

# ***KONZERVOVANIE DREVA AKRYLÁTMI***

Ladislav Reinprecht

Drevárska fakulta

Technická univerzita vo Zvolene

**Konzervačná veda a technológie pre  
ochranu kultúrneho dedičstva**

---

# Poškodenie drevených pamiatok

- drevoznehodnocujúce huby
- drevokazný hmyz
- poveternostné vplyvy
- požiar
- chemická korózia
- vandalizmus

# Poškodenie drevených pamiatok

- Kostolík Krajné Čierne po rekonštrukcii
- Aktívna hniloba v podlahách i zruboch od drevomorky domácej (*Serpula lacrymans*)
- Nové požerky od črvotoča (*Anobiidae* sp.)



# Zásady obnovy drevených pamiatok

## ■ Diagnostika

- typ, stupeň, rozsah, príčiny poškodenia
- vek, tvorca, miesto vzniku, ...

## ■ Sterilizácia

- fyzikálne a chemické metódy

## ■ Obnova

- konzervačné a/alebo sanačné technológie

# Princípy obnovy drevených pamiatok

## ■ Konzervačné technológie

### - mikro-technológie

Konzervačná látka vnikne do štruktúry dreva

## ■ Sanačné technológie

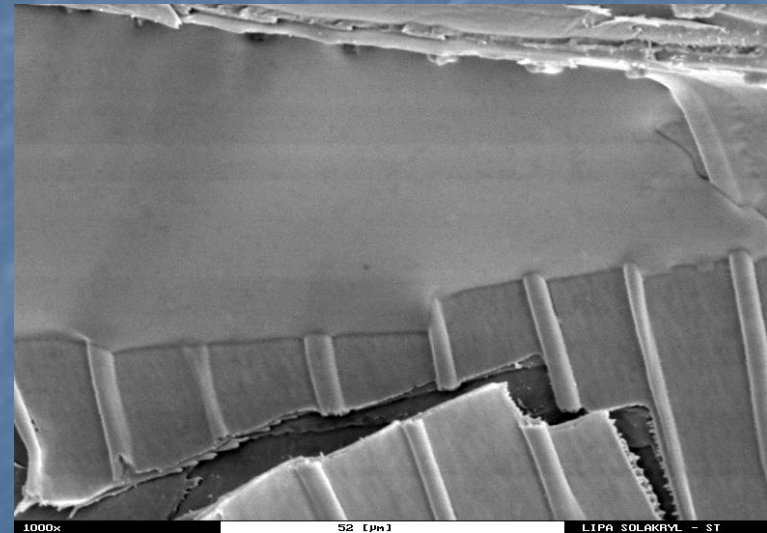
### - makro-technológie

**Náhrada** poškodeného dreva plombou, protézou

**Spevnenie** poškodeného prvku príložkovaním, apod.

# Konzervácia drevených pamiatok

- **Konzervácia** = molekuly konzervačnej látky vnikajú do buniek dreva
  - Ukážka konzervácie lipového dreva polyakrylátom (foto Reinprecht 1998)



# Sanácia drevených pamiatok

- **Sanácia** = makroskopická časť dreveného prvku sa dopĺňa alebo nahrádza. Cieľom je zlepšiť hlavne pevnosť a tuhosť dreveného prvku / konštrukcie.

*a) protézovanie*



*b) príložkovanie*



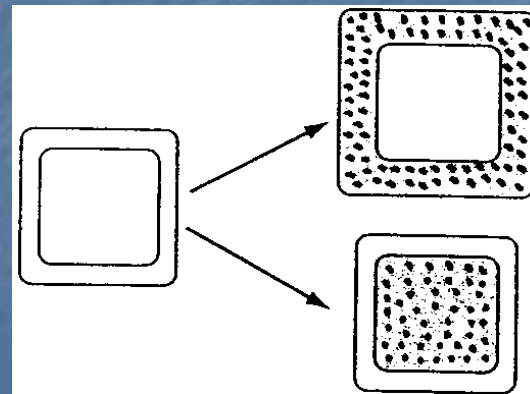
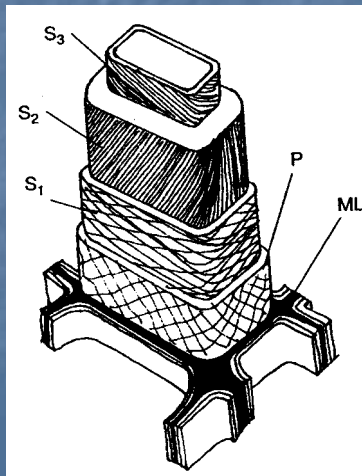
# Konzervátorské metódy obnovy drevených pamiatok

