

# Patologie v éře digitalizace a umělé inteligence

Rudolf Nenutil

Masarykův onkologický ústav

Poděkování sponzorům



a speciální poděkování MUDr. Michalu Tichému, PhD.

# Patolog není soudní lékař

## tohle **neděláme**:

- Ohledání nebožtíků na místě činu
- Pitvy zemřelých mimo nemocnici
- Kriminologické analýzy
- Molekulárně genetické analýzy k identifikaci, stanovení otcovství apod.

# Co patolog dělá



Obecně: diagnostická vyšetření s morfologickou korelací

- Patologicko - anatomické pitvy .....15%
- Histologické vyšetření .....60%  
– včetně peroperačního („zmrzláky“)
- Cytologické vyšetření .....20%
- Molekulární a genetické vyšetření ...  
5%

V ČR dnes pracuje cca 400 patologů/patoložek

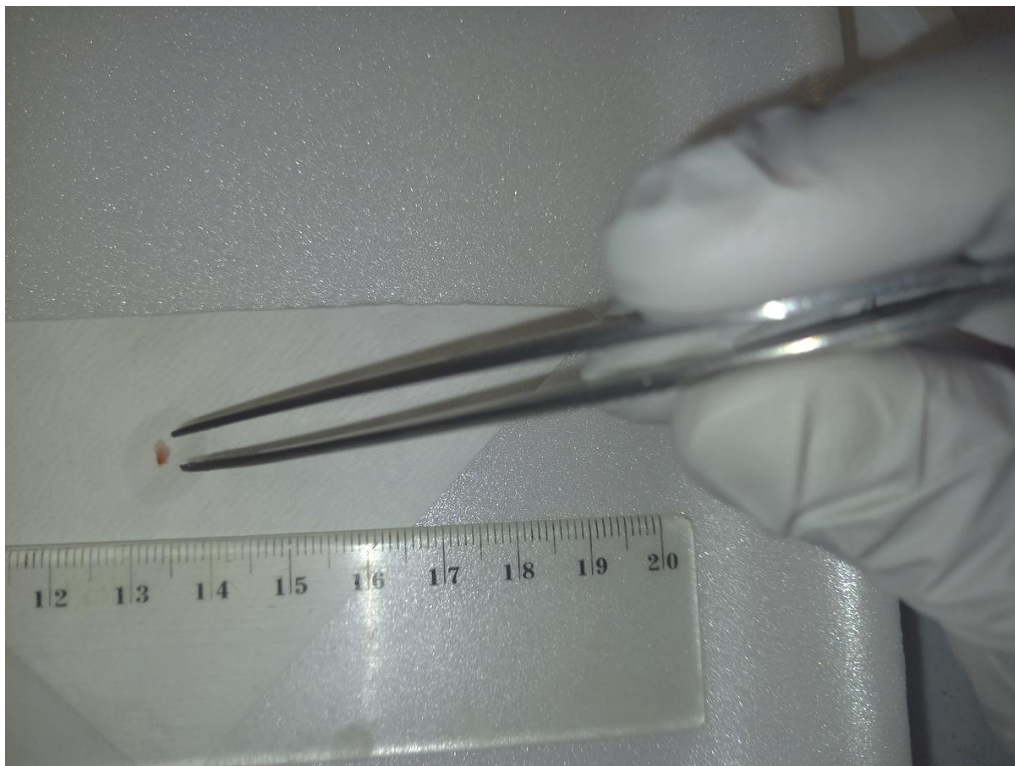
# Co vyšetřujeme:

- Všechno co chirurgové vyříznou z těla (orgány, zvětšené uzliny, nádory..)
- Diagnostické punkce (podezřelá ložiska v prsu, plicích, játrech, měkkých tkáních, prostatě, slinivce, ledvinách...)
- Odběry ze žaludku a dvanáctníku (záněty, nádory, celiakie..)
- Odběry ze střeva (polypy, záněty)
- Kožní excize (diagnóza, nádory)
- Gynekologické a jiné cytologie
- Odběry z myokardu a ledvin po transplantaci (odhojování štěpů)

# Proč to vyšetřujeme:

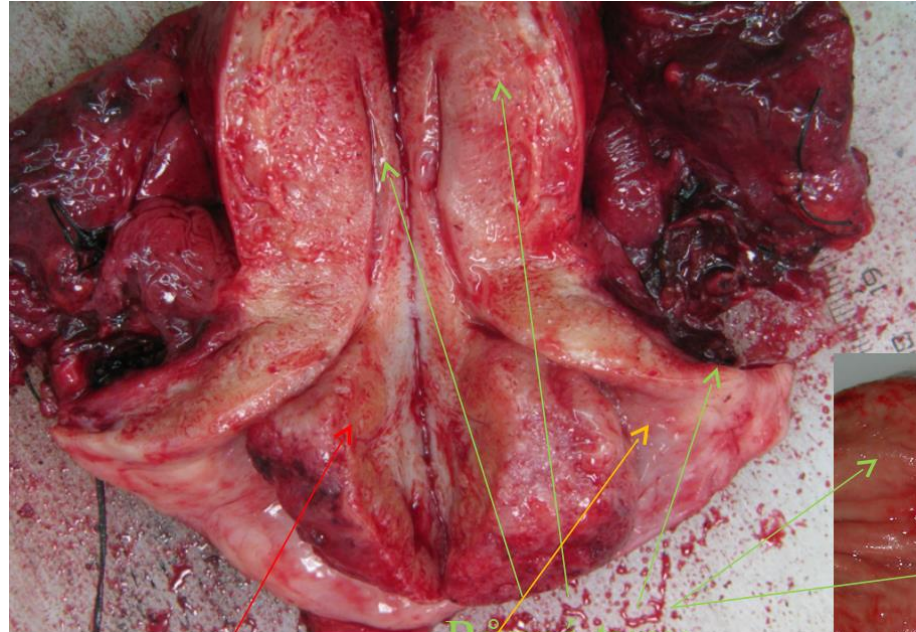
- Stanovení diagnózy
- Screeningové programy
- Stanovení rozsahu onemocnění
- Odhad prognózy pacienta
- Předpověď odpovědi na specifickou léčbu (morfologie + molekulární vyšetření)
- Monitorování stavu onemocnění

Od špendlíkové hlavičky po...

