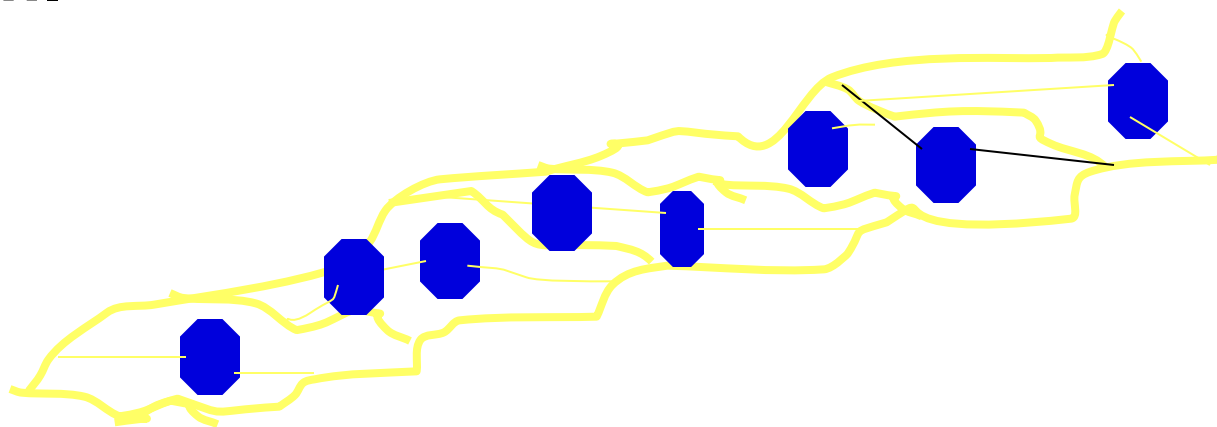


Adhezivní technologie

Kompozitní výplňové materiály

**Chemicky vázaná kombinace
vhodného síťovaného polymeru s
anorganickým plnivem.**



Iniciační systémy

- Podstatou tuhnutí kompozitů je radikálová polymerace.

Chemicky iniciované materiály:

Dibenzoylperoxid a terciární aromatický amin.

Světlem tuhnoucí materiály:

Kafrchinon a aktivátor na bázi aminu
(dimethylaminietylmetakrylát)

Kafrchinon

- Je intenzivně žlutý
- Působením světla se dále rozkládá – změna zabarvení kompozitu.
- Maximum absorpce 470 nm

Jiné typy fotoiniciátorů

- PPD (1 –fenyl-1,2 propandion)
- Lucirin aj.
- 410nm, 390 nm

- *Jiné fotoiniciátory mají absorpční maximum v kratších vlnových délkách než 470 nm.*

Další komponenty kompozitních materiálů

Pigmenty na bázi oxidů kovů, regulátory viskozity, fluorescenční látky, látky regulující rozptyl světla, absorbéry světla a také UV absorbéry pro zabránění světelné degradace kompozitů

Připojení kompozitních materiálů k zubním tkáním

Mikromechanická vazba mikroretence, mechanická adheze

Specifická adheze

- Fyzikální (mezimolekulární vazebné síly)
- Chemická (iontová, kovalentní, kovová)

Rozhodující je mechanická adheze prostřednictvím vazebných (adhezivních) systémů



Adhezivní systémy

Napomáhající infiltraci kompozitní pryskyřice do preparovaných zubních tkání, následnému mikromechanickému zakotvení v nich

Leptání kyselinou ortofosforečnou



35% - 37% kyselina ortofosforečná
silika částice
barvivo

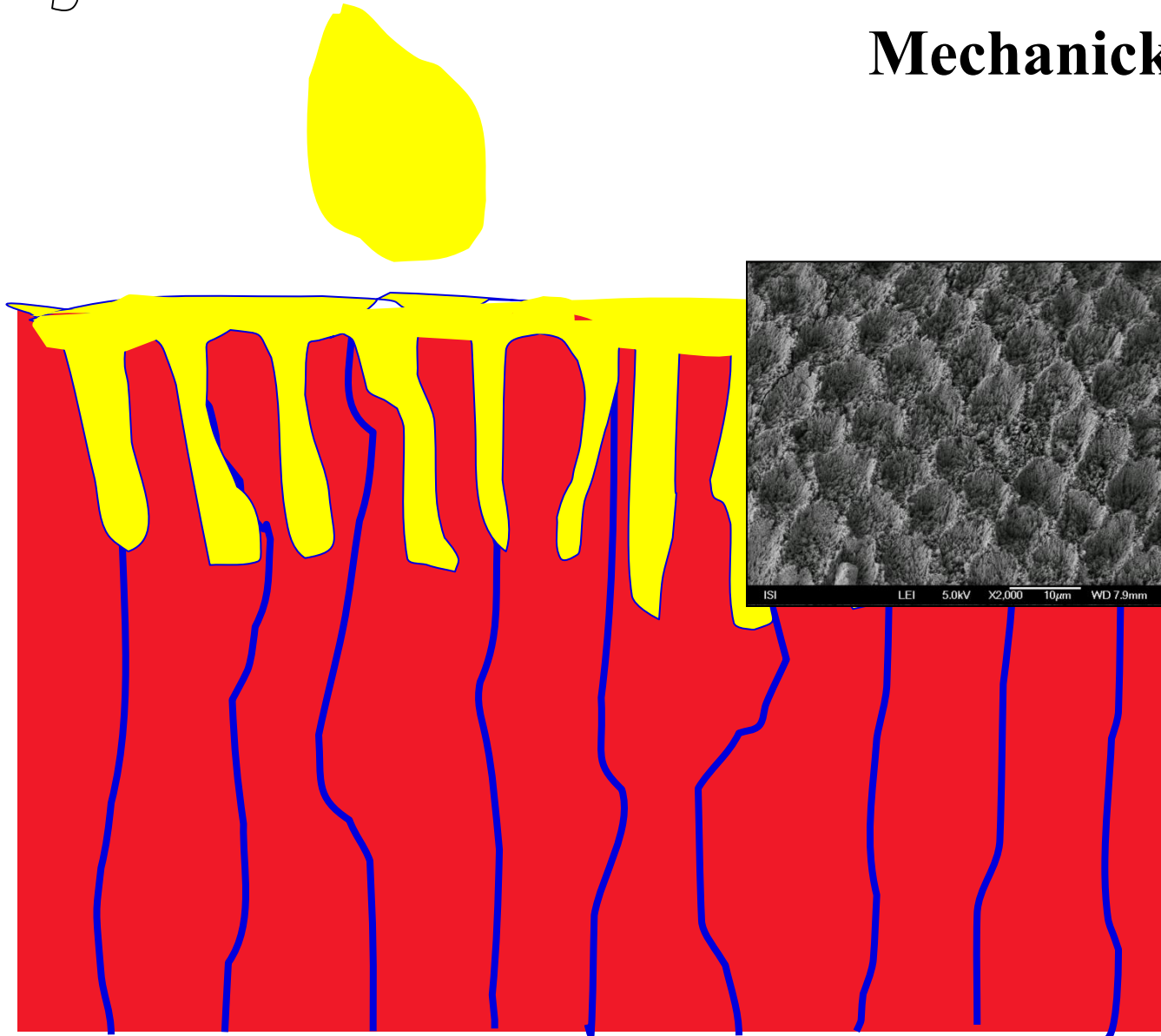
Bond

–Zatéká do nerovností ve sklovině, kopolymeruje s kompozitem

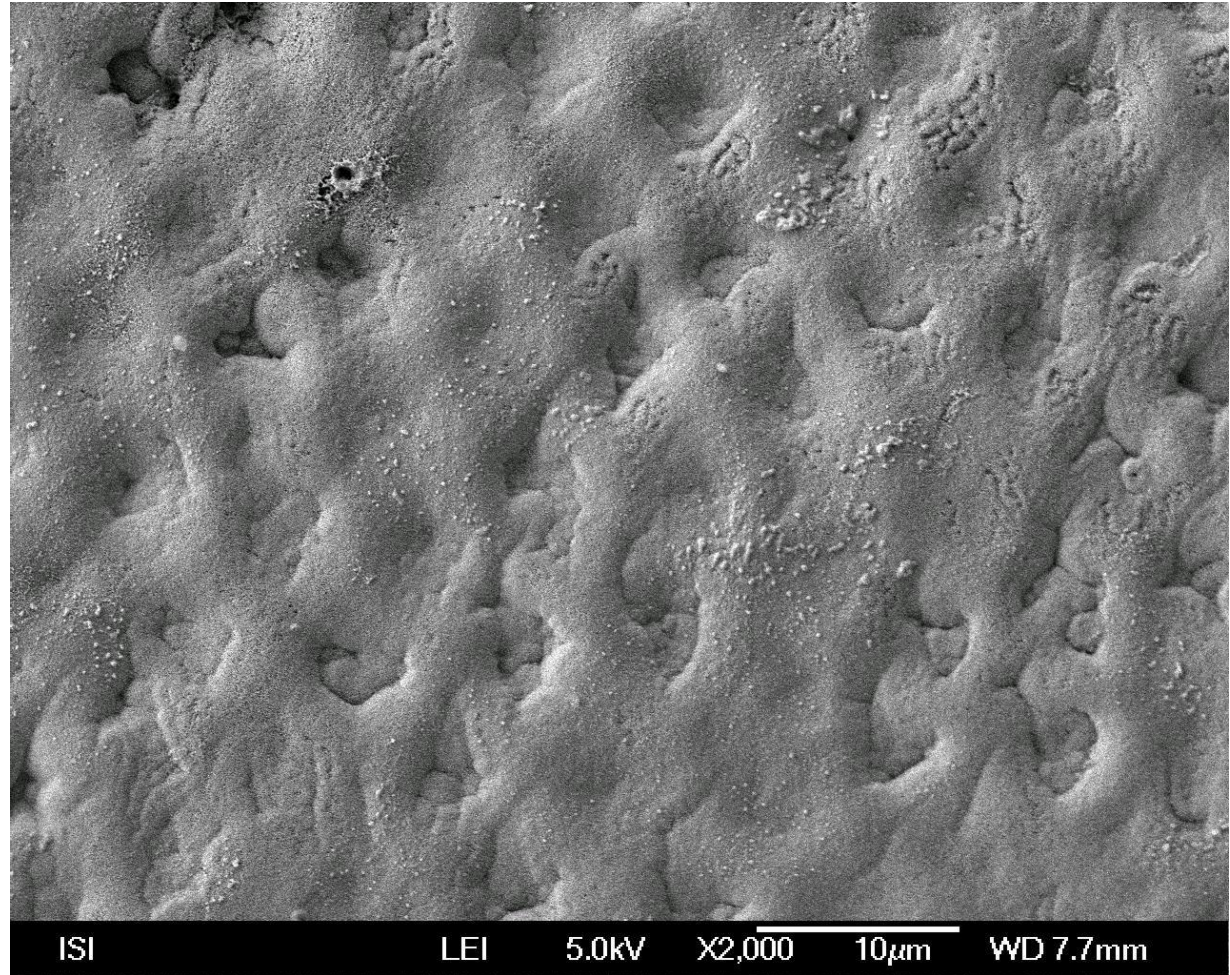
Stejné složení jako kompozitní pryskyřice – neobsahuje plnivo nebo jen velmi málo.

