků, vícenásobné stanovení vzorků více pracovníky - složky subj. charakteru, náhodnost výběru polí atd., složka charakterizující nerovnoměrné rozmístění vláken na povrchu účinné plochy filtru a náhodnost jevu nálezu vlákna (Poissonovo rozdělení) se nepotá, koeficient rozšíření je zásadně roven 3.
- ⊕ Kombinovaná rozšířená nejistota je cca a výše $U = 0,00015 \text{ vl/cm}^3$, 150 vl/m^3 .
- ⊕ Hodnoty MD, MS, U jsou individuální podle charakteristik slepých vzorků a odebraného vzorku, subjektivního faktoru a statistických charakteristik vlastní ZL!!!



Asbestos — OSHA ID 160

OSHA Method 160 does not differentiate between asbestos and other fibers for determining occupational exposure to asbestos. Phase contrast microscopy is the analytical method of choice for measuring occupational exposure to asbestos; this technique is quick, inexpensive, and can be performed on site for rapid determinations.

Required Equipment:

1. An air sampling pump capable of sampling at the recommended flow rate with the sampling medium in line, such as:

- SKC Universal Sampler
- SKC AirChek® 2000 Sampler
- SKC AirChek XR5000 Series Sampler
- SKC AirChek S2 Sampler

2. An air flow calibrator, such as:

- Defender Primary Standard Calibrator Cat. No. 717 Series

3. SKC Preloaded Cassette Cat. No. 225-321, 225-326, 225-321A, or 225-327

4. SKC Filter Cassette Holder Cat. No. 225-1

Optional Equipment:

1. Cassette Sealing Bands Cat. No. 225-2503

SKC Application Guides:

1. Sampling Train—Filters, #1166
2. Calibrating a Pump Using an Electronic Calibrator, #1366

	TWA	STEL
Flow Rate	500 to 2500 ml/min*	500 to 2500 ml/min*

holder to the pump inlet. Request SKC Application Guide #1166 for more information on preparing filter cassette sampling train.

2. For calibrating the pump, use the sampling train described above and connect the inlet of the filter cassette to the calibrator with flexible tubing. Calibrate the pump flow rate to the rate specified in the method. When calibration has been completed, remove the filter cassette, cap the inlet with the inlet cover, reinsert the plugs, and save the filter cassette for recalibration at the end of sampling. Request SKC Application Guide #1366 for more information on calibrating a pump.

3. For sampling, set up a sampling train as above except use a new preloaded filter cassette and do not remove the inlet cover or inlet plug on the filter cassette until ready to sample. The inlet of the filter cassette should be facing down. Attach the cassette holder clip to a worker's collar and the pump to the worker's belt. Remove the filter cassette inlet cover and plug and turn on the pump.

4. Sample at an accurately known flow rate for the recommended period of time.

5. At the end of the sampling period, turn off the pump and note the ending time. Remove the filter cassette, cap the inlet of the cassette with the inlet cover, and use the end plugs provided to plug the inlet and outlet of the filter cassette. Record any pertinent sampling information.

Certified BestChek Asbestos Cassettes

The Highest Standard for Cassette Reliability

SKC BestChek® Asbestos Cassettes — Know the Difference

Only from SKC — cassettes that meet NIOSH, OSHA, and ASTM standards in Count, Clearing Conductivity, Collection Area, and Construction (the 5 C's of asbestos cassettes — see right)

SKC Certified BestChek Filters in Carbon-filled Polypropylene Cassettes

All SKC preloaded asbestos filters include cellulose supports.

Diameter (mm)	Filter Specifications	Cassette Description	Cat. No.	Qty.
25	MCE, 0.8 µm	with cowl, banded	225-321	50
25	MCE, 0.8 µm	with cowl, banded, with stand-up plug in outlet end	225-321A	50
25	MCE, 0.8 µm, black grid	with cowl, banded	225-326	50
25	MCE, 1.2 µm, black grid	with cowl, banded	225-1934	50
25	MCE, 0.45 µm TEM analysis	with cowl, banded, with support and 5.0-µm diffuser pad	225-327	50

EYEPIECE GRATICULES (RETICLES)

ASBESTOS FIBRE ANALYSIS

Walton and Beckett Graticule for Asbestos — G22, G24

Calibration factors are required for each of these graticules, see note below.

The Walton and Beckett graticule is used for counting fibrous dust (e.g. asbestos or glass fibres) and is particularly useful where the majority of fibres to be counted are shorter than 5 micron. The circle is divided into four by two diametrical lines scaled in units of 5 and 3 microns respectively. 3 and 5 microns are the critical measurements of fibre lengths and diameter used in fibre counting. Unlike the usual globes of other particle graticules the Walton and Beckett has a series of shapes to compare objects with. These shapes have been designed for comparison with fibres, especially since they incorporate an aspect ratio of 3:1 or 5:1 essential for such analysis.



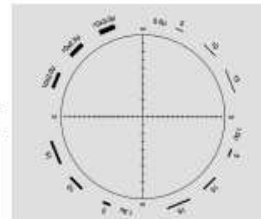
Reference: W.H.Walton and S.T.Beckett. Occupational Hygiene. Vol. 20 pp 19-23. "A Microscope Eyepiece For The Evaluation of Fibrous Dusts."

Pattern	Description	Diameter	Order Code
G22	Walton & Beckett for asbestos. 3:1 ratio. Glass sandwich.	16mm	01A16062
		19mm	01A19062
		21mm	01A21062
		Special	01ASP062

Pattern	Description	Diameter	Order Code
G24	Walton & Beckett for asbestos. 5:1 ratio. Glass sandwich.	16mm	01A16063
		19mm	01A19063
		21mm	01A21063
		Special	01ASP063

Walton and Beckett Graticule for Asbestos — G25

Based on the G22, the G25 is produced to a new design by the Institute of Occupational Health.



Pattern	Description	Diameter	Order Code
G25	Walton & Beckett for asbestos (1996). Glass sandwich.	16mm	01A16085
		19mm	01A19085
		21mm	01A21085
		Special	01ASP085

IMPORTANT NOTE. The circle on these Walton & Beckett graticules must represent 100 microns at the stage and each one must be manufactured to suit the individual instrument. Therefore, details should be provided with your order of :-

- Calibration factor, if known
- (See page 9 for information how to calculate this figure)
- OR
- Objective magnification.
- Eyepiece magnification.
- Diameter of graticule disc required .
- Microscope make and model.
- See page 9 for microscope calibration procedures.
- See also:- HSE Test Slide S84 under Stage Graticules.

We manufacture components (encoder discs, graticules, metal foils, resolution standards) to custom design, if it is not in the catalogue please contact us for pricing information.

⊕ Elektronová mikroskopie

„Oči“ elektronového mikroskopu jsou záporně nabitě částice - elektrony, které „ohmatávají, procházejí“ povrch vzorku umístěného ve vakuu. Tím, že ho elektrony „ohmatávají, procházejí“, způsobují emisi jiných elektronů (sekundární elektrony- SE, odražené elektrony BackScattered-BSE a Augerovy elektrony-AE, které zachytáváme detektorem a převádíme na reálný obraz (mapování), který vidíme na obrazovce. Kromě emise elektronů je proces doprovázen emisí X-Ray záření a sekundární luminiscencí, tato záření pak detekujeme speciálními detektory.

⊕ SEM (REM)– Scanning Electron Microscopy

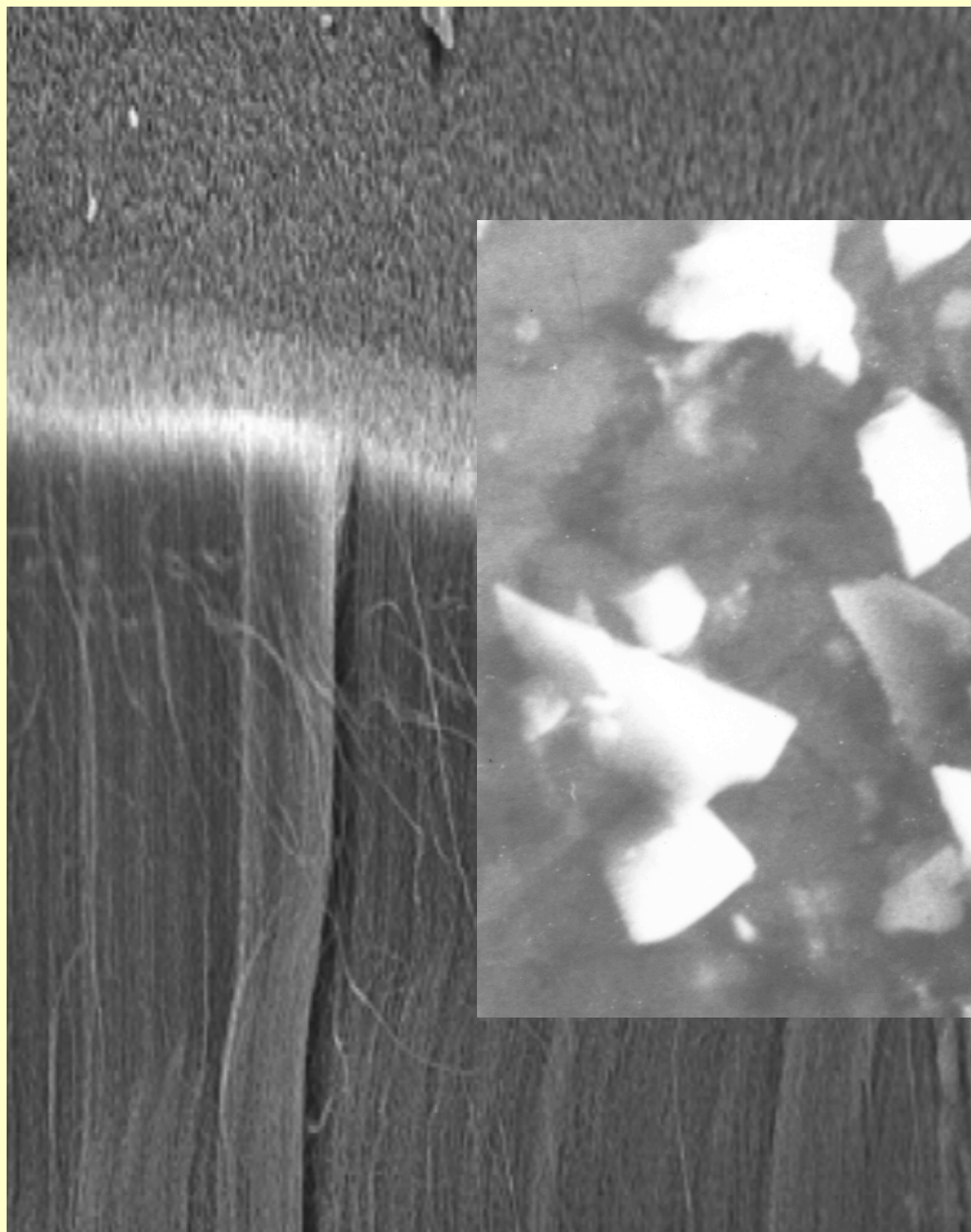
- ⊕ kvantitativní i kvalitativní, používá se k početnímu stanovení vláken a identifikaci druhů azbestu
- ⊕ s magnifikací 10x– 500 000x
- ⊕ povrch vzorku, nerozlišuje molekulární prostorové uspořádání, nevidíme do hloubky vzorku
- ⊕ nelze sledovat změny krystalických struktur vláken,
- ⊕ rozlišení a detekce na úrovni 0,01 mikrometry v diametru vláken,
- ⊕ prostorové rozlišení v oblasti 5-100nm.
- ⊕ **Úroveň SEM – se zvyšující cenou, od stolních po velmi sofistikované systémy i účelové**

