

# Neuronové sítě a Digitální patologie

Tomáš Brázdil

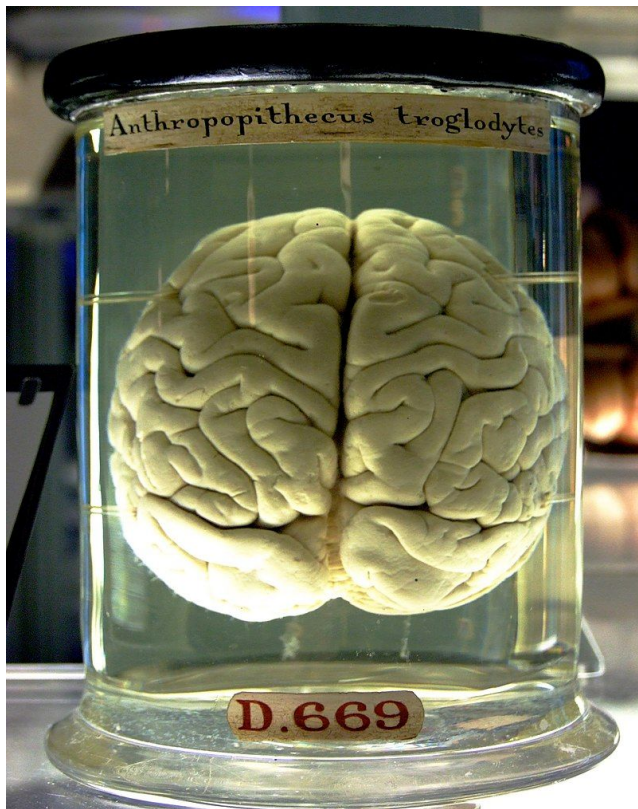


**RationAI**

**M U N I**



# Co jsou neuronové sítě?



Pravé vs umělé

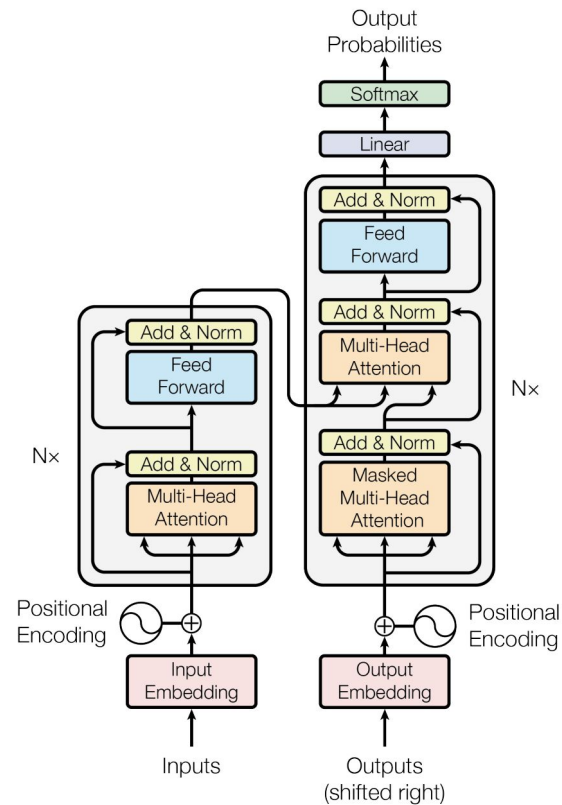
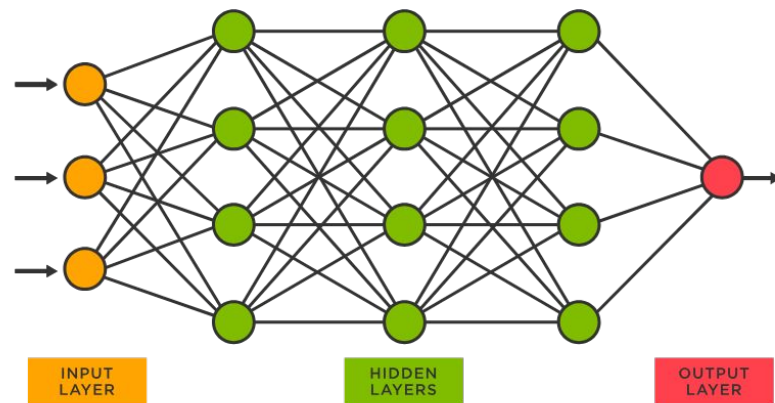
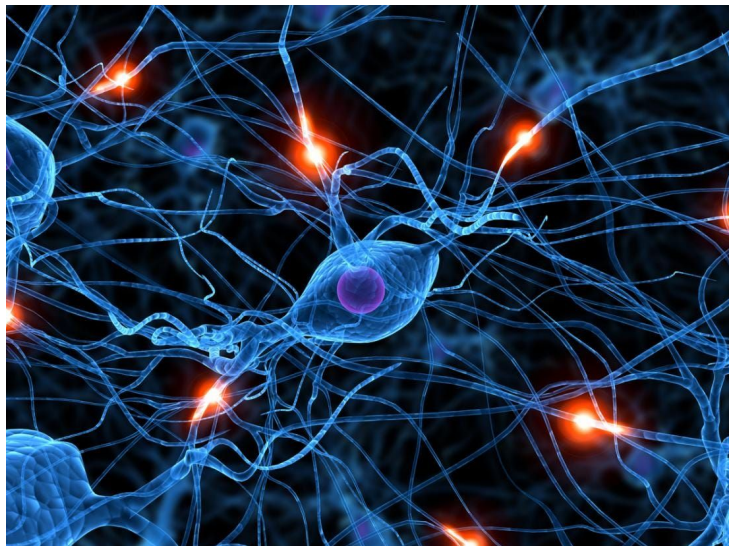


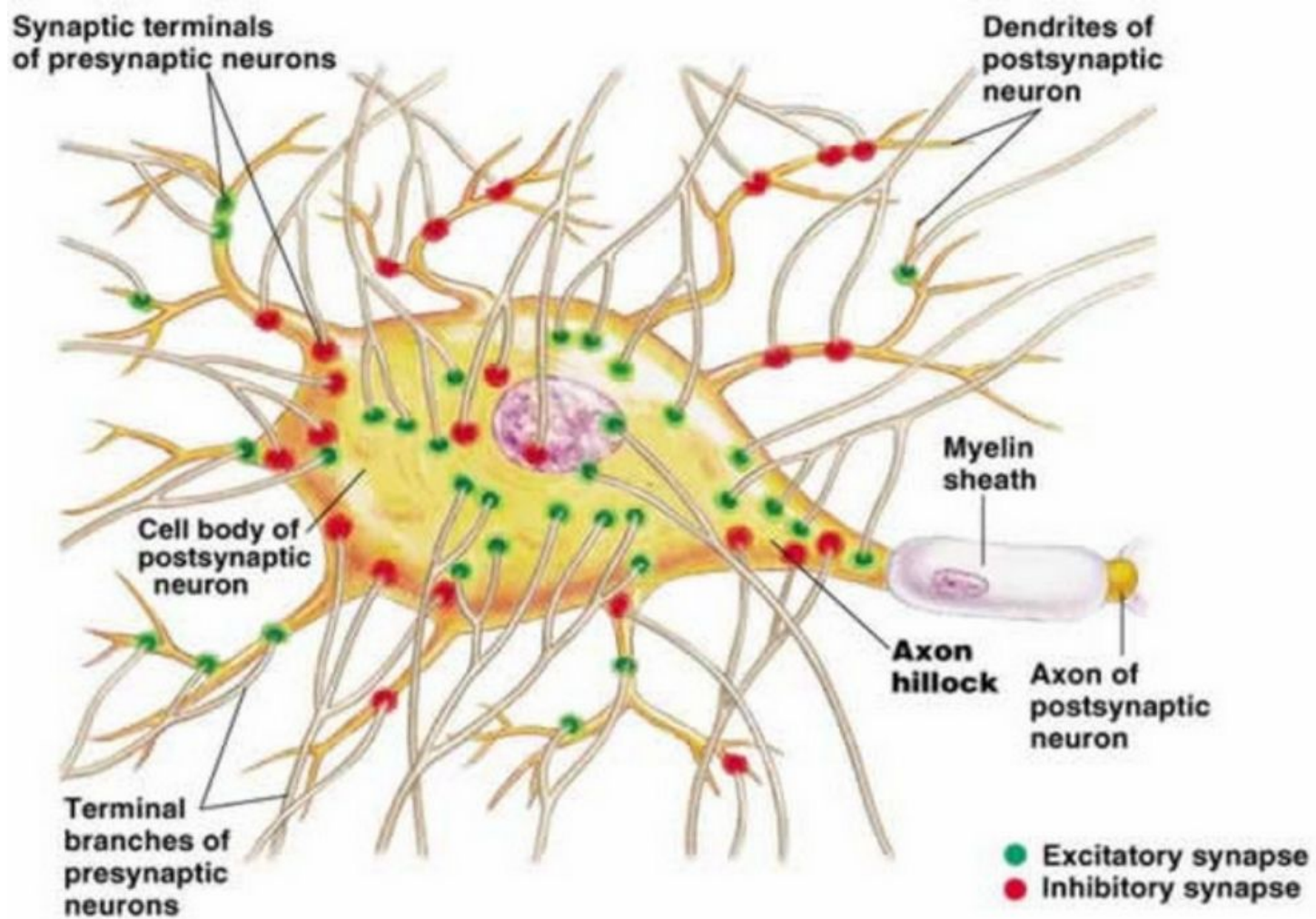
Figure 1: The Transformer - model architecture.