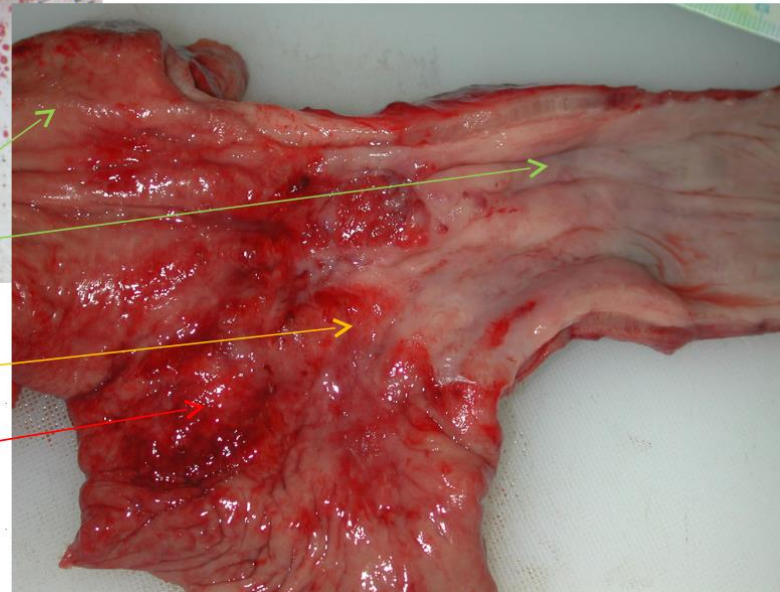




# Vyšetření chirurgického resekátu



Orgán nebo orgánový  
komplex zasláný k  
vyšetření

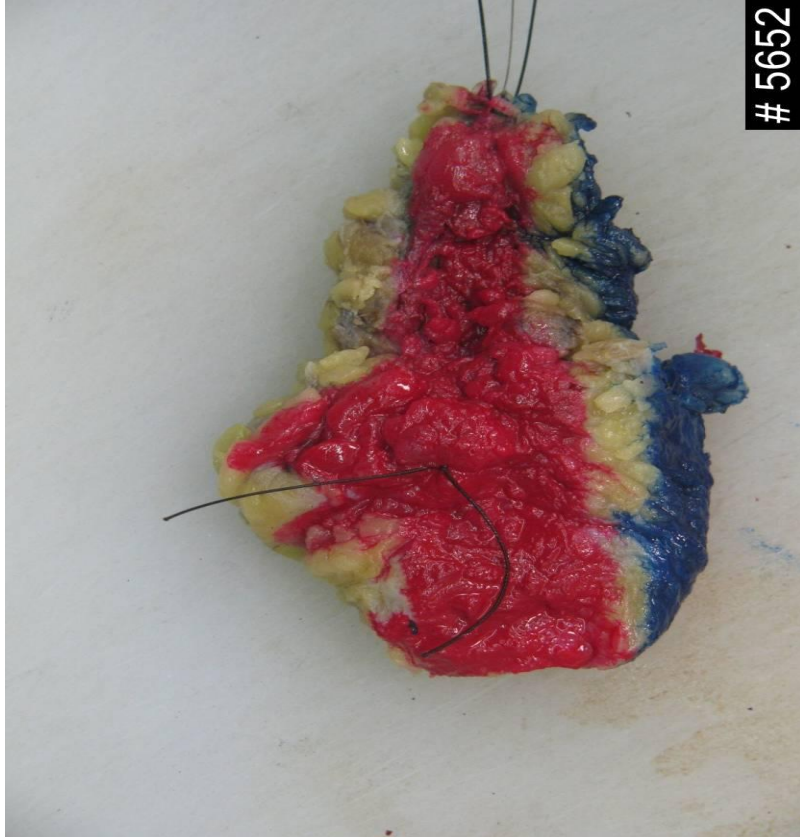


Nádor

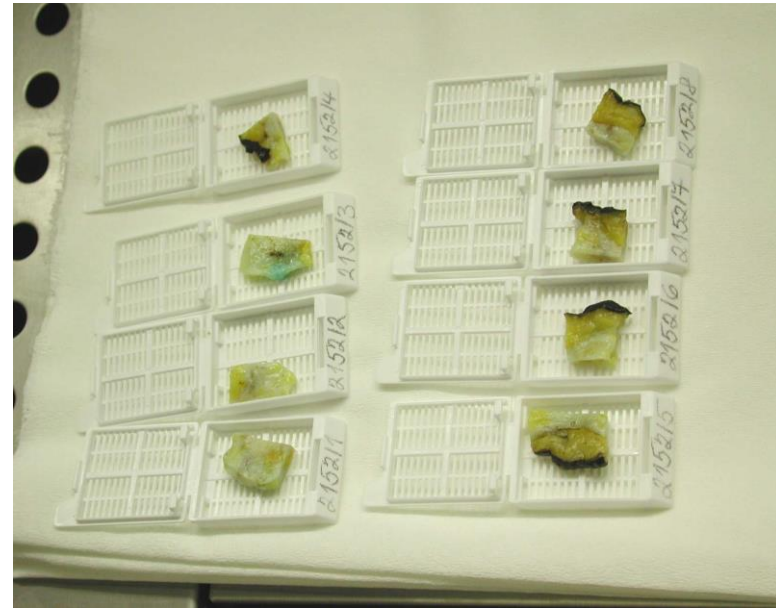
Tkáň  
prekancerózy

Různé typy  
normální  
tkáně

# Zpracovat s označením okrajů

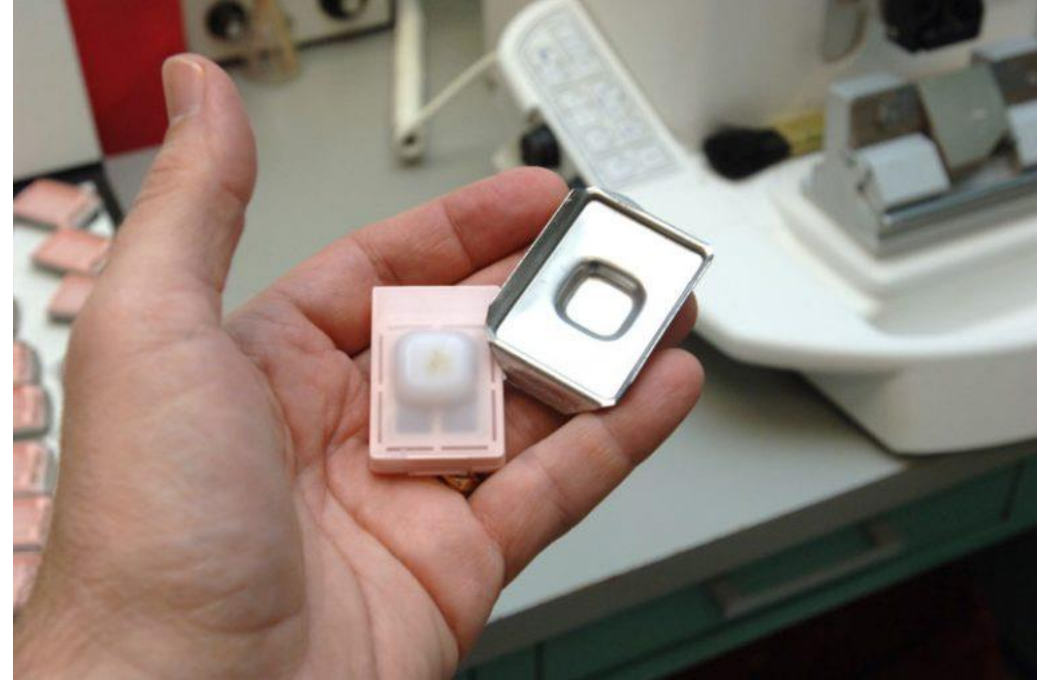
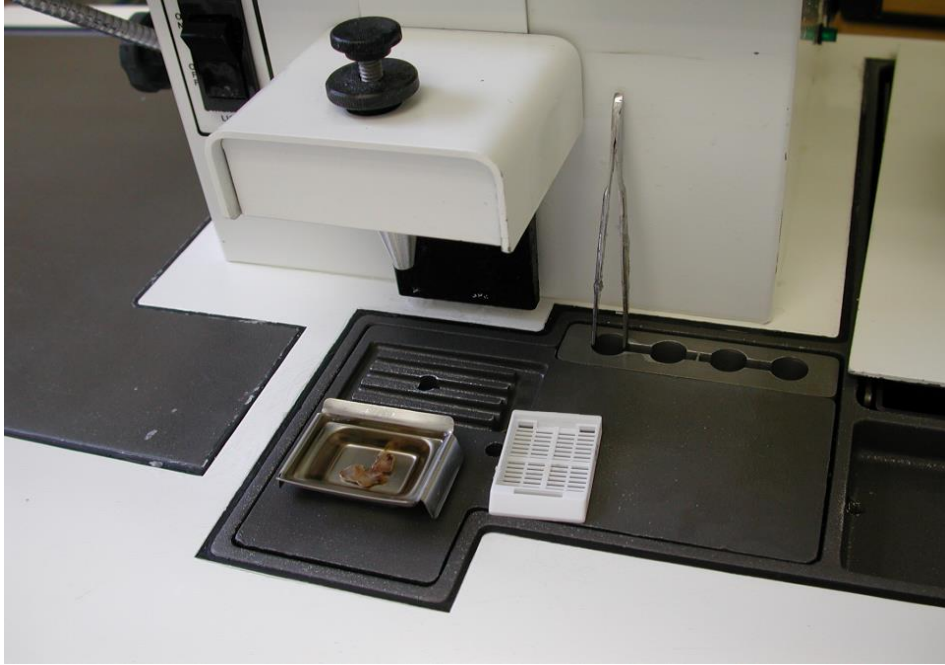


