

AFM ANALÝZA DENTINOVÉHO POVRCHU

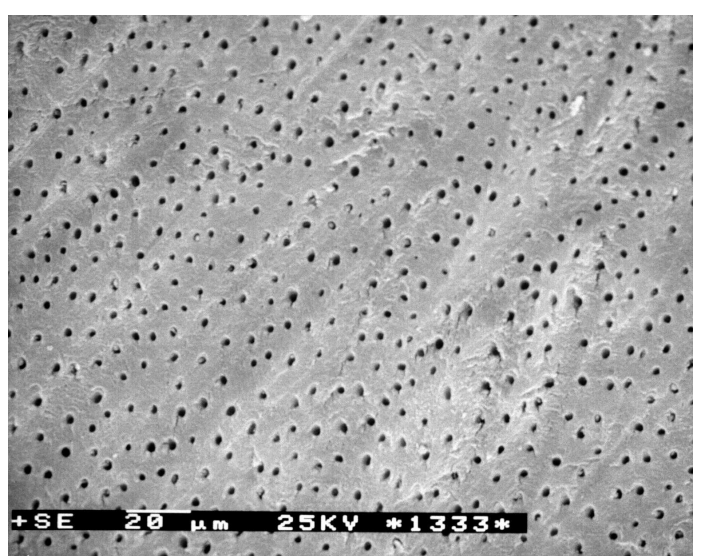
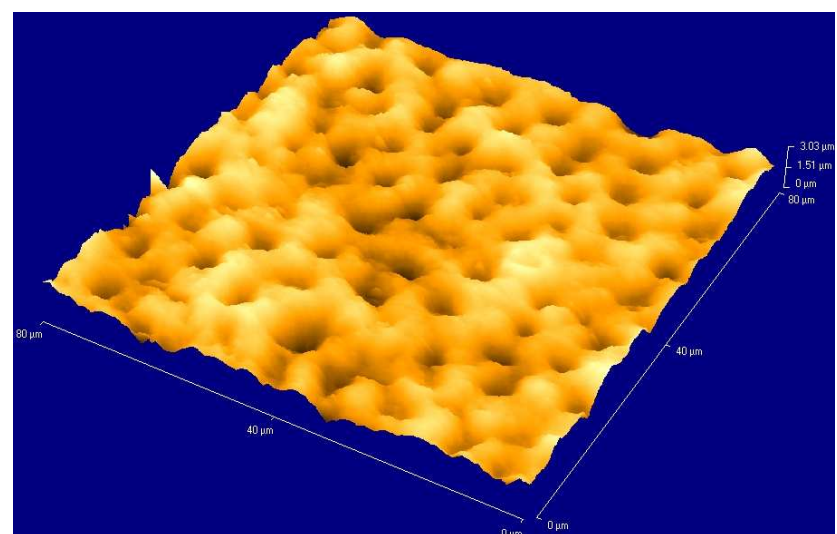
Zdeňka Zapletalová¹, Roman Kubínek², Milan Vůjtek², Radko Novotný³, Hana Chmelíčková⁴, Jan Peřina⁴, Hana Kolářová⁵

1 I.Stomatologická klinika Fakultní nemocnice a Lékařské fakulty UP v Olomouci
2 Katedra experimentální fyziky Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
3 Pracoviště elektronové mikroskopie Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci
4 Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého a Fyzikálního Ústavu AV ČR
5 Ústav lékařské biofyziky Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci



ÚVOD

Dentinová hypersenzitivita je stav bolesti, kdy je exponovaný povrch dentinu citlivý k intraorálním stimulům, považovaným normálně za neškodné. K odhalení dentinu dochází po ztrátě skloviny nebo cementu či při dehiscenci v oblasti cementosklovinné hranice. Senzitivita dentinu je jedním z nejbolestivějších a špatně léčitelných chronických stavů zubu. Hypersenzitivita je nejčastěji spojena s vestibulárními cervikálními oblastmi zubu, a proto se v praxi můžeme setkat s označením "citlivé zubní krčky". Bolest sruzená s dentinovou hypersenzitivitou může být přítomna u jednoho zubu nebo se může týkat většího počtu zubů.