- povrchové filmy na dreve
- nasýtenie bunkových stien dreva
- vyplnenie lúmenov buniek dreva
- výplňová reintegrácia lokálne poškodených zón dreva



# Konzervátorské metódy obnovy drevených pamiatok

- Nasýtenie bunkových stien dreva
- Vyplnenie lúmenov buniek dreva



# Najčastejšie konzervované drevené pamiatky

- **Plastiky, nábytok i iné hnutel'né predmety**
  - statická funkcia nie je dominantnou
- **Drevené konštrukcie**
  - prvky namáhané zväčša iba na tlak (trámy zrubov)
  - prvky oslabené iba na povrchu, s nižšou tvrdosťou
- **Archeologické drevo**

# Konzervátor = vedec, praktik, umelec

## ■ Vedné disciplíny

- **chémia, fyzika, biológia, matematika, história, archeológia, reštaurovanie, i iné**
- poznatky o **dreve**, náteroch, lepidlách i iných zložkách drevenej pamiatky (materiálové zloženie, mikroskopická štruktúra, fyzikálne a mechanické vlastnosti)
- poznatky o **škodcoch dreva** i iných materiálov
- poznatky o **konzervačných látkach**
- poznatky o pôvode a histórii drevenej pamiatky

## ■ Technické poznatky a zručnosť

- praktické zvládnutie konzervátorských technológií pri ošetrovaní dreva
- práca v chemických i iných laboratóriách

## ■ Umelecké cítenie

- kooperácia s reštaurátormi, akademickými maliarmi, apod.

# Poznatky o drevených pamiatkach – komplikované štúdie pred konzervovaním

- obmedzený odber vzoriek – nedeštruktívne metódy !
- heterogénnosť materiálu – reprezentatívnosť ?
- neznáme expozičné podmienky – otázka zmien v štruktúre a vo vlastnostiach dreva i iných materiálov v čase ?
- nedostatočné informácie o zhotovení pamiatky – pomoc od historikov a archeológov !

# Úloha historika/archeológa – pri kooperácii s konzervátorom

- zloženie celého predmetu (fragmentov) – **Z ČOHO?**
- pôvod (zdroje suroviny) – **ODKIAL'?**
- spôsob zhotovenia, technológia výroby – **AKO?**
- čas zhotovenia – **KEDY?**
- miesto zhotovenia – **KDE?**
- dôvod zhotovenia – **PREČO?**
- autor zhotovenia – **KTO?**

**INFORMÁCIE:** **Konzervátor** = špecifické pre predmet  
**Historik** = všeobecné pre súbor predmetov

# Postup konzervovania drevenejej pamiatky

**Konzervátor** – spolupracuje s pamiatkarmi, reštaurátormi, investorom, ...

- diagnostika, očistenie a odstránenie výrazne poškodených častí dreva (i iných materiálov)
- sterilizácia
- výber konzervačných látok
- výber konzervačnej technológie

# Konzervačné látky na obnovu dreva – všeobecné požiadavky

- **Vniknutie** do dreva
- **Zachovanie tvarov** dreva
- **Kompatabilita** s chemickými ochrannými prostriedkami, nátermi, apod.
- Neovplyvnenie **sorpčných vlastností** dreva
- Zaistenie **tvarovej stability** dreva (najmä archeologického dreva)
- **Integrovanie** uvoľnených alebo zlomených častí dreva
- **Spevnenie** dreva
- **Stabilita** proti poveternostným vplyvom, ohňu a biologickým škodcom
- **Dobrá opracovateľnosť** konzervovaného dreva - lepenie, nátery, apod.
- **Zdravotná neškodnosť**
- **Reverzibilita**
- Zachovanie **estetiky** konzervovaného predmetu