⊕ TEM – Transmission Electron Microscopy

- ⊕ prozařovací – transmisní elektronová mikroskopie, kvantitativní i kvalitativní analýza se stanovením morfologie, rheologie vláken, hravě řeší problematiku početní koncentrace vláken
- ⊕ magnifikance až 1.000.000x
- ⊕ povrchová a hloubková analýza vzorku, podmínka malé tloušťky vzorku
- ⊕ meze detekce v oblasti 0,001 mikrometrů v diametru vlákna, hmotnostně pak kolem 0,1-1 ng/m³.
- ⊕ s prostorovým rozlišením kolem 0,1nm
- ⊕ časově náročné analýzy, neexistují stolní systémy
- ⊕ **Úroveň TEM – se zvyšující cenou, účelové systémy**

⊕ **Kombinované metody elektronové mikroskopie a spektroskopické metody**

- ⊕ **SEM (REM) + EDAX** energy dispersive X-Ray analysis analýza chemického složení vláken pomocí mikrosondy
- ⊕ **TEM + EDAX** energy dispersive X-Ray analysis analýza chemického složení vláken pomocí mikrosondy
- ⊕ **SCEM, TCEM** Confocal scanning and transmission microscopy
 - ⊕ **Detektory**
 - ⊕ sekundárních elektronů – SE
 - ⊕ zpětně odražených elektronů - BSE
 - ⊕ absorbovaných elektronů – ASE
 - ⊕ energiově dispersní spektrometr v oblasti X-Ray – EDX, EDAX
 - ⊕ vlnově disperzní spektrometr – WDX, WDAX (detekce X-Ray)
 - ⊕ detektor katodové luminiscence – DL
 - ⊕ atd.



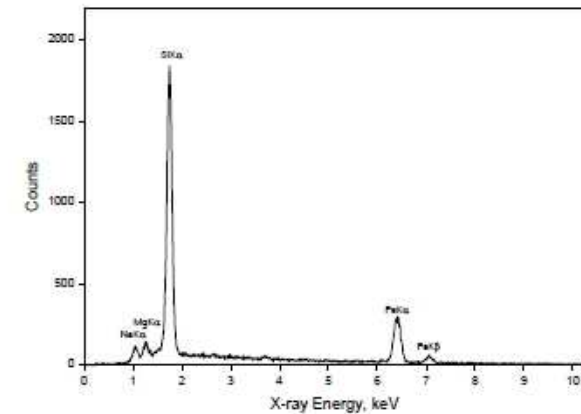
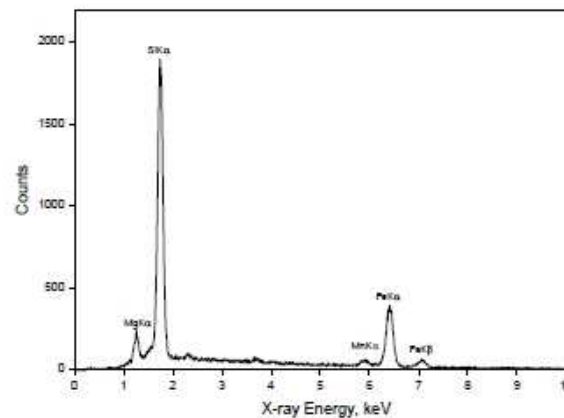
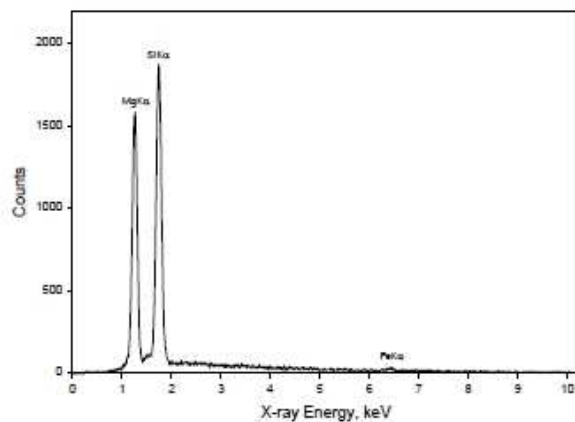
⊕ Mez detekce, stanovitelnosti a nejistota stanovení

- ⊕ Kvalitativní stanovení SEM/EDAX – dobré, TEM/EDAX - výborné, ale pracné a zdlouhavé – časová náročnost
- ⊕ **Mez detekce** je počítána na nulový záchyt respirabilního vlákna a je cca. $MD=3/V_p$, pro 95% interval spolehlivosti. To představuje **300 vl/m³** při odběru 1000 l na plochu 1 cm², při ploše zkoumání 1 mm² po 100 obdelníkových polí. Při prohlédnutí ploše 2 a 3 mm² se dostane na **150 vl/m³ a 75 vl/m³ atd.**
- ⊕ **Mez stanovitelnosti** je pak 2,5 x LOD tj. **750 – 200 vl/m³** při odběru 1000 l. MS i zde nemá opodstatnění – buď najdeme nebo nenajdeme vlákno(na).
- ⊕ **Nejistota výsledku** dominantní je složka charakterizující nerovnoměrné rozmístění vláken na povrchu účinné plochy filtru a náhodnost jevu nálezu vlákna (Poissonovo rozdělení), objem odebr. vzduchu, vícenásobné stanovení slepých pokusů a field-terénních blanku, vícenásobné stanovení vzorků více pracovníky - složky subjektivního charakteru náhodnost výběru polí atd.
- ⊕ Kombinovaná rozšířená nejistota (koeficient rozšíření je zásadně roven 3) je menší než cca **$U = 0,00010$ vl/cm³, 100 vl/m³.**
- ⊕ Hodnoty **MD, MS, U jsou individuální** podle charakteristik odebraného vzorku, subjektivního faktoru a statistických charakteristik vlastní ZL!!!

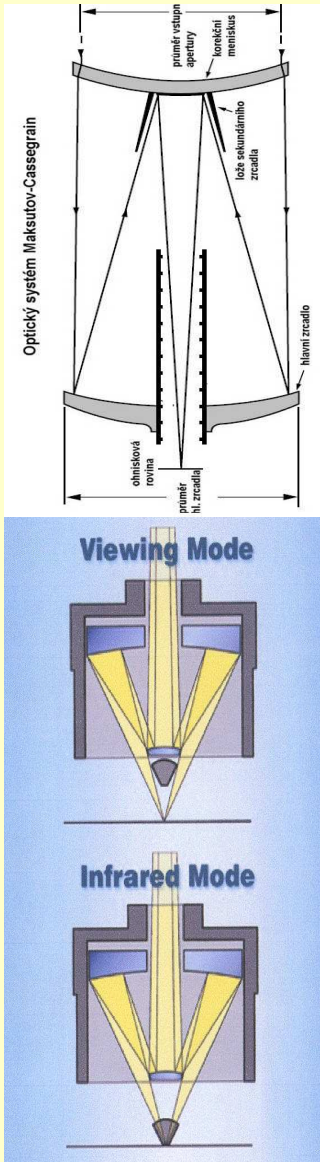
⊕ Spektroskopické metody

⊕ XRD – X-Ray Diffraction, prášková difrakce

- ⊕ kvalitativní i kvantitativní analýza
- ⊕ přímo nebo po redepozici vzorku prachu z filtru
- ⊕ s elementárním chemickým složením, spektrum
- ⊕ pro klasickou XRD analýzu nutné větší množství vzorku v jednotkách až desítkách mg
- ⊕ kvalita všech druhů azbestu
- ⊕ kvantita jen v $\mu\text{g}/\text{mg}$ nebo %hmot.