Připojení ke sklovině

Mechanické



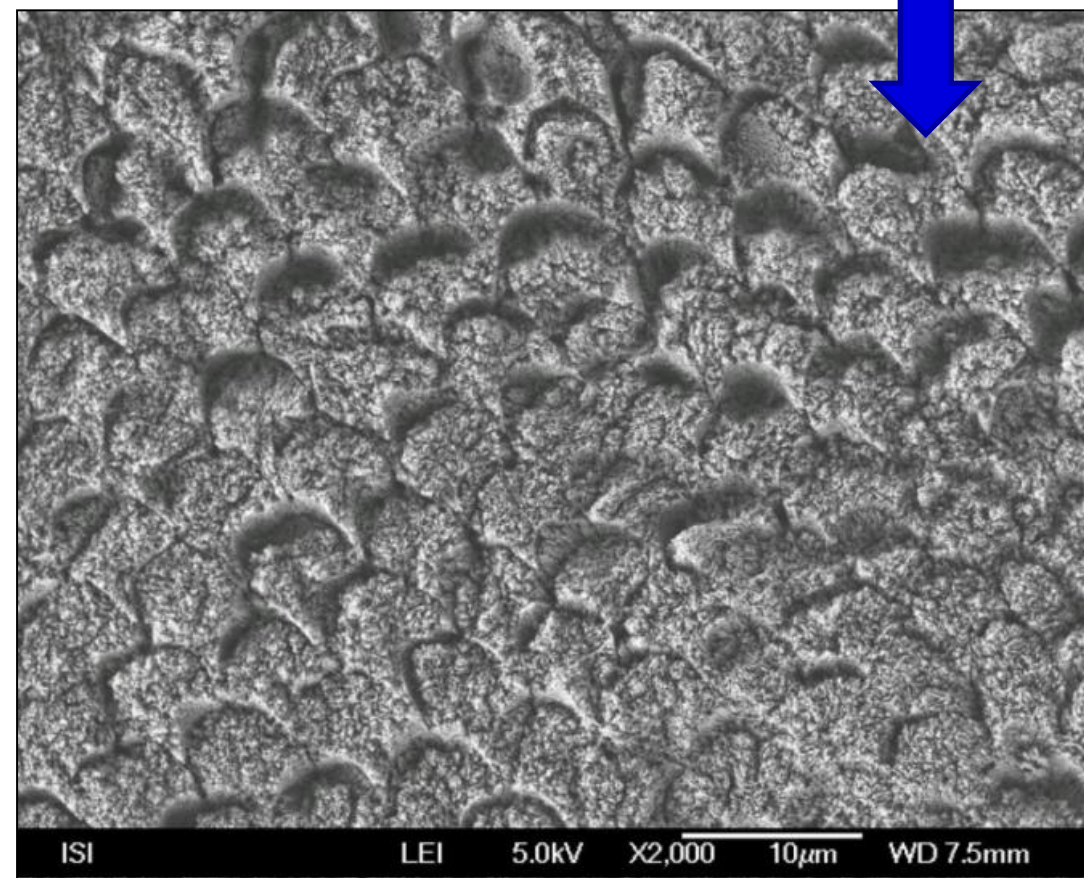
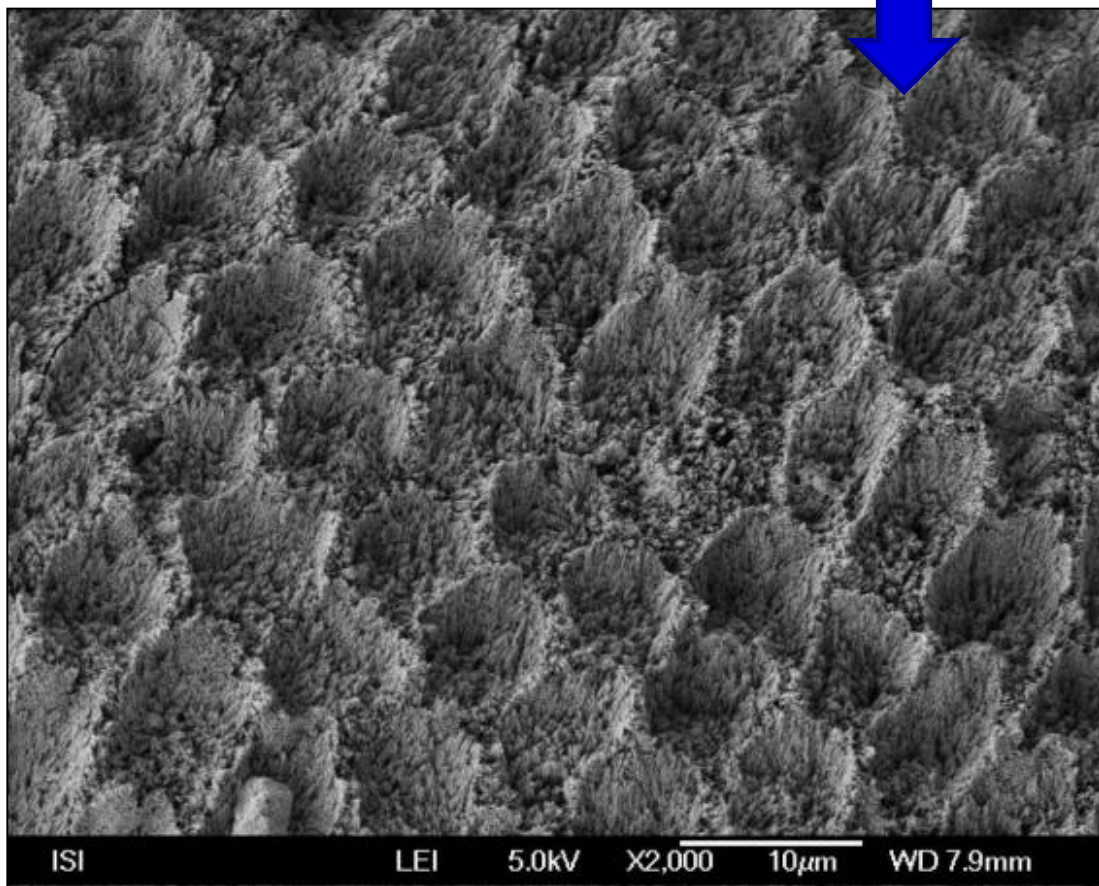
Aprizmatická sklovina



Obraz skloviny po odstranění aprizmatické vrstvy a leptání kyselinou ortofosforečnou

Intraprizmatický typ

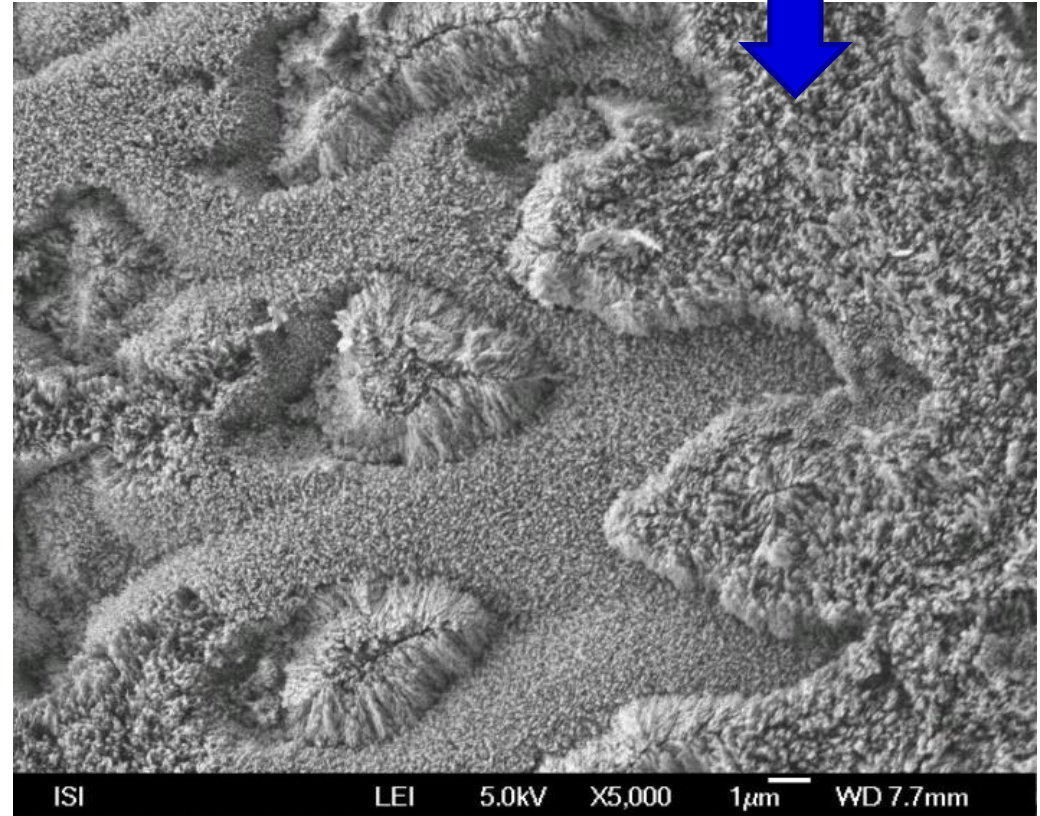
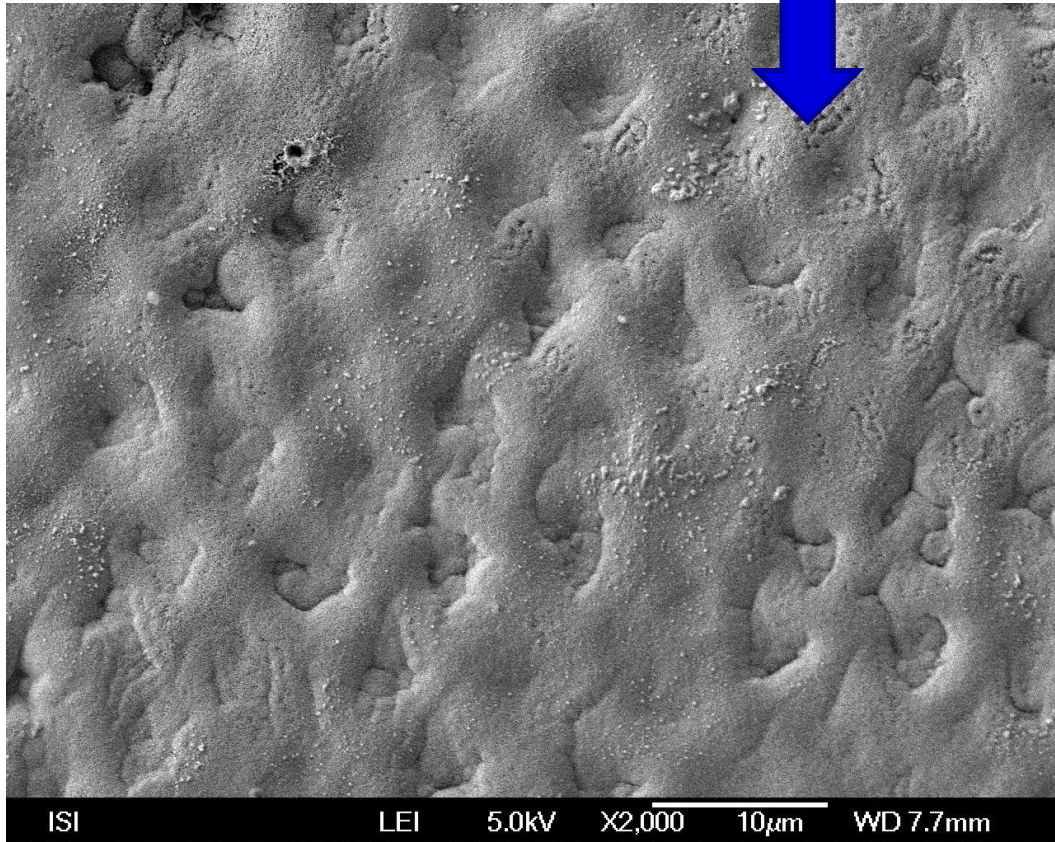
Periprizmatický typ



Obraz aprizmatické skloviny před a po leptání kyselino ortofosforečnou

Aprizmatická sklovina

Aprizmatický typ naleptání





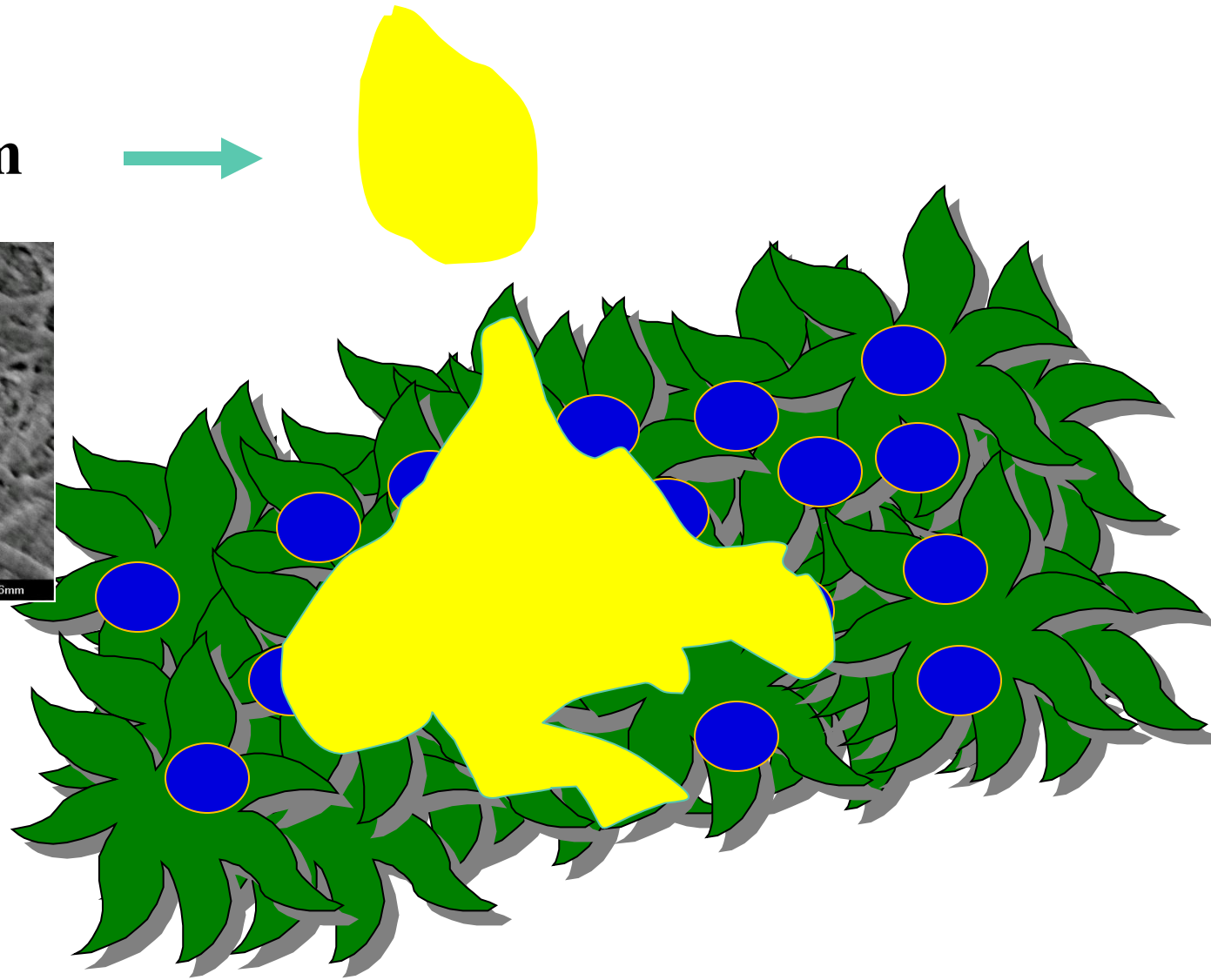
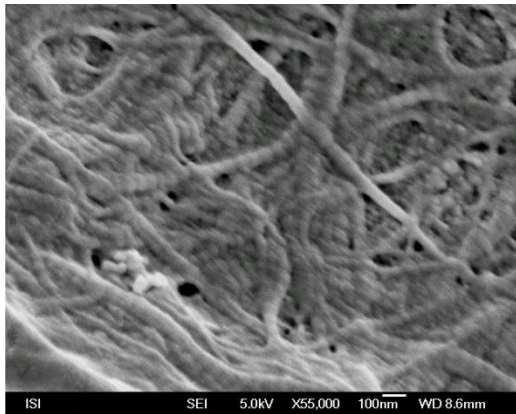
Bond