# Konzervačné látky na obnovu dreva

## – špecifické požiadavky

- Konzervačná látka zvyčajne nevyhovuje naraz komplexu všetkých všeobecných požiadaviek
- **Priority** treba zohľadniť:
  - **rozmerová stabilizácia** (- vniknutie do bunkových stien)
  - **spevnenie** (- najmä termosety)
  - **povrchové spevnenie** (- viskózne, koncentrované roztoky termosetov)
  - **zlepšenie biologickej odolnosti** (- prídavok biocídu)
  - **reverzibilita** (- prírodné látky a termoplasty)
  - **i iné**



# Vnikanie konzervačných látok – do dreva

**Konzervačné látky = roztoky, disperzie a taveniny**

- do lúmenov buniek
- do bunkových stien

- štruktúra dreva – kapilárno-pórovitý systém
- vlhkosť dreva – otvorenosť dvojbodiek  
– uplatniteľnosť hybných síl transportu
- fyzikálno-chemické vlastnosti konzervačnej látky (i rozpúšťadla) – viskozita, povrchové napätie, polarita, molekulová hmotnosť, disperzný stav, apod.
- hybné sily transportu – tlakové a difúzne

# Výber rozpúšťadla – pre prípravu roztokov konzervačných látok

- **Polarita** – napúčanie a zosychanie dreva
- **Bod varu a tenzia pár (index vyparovania)** – vplyv na prienik do dreva a na zotrvanie v dreve
- **Viskozita, povrchové napätie, apod.** – vnikanie a migrácie konzervačného prostriedku (konzervačná látka + rozpúšťadlo) v dreve
- **Agresívnosť** – na drevo, povrchové úpravy dreva, prípadne aj iné materiály kontaktujúce sa s drevom
- **Zdravotná škodlivosť** – na človeka a životné prostredie

# Výber rozpúšťadla – index napúčania dreva

Tab.: Napúčanie dreva vo vode a organických rozpúšťadlách

ROZPÚŠŤADLO	INDEX NAPÚČANIA (Voda = 100)
■ Oktán	8
■ Tetrachlórmétán	13
■ <b>Toluén</b>	<b>17</b>
■ Chloroform	30
■ Etylacetát	37
■ 1-Propanol	60
■ Acetón	69
■ Etanol	76
■ 1,4-Dioxán	83
■ Metanol	90
■ <b>Voda</b>	<b>100</b>
■ Kyselina octová	102
■ Etylénglykol	109
■ Dimetylformamid	138
■ 1-Butylamín	191

# Výber rozpúšťadla – bod varu a vyparovanie

**Optimálne rozpúšťadlo = nepolárne a stredne prchavé**

Tab.: Bod varu a index vyparovania vody a organických rozpúšťadiel

ROZPÚŠŤADLO	BOD VARU (°C)	INDEX VYPAROVANIA
Dietyléter		1
n-Hexán	69	1,4
Acetón	56	2,1
Chloroform	61	2,5
Benzén	80	3,0
n-Heptán	98	3,3
Cyklohexán	81	3,5
Tetrachlórmetán	76	4,0
Petróleum éter	50-115	4,5
<b>Toluén</b>	<b>111</b>	<b>6,1</b>
Metanol	65	6,3
Etanol	78	8,3
2-Propanol	82	11,0
<b>Xylén</b>	<b>144</b>	<b>13,5</b>
1-Propanol	97	16
1-Butanol	117	33
Etylglykol	135	43
<b>Voda</b>	<b>100</b>	<b>80</b>
Butylglykol	171	160
Terpentín	150	170
Etylénglykol	198	600

# Konzervačné látky

## – na obnovu historického dreva

### ■ **Prírodné látky**

- včelí vosk, kolofónia, damara, sandarak, šelak, sacharóza, i iné

### ■ **Syntetizované látky**

- akryláty, nenasýtené polyestery, epoxidy, aminoplasty, fenoplasty, polyvinylalkoholy, polyuretány, silikóny, polyetylénglykoly, i iné

# Výhody syntetizovaných látok

- **Dostupnosť**
- **Prijateľná cena**
- **Konštantné vlastnosti** (chemická skladba, PPS, apod.),
- **Príprava špeciálnych polymérov** (polyméry, kopolyméry, predkondenzáty pre daný účel konzervátora)
- **Zvyčajne lepšie vlastnosti ako prírodné** (fyzikálne a fyzikálno-chemické, poveternostná a biologická stabilita)
- **Nevýhoda: Siet'ovateľné typy** (nenasýtené polyestery, epoxidy, aminoplasty, fenoplasty, polyuretány, i iné) **sú vhodné len pre ireverzibilný proces konzervácie dreva**

# Polyakryláty

- **Príprava:** Polymerizáciou rôznych esterov kyseliny akrylovej a metakrylovej.