⊕ FT-IR, Raman - Microscopy



- ⊕ kvalitativní i kvantitativní
- ⊕ přímá metoda nebo po redepozici na desky Au
- ⊕ možnost počítání vláken jen do určité velikosti - omezení
- ⊕ identifikace funkčních skupin a vazeb v struktuře všech typů azbestu
- ⊕ fokusace IR záření na pyroelektrický MCT detektor např. Cassegrainovým nebo Schwarzschildovým objektivem a zrcadlovou optikou, FPA detektor – focal plane array detector,
- ⊕ detekce na úrovni zorného pole v plochách o průměru 3-10 μ m, navádění i v oblasti viditelného záření,
- ⊕ kontrastní rozměr vláken a mez rozlišitelnosti v oblasti 0,1 μ m v diametru vlákna
- ⊕ FT-IR s vysokým rozlišením a kvalitní zrcadlovou optikou i k desítkám nm.
- ⊕ **úroveň FTIR a RAMAN – se zvyšující cenou**

LFS 65/3 and HYPERION 3000

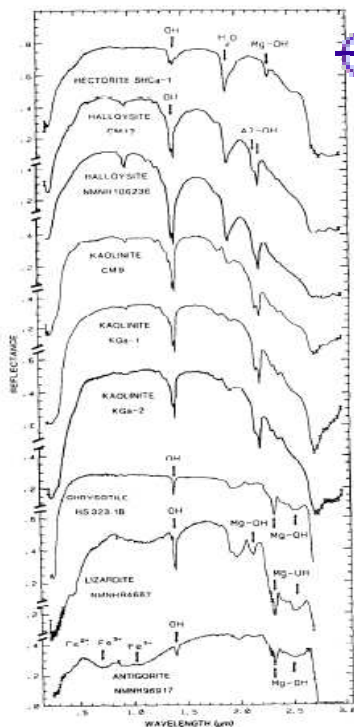
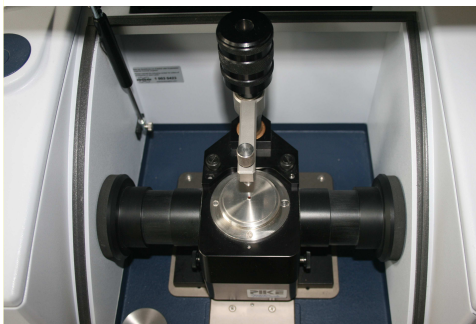


Fig. 4c. Reflectance spectra of hectorite, halloysite, kaolinite, chrysotile, lizardite, and antigorite showing vibrational bands due to OH (from Clark *et al.*, 1990). Note the subtle changes in the kaolinite doublet at 2.2- μ m. Kaolinite CM9 is well crystallized while KGa-2 is poorly crystallized. The shorter wavelength band becomes less well defined as the crystallinity decreases. The chrysotile, lizardite and antigorite are isochemical members of the serpentine group, yet show subtle differences in the OH bands (King and Clark, 1989). The subtleties are more evident in higher resolution spectra shown in Figure 6.

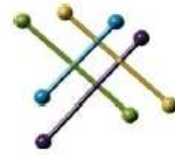


⊕ FT-IR, MID Micro-spectroscopy

- ⊕ kvalitativní i kvantitativní – ne počet vláken
- ⊕ destrukční, pouze jako gravimetrické stanovení tj. μ g/mg apod. nebo %hmot.
- ⊕ identifikace funkčních skupin, lze identifikovat všechny druhy azbestu i lizardit, antigorit
- ⊕ fokusace IR záření pomocí zrcadlové optiky - beamcondenser 5x-10x nebo ATR
- ⊕ mez detekce v oblasti jednotek μ g azbestu (při makro KBr technika 2cm průměr tabl. až 0,1 μ g)
- ⊕ 0,01%hmotnostní při navážce vzorku cca 2,5-5mg.
- ⊕ ATR mikroprobe (diamantové cely a pasti) 1-10 mikrogramů
- ⊕ DRIFT výhoda aplikace vzorku jako takového
- ⊕ MATR přímo na filtru 0,01 % hmot.
- ⊕ úroveň FTIR – se zvyšující cenou



microPHAZIR™ Asbestos Analyzer



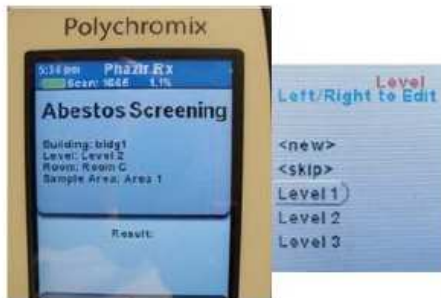
Wide Range of Use

The microPHAZIR™ Asbestos Analyzer can identify asbestos fiber in a wide range of materials including tiles, flagstones, ceilings, heat insulation, braids, cords, coatings, cements and fiber cements, joint compound, adhesives, covers, boarding and more.



Documenting Analysis Locations

The PHAZIR™ provides an integrated function to help document reference information regarding sample and sample location. Operators can enter sample and sample location information in five customizable data fields from pull down options or from the keyboard.



Rapid On-Site Screening

microPHAZIR™ is a rugged, fast point-and-shoot screening materials in the field. Complete results are available within 7 seconds on a color LCD display.

Safe

The microPHAZIR™ is based on spectroscopy using a low power source, similar to low power laser, completely safe for operator and non-destructive to sample materials.

Long Operating Time

The microPHAZIR™ is designed for long battery life. The unit can operate in continuous operation and long usage. The battery can be recharged in a matter of seconds.

Analysis Reports

All data associated with an analysis can be transferred to a PC via USB and viewed using standard programs.

Low Cost of Ownership

Other than bulb replacement and an occasional battery replacement, microPHAZIR™ doesn't require any fixed maintenance costs. The light source is guaranteed for 10,000 hours of operation. A user replaceable bulb is available with a cost less than \$100.

Updates

microPHAZIR™ program updates are field upgradeable. To install updates, use the USB cable and log into the website. microPHAZIR™ Asbestos Analyzer updates are available at no cost to the instrument.

Language

The microPHAZIR™ is engineered to accommodate several different languages. Pre-defined language kits are available and customizable language translations are available.

Overview

Features

Speed & Power

Ease of use

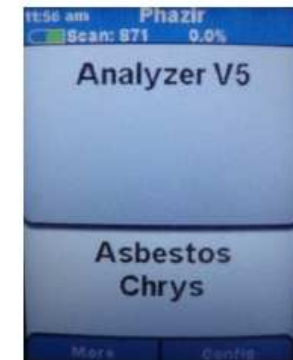
Flexible

microPHAZIR™ Handheld Asbestos Analyzer

The Polychromix microPHAZIR™ Asbestos Analyzer is the first of its kind handheld Near-Infrared (NIR) designed for rapid positive screening and identification of asbestos containing materials. The 2.75 lb handheld analyzer is completely self-contained and can perform accurate on-site analysis in seconds.

Designed for the expert and non-technical user alike, the microPHAZIR™ unleashes the power of near-infrared spectroscopy to save you time & money.

- Rugged portable handheld solution
 - Lightweight 2.75 lbs. device
 - Intuitive Color LCD screen
 - Rechargeable Li-Ion batteries
 - 5+ hours battery life
 - Minimal training required
 - Rugged design
 - Safe for use
-
- Rapid identification of asbestos materials
 - Fast 7 second results
 - Non-destructive measurements
 - Ready-to-use and customizable application
-
- Fully automated operation
 - Automatic referencing & calibration
 - Minimal training required
 - Point and shoot operation
 - Results logged in database
-
- Identify chrysotile, amosite, crocidolite, tremolite, actinolite, anthophyllite in a wide range of materials.