dentinové tubuly zobrazené v AFM
sken 80x80 μm

dentinové tubuly zobrazené v SEM
sken 250 μm

Desenzibilizační postupy a prostředky k zabránění bolestivých stimulů

Dočasné:

- pečetění dentinových tubulů vhodnými pečativy,
- alterace obsahu tubulů prostřednictvím koagulace, proteinové precipitace nebo vytvořením kalciového komplexu.

Dlouhodobé:

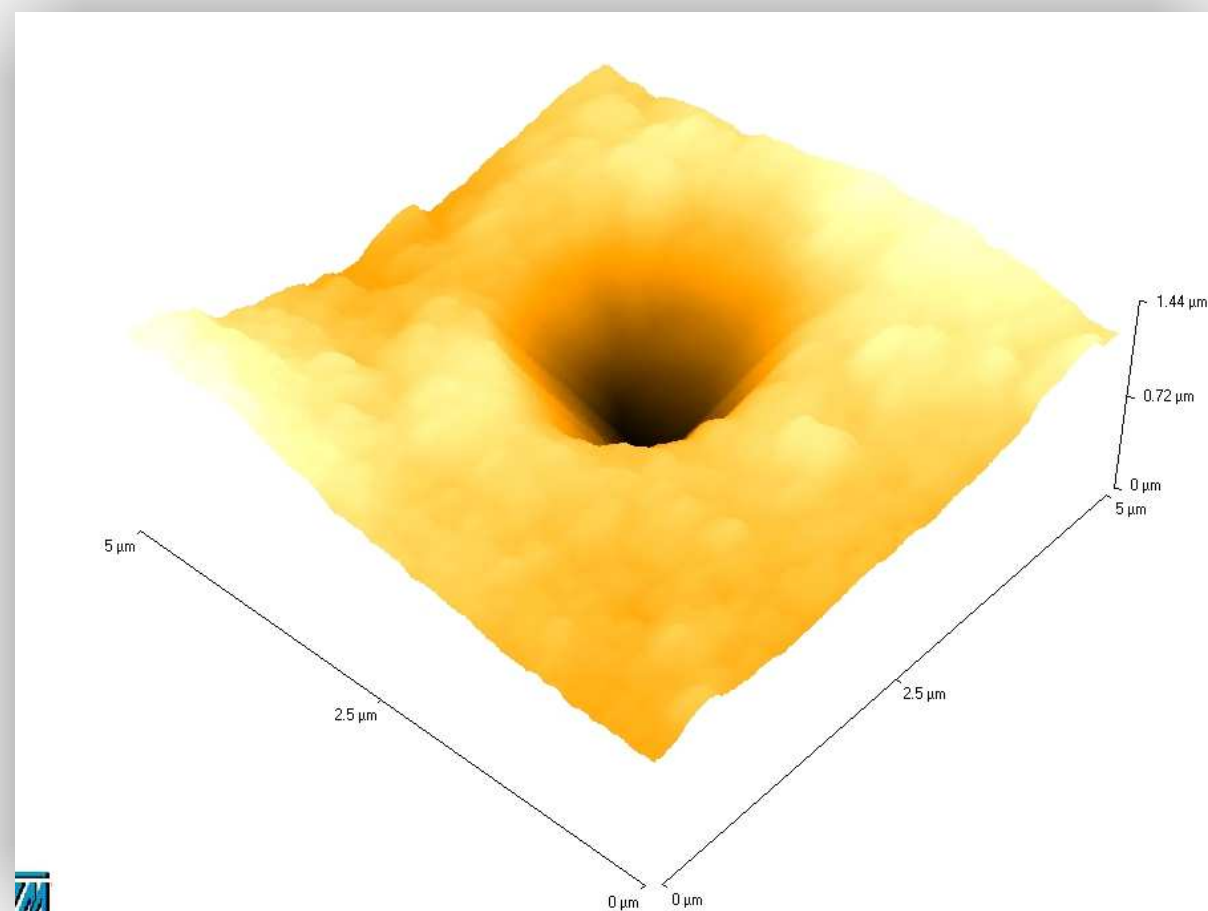
- Vystavení dentinu účinkům CO₂ laseru nebo Neodymium Yttrium-Aluminium-Garnet (Nd:YAG) laseru.
- Dojde k roztavení povrchové vrstvy dentinu. Dentin se mění v pevnou hmotu s hladkým a neporézním povrchem.