Ester kyseliny akrylovej



Ester kyseliny metakrylovej

- **Použitie:** Polyméry a kopolyméry (polyakryláty), resp. monoméry polymerizované až priamo v konzervovanom dreve technológiou „*in situ*“.

- **Významné polyakryláty:**

- polymetylmetakrylát – PMMA (Acrylit X 20/5, Bedacryl L, i iné)
- polyetylmetakrylát - PEMA (Acryloid B72, Paraloid B72, i iné)
- polybutylmetakrylát - PBMA (Bedacryl 122X, Lascaux Acrylic-Resin P 550-40TB, Paraloid B67, Plexisol P 550, Solakryl BT 55, i iné)
- polymetylakrylát - PMA
- polyetylakrylát - PEA
- polybutylakrylát - PBA
- kopolymér - MMA/EA (Paraloid B82, Plextol B 500, Plexigum MB 319, i iné)
- kopolymér - MA/EMA
- kopolymér - MMA/BMA (Elvacite 2013, Osolan KL, Solakryl BMX, i iné)

# Polyakryláty

- **Charakteristika:** Bezfarebné, priesvitné ako sklo, tvrdé, ale elastické.
- **Rozpustnosť:** Dobrá v menej polárnych organických rozpúšťadlách, zvyčajne v toluéne, xyléne, benzíne, ale aj v acetóne.
- **Aplikácia:** Vo forme 10-20 % viskóznejších roztokov (5-30 mPa.s).
  - Makromolekuly polyakrylátu sú veľké a zostávajú v lúmenoch buniek dreva.
  - Do dreva sa dajú zaviesť aj injektovaním (polychrómované predmety).
- **Výhody:** - Vysoká stabilita proti poveternostným vplyvom, i vyšším teplotám.
  - Z dreva ich možno vyextrahovať, t.j. konzervácia je reverzibilná.
- **Nevýhody:** - Rozpúšťadlo z konzervovaného dreva vyprcháva dlho aj niekoľko týždňov/mesiakov. Nastáva spätná migrácia polyakrylátu z dreva.
- **Špecifické vlastnosti** konzervovaného dreva: → Docieľujú sa vhodnými kopolymérmí akrylátov.

Príklad: Kopolymér MMA/BMA (PMMA = polymetylmetakrylát → vyššiu teplotu sklovitého stavu  $T_g = 105$  °C, vyššiu tvrdosť, pevnosť i krehkosť, a vyššiu odolnosť proti UV žiareniu; PBMA = polybutylmetakrylátu → nižšiu teplotu sklovitého stavu  $T_g = 20$  °C, a vyššiu odolnosťou proti hydrolýze).