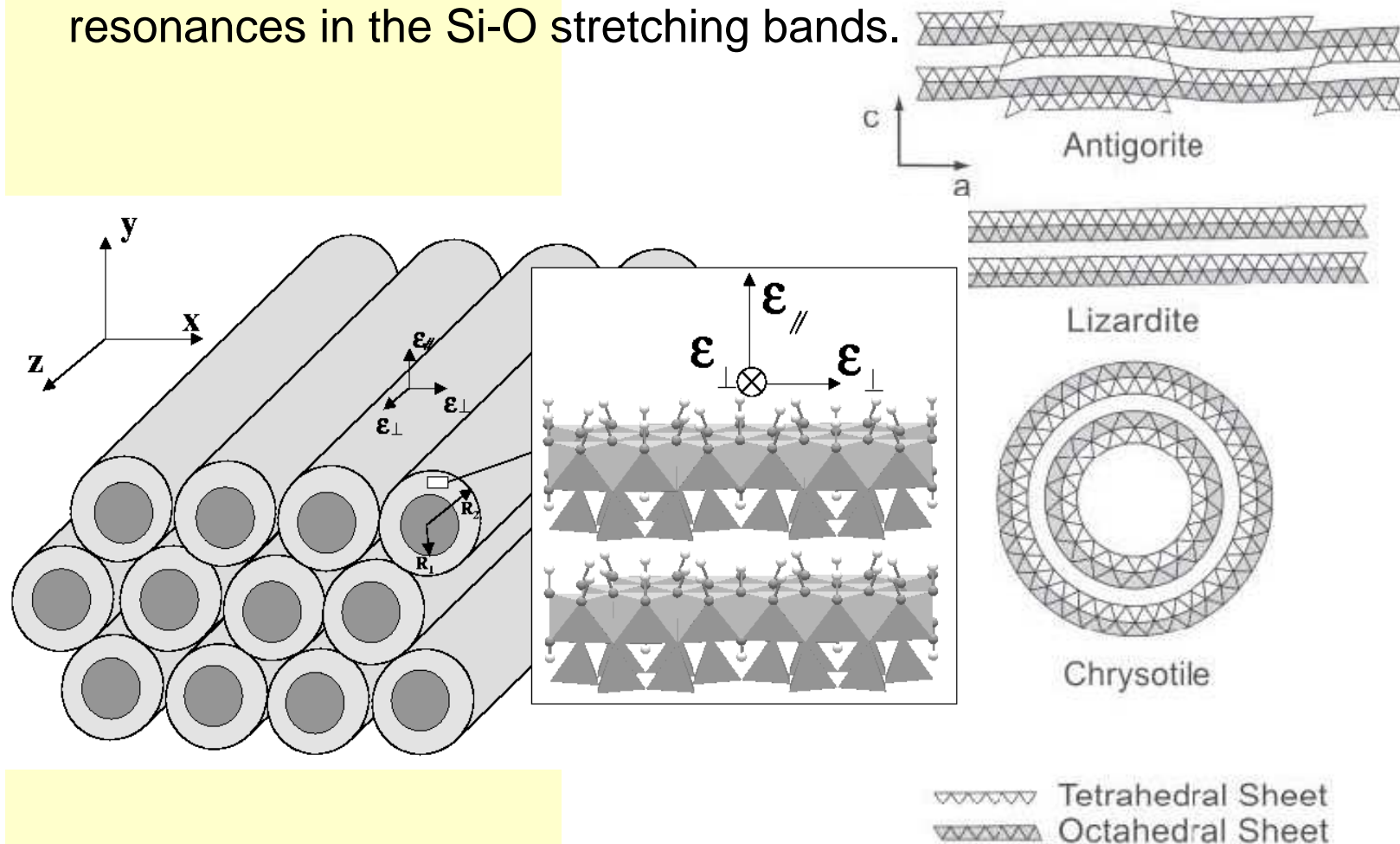
Typical analysis result

For additional information please contact: Polychromix
The Leaders in Portable Spectroscopy Solutions

30 Upton Drive, Wilmington, MA 01887 USA
Tel: +1 (978) 284-6000 Fax: +1 (978) 284-6060
sales@Polychromix.com www.Polychromix.com

Infrared spectra of chrysotile asbestos

Chrysotile asbestos is formed by densely packed bundles of multiwall hollow nanotubes. Each wall in the nanotubes is a cylindrically wrapped layer of $\text{Mg}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$. We show by experiment and theory that the infrared spectrum of chrysotile presents resonances in the Si-O stretching bands.



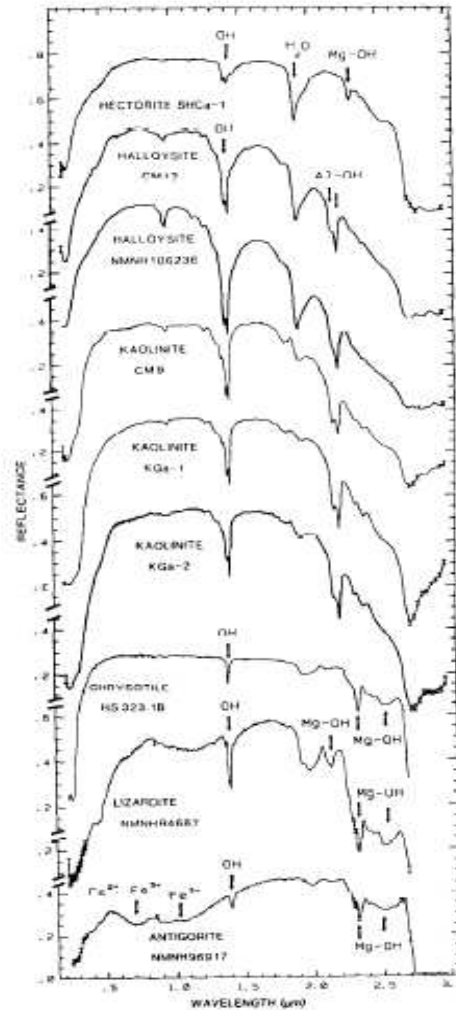
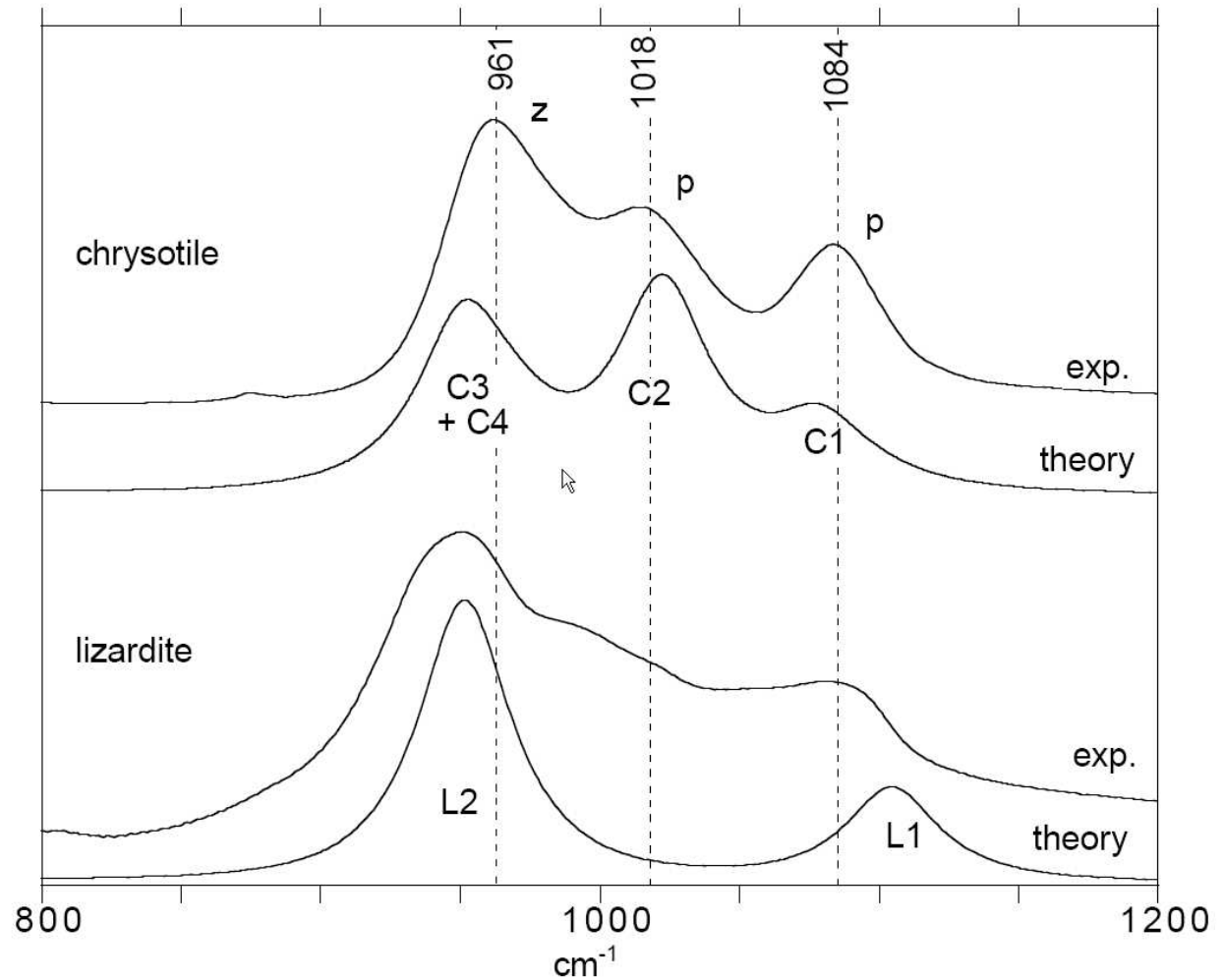


Fig. 4c. Reflectance spectra of hectorite, halloysite, kaolinite, chrysotile, lizardite, and antigorite showing vibrational bands due to OH (from Clark *et al.*, 1990). Note the subtle changes in the kaolinite doublet at 2.2- μm . Kaolinite CM9 is well crystallized while KGa-2 is poorly crystallized. The shorter wavelength band becomes less well defined as the crystallinity decreases. The chrysotile, lizardite and antigorite are isochemical members of the serpentine group, yet show subtle differences in the OH group, yet show subtle differences in the OH bands (King and Clark, 1989). The subtleties are more evident in higher resolution spectra shown in Figure 6.



⊕ Jiné metody méně používané pro uvedené účely

(Light scattering methods, Laser methods)

⊕ **CLSM** – Confocal Laser Scanning Microscopy analýzy in situ, v biologii, materiál a prach, topografické scanování povrchu vzorku v oblasti nm.