# Rozřezat na kousky do kazetek

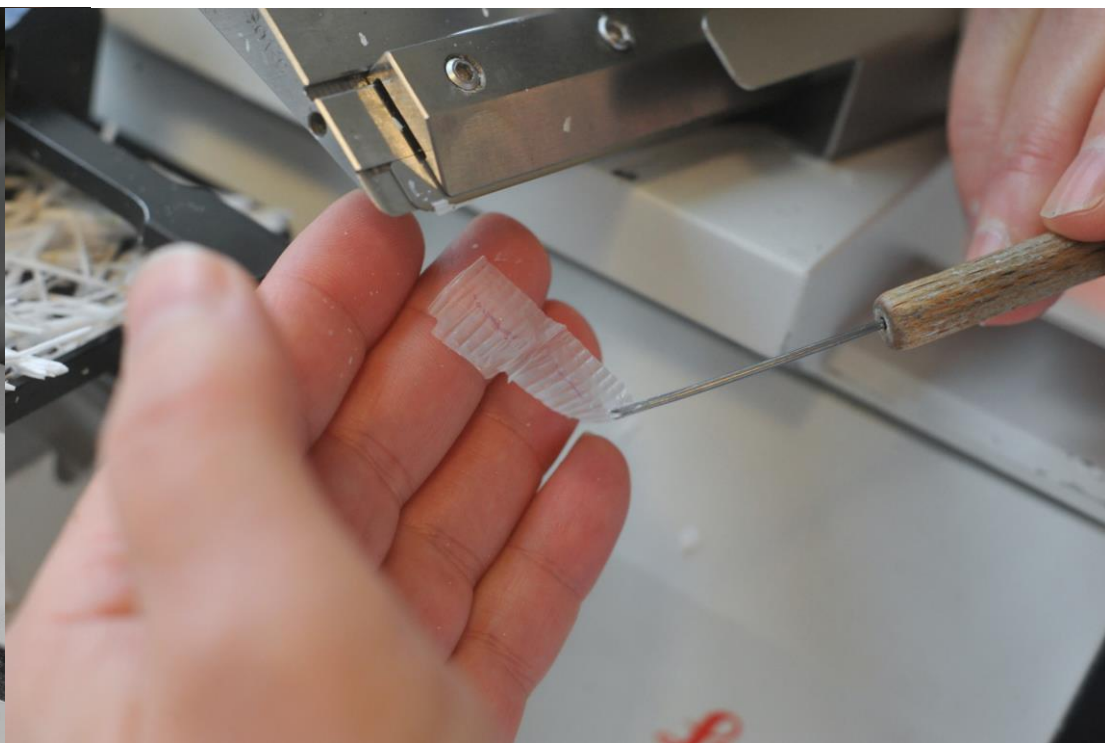
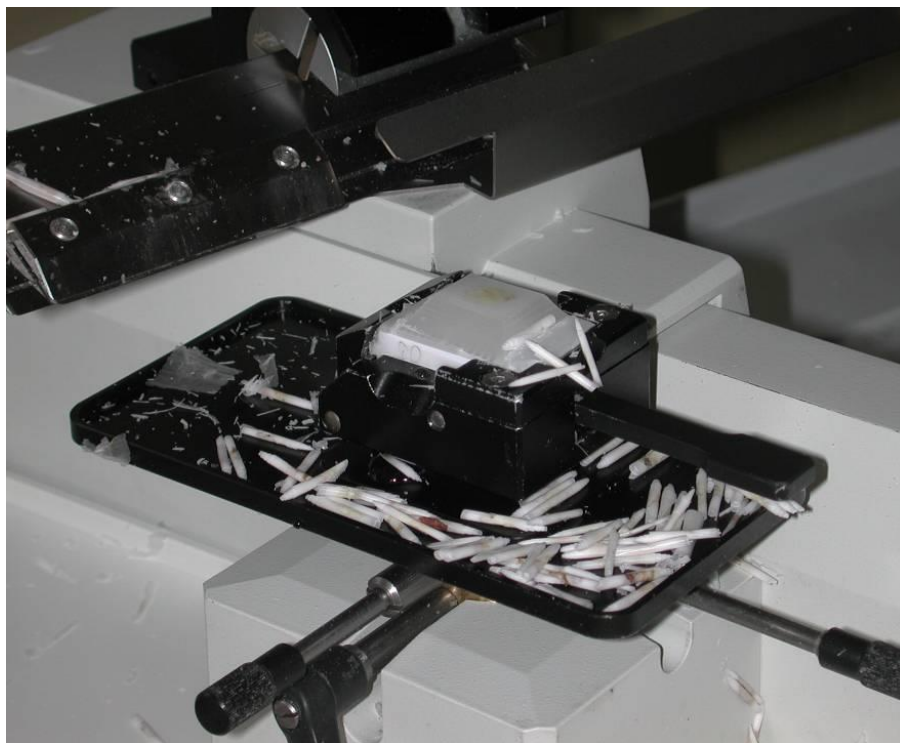




# Zalít do parafínu



Nařezat