# Neuronová síť

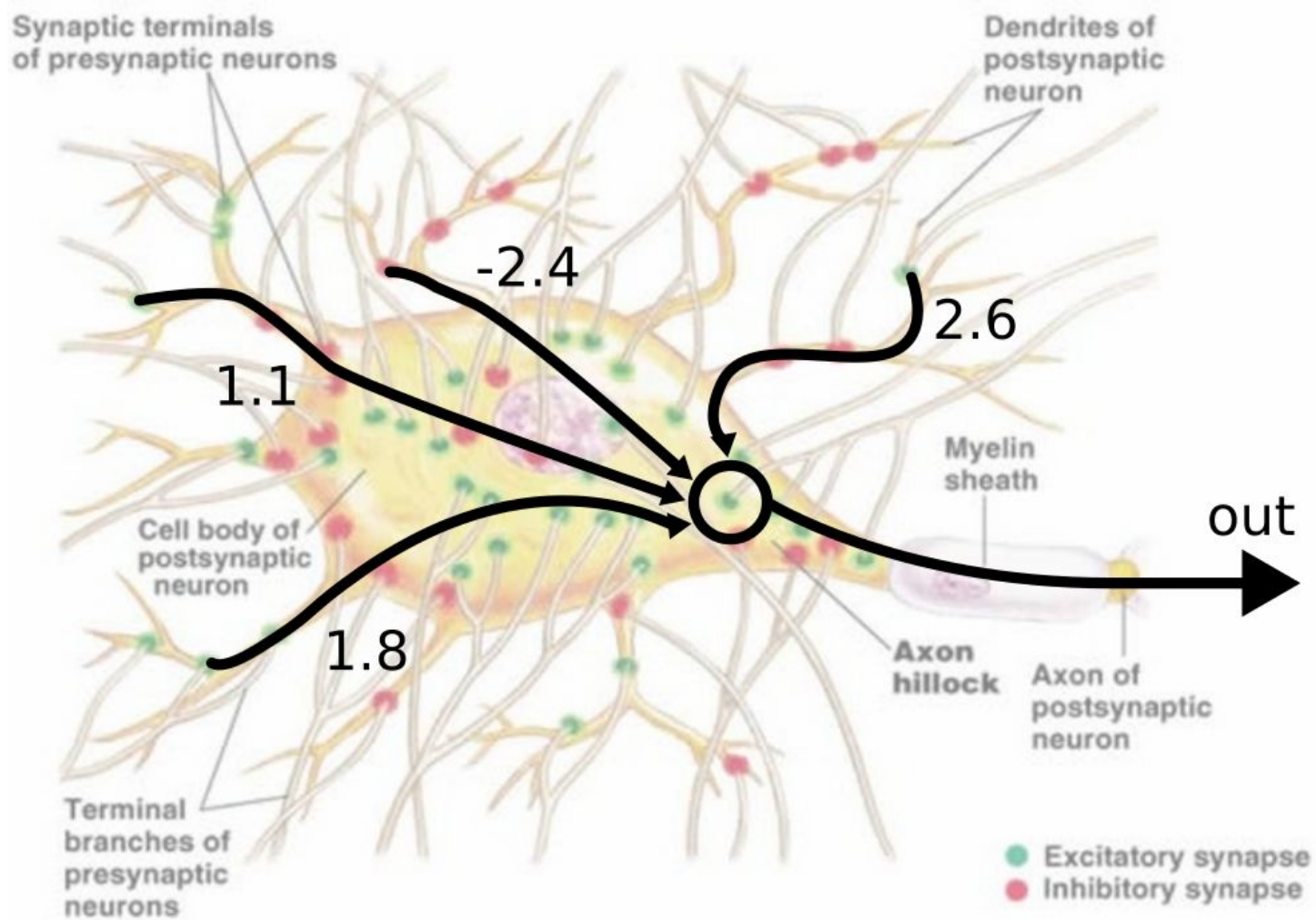


Co to umí?