⊕ **Tyndallo-meter** – optical dust measuring instruments využívá Tyndalova efektu odraženého a rozptýleného záření, nevhodné pro identifikaci, nerozlišíme tvar a charakter částic

⊕ **Royco particle counter** (ACGIH 1983)

⊕ **FAM-Fibrous Aerosol Monitor** párová elektrická pole s laserovou detekcí, detekce na úrovni 1 f/ml (4 hod., 1-2 l/min) určeno pro pracovní prostředí

⊕ **TG, DTG and EGA** analysis Termogravimetry, Derivative thermogravimetry, Evolved Gas Analysis, vhodné pro identifikaci ale s větším množstvím vzorku 0,5-5mg, gravimetrické stanovení obsahu

⊕ **NAA** Neutron Activation Analysis v oblasti gama záření

⊕ **RAMAN FT-Raman spectroscopy**

⊕ Porovnání metod



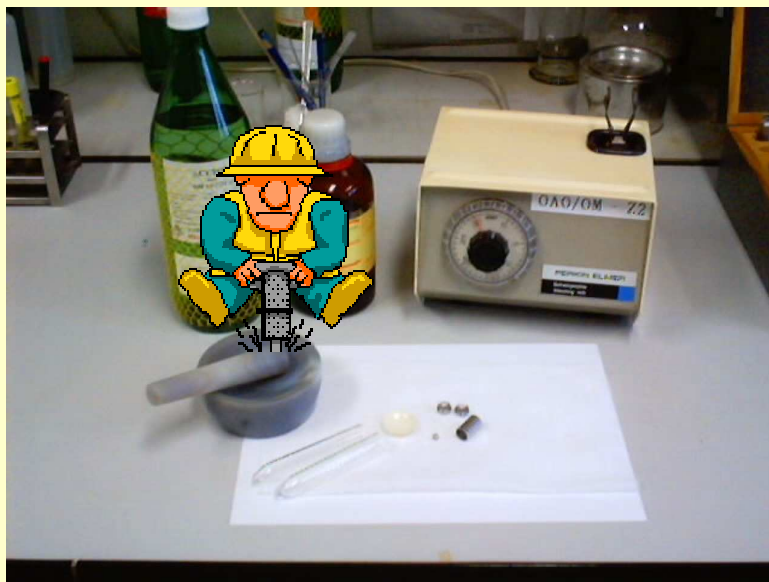
	Světelná mikroskopie	Elektronová mikroskopie	Infračervená mikroskopie
Prostředí	Vzduch, vzduch kapalina	Vakuum	Vzduch, KBr, CsJ, CsBr
Zobrazující vlnění	Viditelné světlo oblast cca. 500 nm, polarizace	Elektronové vlny (10^{-11} m), primární elektronové vlny	Infračervené záření v oblasti 200-4000 cm^{-1}
Optika	Skleněné čočky, achromatika, ED nebo apochromatika, imerse	Elektrostatické nebo elektromagnetické „čočky“	Zrcadla Ag, ATR krystaly C – diamant, Ge, ZnS apod. podle indexu lomu
Detektor	Přímo-oči, LCD, CCD	SE, BSE, EDX, WDX	MCT, FPA, PAD, LCD
Pozorování	Přímé, CCD, fotomateriál	Fluorescenční stínítko, PC obrazovka, fotomateriál, X-Ray spektra	CCD, LCD, fotomateriál, FT-IR spektra





⊕ Postup přípravy vzorku a spektrální analýza

- ⊕ **Příprava vzorku** – drcení hrubé, drcení jemné v achátové misce, mletí ve vibračním mlýnku. Prach na filtrech oddělen sonifikací, nebo rozpuštěním filtru v acetonu a centrifugací. Využití pálení v peci za nepřístupu vzduchu, dělení materiálu a prachů sedimentací, kaskádovými impaktory apod.



- ⊕ Pro kvantitativní analýzu **přesné vážení** podílu rozemletého vzorku nebo supernatantu na analytických vahách.



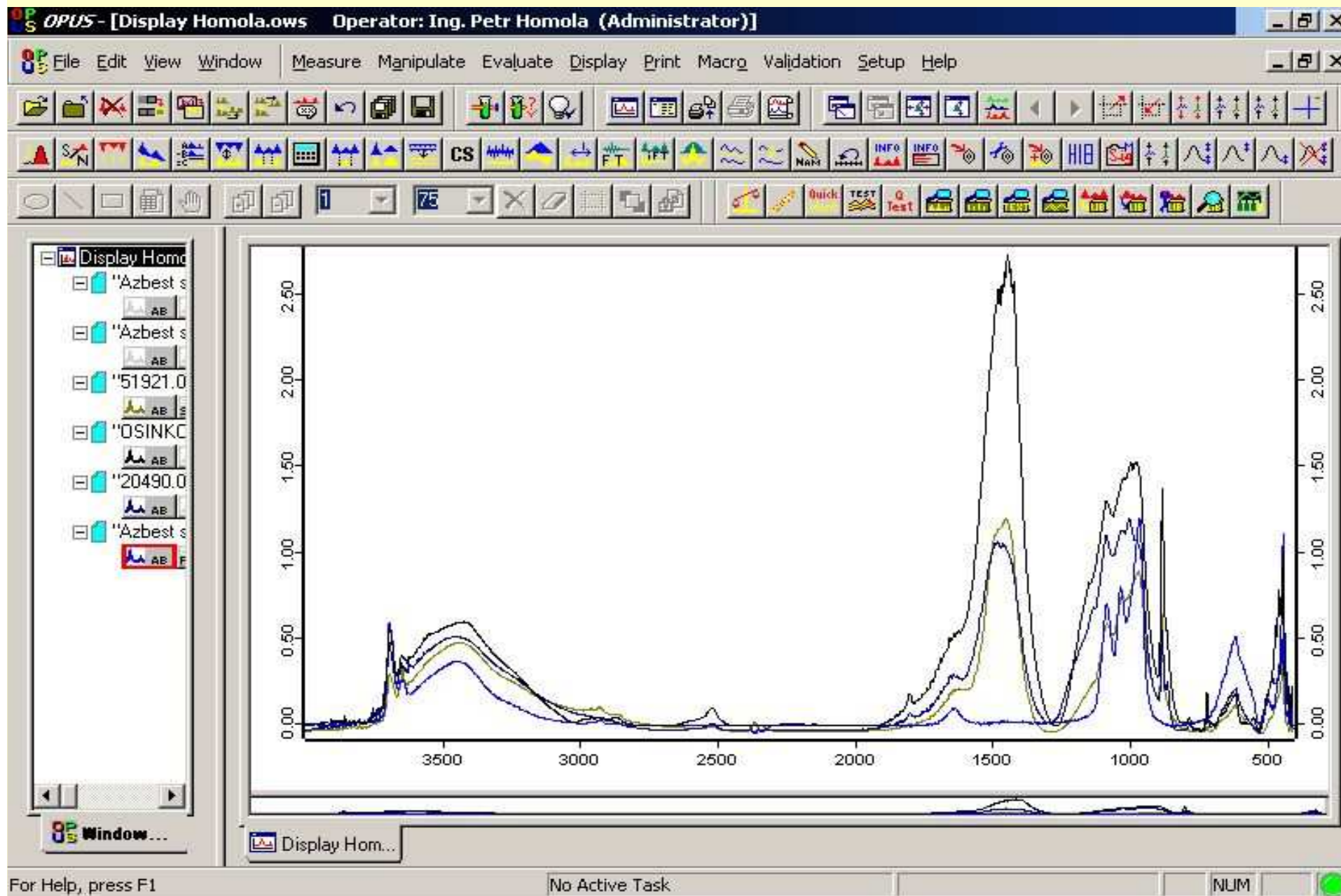
⊕ **Příprava na tabletaci** vzorku v opticky inertním materiálu (KBr, CsBr, CsCl)



- ⊕ **Tabletace** v tabletovací matrici (štančně) s hydraulickým lisem (12t, 10min, vakuum, průměr tablety od 5, 13mm do 20mm)
- ⊕ **Umístění tablety** o průměru 5mm nebo 13mm za použití 5x-10x beamcondenser do měřícího prostoru FT-IR, ATR MiraCle PIKE, IRPlan mikroskop a podobná zařízení.