Parametry speciálních dentálních laserů:

Contact laser DCL-8, SLT Co., Tokyo, Japan
Maximální výkon 20 W, aplikovaný 1W.
Frekvence pulzů 10 Hz až 20 Hz,
délka pulzu 100 až 300 μs (0,1 až 0,3 ms),
Energie v pulzu od 10 do 200 mJ.

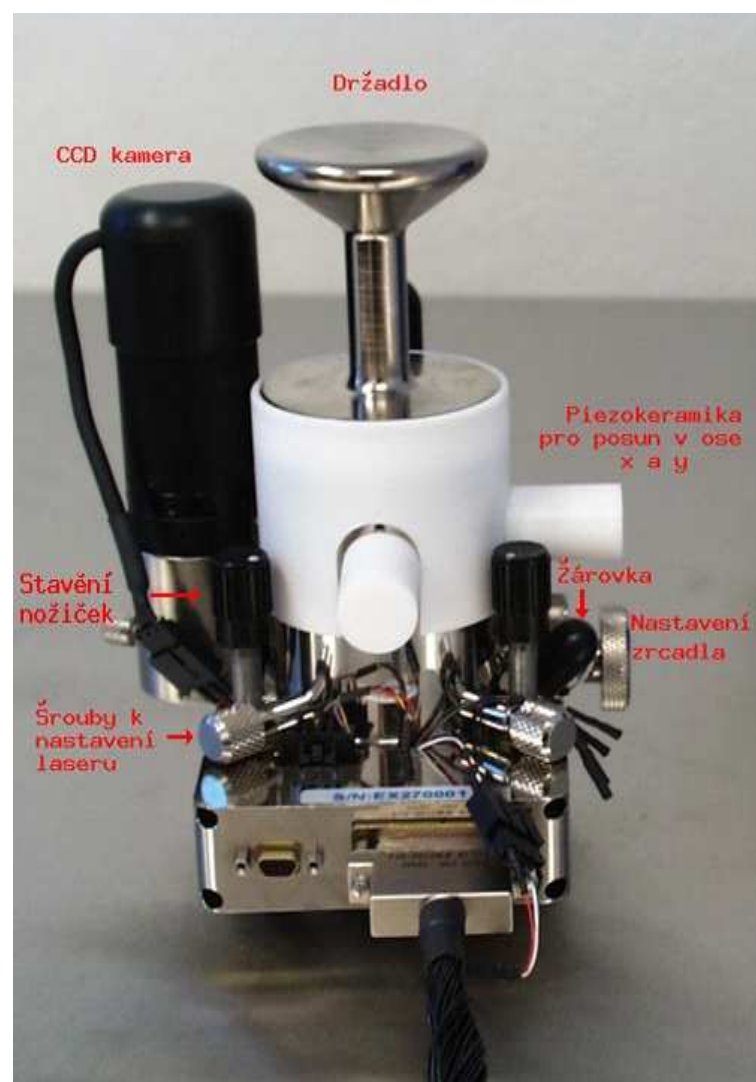
Aplikace:

ruční skenování stopy svazku po povrchu po dobu několika sekund kontaktním aplikátorem, napojeným na optické vlákno o průměru 0,386 mm.



