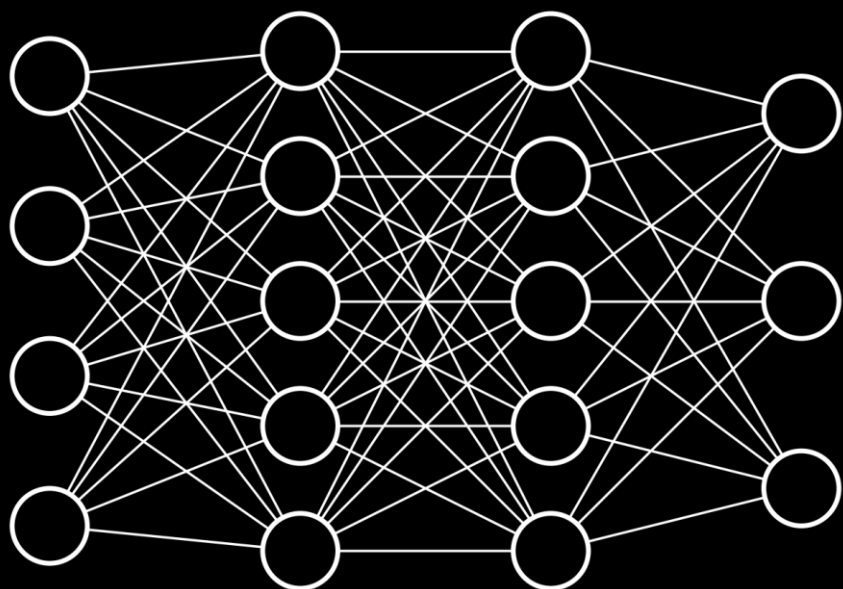


Lze simulovat fyziku pomocí neuronových sítí?

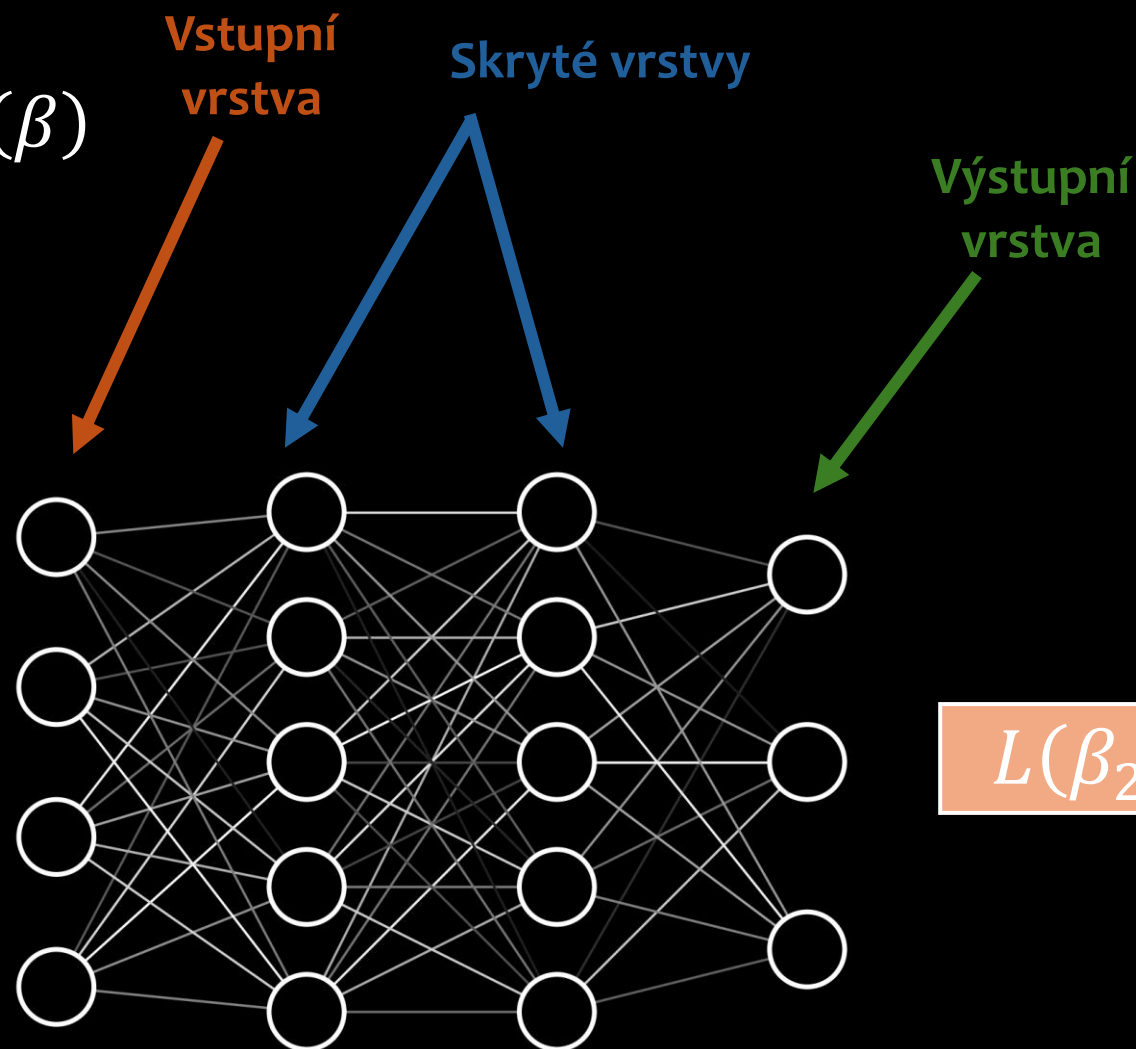
D. Šafrata, O. Matyšek, L. Hradečný, J. Fišerová