na mikrotomu na 5 mikrometrů



Na teplé vodě nalovit na sklíčka

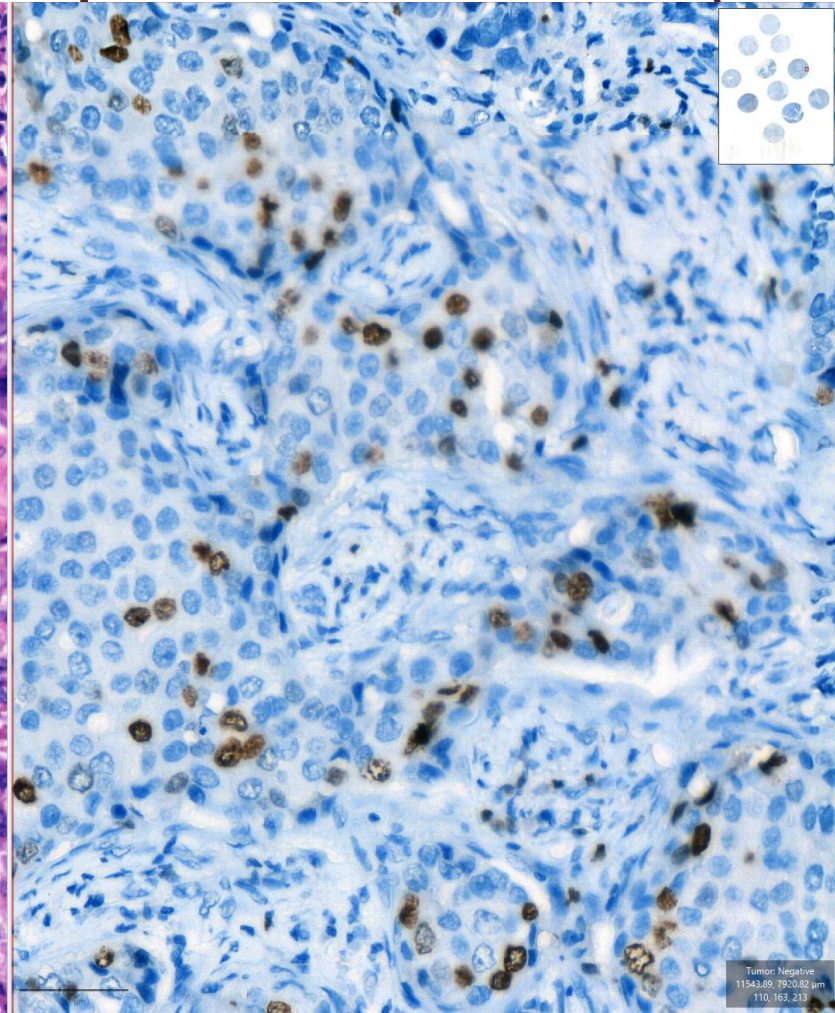
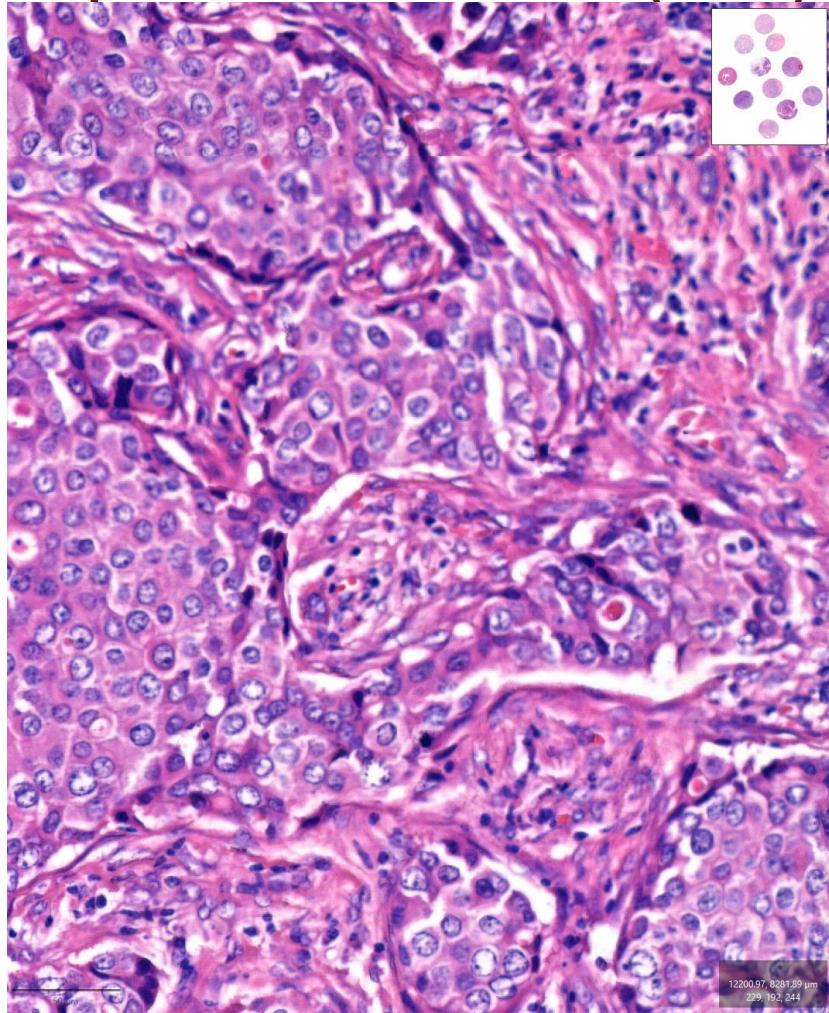