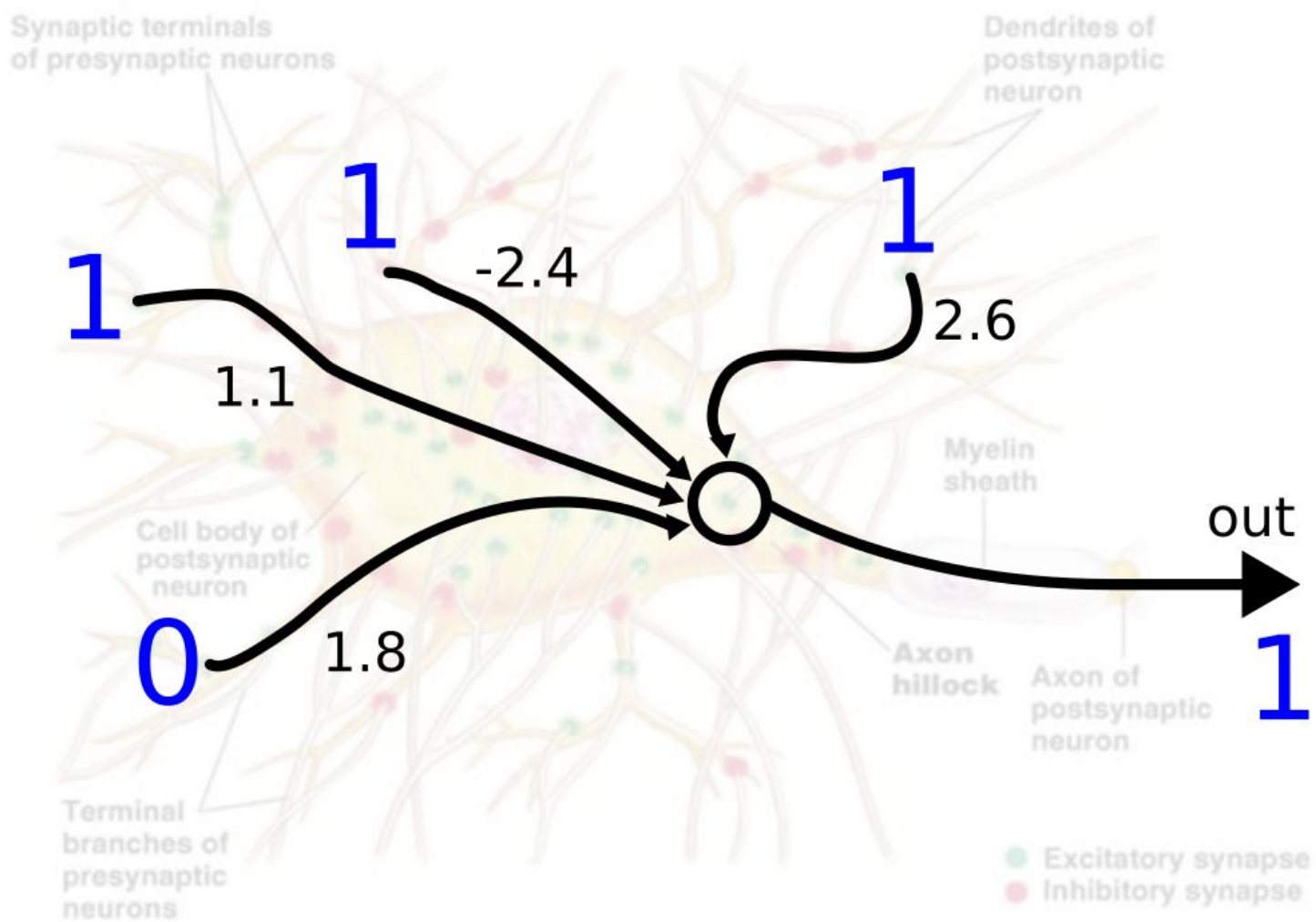
# Biologický Neuron



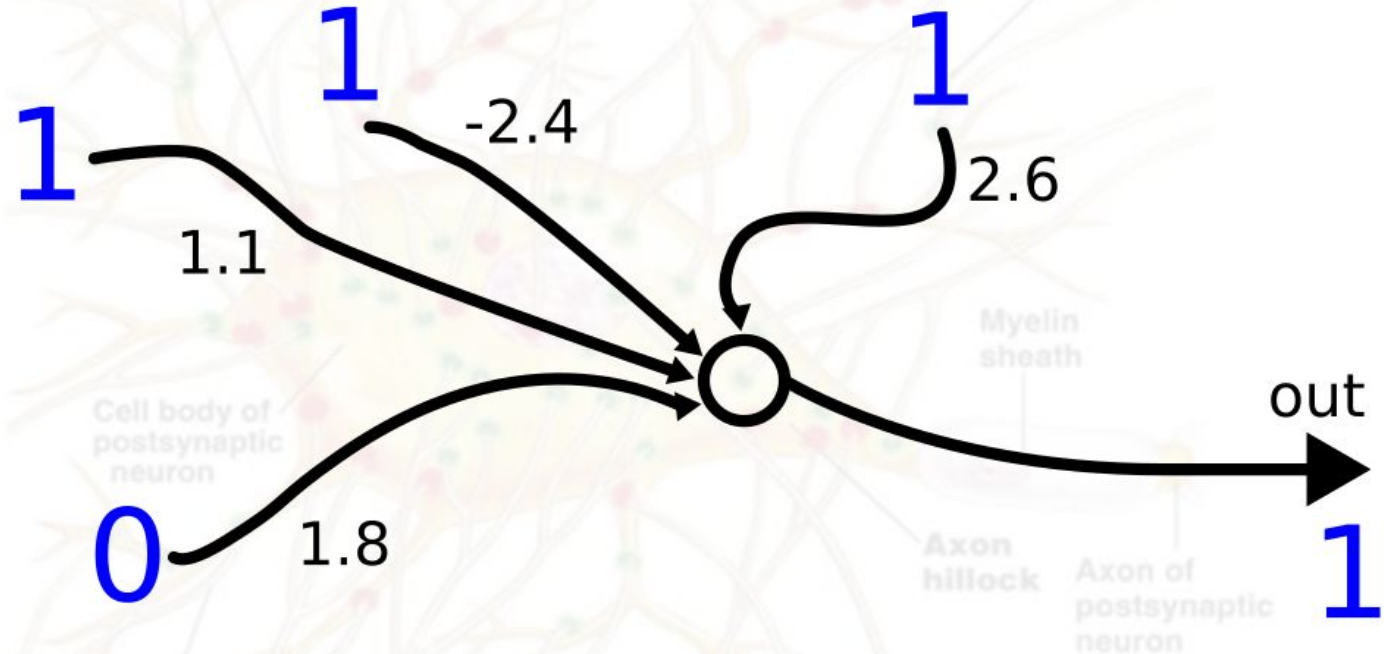
Biologicko  
Matematický  
Neuron



Biologicko  
Matematický  
Neuron



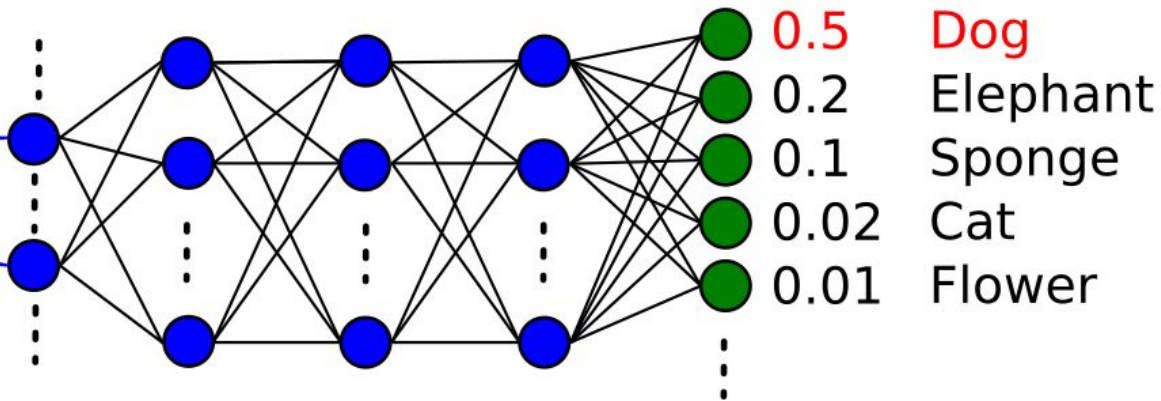
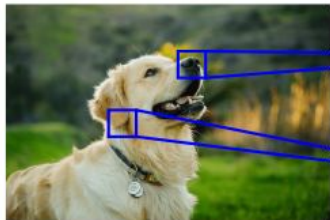
# Matematický Neuron



out = 1 protože

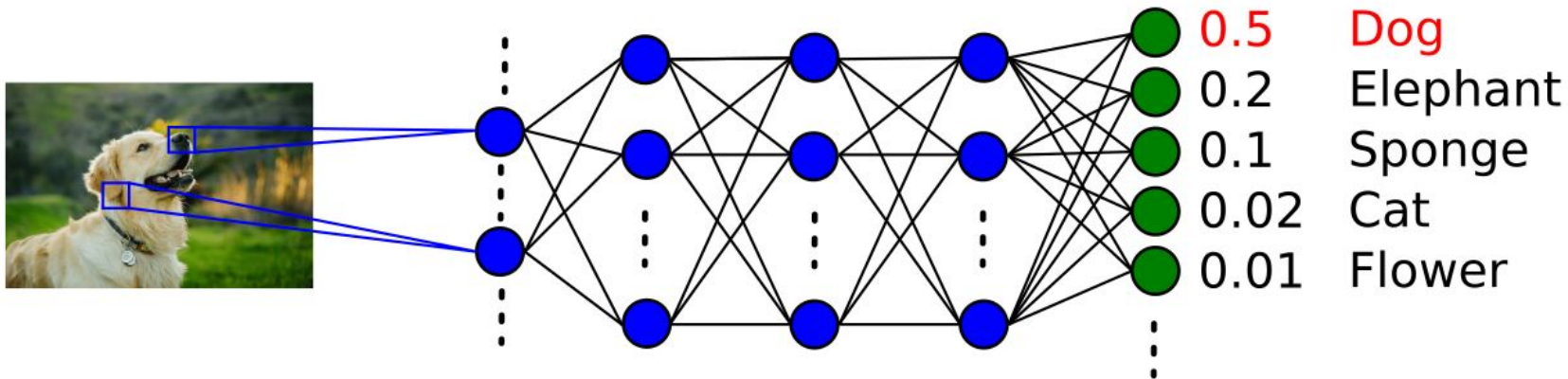
$$0 * 1.8 + 1 * 1.1 + 1 * (-2.4) + 1 * 2.6 > 0$$

# Co to umí: Rozpoznávat psy! (i jiná zvířátka)








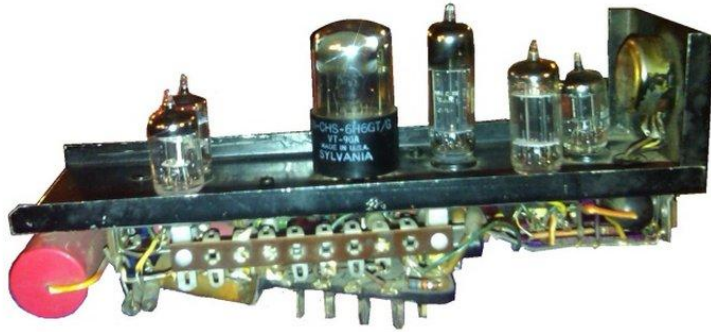
# Co to umí: Rozpoznávat psy! (i jiná zvířátka a věci)



Síť se samostatně učí na obrovském množství dat tvaru:

[  , Dog], [  , Cat], [  , chair] ...

50. Léta - první hardwarový neuron (Minski)



... zatím u nás:



Počítačové hry přinesly ...



... dnešní hardware (GPU)

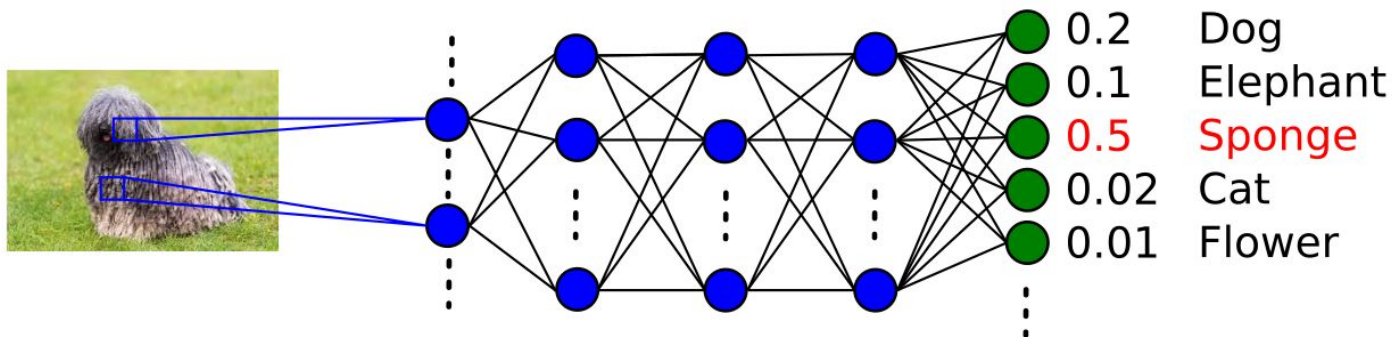
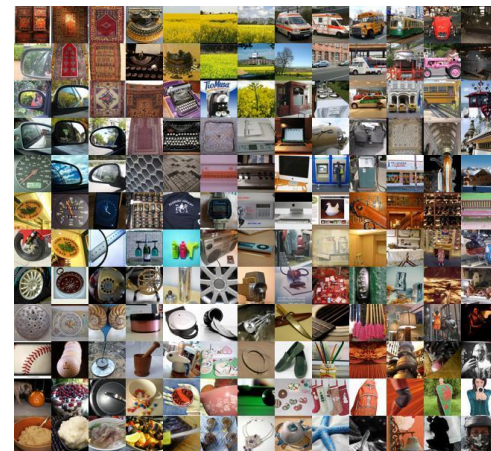


GPT4 má víc než  $10^{12}$  vah!

# Proč revoluce v AI? ILSVRC 2012

Soutěž v rozpoznávání obrázků

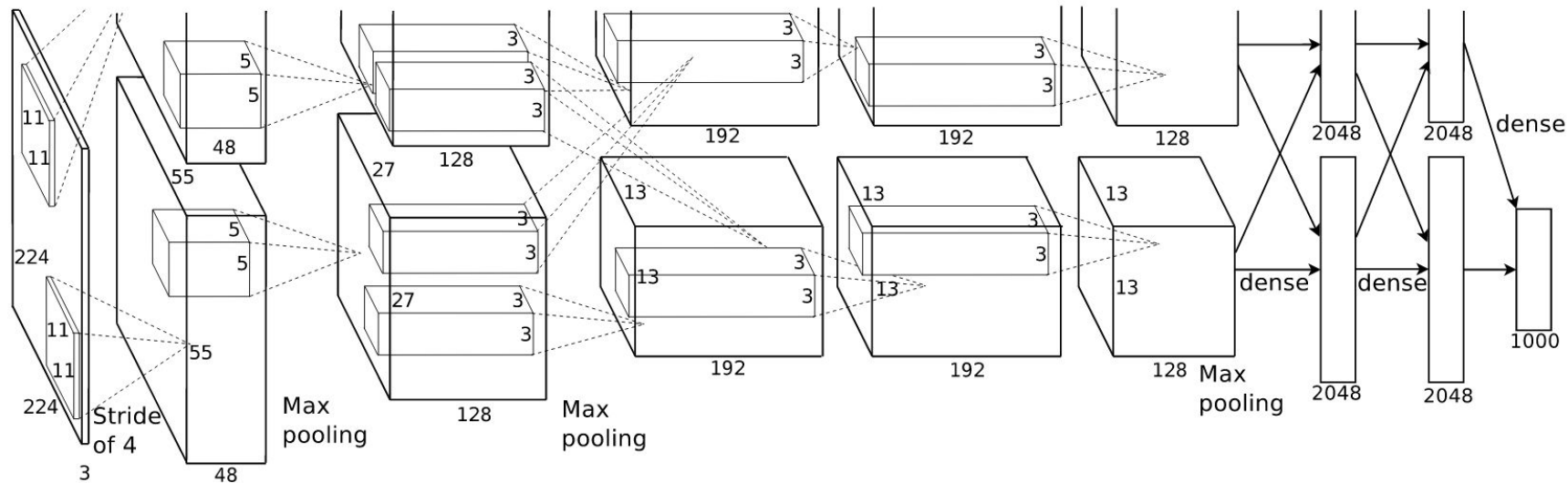
- 1 200 000 obrázků pro trénink
- 1 000 tříd (židle, pes, ...)