- Čistý bond je hydrofobní pryskyřice. Nemůže fungovat v dentinu.

Připojení k zubovině

Převážně mechanické

Vazebný systém



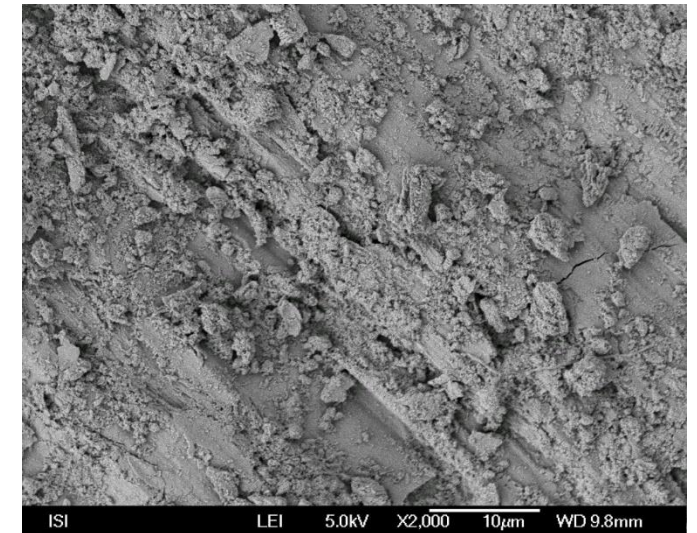
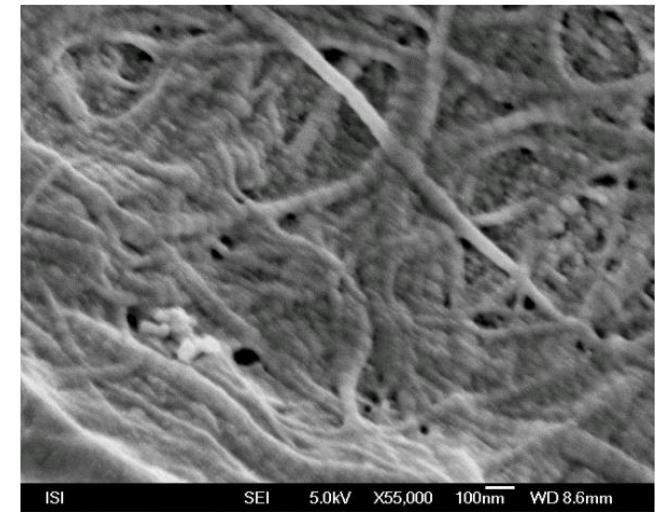
historie

Fusayama 1979
Adhezivní přípoj
Yoshida. Nakab
Van Meerbek



Dentin

- Vždy vlhký
- Vyšší obsah organických látek
- Nízká povrchová energie – špatná smáčivost
- Smear layer



Dentin

Nelze smáčet hydrofobním bondem. Je riziko, že kolagenní síť zkolabuje a vznikne netěsnost.

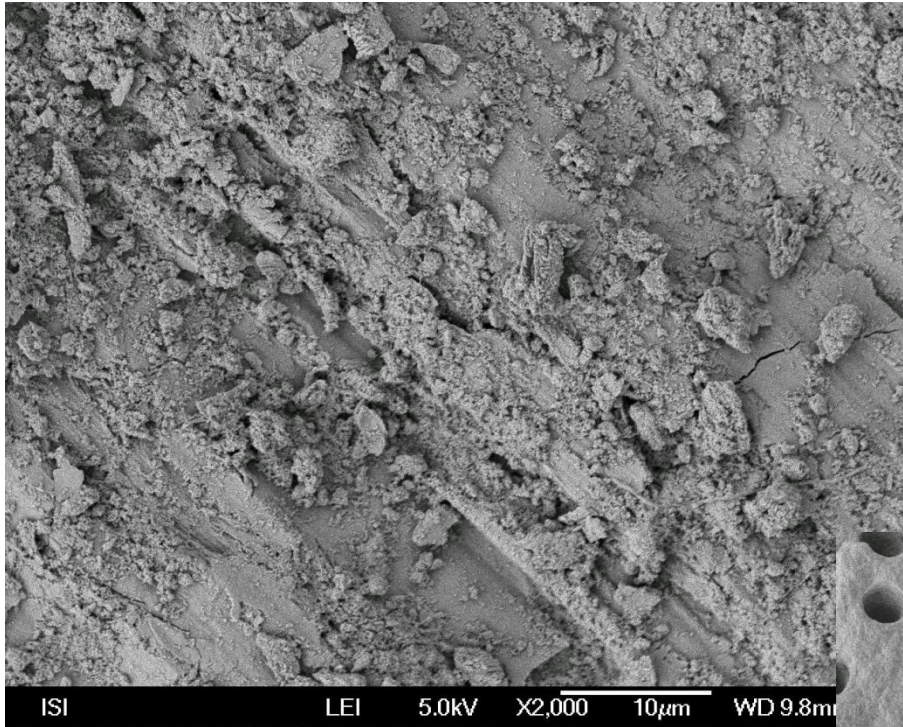
Proto je třeba primer.

Primer

Otvírá kolagenní síť dentinu a brání jejímu kolapsu.

Obsahuje amfifilní pryskyřice (mají hydrofilní a hydrofobní část molekuly) a rozpouštědlo.

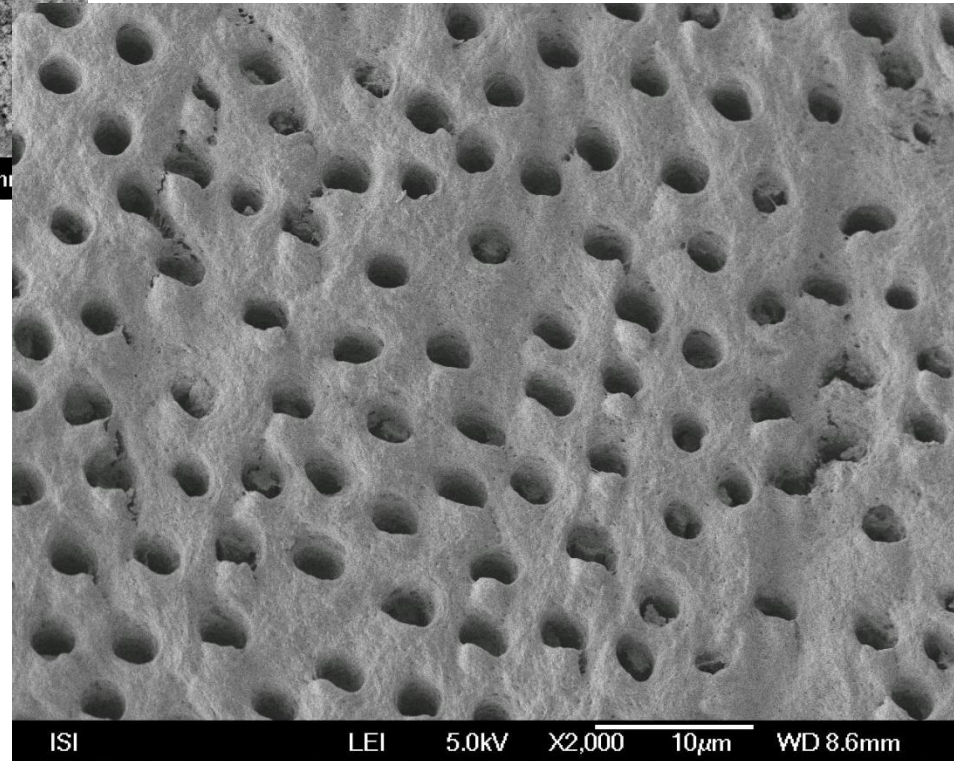
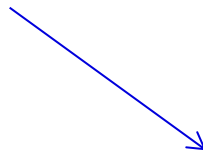
Rozpouštědlo se odpaří a primer prosytí dentin. Jeho hydrofobní část kopolymeruje s kompozitem.



Smear layer

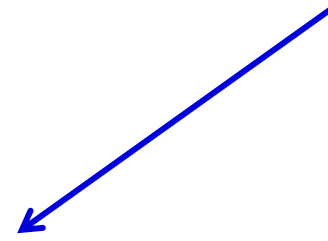
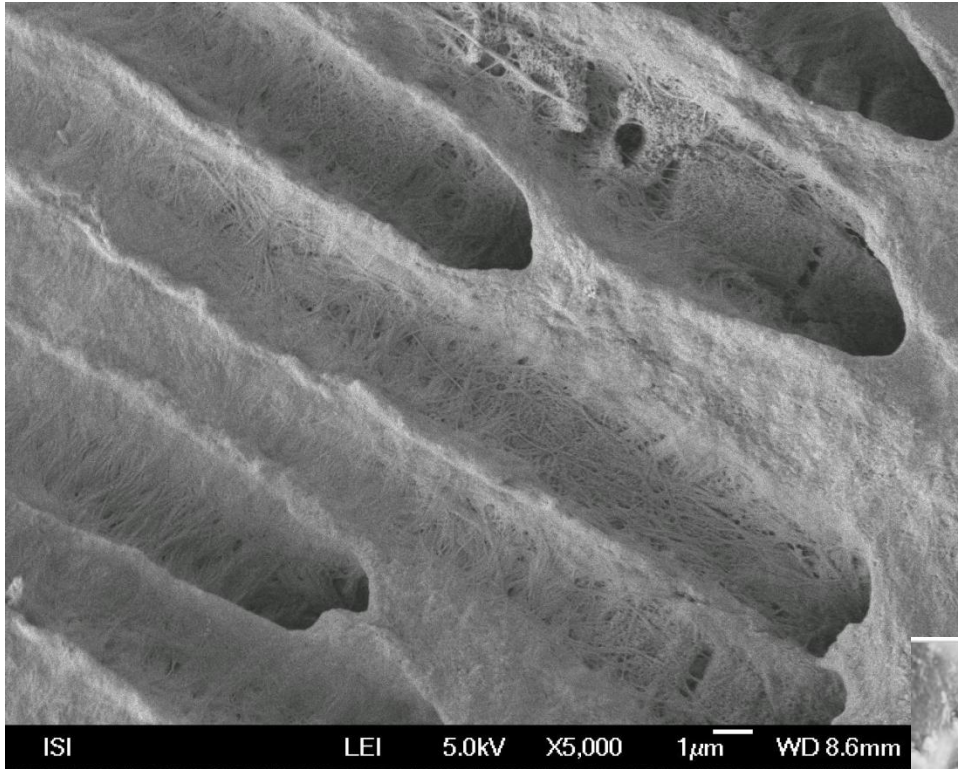