# Obarvit a zamontovat





# Panoptické barvení (HE) Speciální barvení (Ki67)



# Vyskládat





# Preparáty jsou připraveny k vynesení





Už jen vynést doktorovi





Kolega Tichý si prohlíží svou denní dávku

## Počáteční optimismus



Je vystřídán realizačním vystřízlivěním s náznaky rezignace





A kde je ta  
digitální patologie ?



# Digitalizace patologie

Převedení procesu transportu, odečítání a archivace histologických preparátů z fyzických skel a optického mikroskopu do digitálního prostředí.

Výhody:

- Zjednodušení manipulace s preparáty v laboratoři
- Není nutná fyzická přítomnost patologa na pracovišti
- Okamžitý online přístup do preparátů z předchozích vyšetření
- Rychlejší a snadnější vyhledávání bloků pro dodatečná molekulární vyšetření, případně pro výzkum, přes online archiv
- Veškerá měření a počítání na řezech (proliferace, hloubka invaze, okraje) se snadněji provádějí a jsou dokumentovatelná
- Je možnost zapojení digitální asistence pro rutinní úkony (vyhledávání uzlinových metastáz, odečítání punkcí prostaty, dysplazie v polypech) se snížením časové zátěže a zpřesněním práce.
- Odečítání na digitalizovaných preparátech má ergonomické výhody v lepším přehledu na skle a evidenci prohlédnutých oblastí preparátu.

Tohle zmizí, respektive se přesune do cloudu



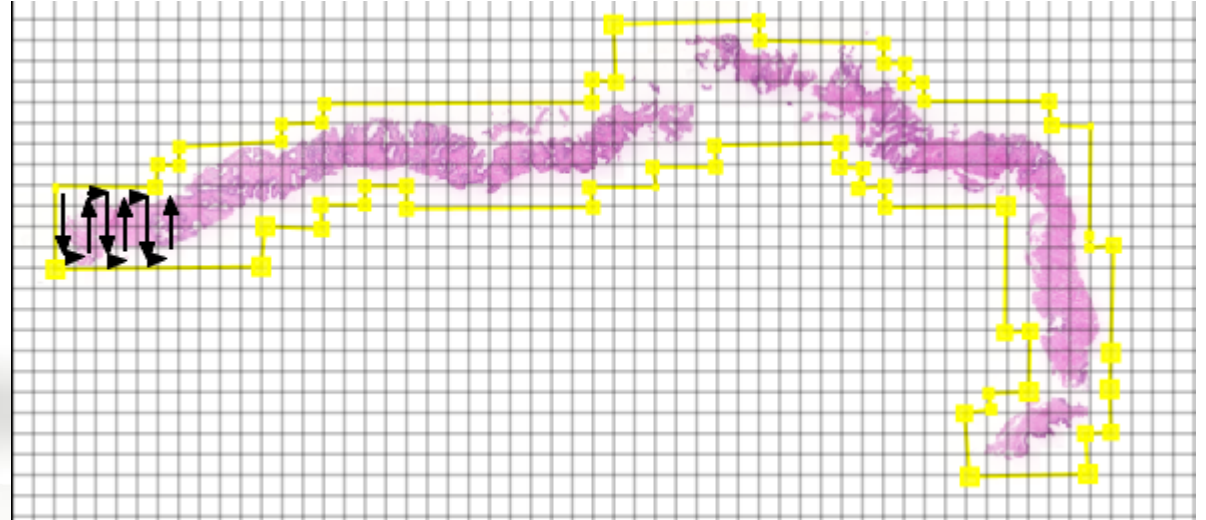
# Digitalizace patologie

Převedení procesu transportu, odečítání a archivace histologických preparátů z fyzických skel a optického mikroskopu do digitálního prostředí.