Naše experimentální zařízení:

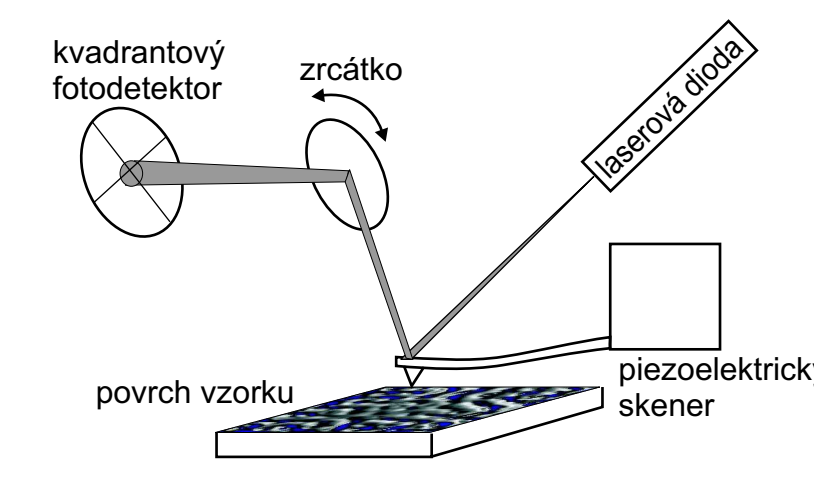
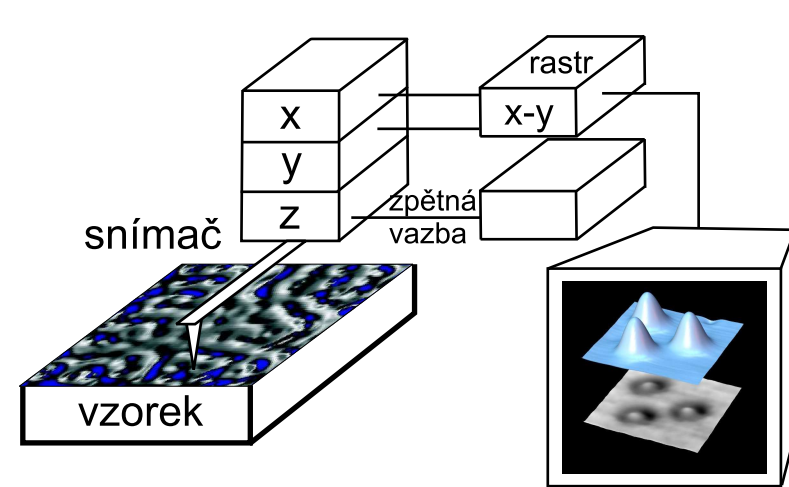
Laser KLS 246 LASAG (Švýcarsko)
Nd:YAG laser s emisí záření o $\lambda = 1064 \text{ nm}$.
Používaný výkon 1 až 2 W.
Preferovaný pulzní režim s energií v pulzu 10 až 100 mJ při 10 až 20 pulzech za sekundu. Průměr svazku v ohnisku 0,3-0,4 mm, nebo při použití vlákna 0,4 mm.
Ruční kontaktní skenování nahrazeno v experimentech programově řízeným pohybem vzorku vůči ohnisku laserové hlavy. Byly naprogramovány meandrovité přejezdy s procentem překrytí od 0 do 50 %. Při frekvenci 15 Hz je překrytí řízeno rychlostí posuvu.