☉ Snímání infračerveného spektra vzorku

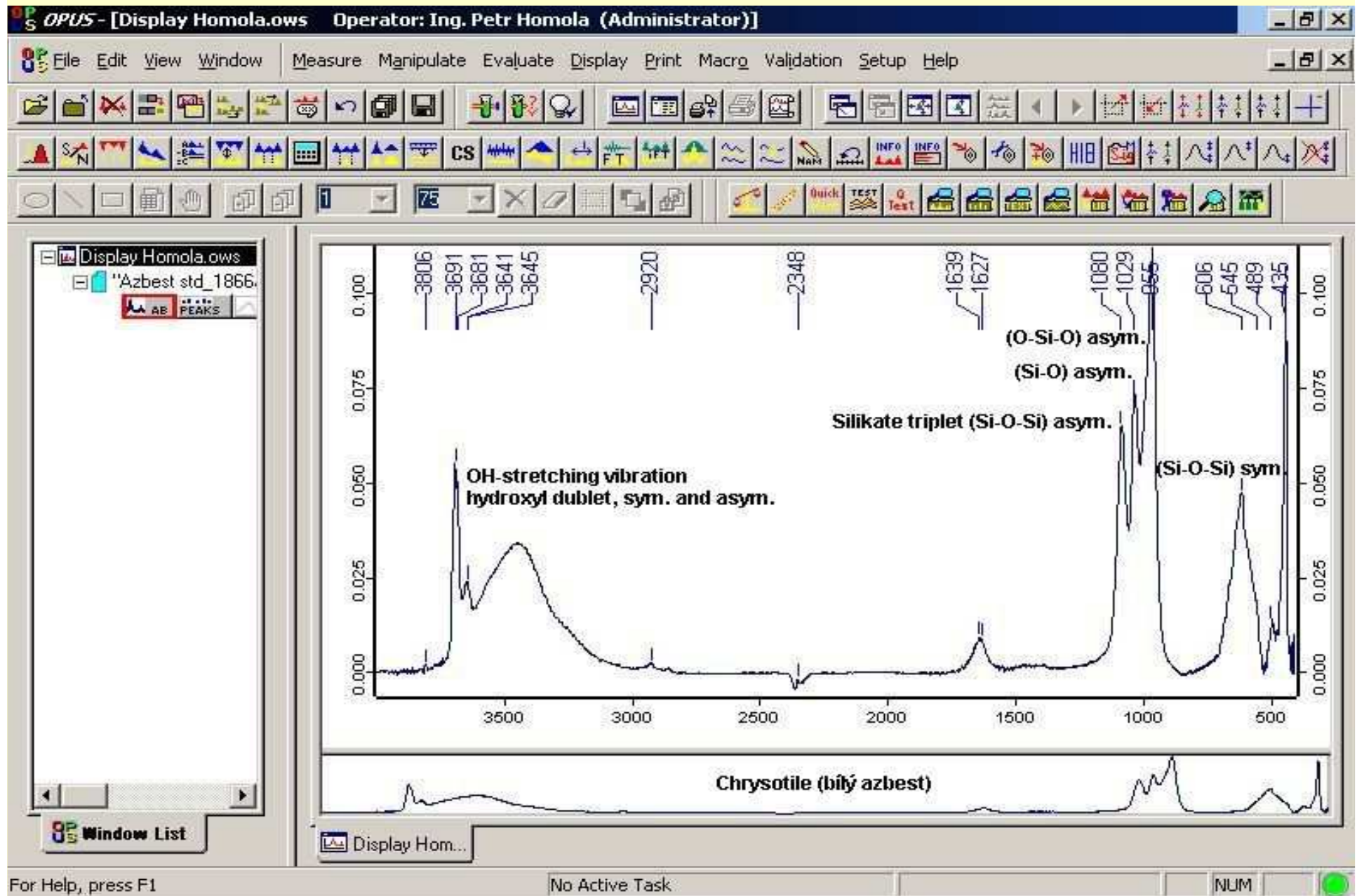


For Help, press F1

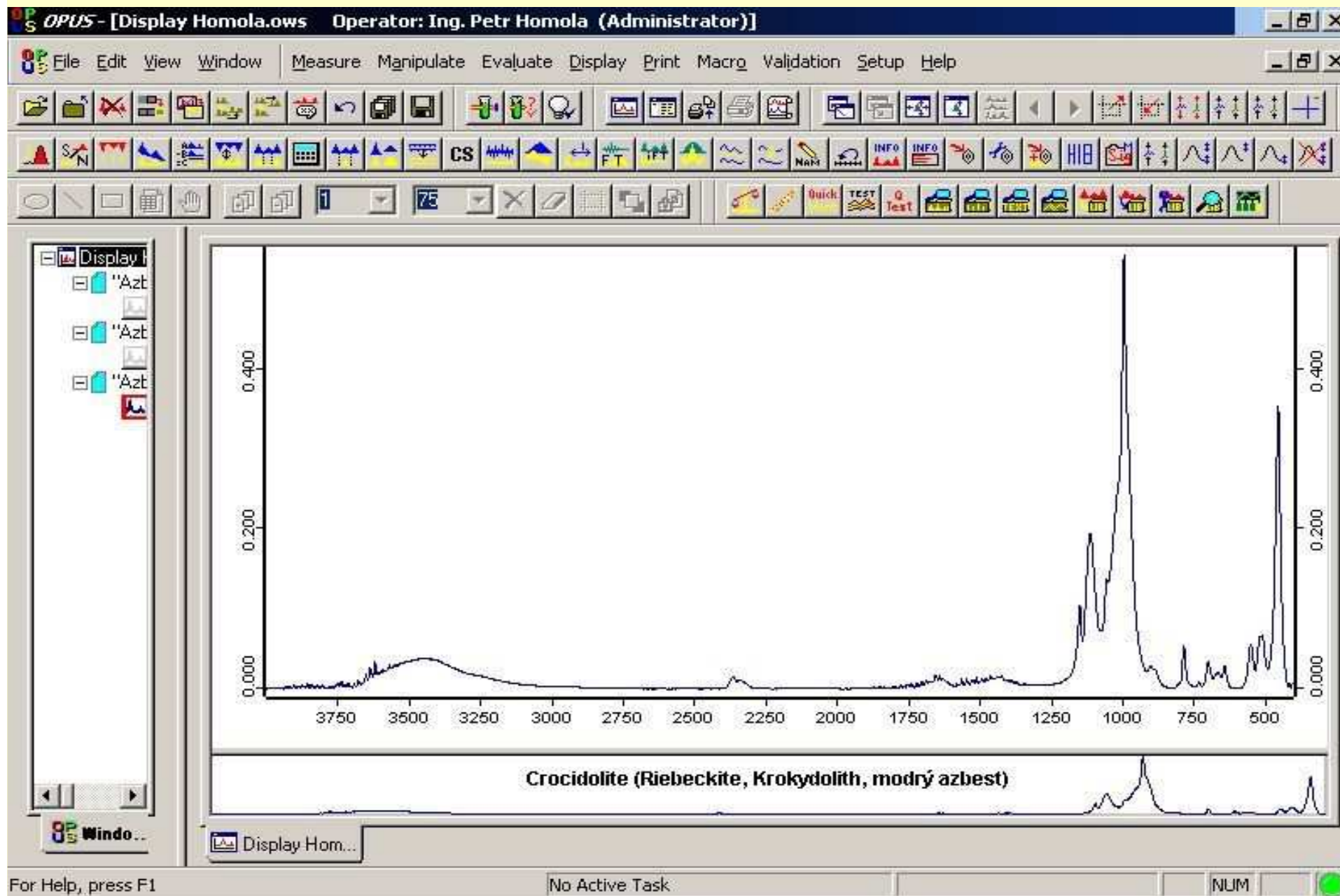
No Active Task

NUM

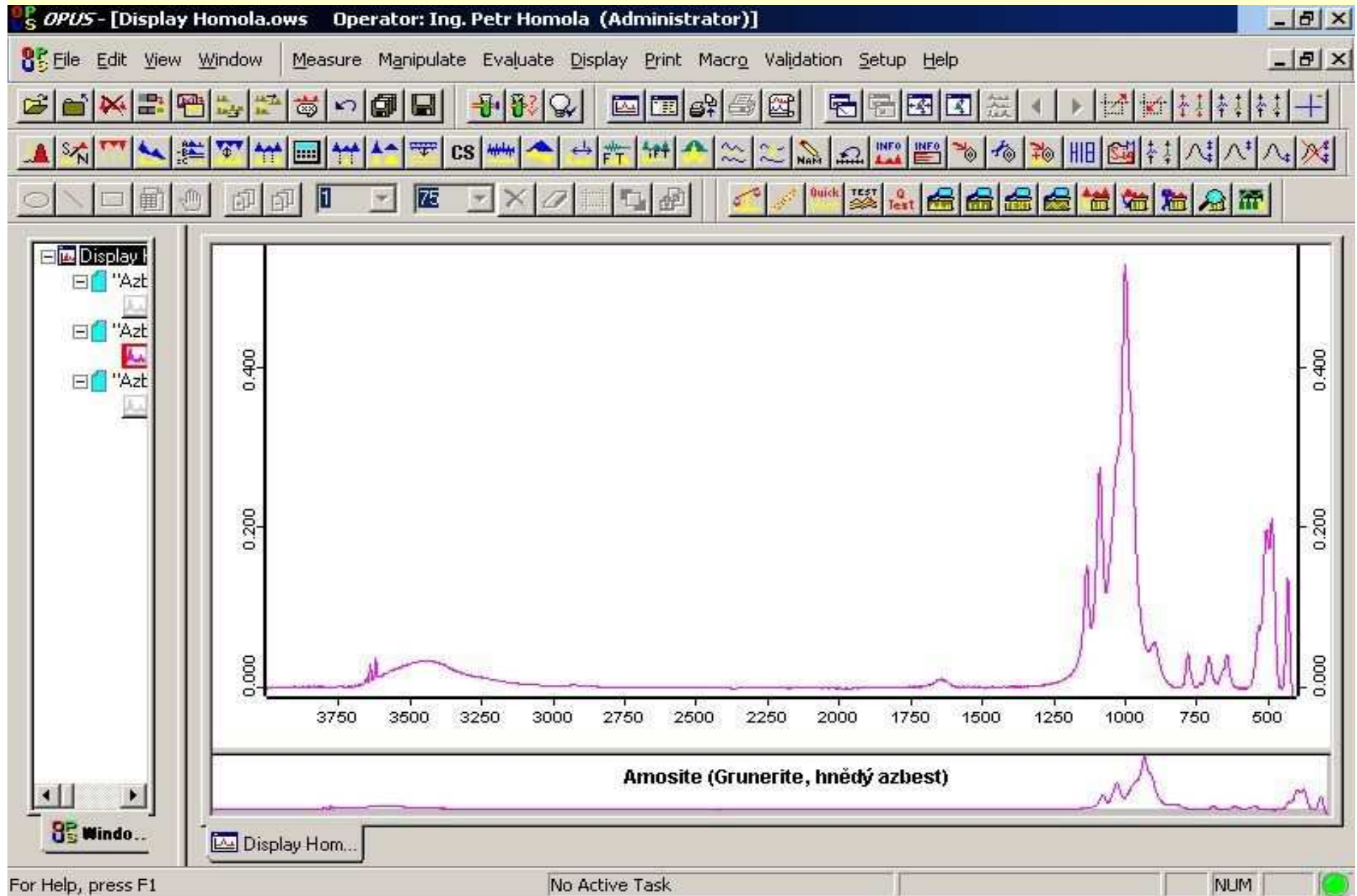
Standard - Chrysotile SRM 1866a NIST