Dentin po ošetření kyselinou

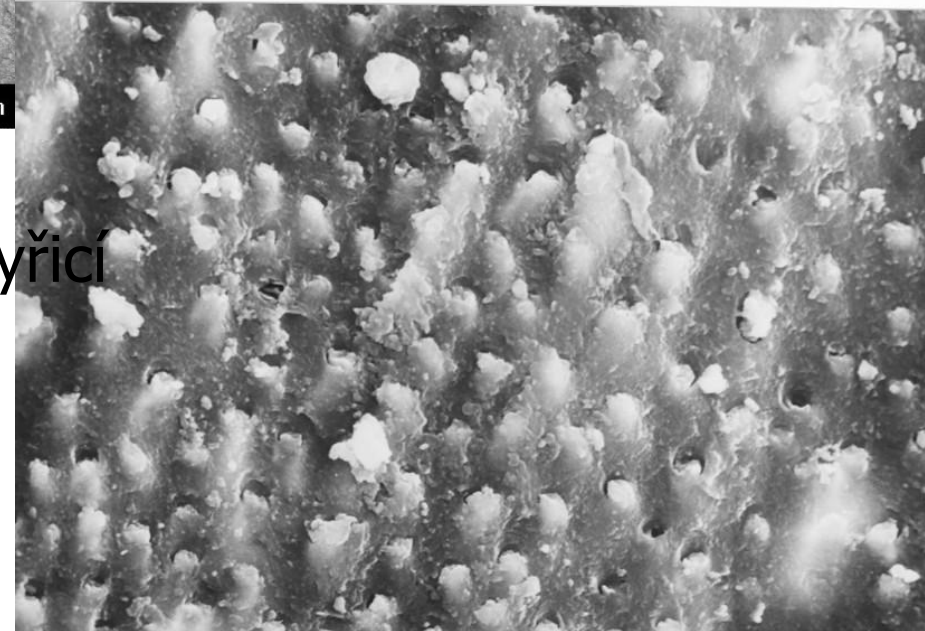


ISI LEI 5.0kV X2,000 10µm WD 8.6mm

Otvřené dentinové tubuly a odvápněný povrch kolagenní sítě



Dentinové tubuly s pryskyřicí



Bond

- **Prosytí kolagenní síť dentinu ošetřenou primerem a zatéká do nerovností ve sklovině, kopolymeruje s kompozitem.**
- *Primer a bond mohou být v jedné lahvičce*

Leptání nemusí být zvláštní krok

Kyselá složka může být spojena s primerem a může se tedy upustit od leptání jako separátního kroku.



Samoleptací vazebné systémy

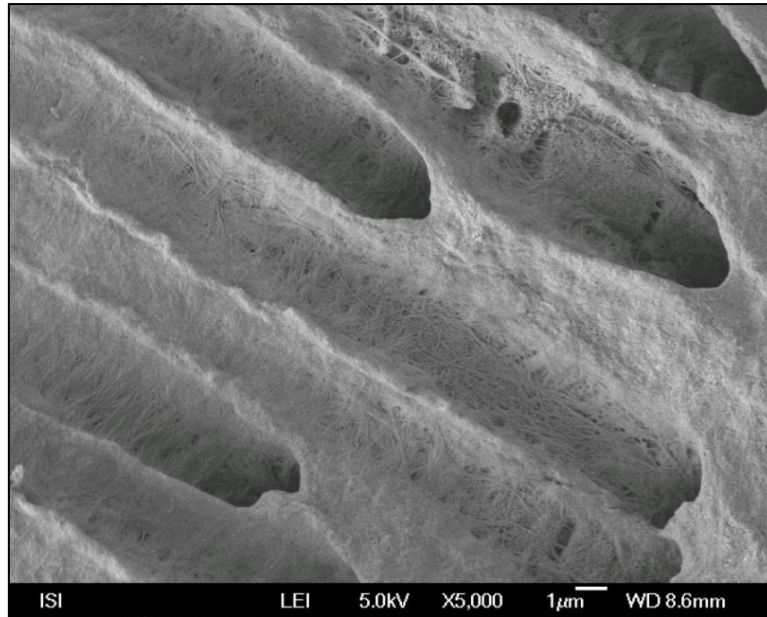
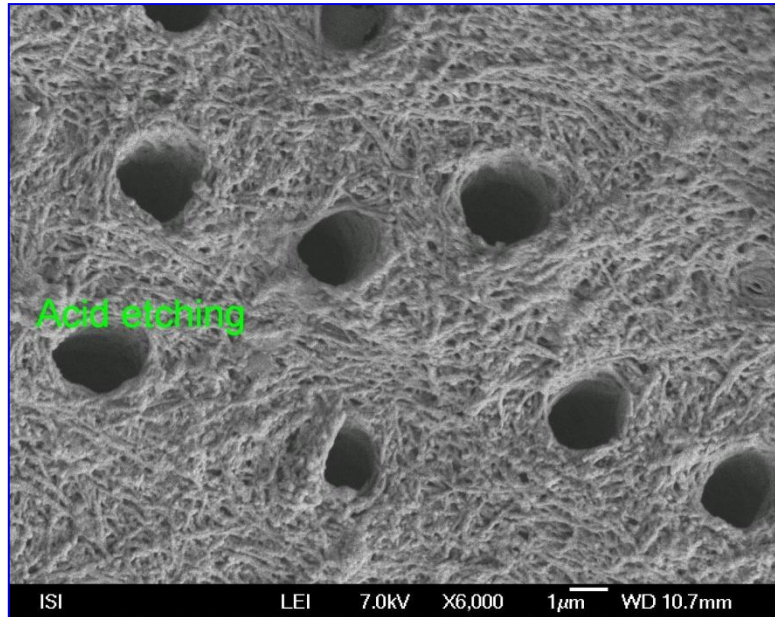
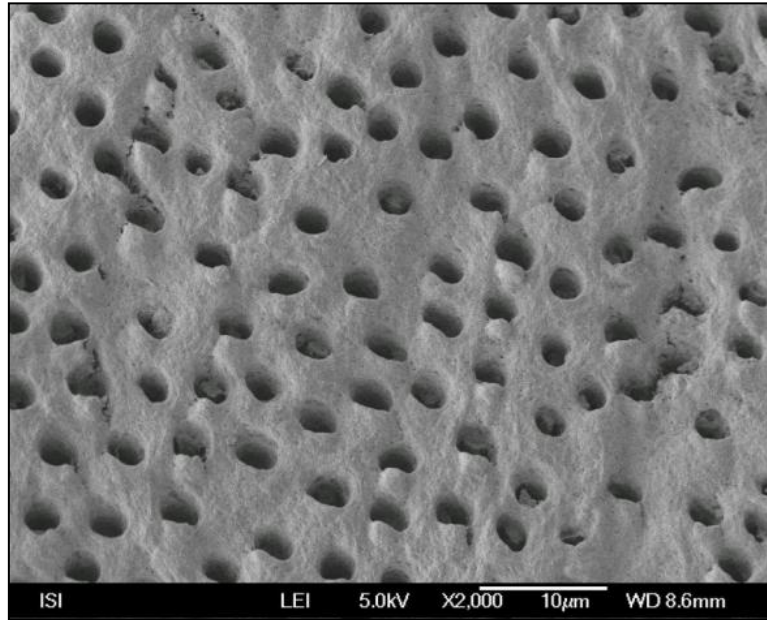
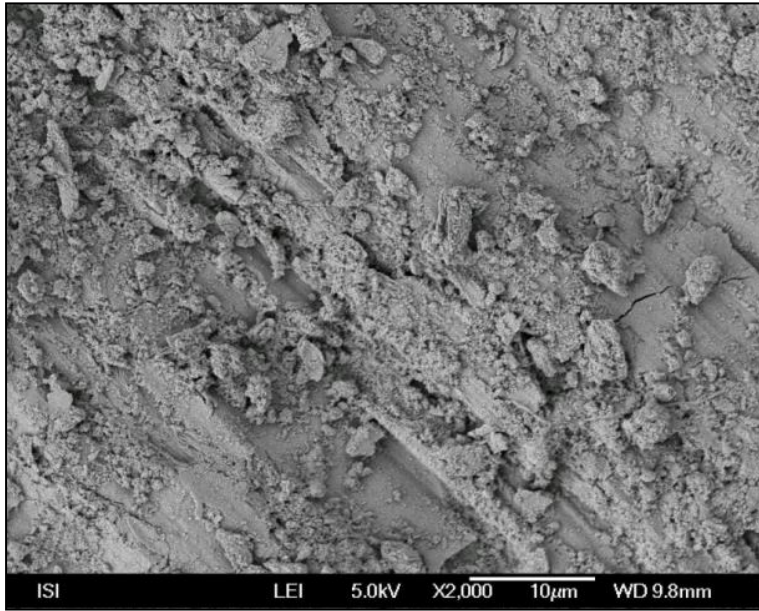
Klasifikace adheziv

Generace

Klinicky orientovaná klasifikace podle počtu kroků

Klinicky orientovaná klasifikace adheziv

Leptání (Conditioning)	Oplachování	Priming	Bonding
Leptání	Oplachování	Priming a bonding	
Samoleptací primer (Selfetching priming)			Bonding
Samoleptací primer a bond (Selfetching bonding)			



Adheziva využívající leptání kyselinou TEA – vlastnosti

Vysoce spolehlivá vazba ke sklovině

Riziko kolapsu dentinové kolagenní sítě při odstraňování přebytku vody - přesušení

Riziko velké demineralizace dentinu:
Špatné prosycení vazebným systémem, degradace matrix metaloproteinázou, hydrolýza kolagenu

Adheziva samoleptací SEA

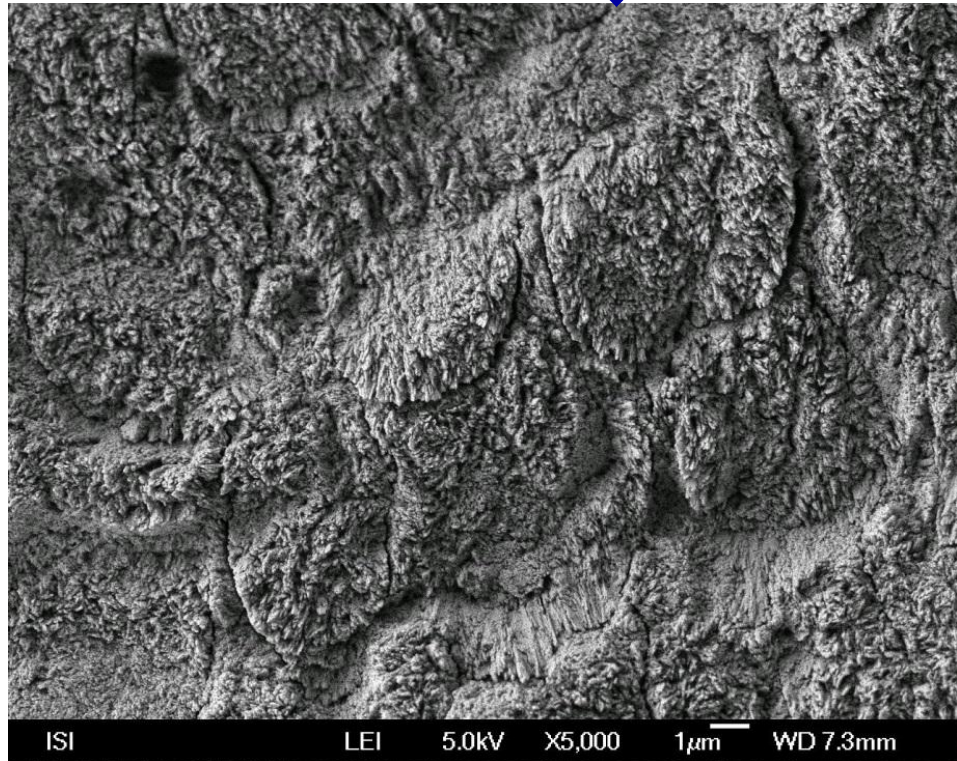
Méně spolehlivá vazba ke sklovině

Odpadá riziko kolapsu dentinové kolagenní sítě při ostraňování přebytku vody

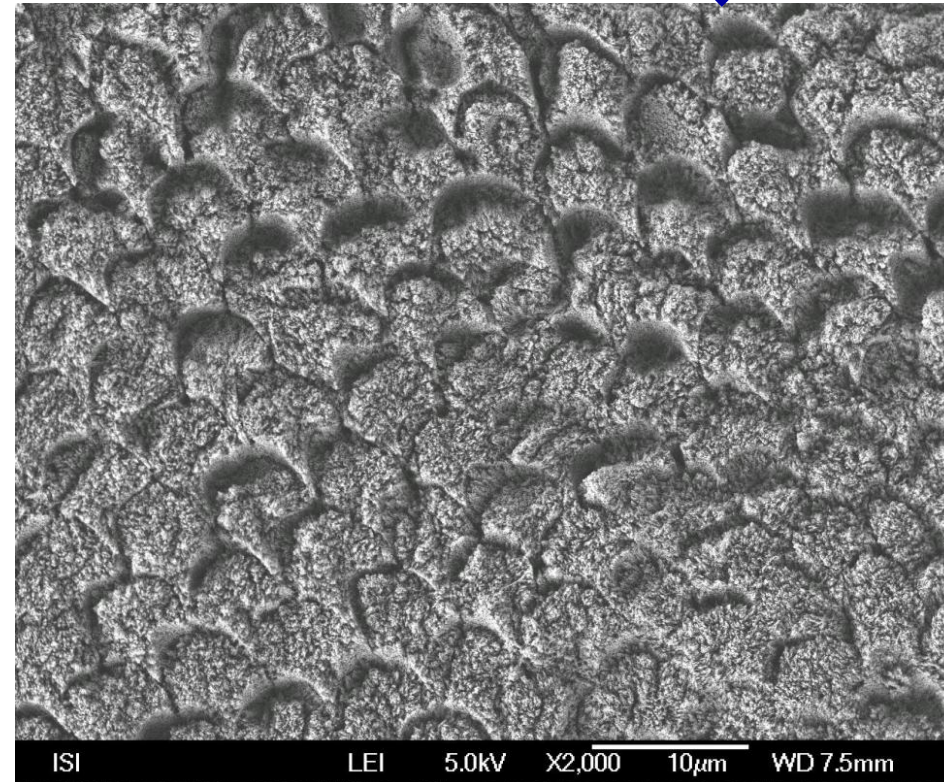
Míra demineralizace dentinu závisí na pH adheziva