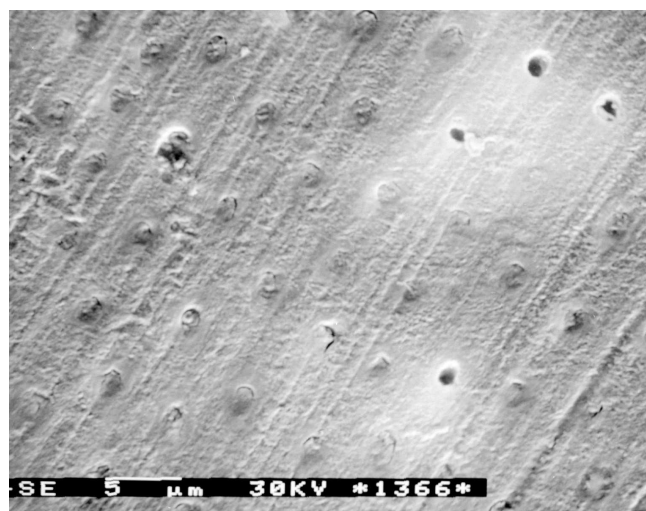
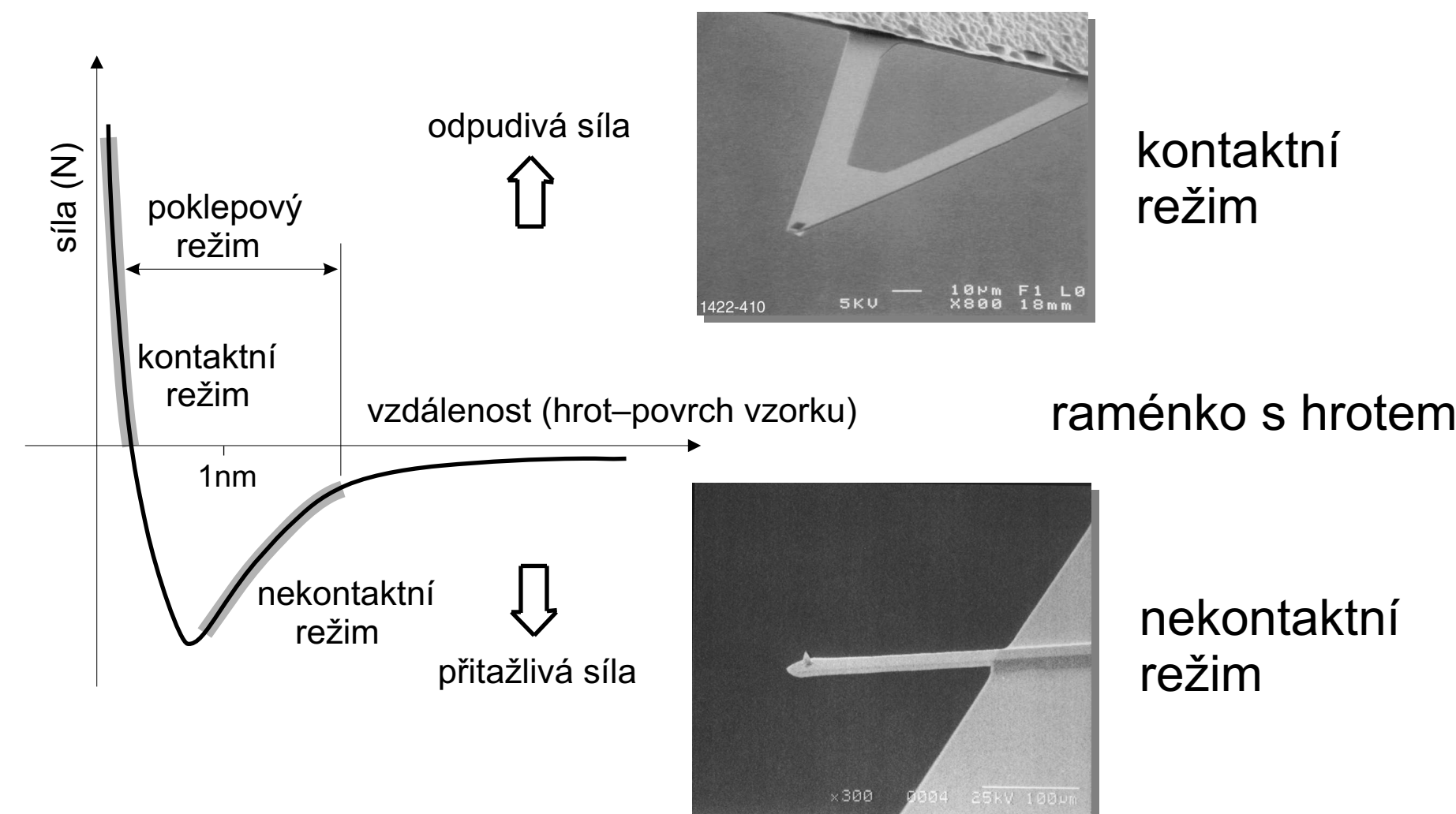
spodní pohled