# Polyakryláty – bio-odolnosť

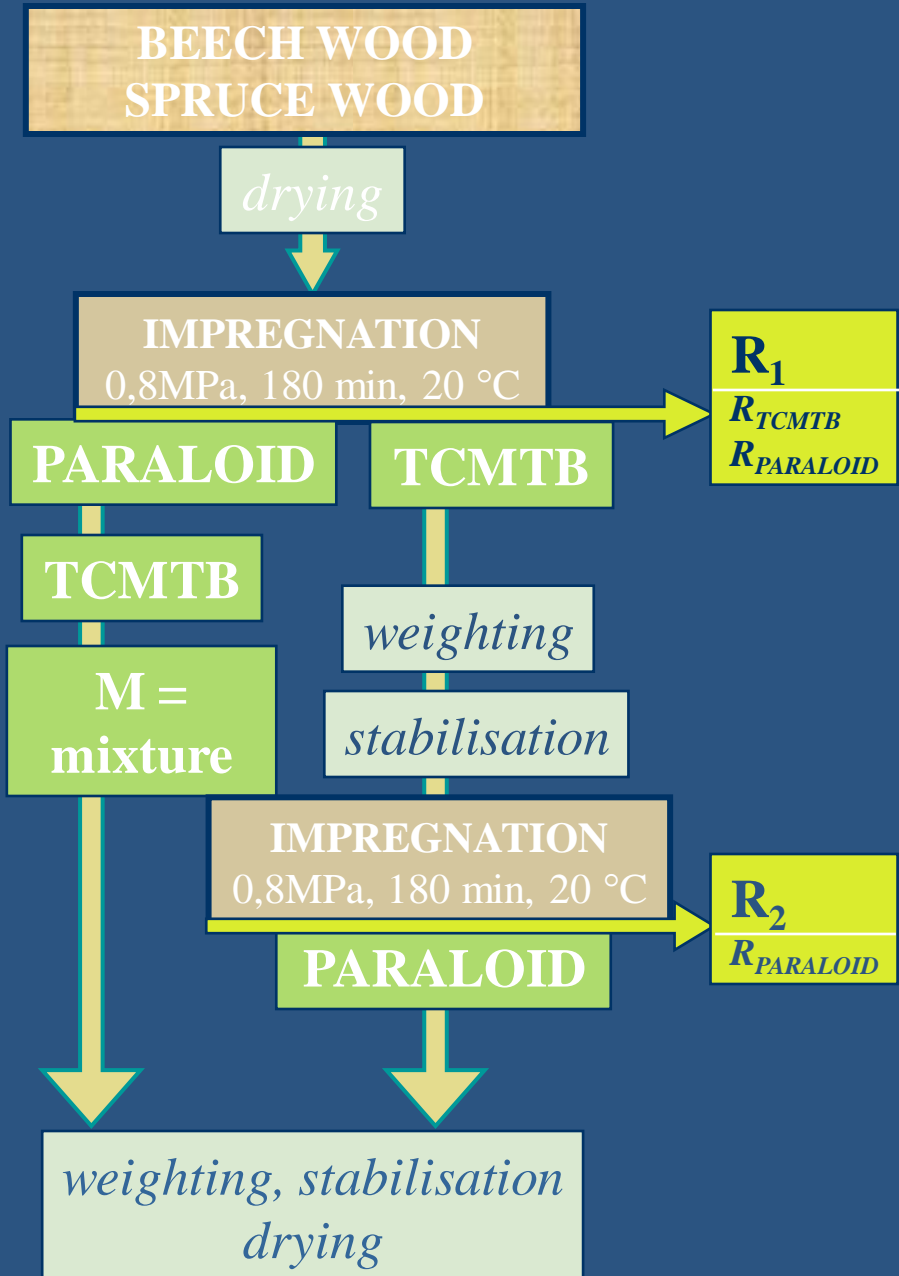
- **Zvýšenie bio-odolnosti konzervovaného dreva** proti drevokazným hubám a drevokaznému hmyzu závisí od:
  - **typu akrylátu,**
  - **metódy zavedenia akrylátu do dreva.**
  - a) Metylmetakrylát aplikovaný metódou „*in situ*“ vo forme monoméru zvyšuje bio-odolnosť dreva.
  - b) Naopak, polyakryláty zavedené do dreva v organických roztokoch a lokalizované len v lúmenoch buniek dreva iba slabo prispievajú k zvýšeniu bio-odolnosti konzervovaného dreva.
  
- **Vysvetlenie odlišných efektov biologickej účinnosti**
  - treba hľadať v odlišnej distribúcii polyakrylátov v dreve, t.j. zavedených iba do luménov buniek (aplikácia v rozpúšťadle), alebo aj do vnútra bunkových stien (metóda „*in situ*“).