Časová úspora

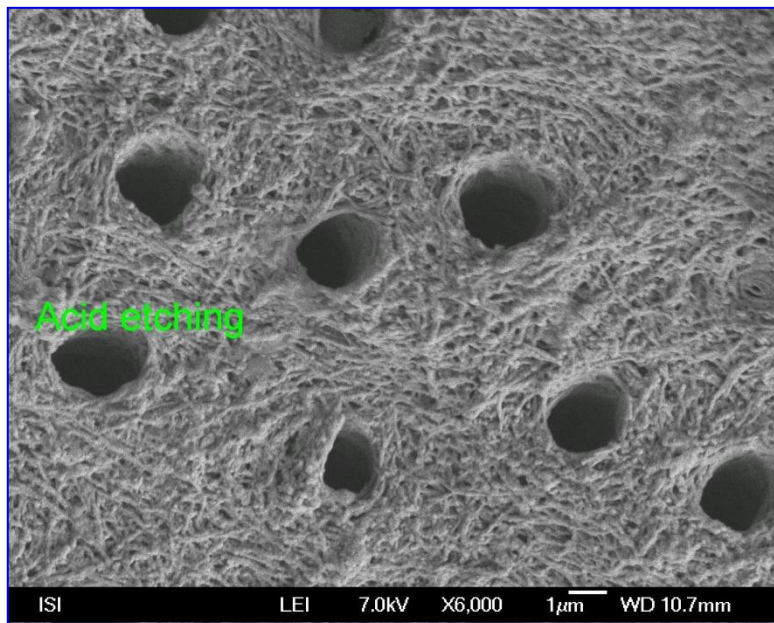
Obraz skloviny po ošetření SEA



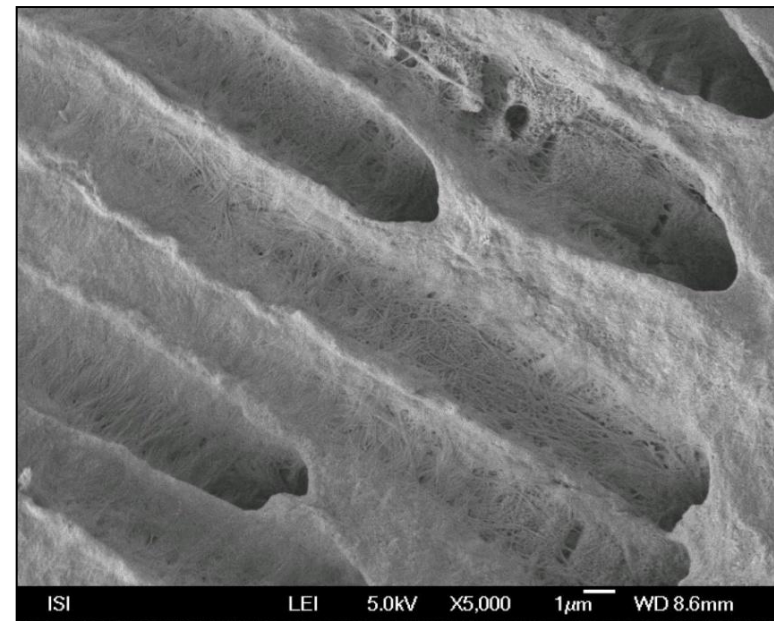
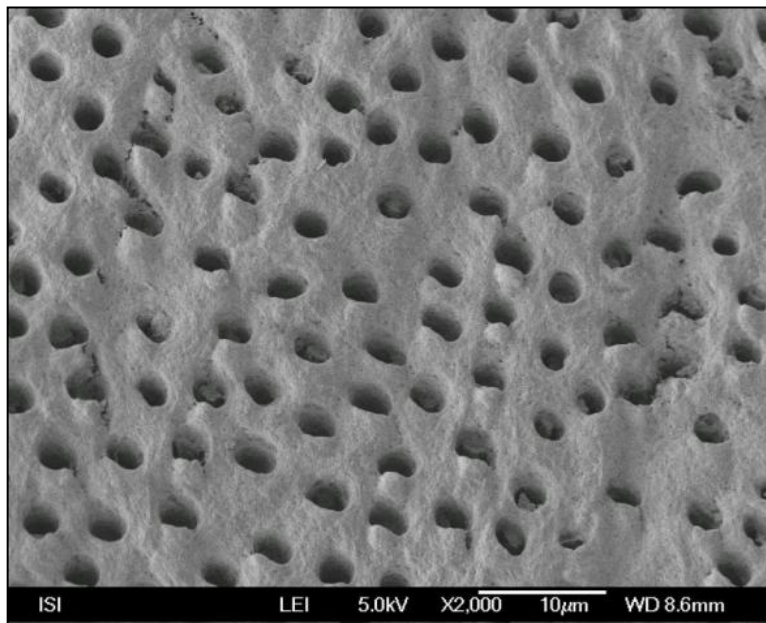
TEA



Obraz dentinu – TEA



SEA



Pojem hybridní vrstva

Jde o vrstvu, kde se prolíná vazebný systém s kolagenní sítí dentinu.





Aktivní a pasivní nanášení adheziva

Ve sklovině platí:

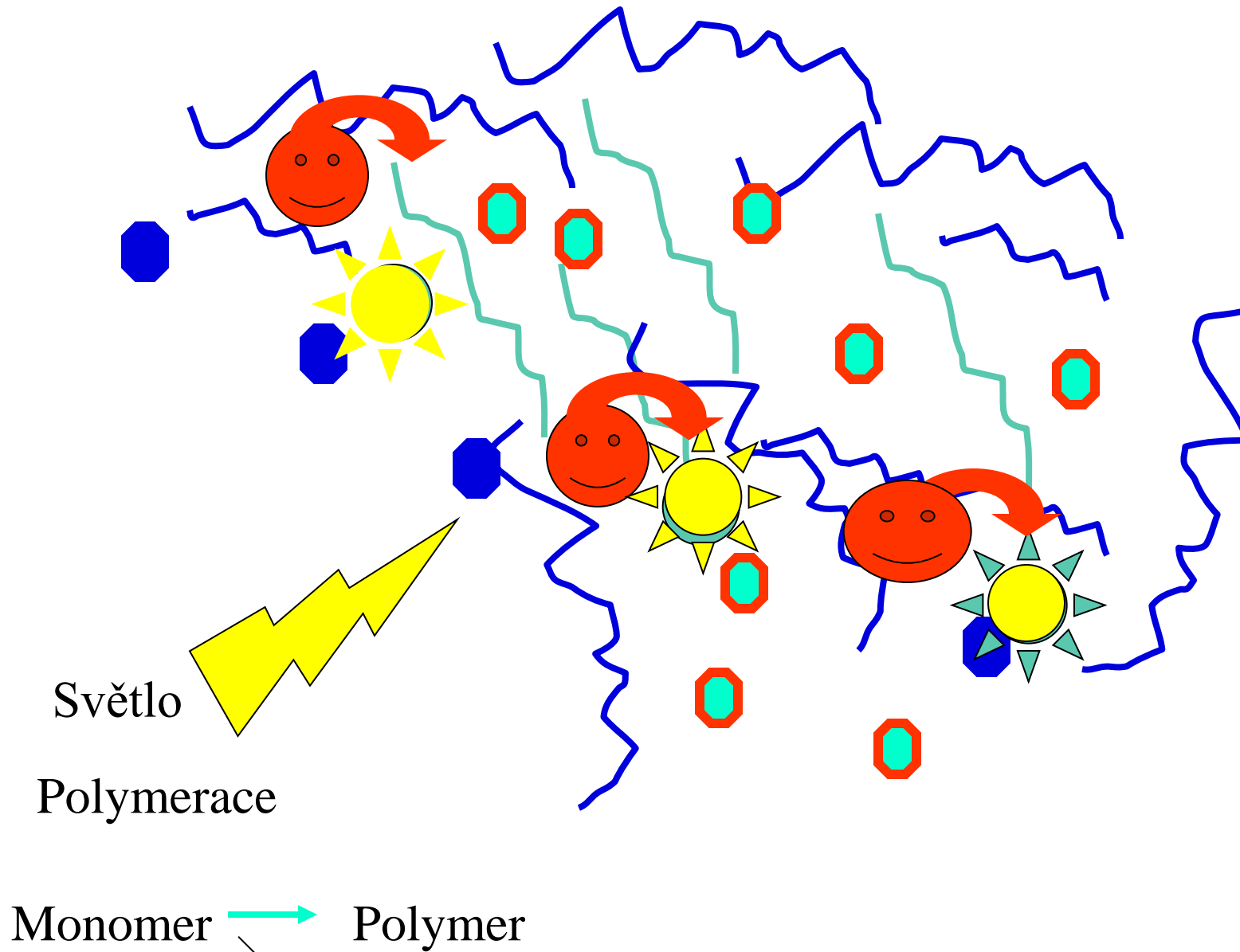
Lehké nanášení je pro naleptanou sklovinu

Vtírání je pro samoleptací systém

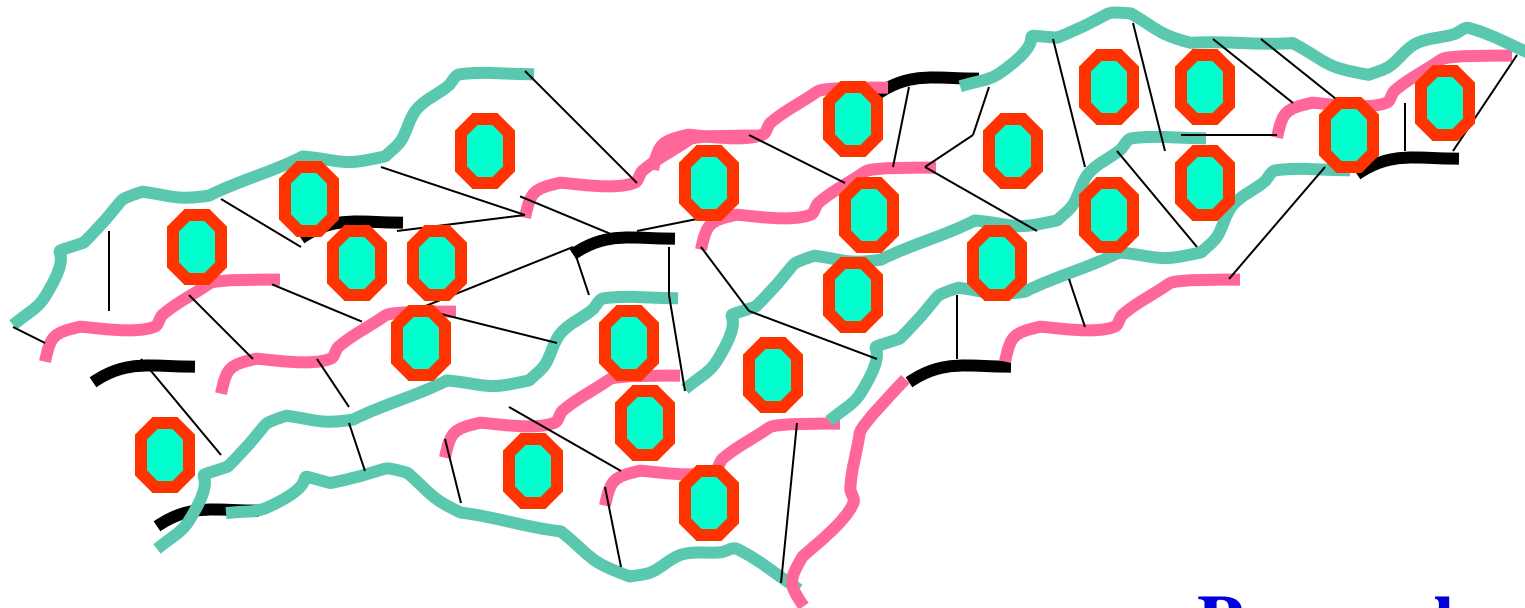


V dentinu platí:

Nanášíme vždy aktivně



Polymerní síť



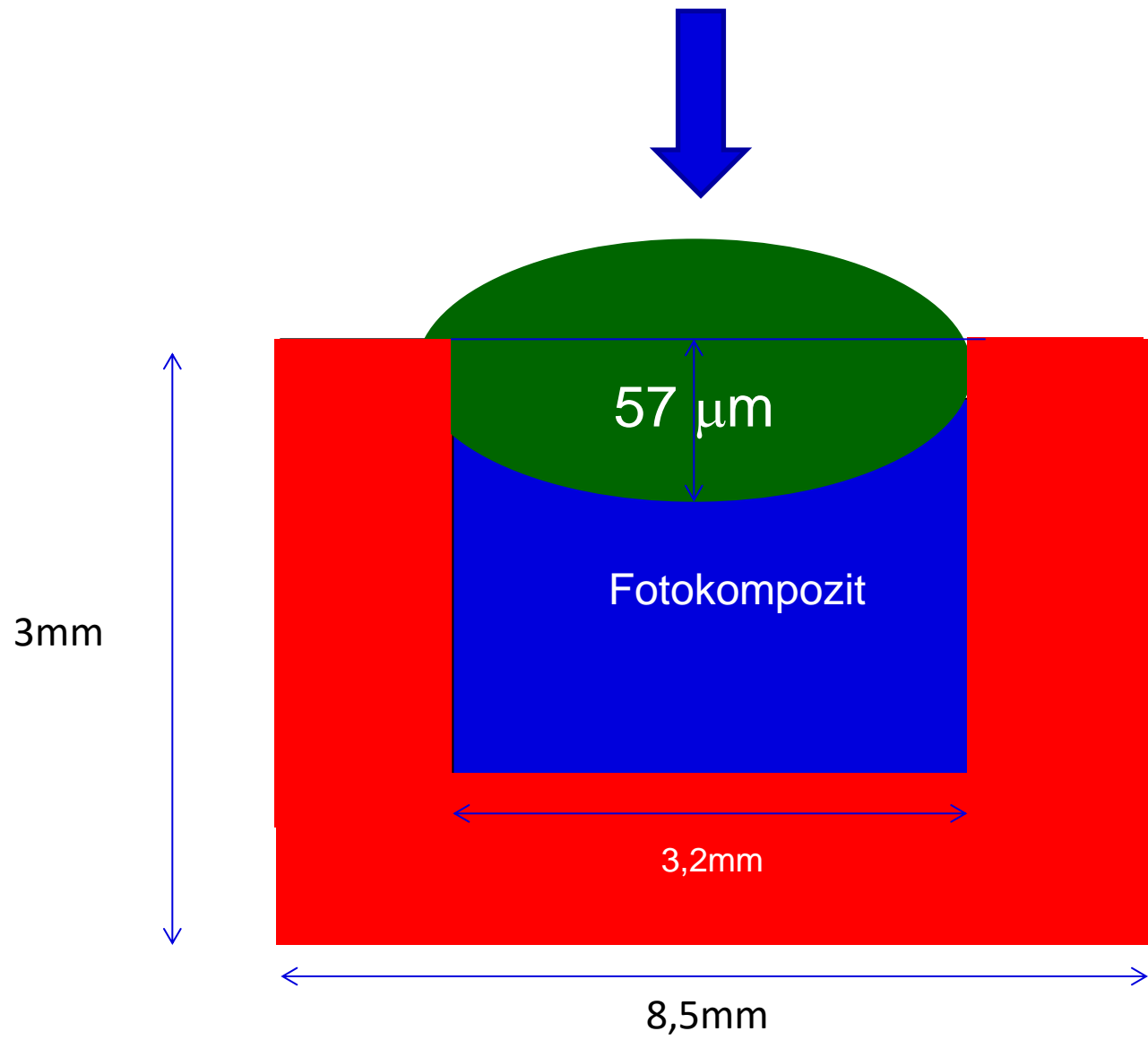
-pregelová fáze (kompozit je ještě plastický, molekuly se spojují vzniká pnutí - gel point -postgelová fáze (uplatňuje se polymerační stres – je ohrožen okrajový uzávěr)

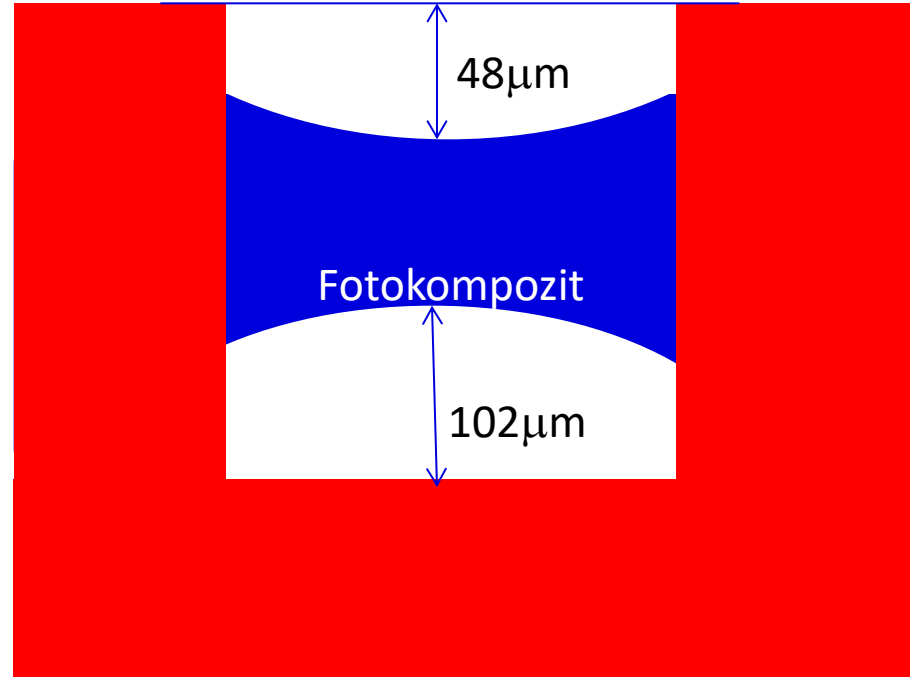
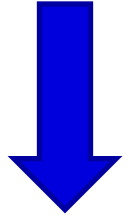
Pre –gel
Gel point
Post -gel

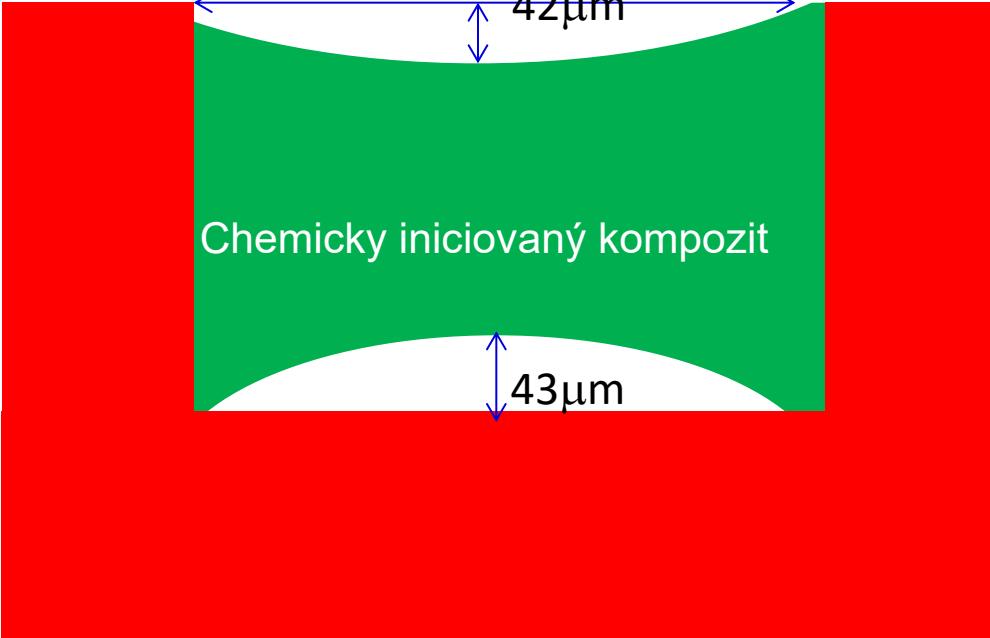
Co se děje při tuhnutí?

- Dochází k polymeračnímu smrštění a pnutí
- Vytvrzování
- Smrštění

Mýtus o směru kontrakce kompozitu







- U chemicky iniciovaných kompozitů je delší pregelová fáze. Gel point nastává později.
Pnutí má možnost se uvolnit!
- U fotokompozitů nastává gel point dříve.
Pnutí má menší možnost se uvolnit.

Velikost polymeračního stresu ovlivňují:

Vlastnosti materiálu

Geometrie kavity

Způsob aplikace

Způsob polymerace

Velikost polymeračního stresu ovlivňují:

Vlastnosti materiálu

Geometrie kavity

Způsob aplikace

Způsob polymerace

Vlastnosti materiálu Hookův zákon:

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$

ε poměrné délkové prodloužení

σ je mechanické napětí.

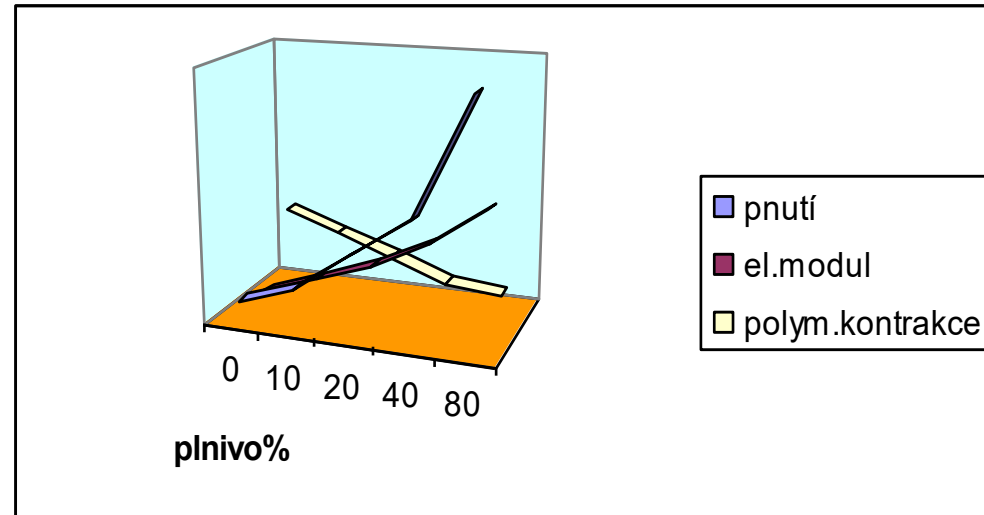


Čím tužší je materiál, tím větší je stres.