Detail nezataveného dentinového tubulu AFM analýza, sken 5x5 μm

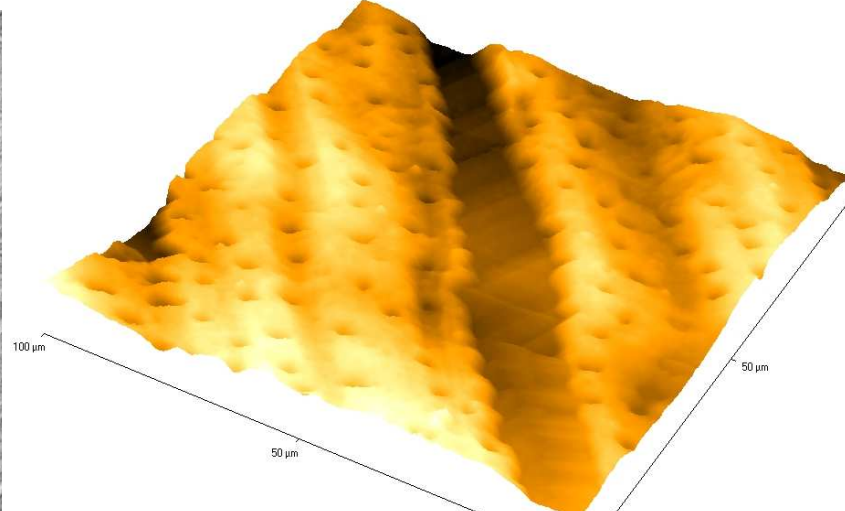
Mikroskop atomárních sil Explorer (ThermoMicroscopes, Veeco, USA)



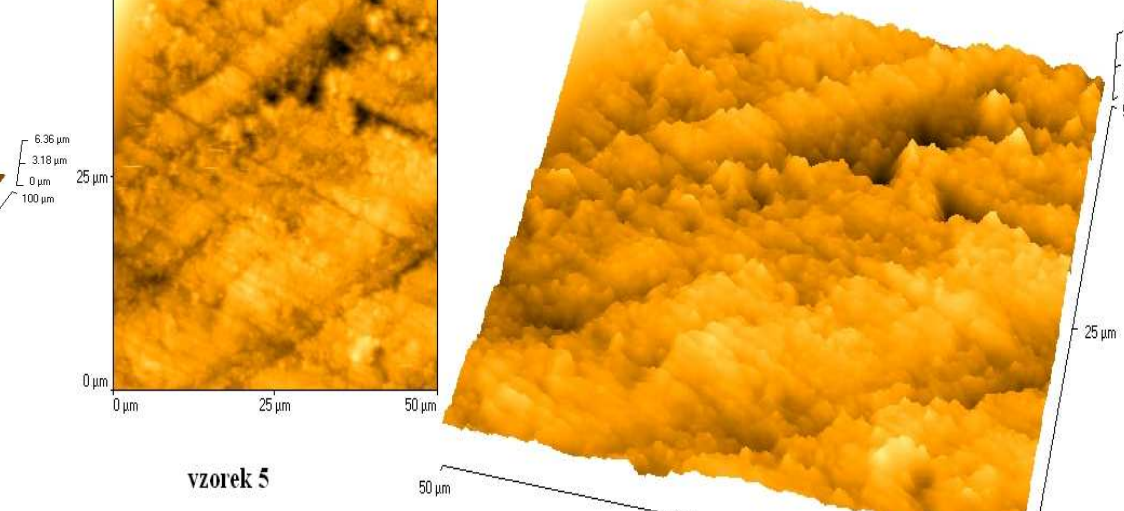
princíp metod SPM
mikroskopie skenující sondou
schema detekce v AFM