# MODIFICATION METHODS

Tiralová and Reinprecht (2004)

Paraloid B-72 was applied

- 1) separately
- 2) together with the TCMTB fungicide (Busan 1160)
  - a) M = impregnation with mixture (Paraloid + TCMTB)
  - b) D = double impregnation (I./ TCMTB; II./ Paraloid)



# Polyakryláty – bio-odolnosť

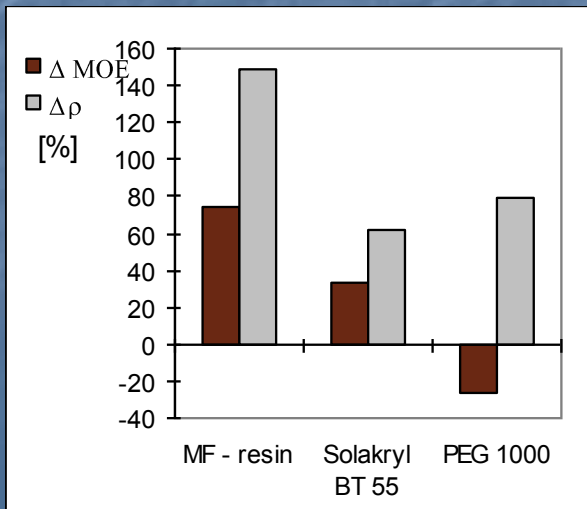
- **Bio-odolnosť** smrekového dreva voči hnilobe hubami *C. puteana* a *G. trabeum* nezvýšil polyakrylát Paraloid B-72 /2 % (P2) ani 10 % (P10)/ - (Tiralová a Reinprecht 2004).
- Zvýšenie bio-odolnosti dreva zaistil až prídavok 0,1 až 0,33 % fungicídu TCMTB.

SERIES	SPRUCE WOOD					
	VOLUME RETENTION				MASS LOSS	
	Modification agent		Active ingredient		<i>Coniophora puteana</i>	<i>Gloeophyllum trabeum</i>
	$R_1$ [kg.m <sup>3</sup> ]	$R_2$ [kg.m <sup>3</sup> ]	$R_{TCMTB}$ [kg.m <sup>3</sup> ]	$R_{PARALOID}$ [kg.m <sup>3</sup> ]	$\Delta m_F$ [%]	$\Delta m_F$ [%]
P <sub>2</sub>	375.7	-	-	7.5	27.0	27.1
P <sub>10</sub>	428.8	-	-	42.9	29.7	26.5
T <sub>0.1</sub>	519.1	-	0.52	-	0.5	0
T <sub>0.33</sub>	506.5	-	1.67	-	0	0
D <sub>0.1 and 2</sub>	478.1	439.0	0.48	8.8	4.6	0
D <sub>0.1 and 10</sub>	500.4	454.3	0.50	45.4	0	1.2
D <sub>0.33 and 2</sub>	475.8	434.4	1.57	8.7	0	0
D <sub>0.33 a 10</sub>	503.8	495.1	1.66	49.5	0	0
M <sub>0.1 + 2</sub>	349.0	-	0.35	7.0	7.2	0
M <sub>0.1 + 10</sub>	419.0	-	0.42	41.9	2.3	2.0
M <sub>0.33 + 2</sub>	405.1	-	1.34	8.1	0	0
M <sub>0.33 + 10</sub>	451.3	-	1.49	45.1	0.4	0
N	-	-	-	-	24.5	29.7

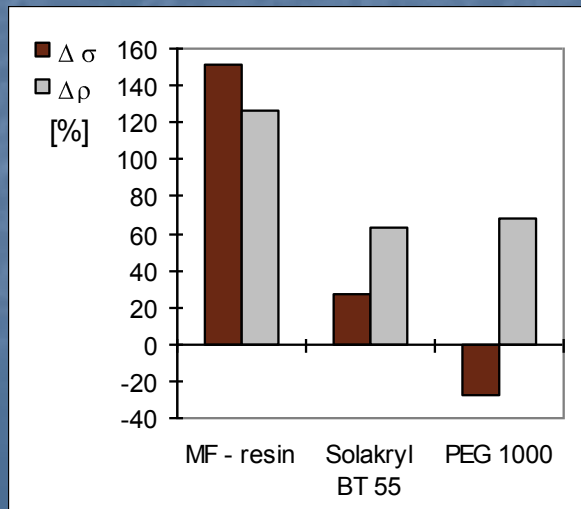
# Polyakryláty – spevňovanie

- **Spevňovanie** vzoriek dreva zo 125 ročného smrekového trámu z historickej budovy v Banskej Štiavnici, po konzervovaní akrylátom „Solakryl BT 55“ pri tlaku 0,8 MPa, teplote 20 °C, po dobu 3 hodín (Reinprecht a Varínska 1998)