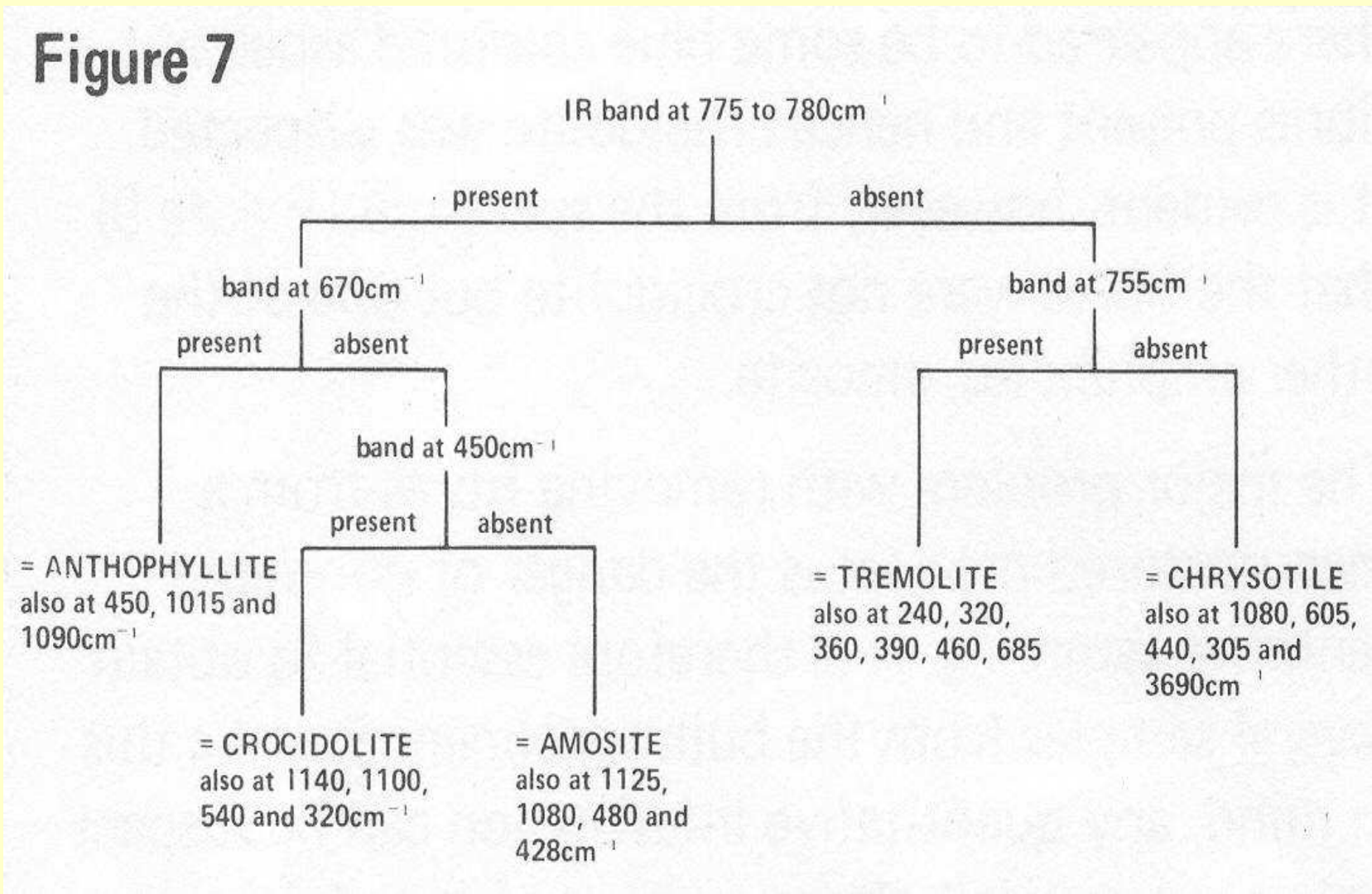
Standard Crocidolite SRM 1866a NIST



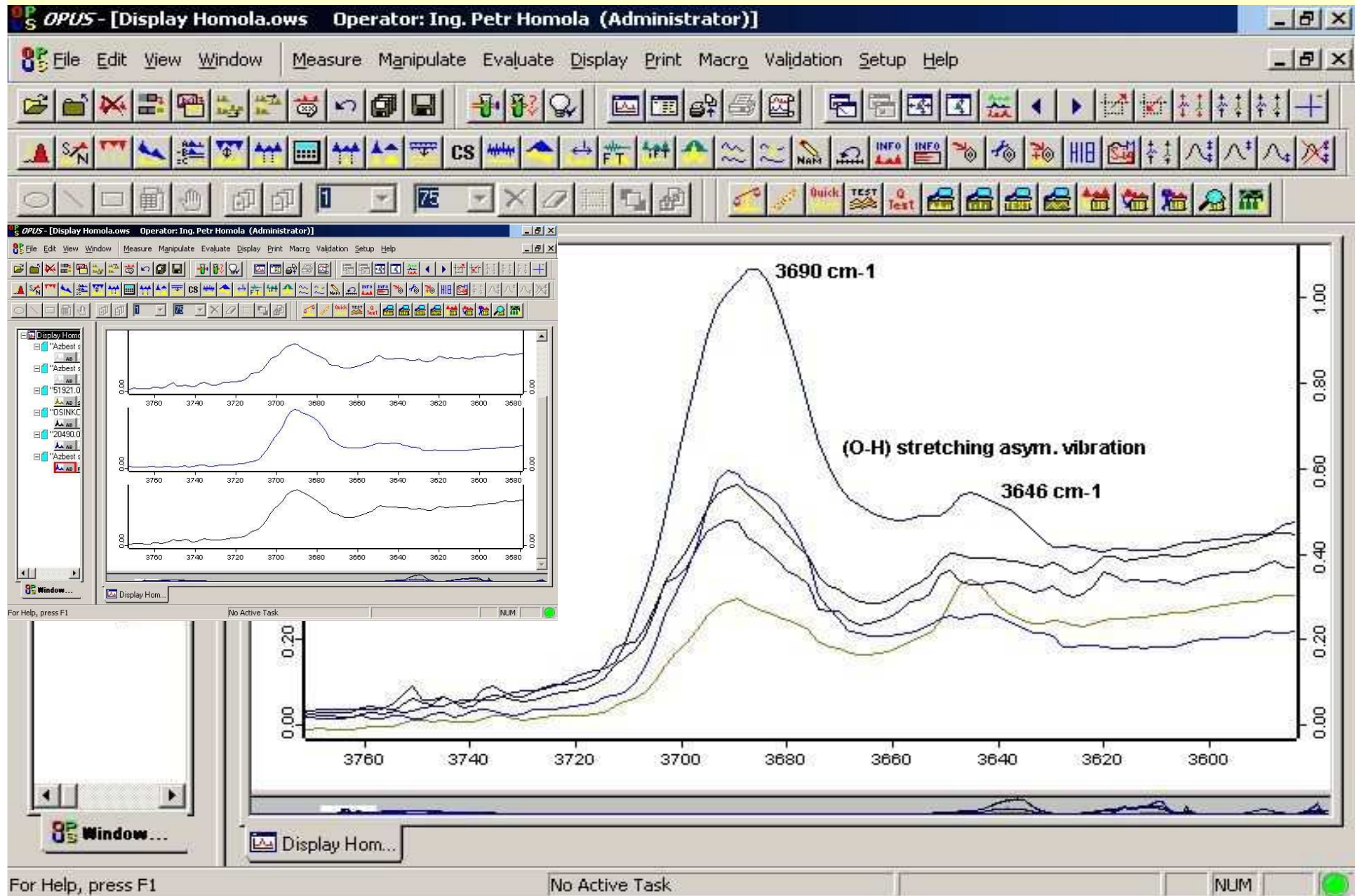
Standard – Amosite 1866a NIST



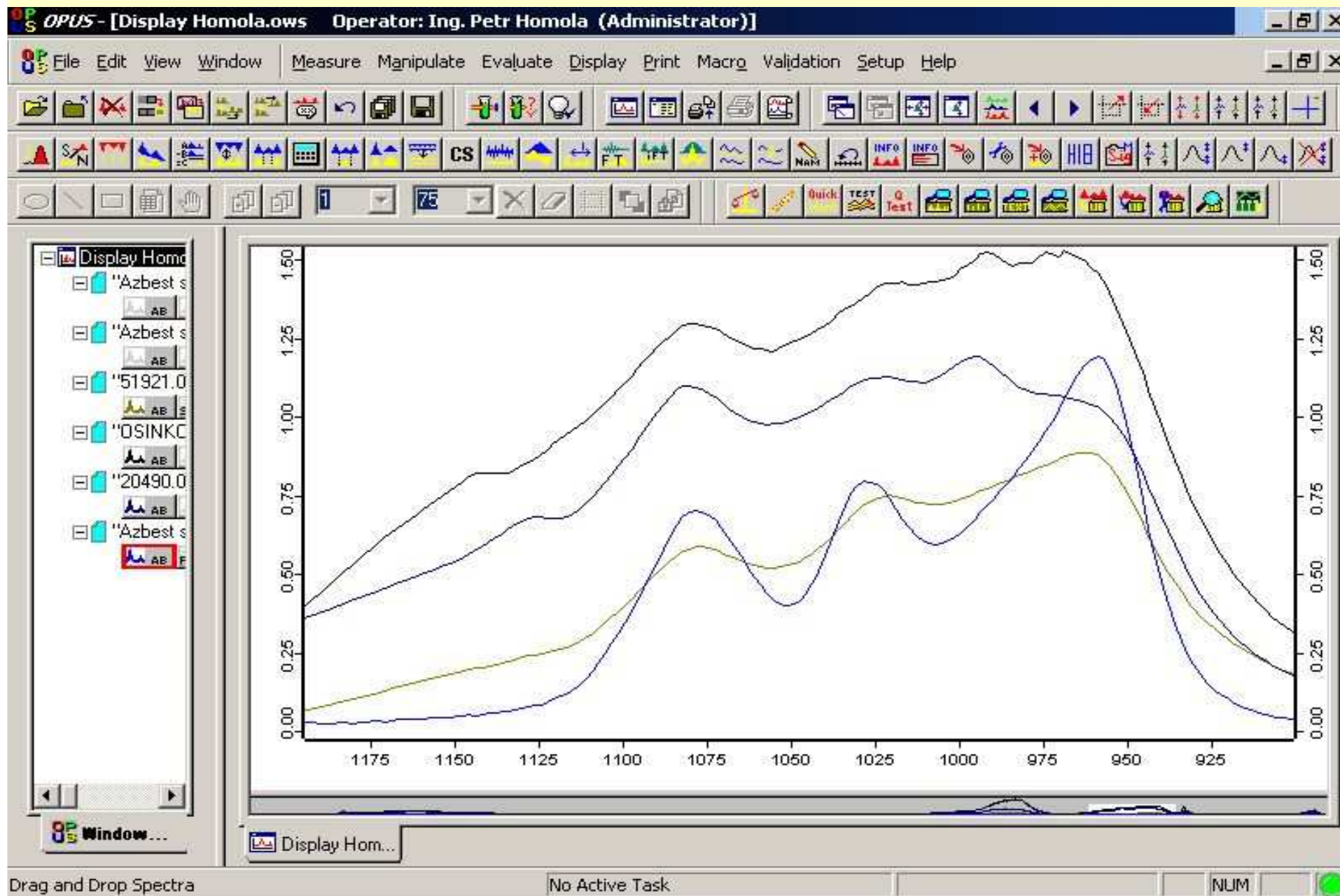
⊕ **Identifikace azbestu, flow chart (firma Perkin-Elmer Appl. Note 60)**