**Top 5** vyhodnocení = správná třída mezi prvními pěti

# Vítěz roku 2012

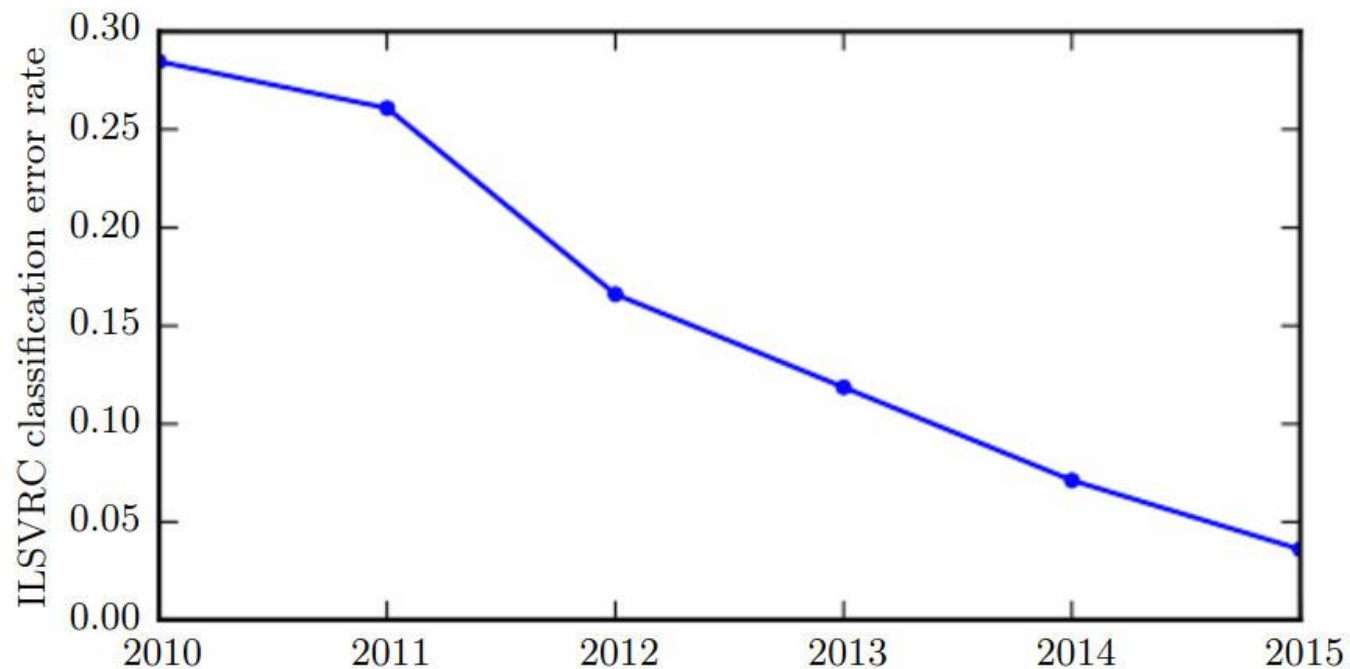
## AlexNet



Chyboval v **15.3** procentech testovacích případů!

Model na druhém místě chyboval v 26.2 procentech!

# Soutěž ILSVRC



2016: Chyba pod tři procenta ... a dál už to moc nešlo ...

# Data pro ILVSRRC

Ruční značení 1 000 tisíce tříd pro 1 200 000 obrázků!

Andrej Karpathy (šéf týmu pro přípravu dat):

“Uvažovali jsme zapojení Amazon Mechanical Turk nebo využití studentů”

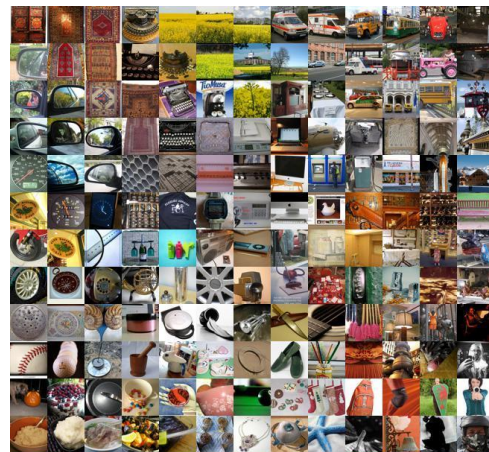
“Automaticky jsme omezili možnosti na 100 tříd z 1000”

“I tak to bylo moc, studenti (i mechaničtí Turci) měli chybu 13 - 15 procent”

“Já osobně jsem chyboval v cca 7 procentech případů”

“Stal jsem se expertem na plemena psů, ptáků a opic”

**Otázka:** Jsou ta data vůbec dost kvalitní??



# ILSVRC Data

Predict:

*1 pencil box*

*2 diaper*

*3 bib*

*4 purse*

*5 running shoe*

Ground Truth:

*sleeping bag*



# ILSVRC Data

Predict:

*1 dock*

*2 submarine*

*3 boathouse*

*4 breakwater*

*5 lifeboat*

Ground Truth:

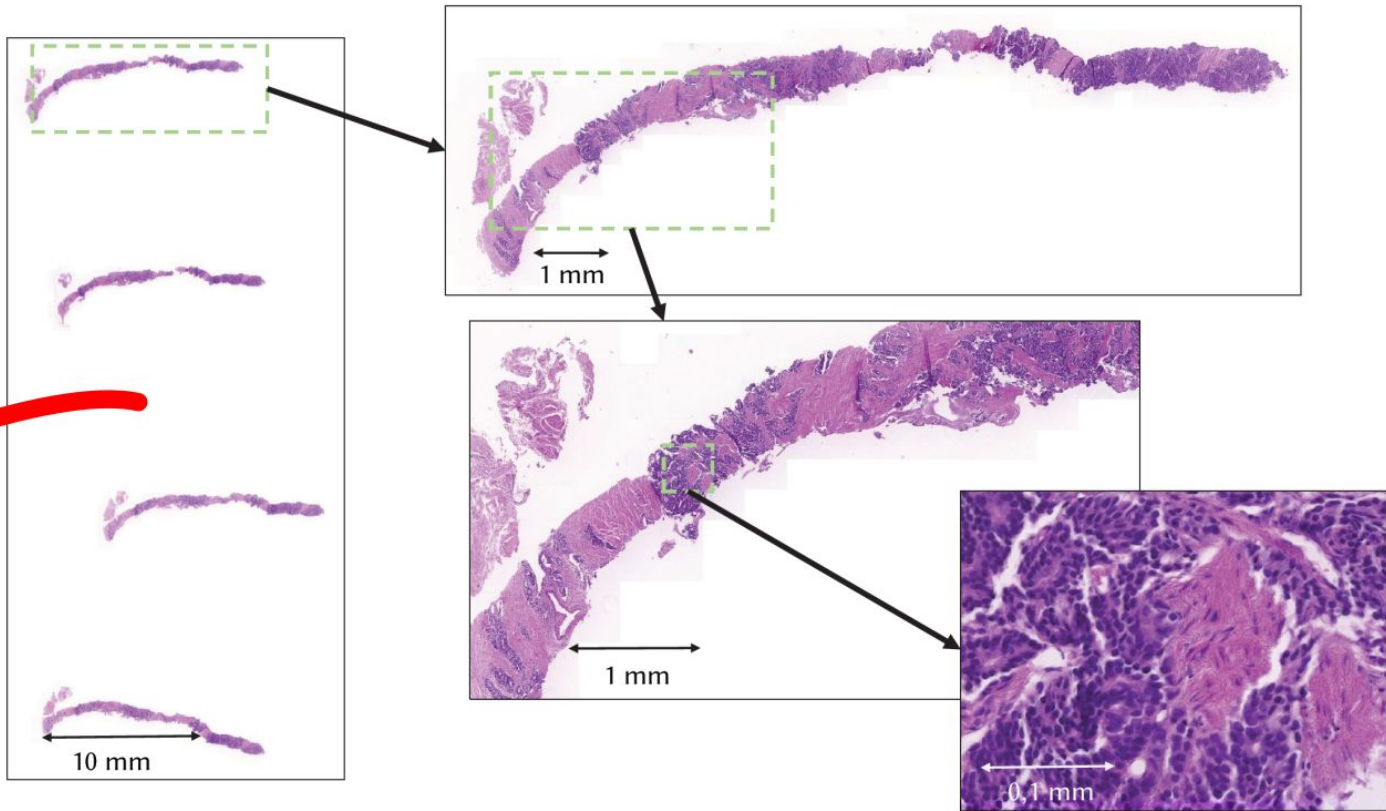
*paper towel*



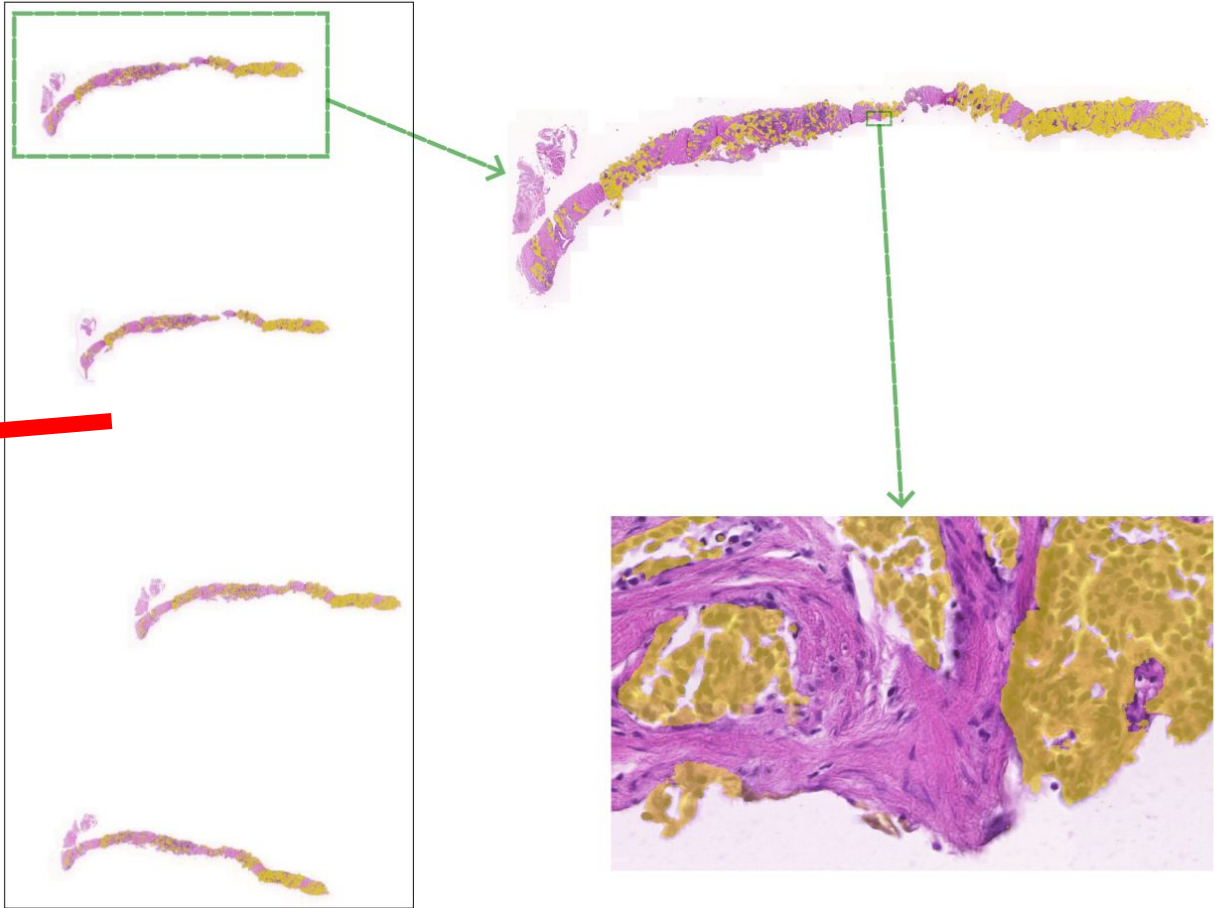
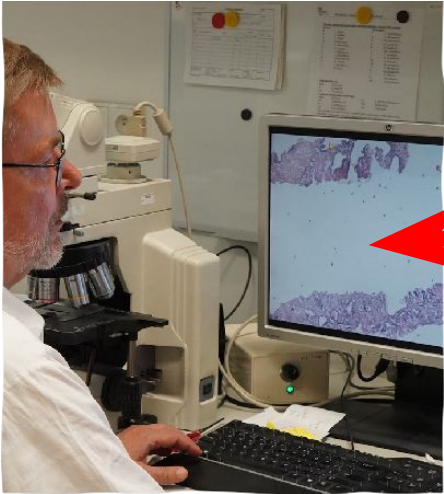


Zpět k patologii

# Na co kouká patolog ...



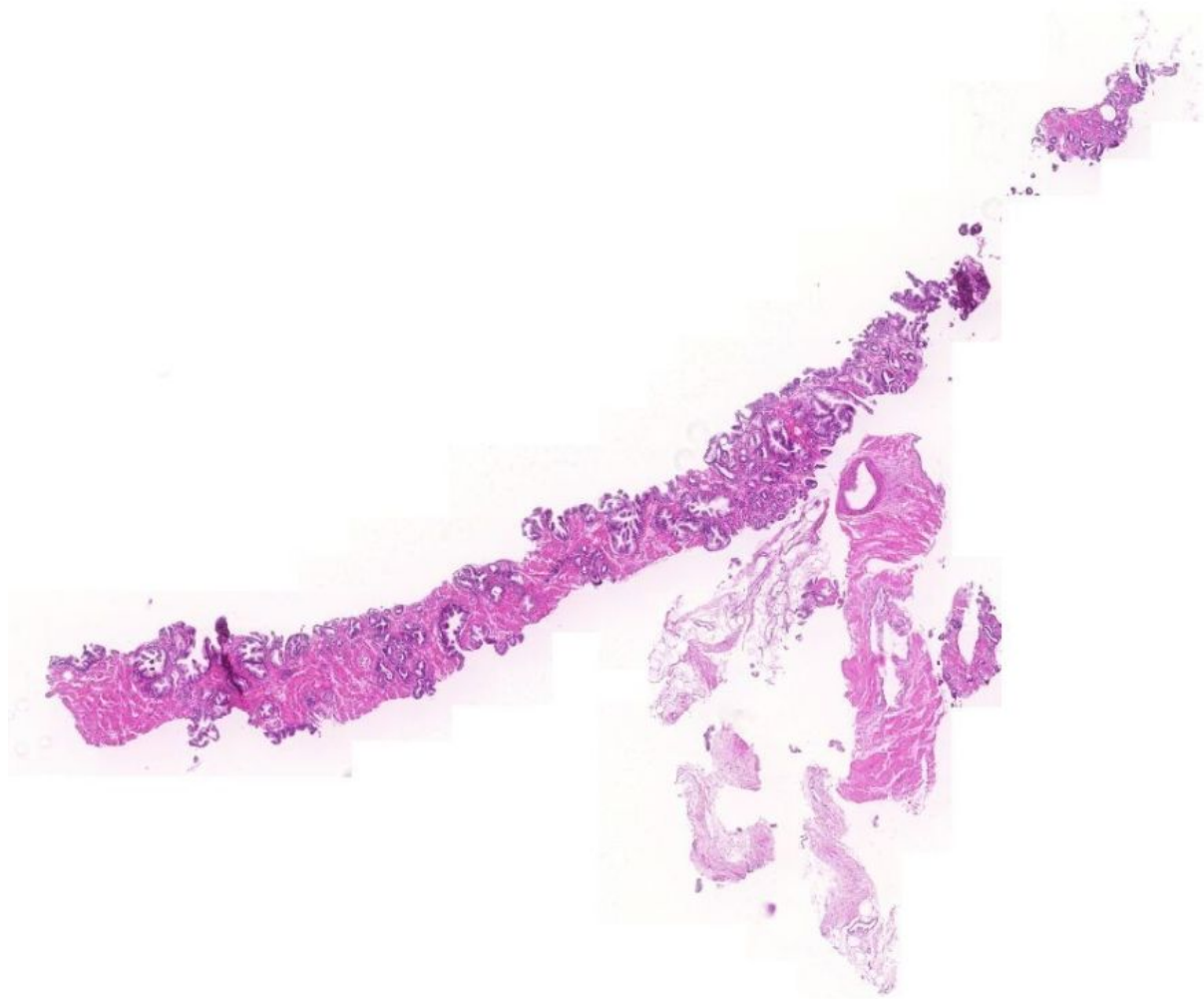
AI power!!