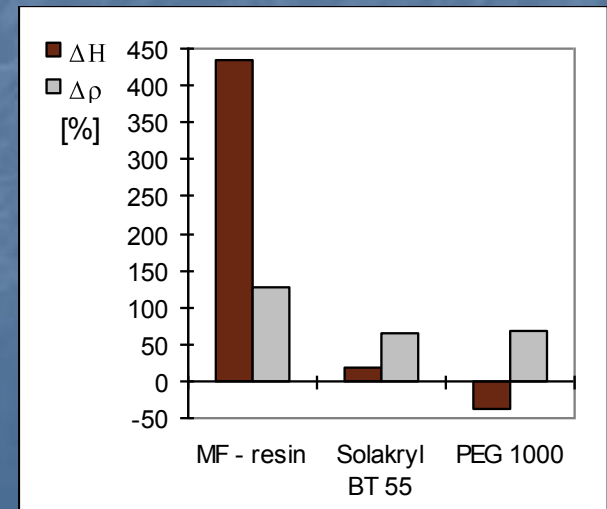
Ohyb - MOE



Tlak rovnobežne

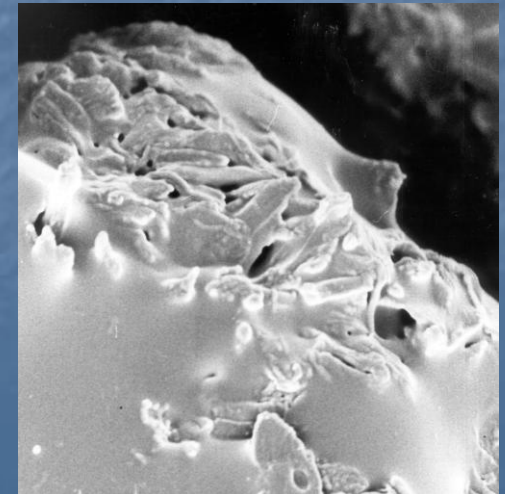


Brinellova tvrdosť



# Polyakryláty – plastiky

- **Plastiky** z lipového dreva z Kláštora pod Znievom poškodené požerkami črvotoča boli na DF TU vo Zvolene konzervované 22,5 % toluénovým roztokom Solakrylu BT 55 pri tlaku 0,6 MPa, teplote 20 °C a čase 15+30+45 = 90 minút (Reinprecht 1991)



# Polyakryláty – plastiky

- ▣ **Príjem  $\Delta m$  (%) Solakrylu BT 55 do plastík** (Reinprecht 1991)

---

	<u>1. plastika</u>	<u>2. plastika</u>
Impregnácia:		
$\tau_1 = 15 \text{ min}$	107.3	125.3
$\tau_2 = 30 \text{ min}$	133.7	137.8
$\tau_3 = 45 \text{ min}$	141.0	144.3
Klimatizácia:		
15 dní	66.0	43.6
45 dní	36.6	34.0
<b>Teoretický príjem</b>	<b>31.7</b>	<b>32.5</b>

# Závery

- **Záchrana kultúrneho dedičstva** (drevených pamiatok) = trvalá úloha vyspelých spoločností.
- **Konzervátor** = spolupracovať musí aj s inými odborníkmi.
- **Hlavné poslanie konzervátora:**
  - a) optimálny výber **konzervačnej látky**,
  - b) správna voľba **konzervátorskej technológie**.

## Výber látok a technológií závisí najmä od týchto faktorov:

- ciele konzervátorského zásahu,
- vlhkosť drevenej pamiatky (vzduchosuchý alebo mokrý stav),
- charakter drevenej pamiatky (rozmery, hnutel'ná alebo nehnutel'ná, nosná alebo nenosná funkcia, rozoberateľná alebo kompaktná, archeologický nález, apod.),
- typ, rozsah a stupeň poškodení dreva,
- vplyv konzervačných látok a technológií na životné prostredie,
- cenová dostupnosť.

**Ďakujem Vám za pozornosť**