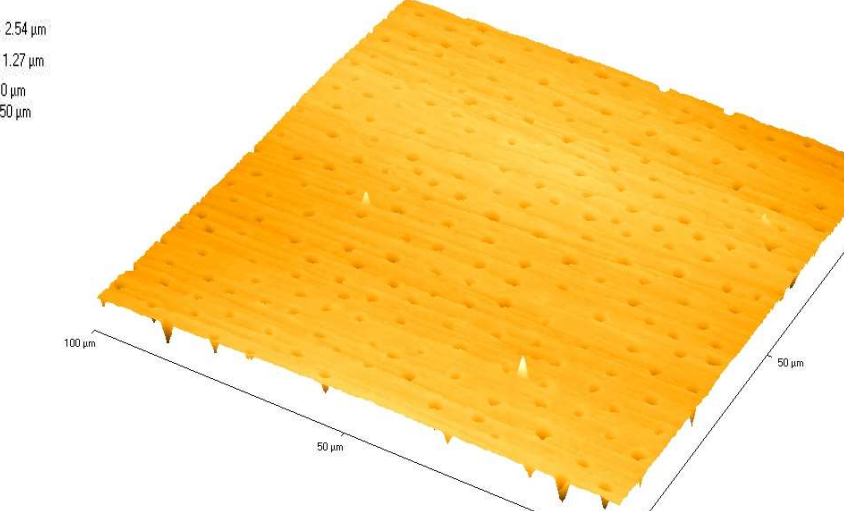
povrch dentinu se "smear layer"
SEM, marker 5 μm



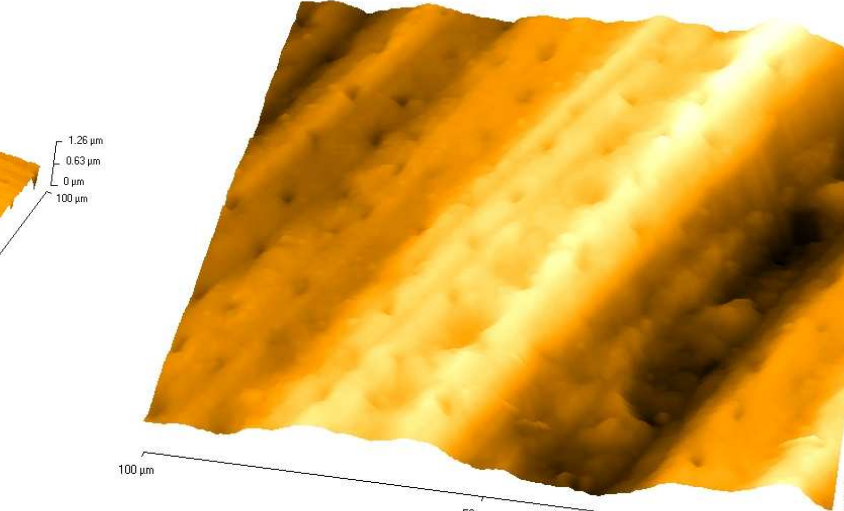
rýhy po broušení povrchu
sken 100x100 μm