# Data

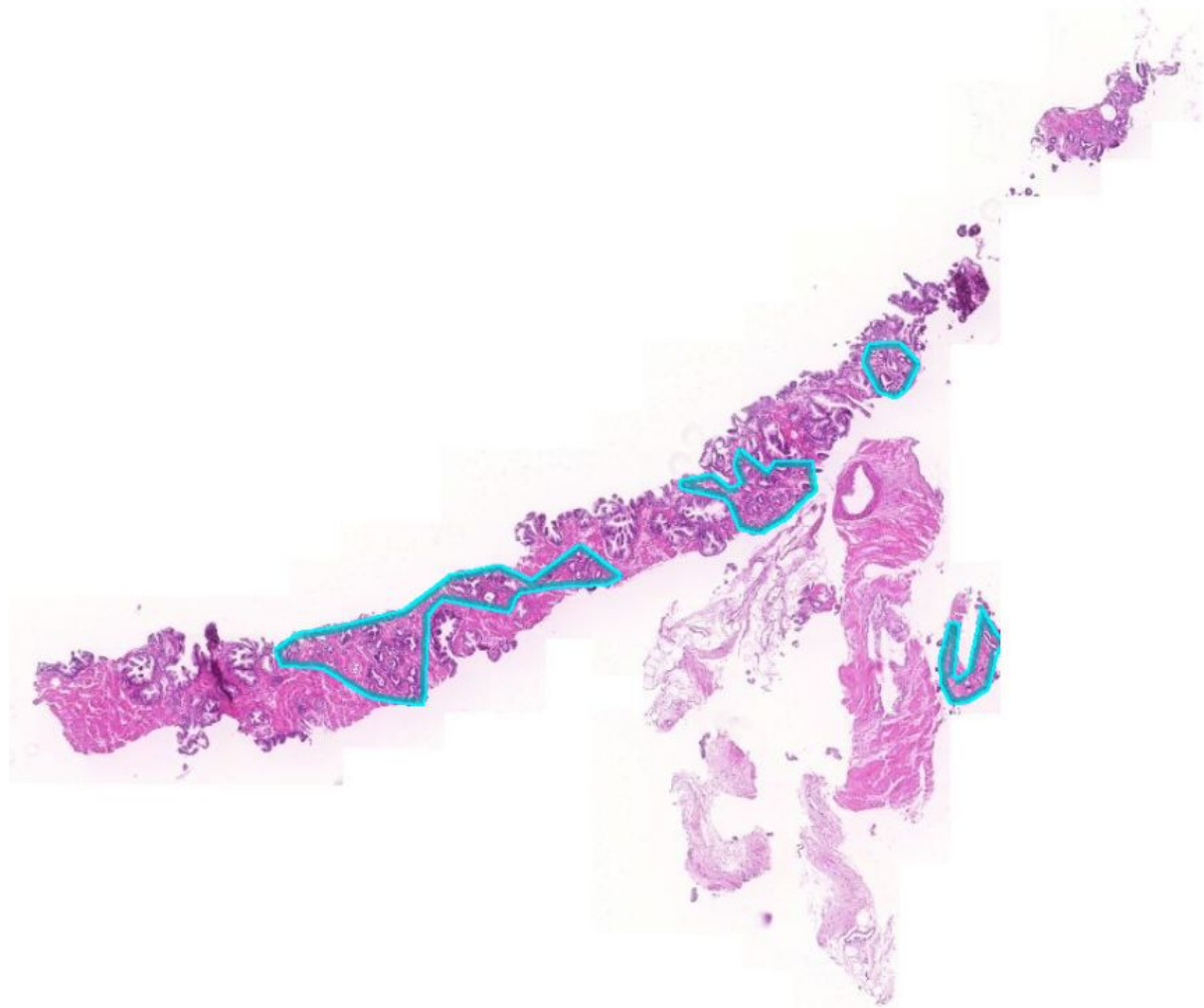
Kde je nádor?

Pozor, obrovský obrázek!



Data

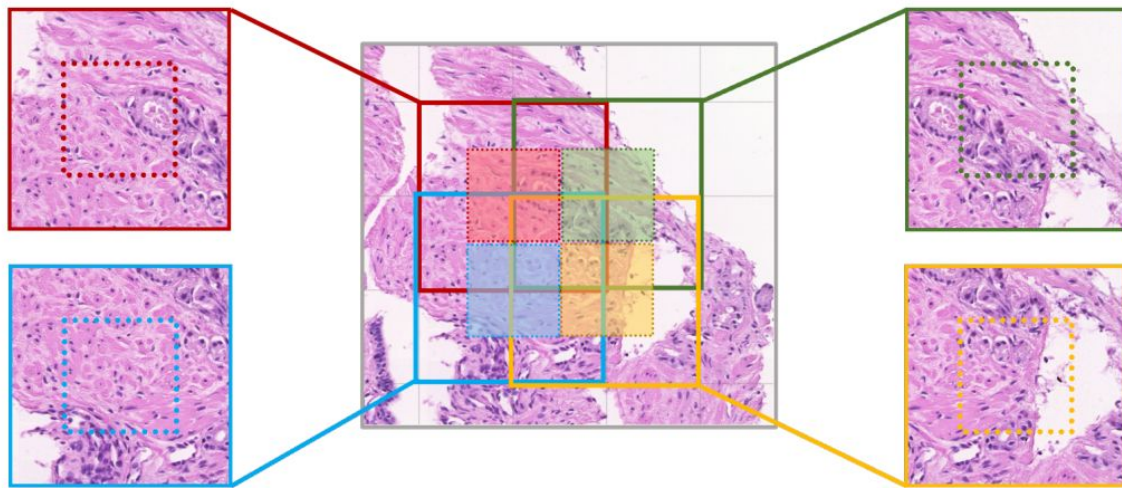
Tu je podle patologa



# Data

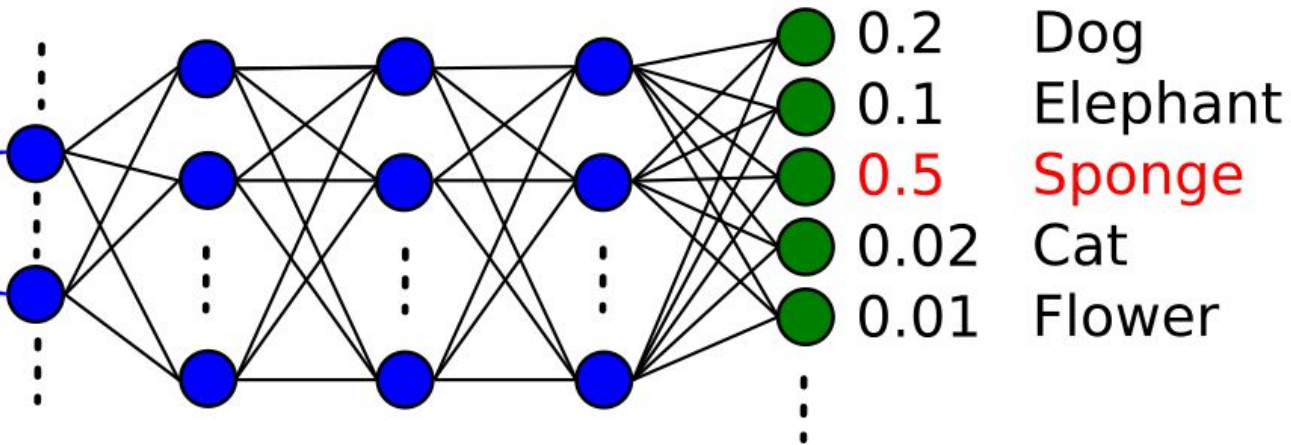
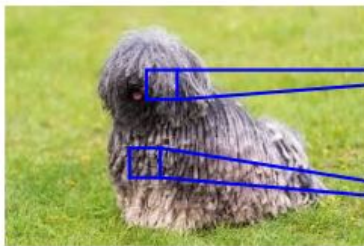
Nasekáme obrázek na dlaždičky

Síť bude hledat nádor v každé dlaždičce

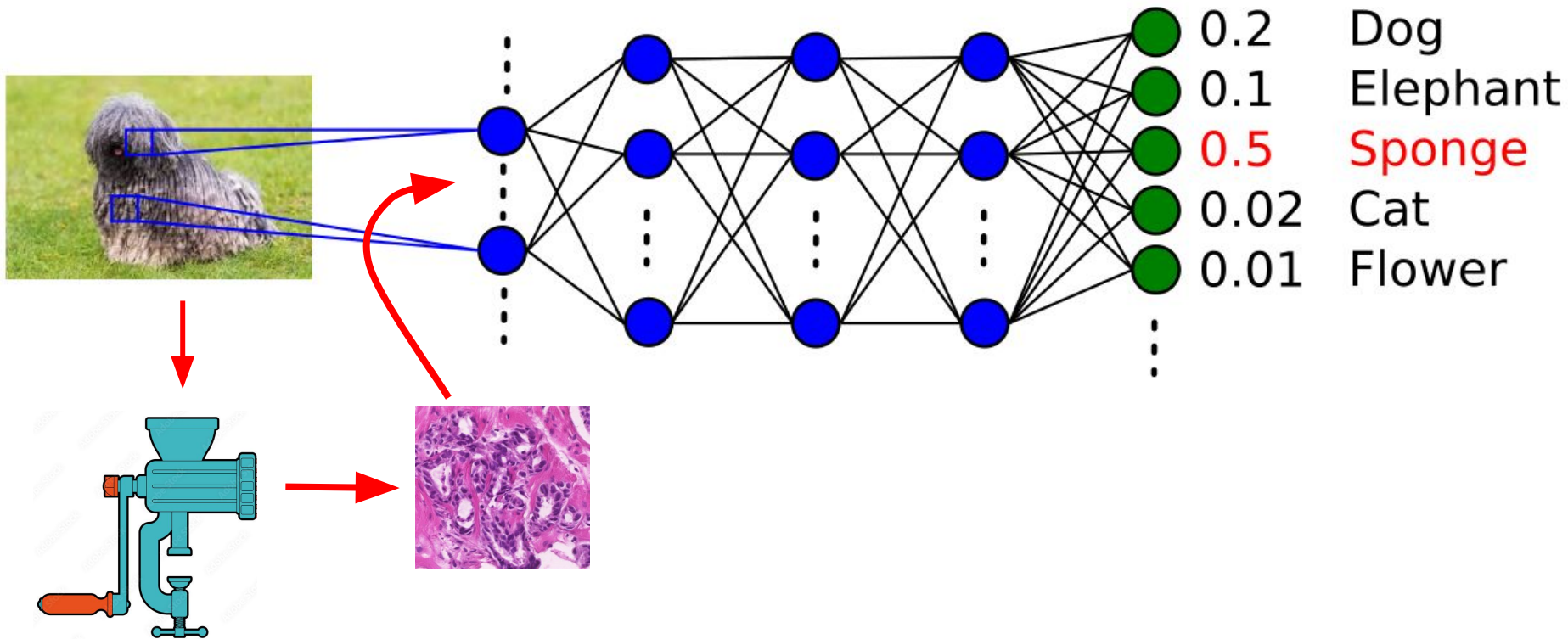


Kde vzít vhodnou neuronovou síť?