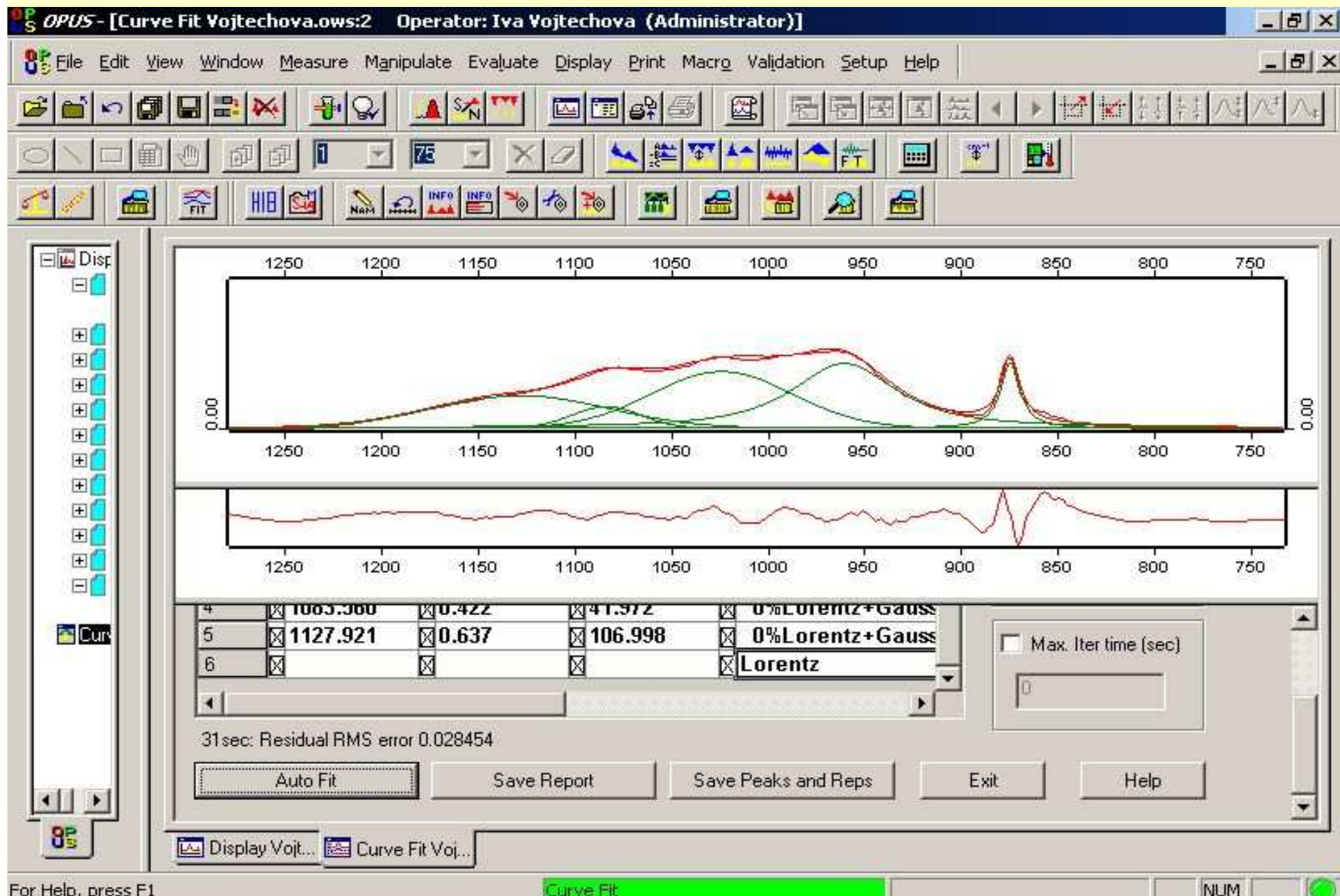
⊕ Reálný vzorek (oblast 4000-3000 cm⁻¹)



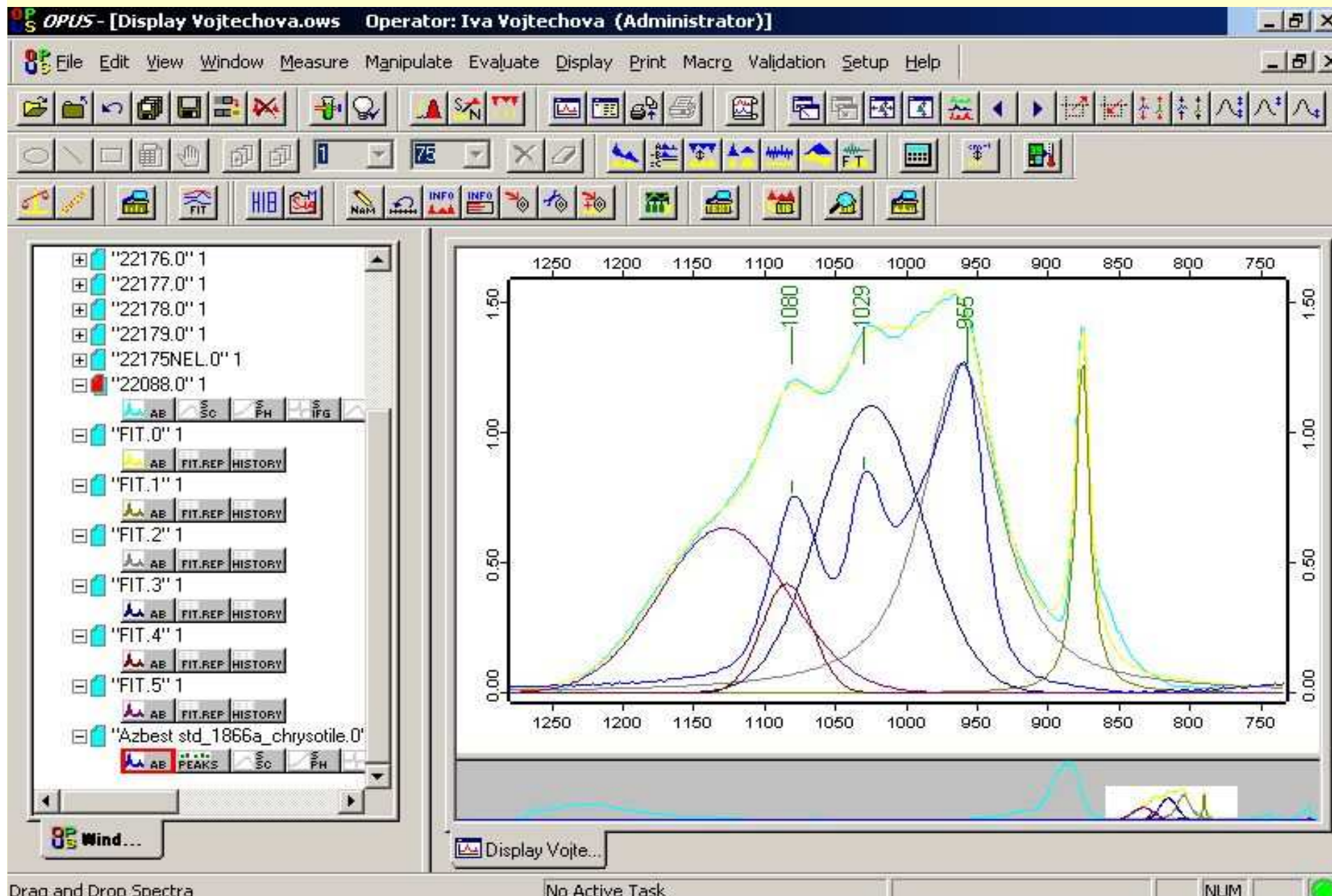
⊕ Reálný vzorek (oblast 1200-900 cm^{-1})



■ Reálný vzorek (oblast 1200-900 cm⁻¹) Curve Fiting and Deconv.



■ Reálný vzorek (oblast 1200-900 cm^{-1}) rekonstrukce IR spektra



✚ **Děkuji za pozornost**