Velikost polymeračního stresu ovlivňují

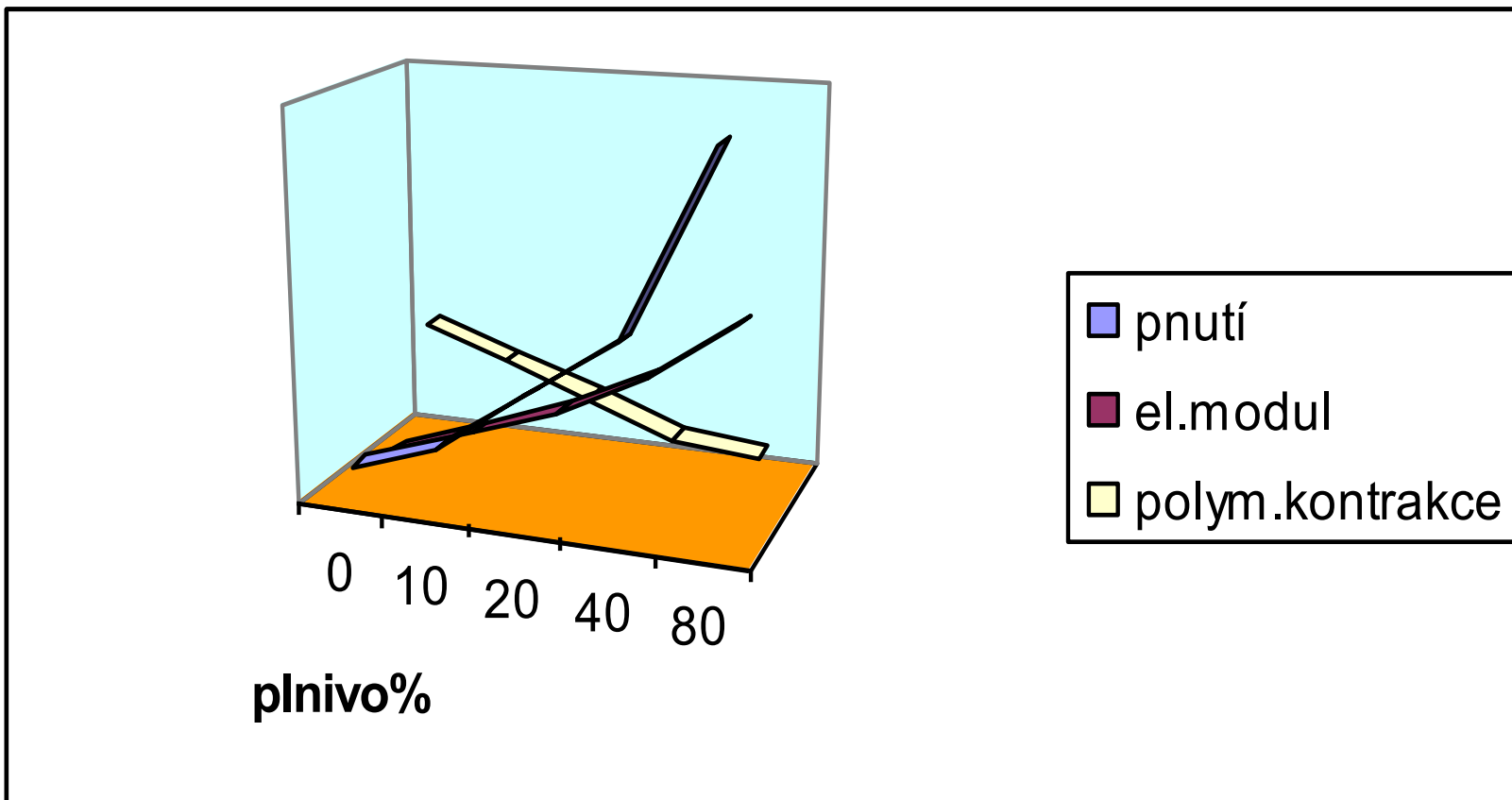
Vlastnosti materiálu

$$\sigma = \varepsilon \cdot E$$



Vliv obsahu plniva na

- pnutí,
- modul elasticity
- stupeň polymerační kontrakce



Vysoký modul elasticity mají tuhé materiály nízký modul elasticity mají méně tuhé (flow) materiály

- Čím více plniva kompozit obsahuje, tím vyšší modul elasticity, a tedy pnutí má.
- Materiály s nízkou viskozitou mají menší modul elasticity, a tedy menší pnutí.

Velikost pnutí ovlivňuje:

Vlastnosti materiálu

Geometrie kavity

Způsob aplikace

Způsob polymerace

Konfigurační faktor – C faktor

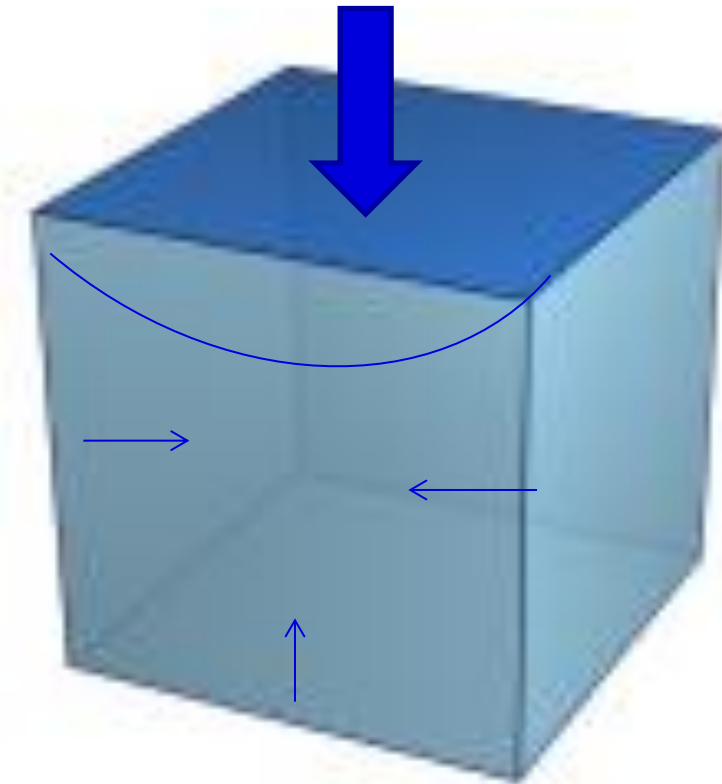
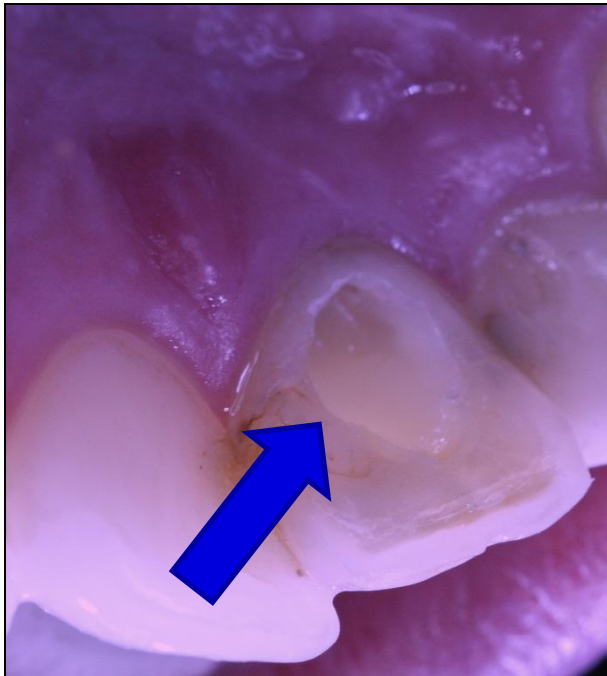
– Plocha adheze / volný povrch výplně

1:1 a méně je optimální

C- faktor

Suma vázané plochy

Suma volné plochy





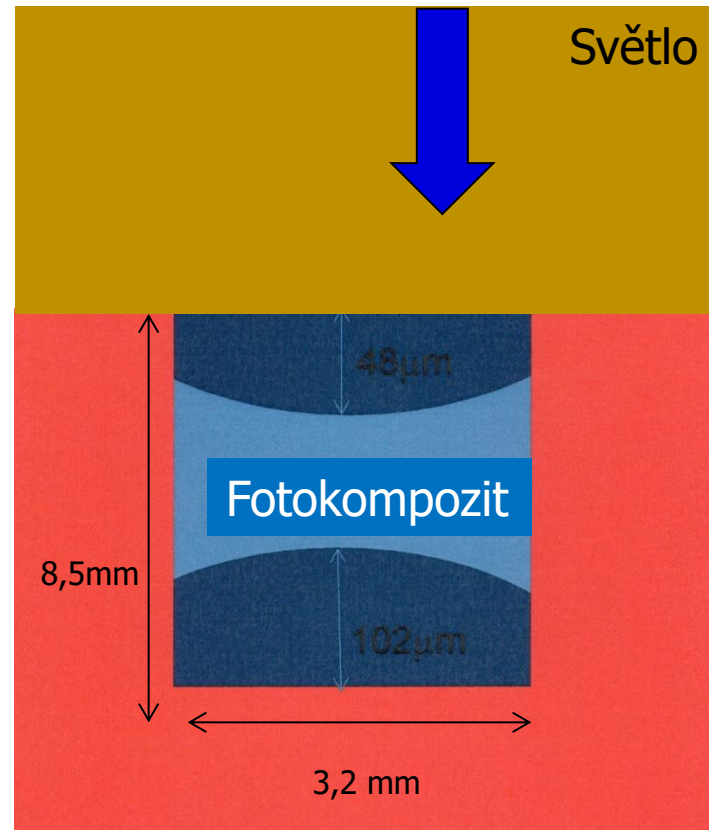
$$5:1=5$$



$$4:2=2$$



$$3:3=1$$



Trhliny ve sklovině, netěsnosti v dentinu



Velikost pnutí ovlivňuje:

Vlastnosti materiálu

Geometrie kavity

Způsob aplikace

Způsob polymerace

Vytvořit první vrstvu tenkou

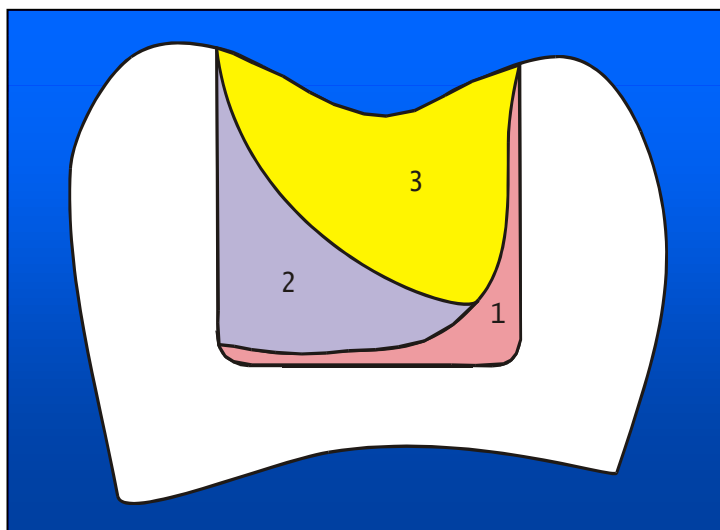
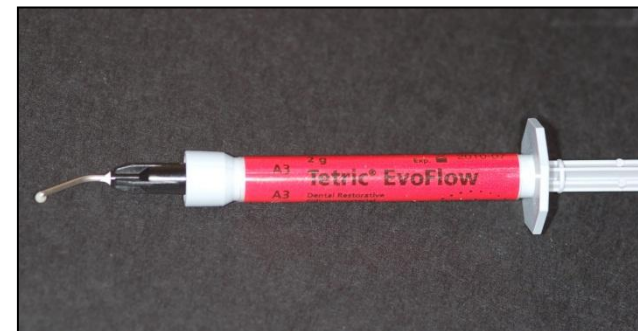
Smrštění tenké vrstvy – minimální pnutí

**Přispívá k lepší polymeraci polymerace
adheziva vzdušným kyslíkem**

Představuje velký povrch – pnutí se rozloží

**Tvoří elastické rozhraní – tlumí působení pnutí
dalších vrstev.**

PRVNÍ VRSTVA FLOW – Adaptace výplně ke stěnám, ochrana adhezivního spoje



Vrstvení materiálů

Vždy ponecháme
co největší volný povrch
tj. respektujeme C-faktor každého
místa kavity.

Velikost pnutí ovlivňuje:

Vlastnosti materiálu

Geometrie kavity

Způsob aplikace

Způsob polymerace

Jak polymerovat ?

Prodloužit pregelovou fází

Soft start?

Faktory ovlivňující kvalitu vazby

1) Leptání

Příliš dlouhé leptání zasahuje hlubší struktury skloviny, ztěžuje pronikání pryskyřice na hranici neleptané tkáně

Aktivují se enzymy – metaloproteinázy, které rozkládají kolagen.