# Jak se vytvoří neuronová síť pro patologii?

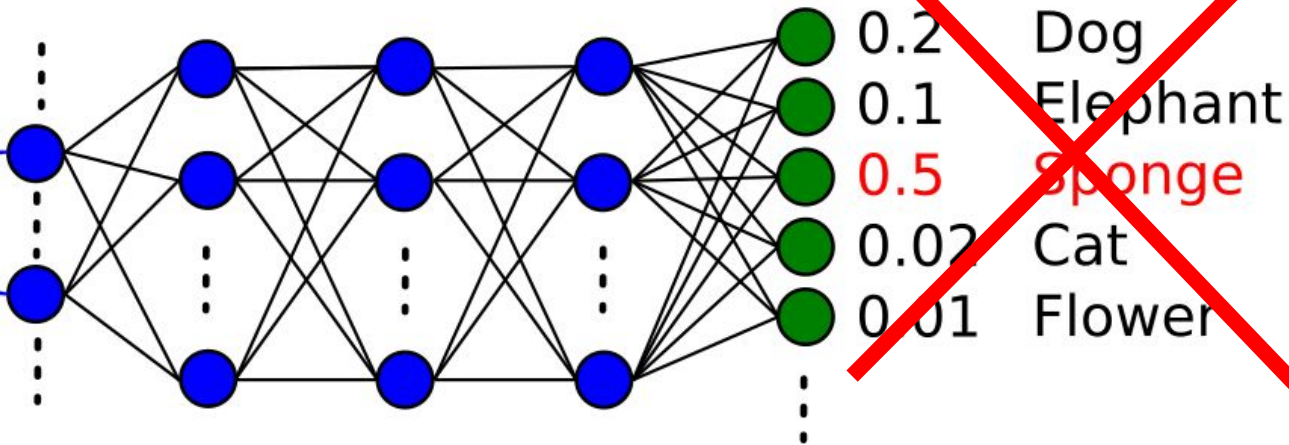


# Jak se vytvoří neuronová síť pro patologii?



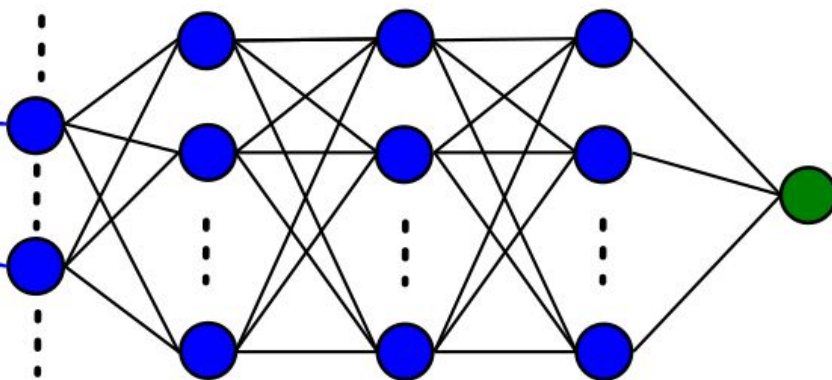
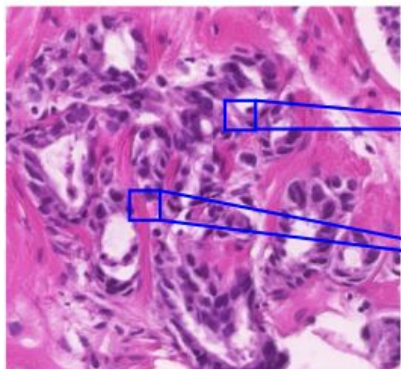


# Jak se vytvoří neuronová síť pro patologii?



Nahradíme pejsky, kočičky a opičky lidským masem ...

# Jak se vytvoří neuronová síť pro patologii?

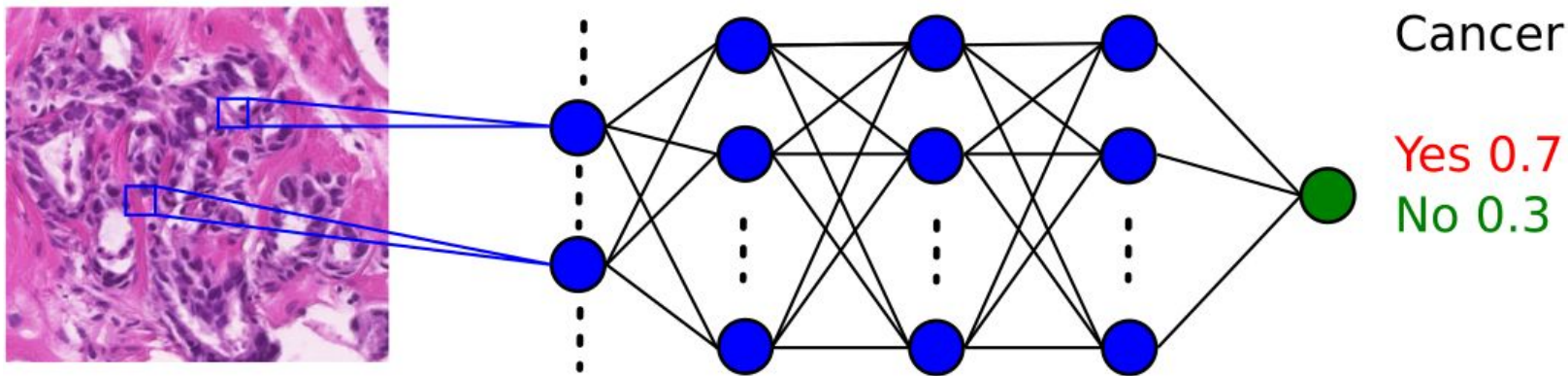


Cancer

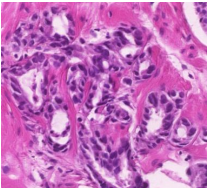
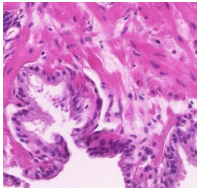
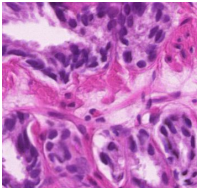
Yes 0.7

No 0.3

# Jak se vytvoří neuronová síť pro patologii?



Síť se **dotrénuje** na datech tvaru:

[  , Yes ], [  , No ], [  , Yes ] ...

Voilà ...

Co síť vlastně hledá?

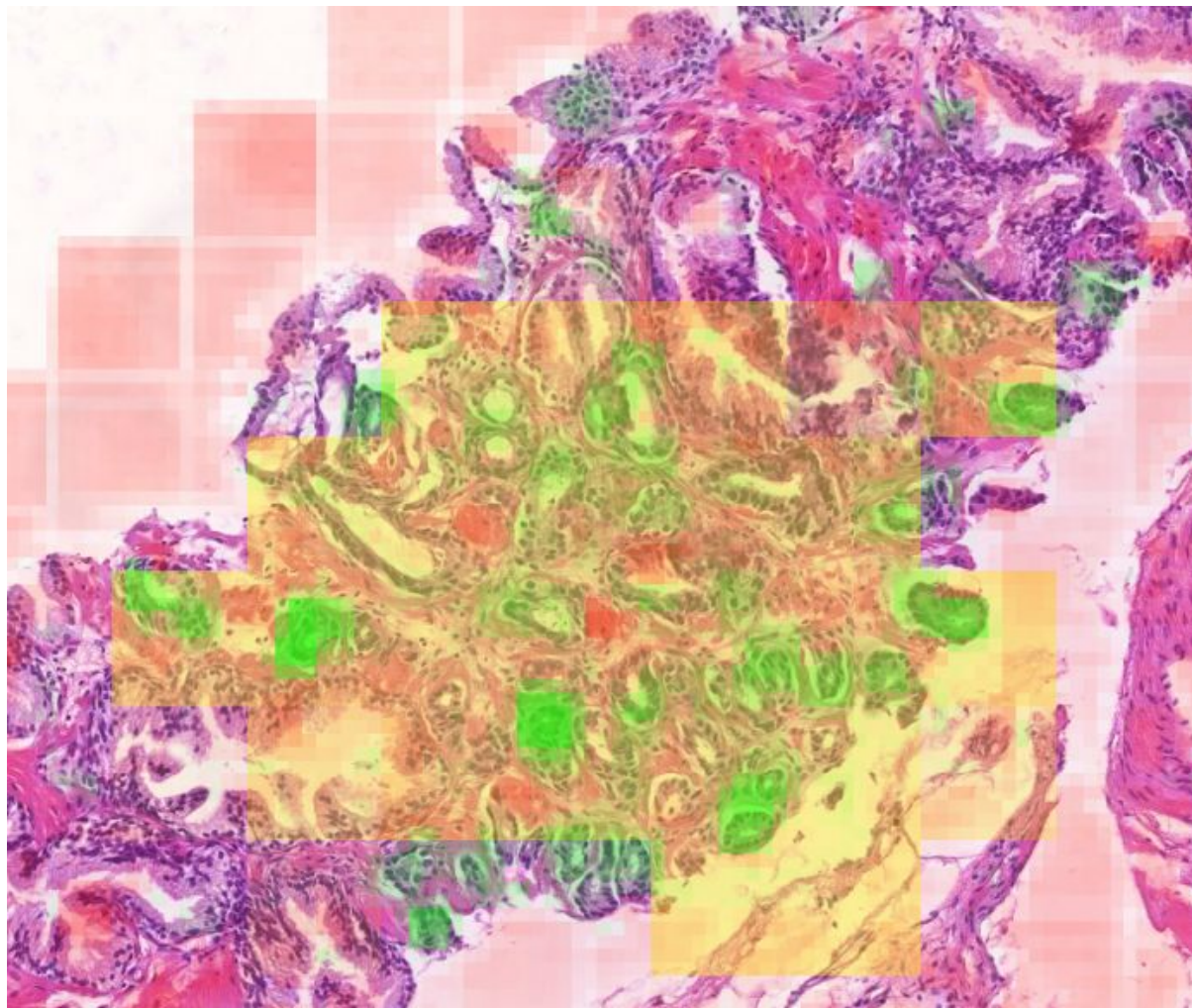
Proč se občas splete?