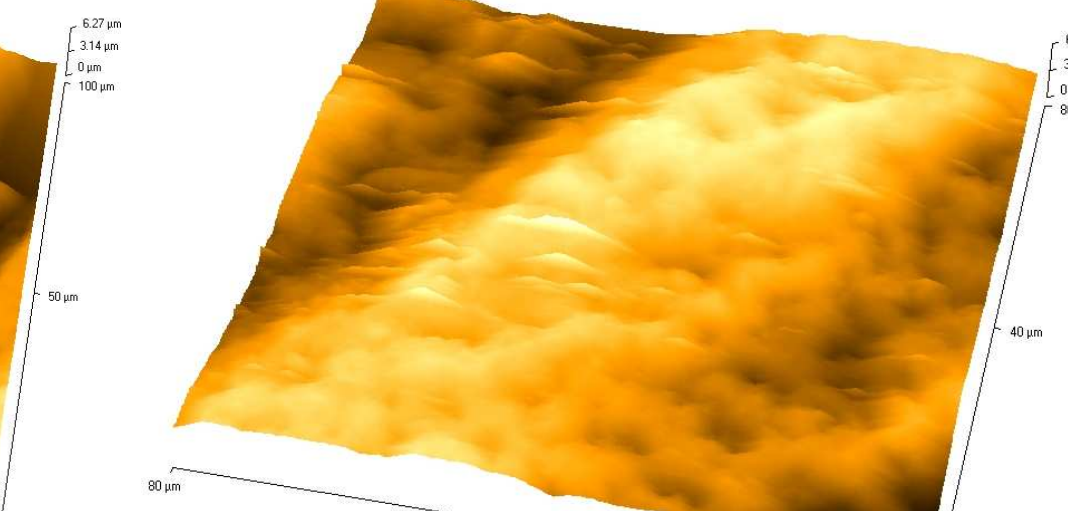
zbytky barviva na povrchu
sken 50x50 μm



dobře připravený povrch
sken 100x100 μm



energie 150 mJ/pulz
sken 100x100 μm



energie 200 mJ/pulz
sken 100x100 μm
bez barviva

Interakce laserového záření s dentinovou tkání

Záření Nd:YAG laseru s $\lambda = 1064 \text{ nm}$ nemá silný ablativní účinek a je proto vhodné pro modifikaci dentinového povrchu. Zdravý dentin vykazuje jen nízkou absorpci laserového záření. To je však schopno pronikat hlouběji a potenciálně ohrožovat pulpu zubu. Při interakci se tkáň zahřívá a tavi se hydroxyapatitová struktura zuboviny. Po schlazení se tak vytvoří hladký a neporézní povrch, který může částečně nebo totálně obliterovat dentinové tubuly. Žádoucí je přitom taková úprava, kde se nevyskytují mikropřaskliny, nebo dokonce nekroza či karbonizace tkáně.

Hloubka pečetění dosažená Nd:YAG laserem s výkonem 30 mJ/pulz při 10 pulzech za sekundu je maximálně 4 μm. Celková doba ozařování dentinu nepřekračuje 2 min. Pokud použitá energie překročí práh 100 mJ/pulz při 15 pulzech za sekundu, objevují se v dentinu mikropřaskliny.

Pro zvýšení absorpce energie laserového záření na povrchu tkáně, z důvodu zabránění penetrace k zubní dřeni, se používá např. karmínové indigo, které má vhodné absorpční spektrum, korespondující s vlnovou délkou laseru.

Příprava dentinového povrchu

- Příprava 3 mm vysokého dentinového disku z extrahovaných lidských třetích molárů bez kazu. Ozařování koronární plochy disku pro zajištění relativně rovného povrchu.
- Odstranění "smear layer" leptáním kyselinou polyakrylovou nebo fosforečnou (méně vhodné), nebo leštění papírovými disky Sof-Lex s následným čištěním v ultrasonické lázni (15 min.).

Zkušenosti z expozice dentinového povrchu zářením Nd:YAG laseru

- Expozice dentinových vzorků připravených podle původní metodiky energiemi 100-200 mJ na pulz, při době trvání pulzu 0,3 ms, s umístěním vzorku v ohnisku svazku, bez použití barviva.
- Expozice opakované s energiemi do 50 mJ na pulz s využitím barviva na povrchu.
- Vhodnost použití menší stopy svazku v ohnisku (0,2 mm) při naprogramování pohybu ohniska bez výraznějšího překryvu.