Nevýhody:

- Je nutno adaptovat provoz laboratoře
- Jsou nutné úpravy NIS pro komunikaci se systémem digitální patologie
- Je nutné zaškolení a adaptace pracovníků na tento systém
- Je nutné investovat do scannerů a dalšího hardware
- Je nutné investovat do speciálního software
- Systém generuje provozní náklady (odpisy, údržba, provoz cloudového úložiště)
- Nedá se moc počítat s tím, že by na to zdravotní pojišťovny platily

# Digitalizace preparátů: skenování histologických skl

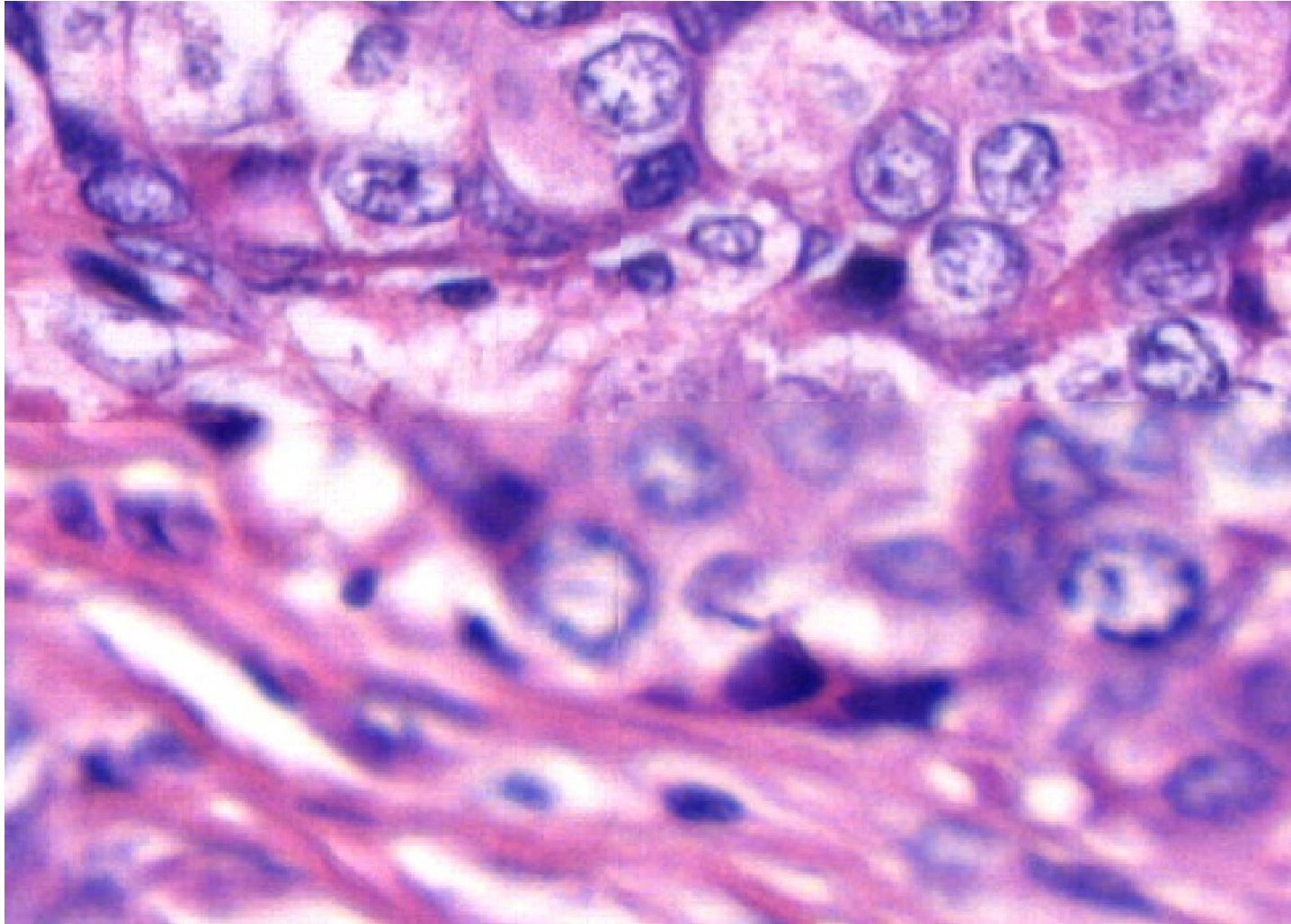


Doba skenování 2-5 minut, průměrně 15-20 skl/hod.