# Vysvětlení

Na zelených místech vidí  
**důvod** pro odpověď Yes

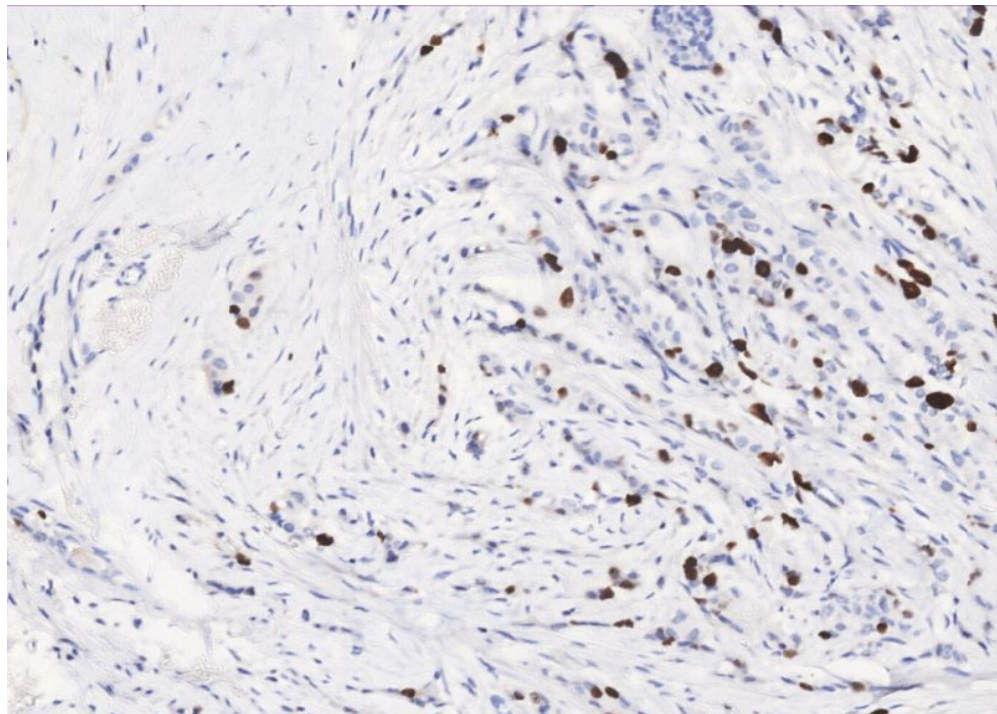
Hledá tvary “vypadlé” z  
učebnice patologie



Chcete být pathology?

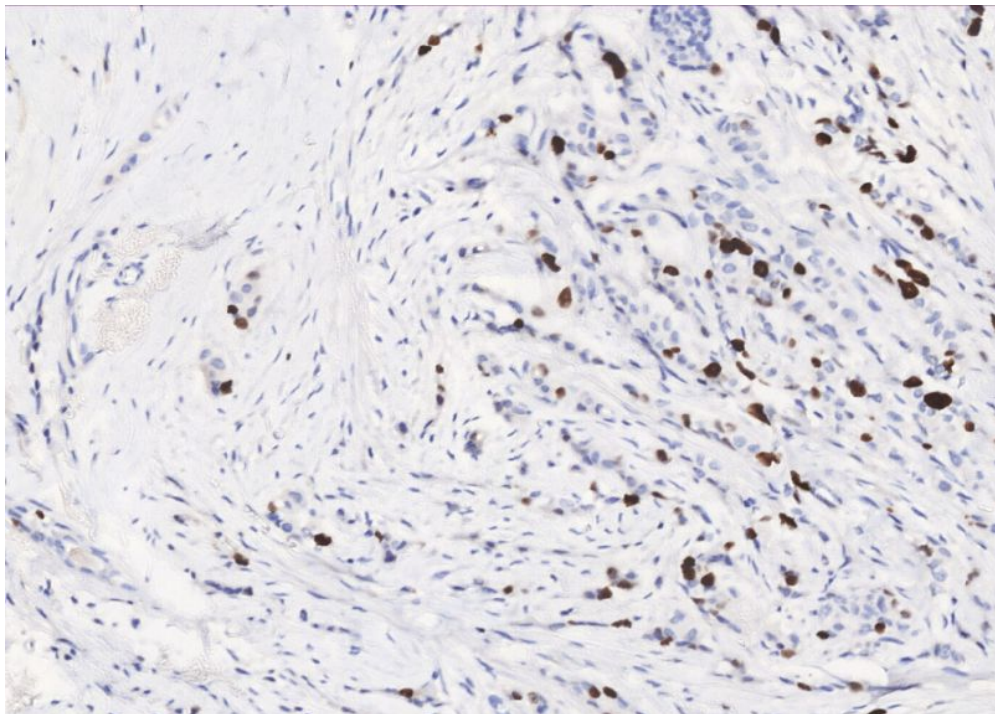
Chcete být pathology?

Tak spočítejte poměr počtu hnědých fleků vůči počtu všech fleků:



Chcete být pathology?

Tak spočítejte poměr počtu hnědých fleků vůči počtu všech fleků:



... ale počítejte jen ty v **epitelové tkáni** ... HA!

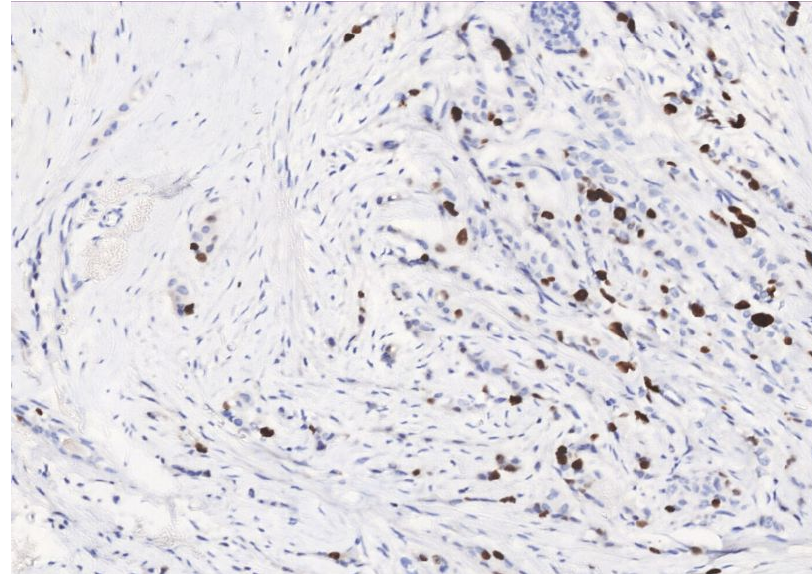


# Ki67

Pro tisíce obrázků máme ten poměr počtu  
hnědých vůči počtu všech fleků  
(spočítaný pathology)

Natrénovali jsme síť pro predikci poměru

Naučilo se to predikovat ten poměr ...



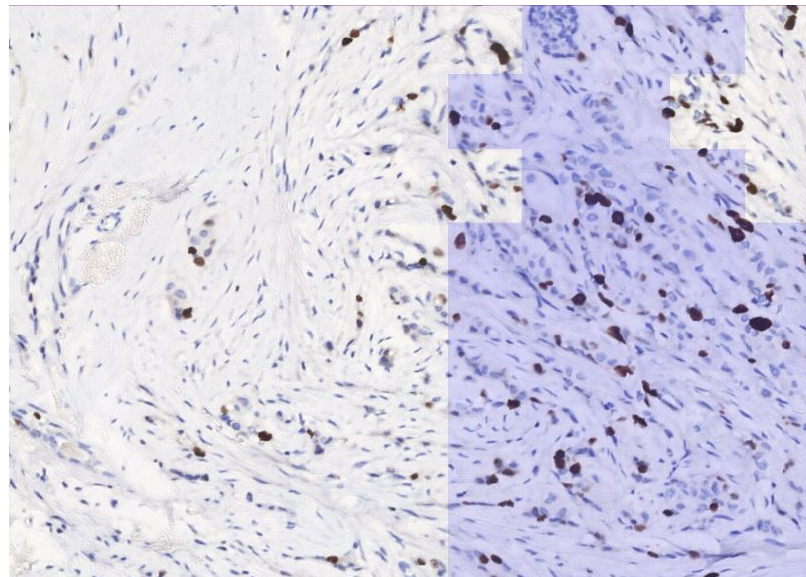
# Ki67

Pro tisíce obrázků máme ten poměr počtu  
hnědých vůči počtu všech fleků  
(spočítaný pathology)

Natrénovali jsme síť pro predikci poměru

Naučilo se to predikovat ten poměr ...

*naučilo se to zhruba najít epitelovou tkáň*



# Závěr

- Umělá inteligence má mnoho **potenciálních** aplikací v medicíně
- V patologii může asistovat při analýze vzorků (urychlí rutinní činnost)
- Je nutné řešit mnoho praktických problémů a komunikovat s patology
- S mnoha činnostmi patologa nepomůže, ani patologa nenahradí

# Závěr

- Umělá inteligence má mnoho **potenciálních** aplikací v medicíně
- V patologii může asistovat při analýze vzorků (urychlí rutinní činnost)
- Je nutné řešit mnoho praktických problémů a komunikovat s patology
- S mnoha činnostmi patologa nepomůže, ani patologa nenahradí

A hlavně z hlediska informatiky je to **maso!**