Faktory ovlivňující kvalitu vazby

2) Sušení

Přesušení dentinu po leptání způsobuje kolaps kolagenní dentinové sítě a dramaticky snižuje vazebnou sílu



Faktory ovlivňující kvalitu vazby

3) Doba aplikace

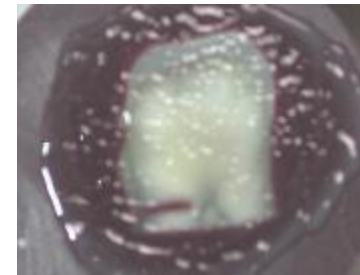
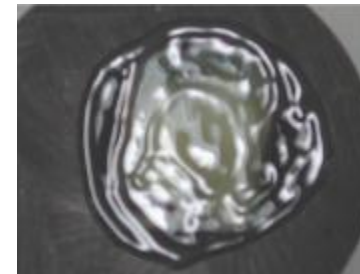
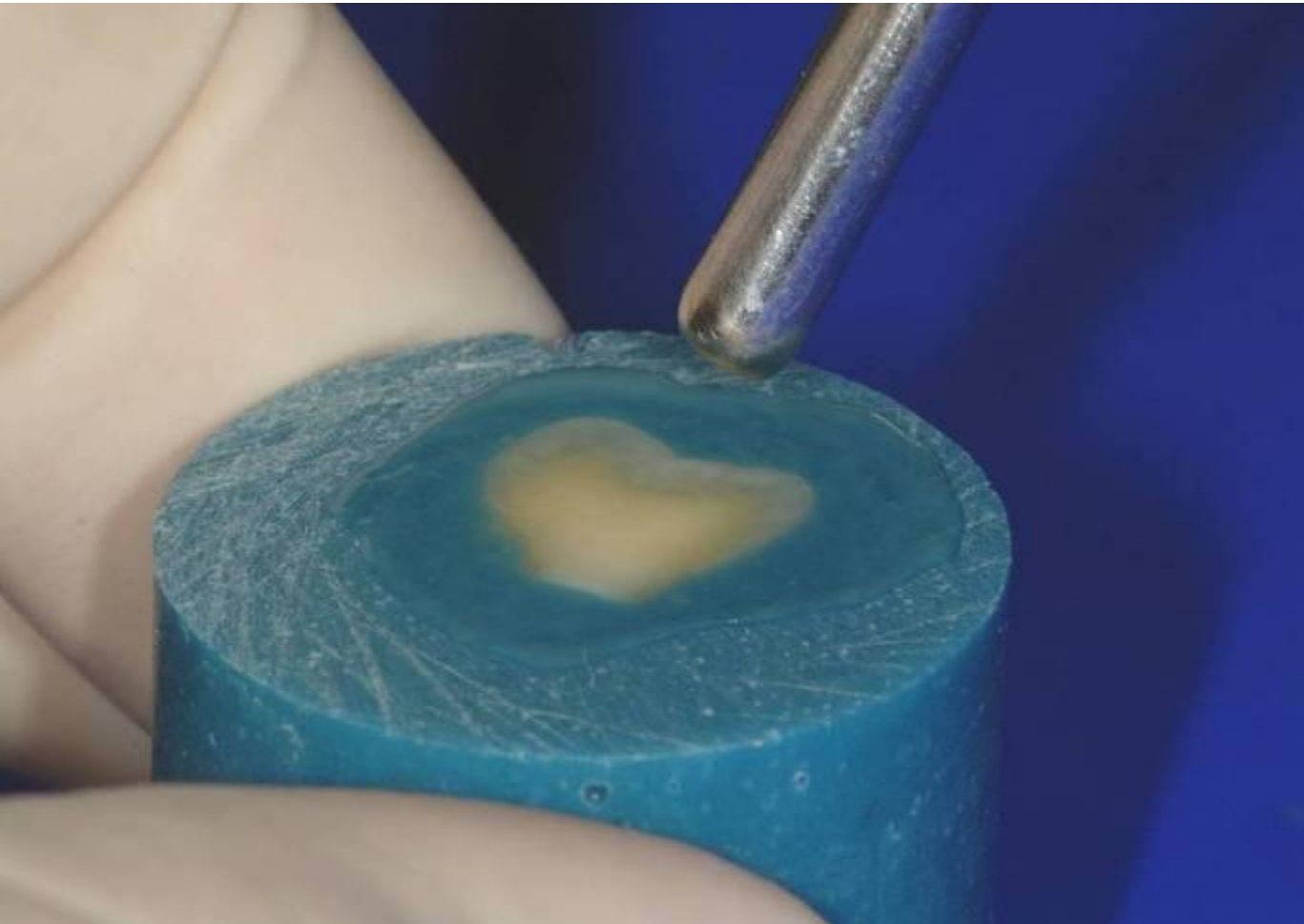
Příliš krátká doba aplikace nedovolí dokonalé odpaření rozpouštědla a kompletní hybridizaci. Kritické zejména pro samoleptací systémy.

Faktory ovlivňující kvalitu vazby

4) Rozfoukání

**Příliš tenká vrstva adheziva nedovolí úplnou Polymeraci díky inhibici vzdušným kyslíkem.
Příliš silná vrstva může obsahovat ještě rozpouštědlo.**

Je třeba dosáhnout
translucence



Faktory ovlivňující kvalitu vazby

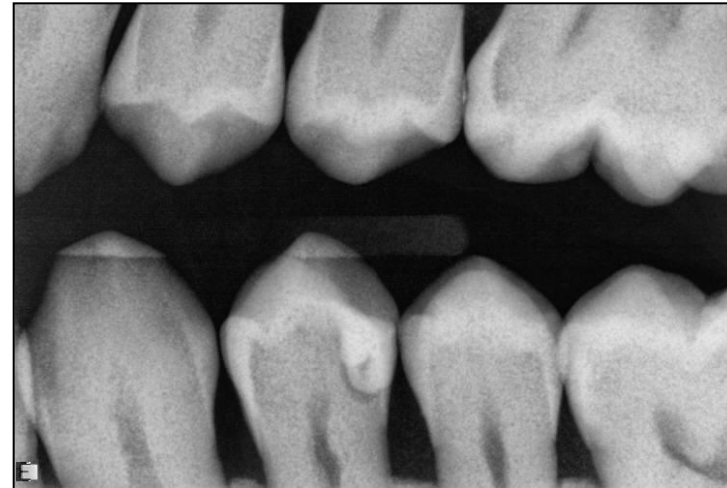
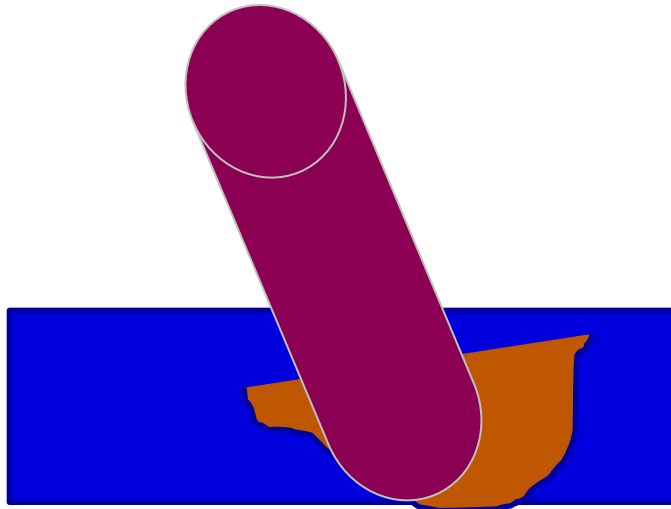
5) Fotopolymerace

Příliš krátké nebo nedokonalé svícení způsobuje nedokonalou polymeraci materiálu a jeho nižší soudržnost může být příčinou pooperační senzitivity.

Faktory ovlivňující kvalitu vazby

6) Aplikace kompozitu

Nedokonalá kondenzace kompozitu vede k netěsnostem ve výplni



Faktory ovlivňující kvalitu vazby

7) Kontaminace

Krev, Sulkulární tekutina

Aj.....



Faktory ovlivňující kvalitu vazby

8) Znehodnocené adhezivum

Po expiraci, po odpaření rozpouštědla.

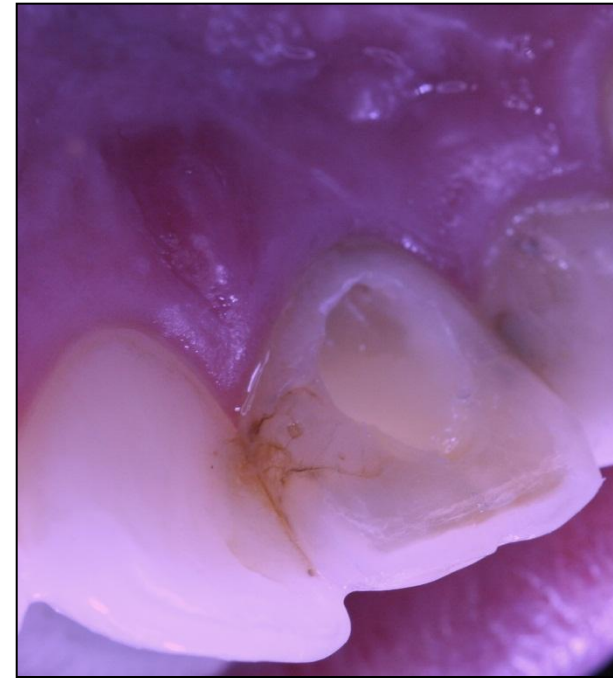
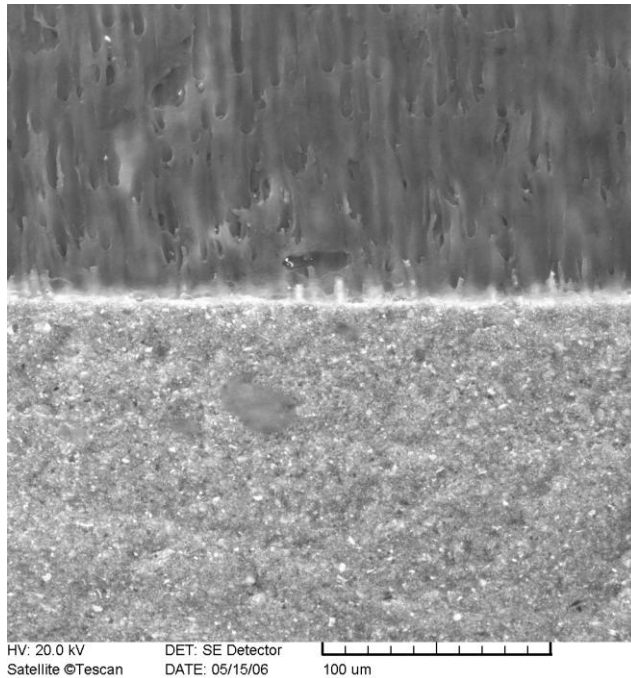


Faktory ovlivňující kvalitu vazby

9) Polymerační smrštění

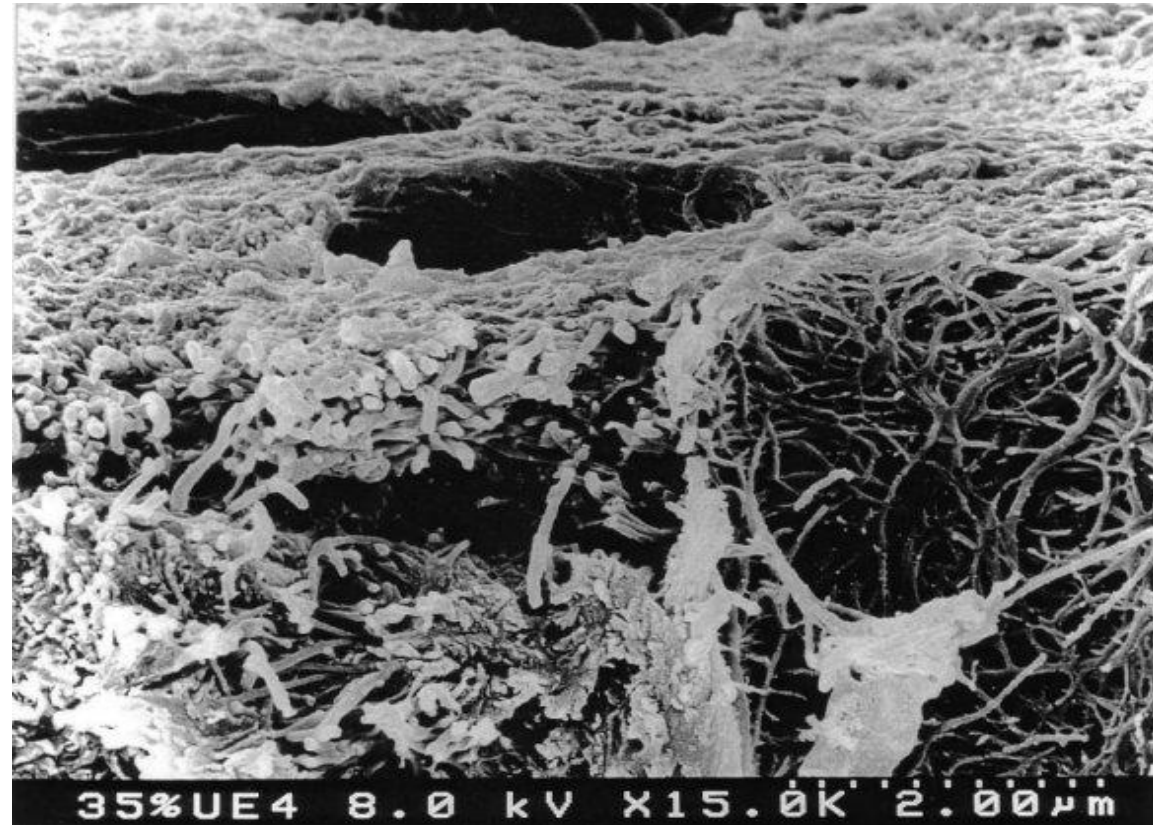
Faktory ovlivňující kvalitu vazby

10) C - faktor



Faktory ovlivňující kvalitu vazby

11) Autodegradace kolagenu dentinu



- Rozsáhlá plocha skloviny – spíše TEA
- Rozsáhlá plocha dentinu – spíše SEA
- Selektivní bonding

Závěr

- Kompozitní materiály lze připojit k zubním tkáním kvalitně a dlouhodobě.