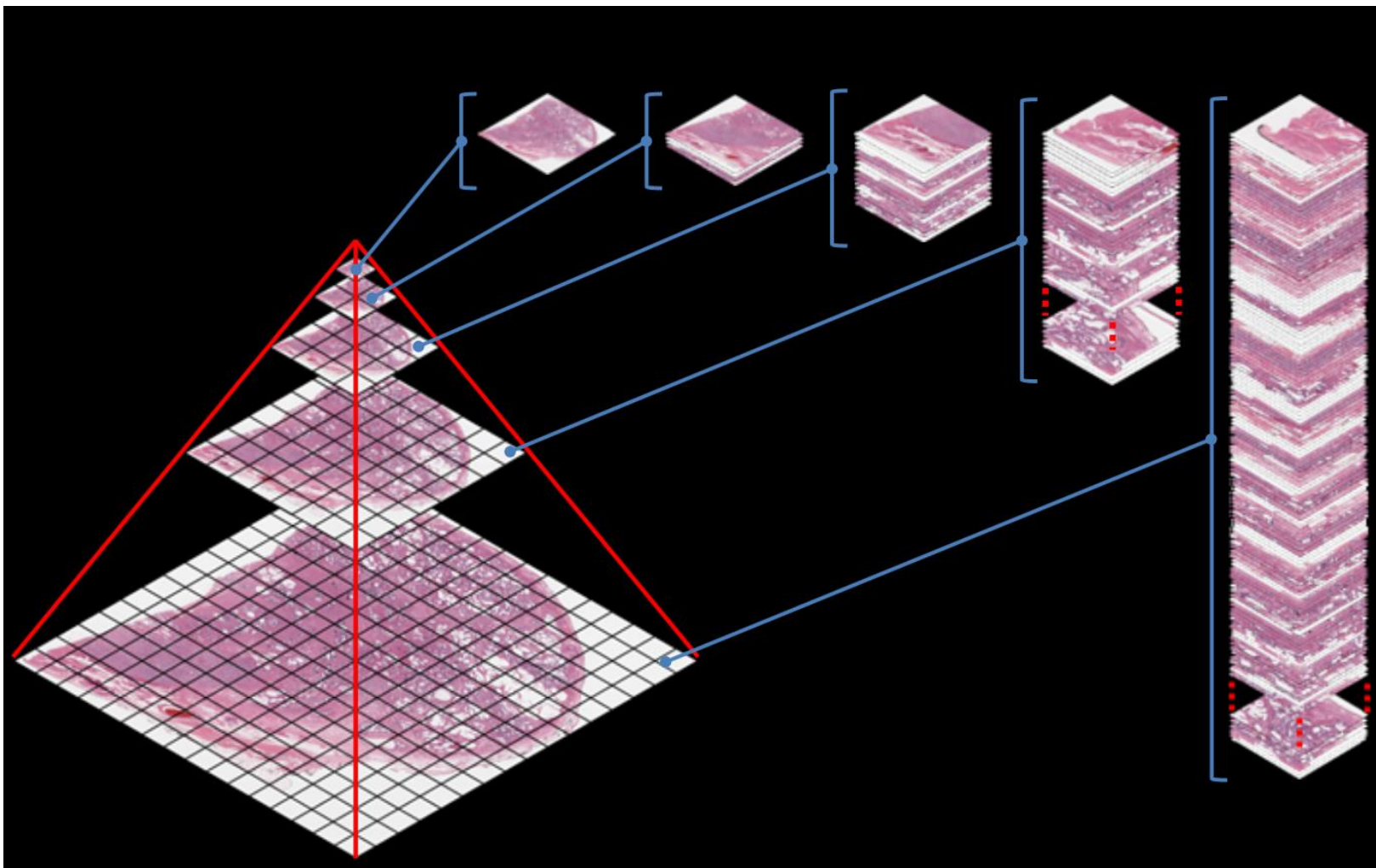
Naše laboratoř produkuje cca 500 skl za den



## Sešívání dlaždic



# Pyramidová struktura virtuálního skla



# Není to tak jednoduché:

Digitální sklo má kolem 150000\*60000 pixelů = cca 9000 Mpx  
V nekomprimované podobě 10-20 GB, komprimované 1-2 GB

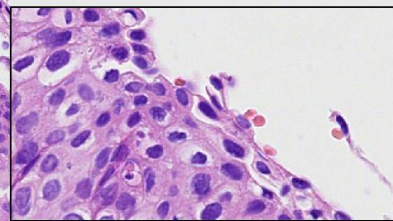
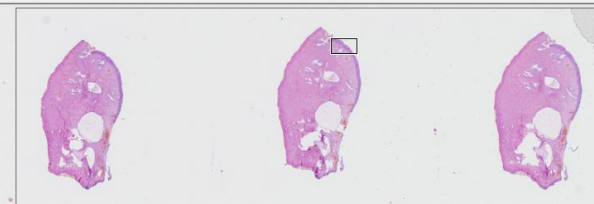
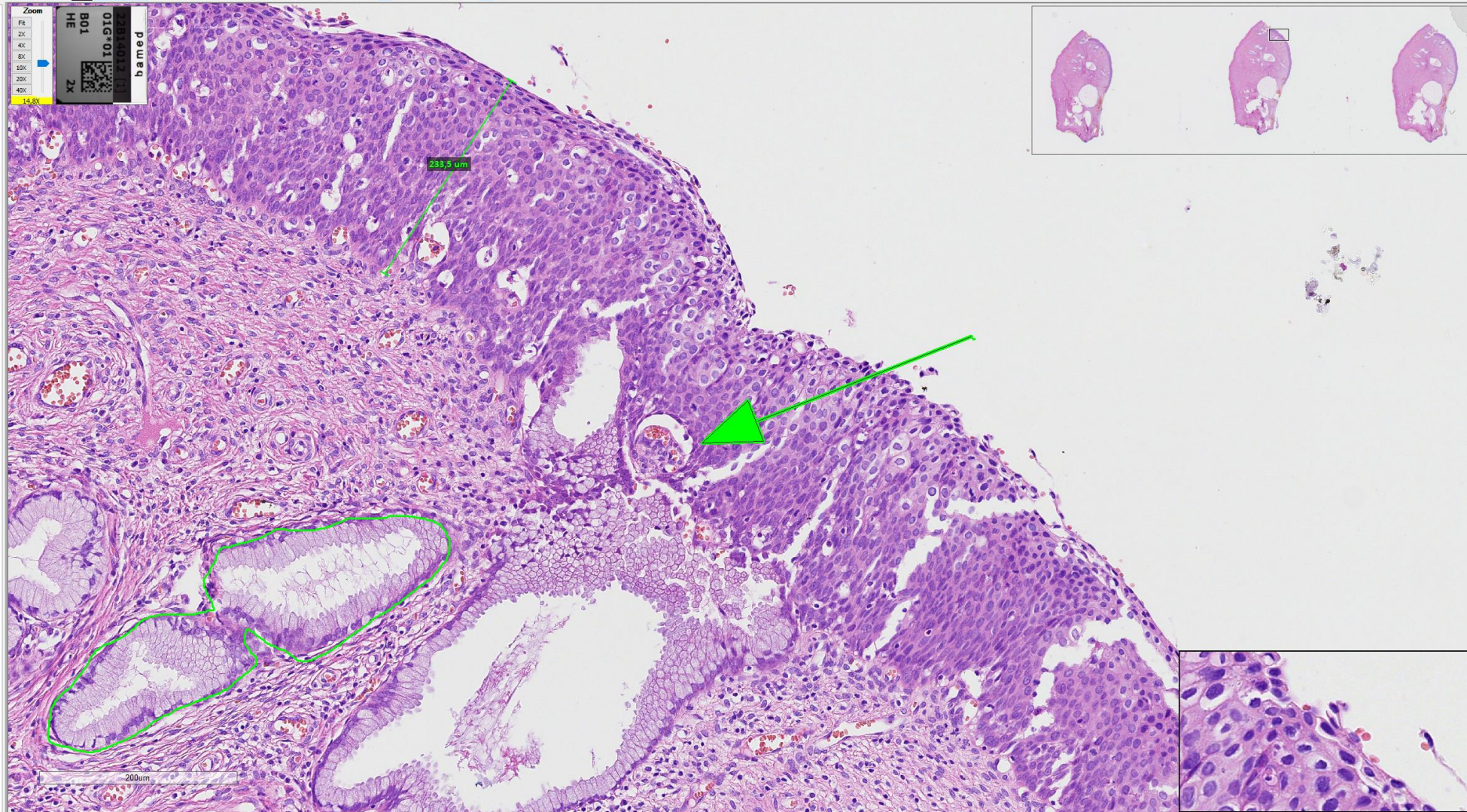
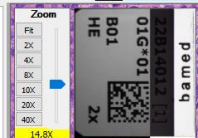
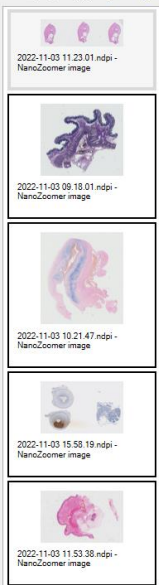
Vysoké nároky na připojení (1GB symetrická linka), na cloudové prostředky a úložné kapacity (desítky až stovky TB)

O prohlížení skenů se stará speciální software

[xOPAT demo](#)

(živé demo jvsview)













To je samá práce navíc  
Jak mi to teda pomůže ?

# Digitalizace přináší celou řadu aplikací:

- Digitální atlasy
- Telekonzultace
- Distanční sklíčkovém semináře
- Materiály pro výuku

A v neposlední řadě:

- digitální asistenci s použitím strojového učení

Na našem pracovišti by nám aktuálně nejvíc pomohlo:

- Hledání uzlinových metastáz
- Hledání karcinomu v punkčních biopsiích prostaty

# Digitální asistence s pomocí strojového učení:

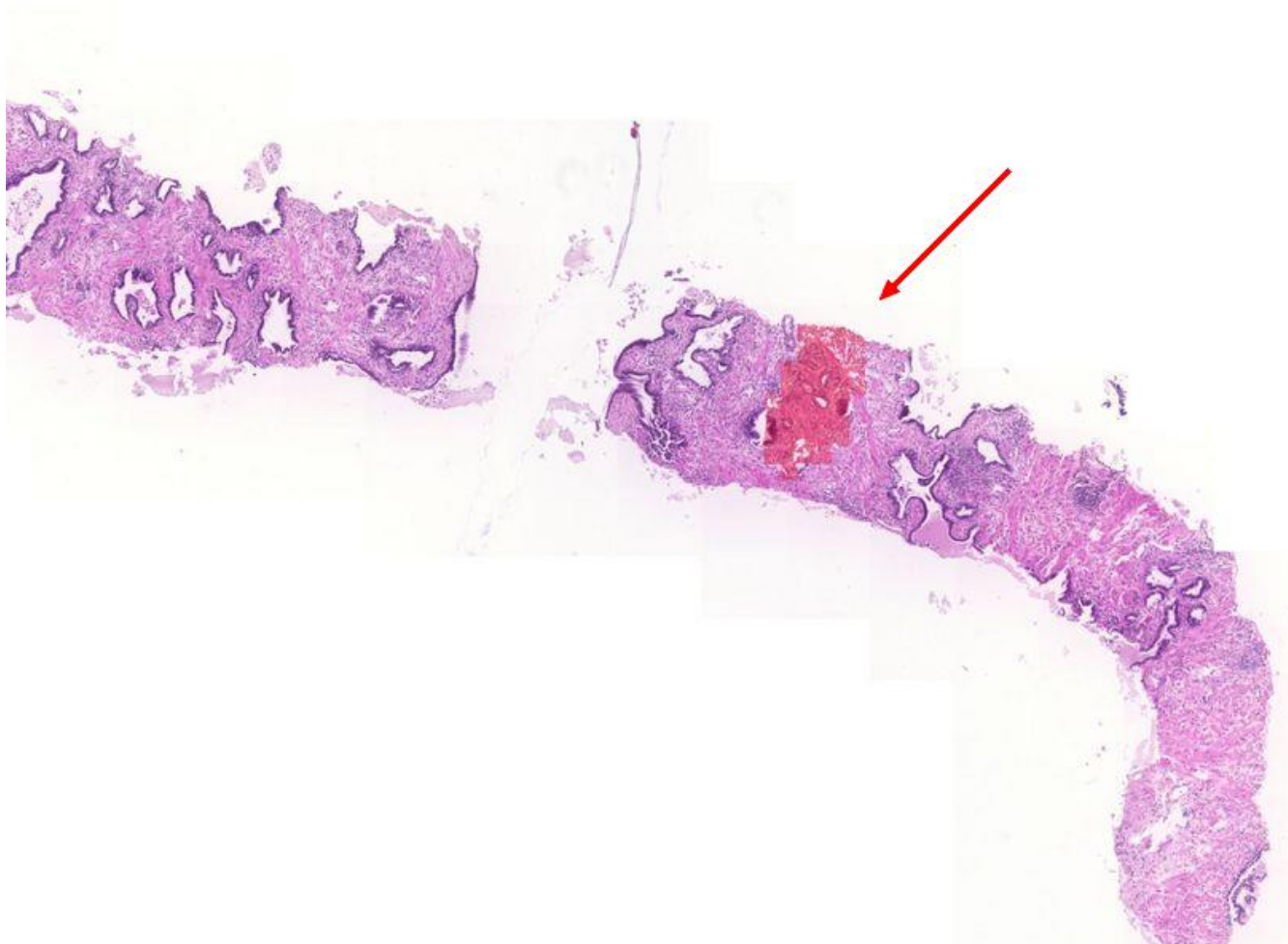
- pomoc při hledání jehly v kupce sena



Tady je malý kousek karcinomu



Malý karcinom prostaty detekovaný pomocí strojového učení





Tak... a patologové  
nebudou mít co žrát



Já mám hotovo..

Děkuji za pozornost





Ale ještě zbývá  
spousta práce

Předávám slovo  
doc. Brázdilovi