Neuronové sítě

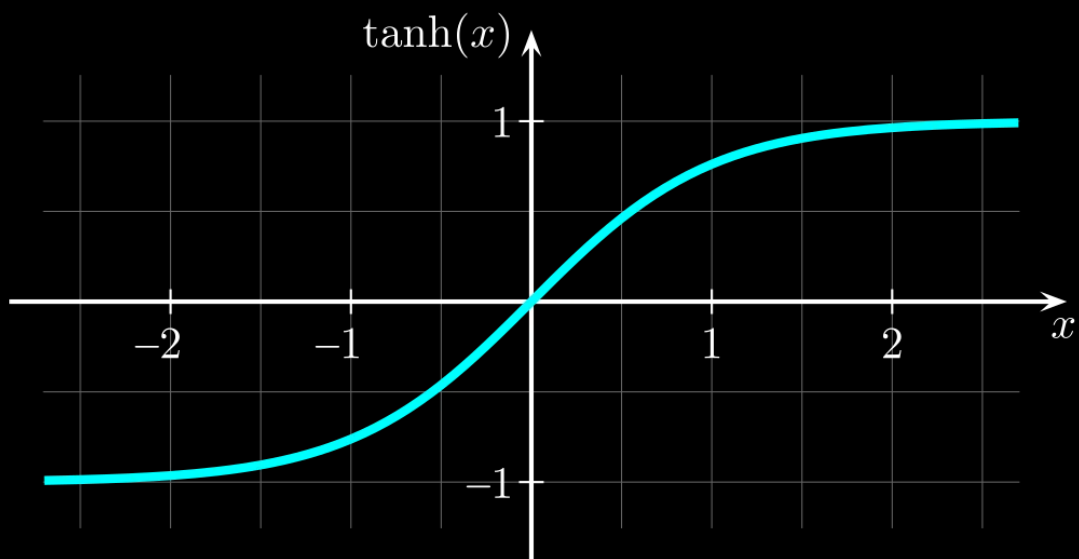
- Učení pomocí ztrátové funkce $L(\beta)$
- Metoda nejmenších čtverců



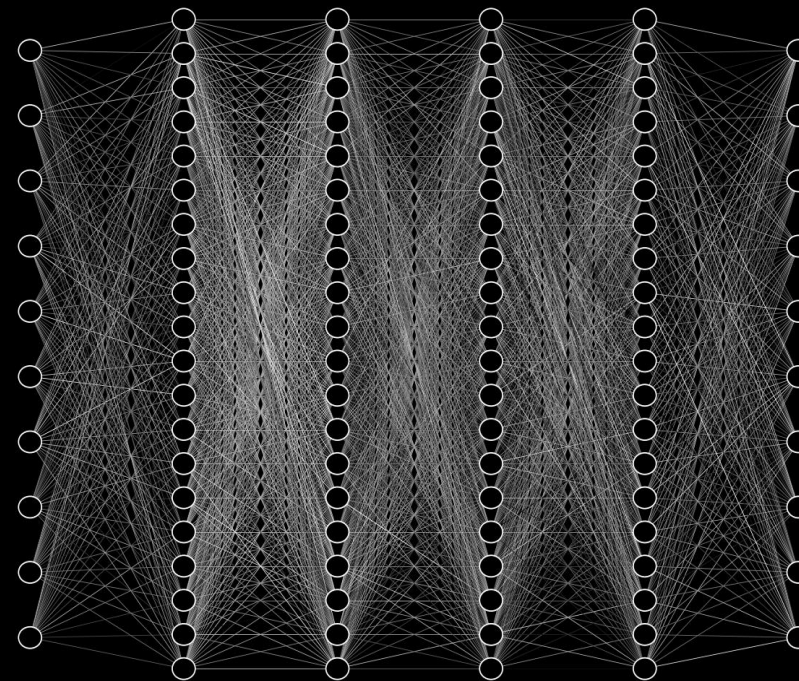
$L(\beta_1)$



$L(\beta_2)$



Aktivační funkce



Velikost sítě

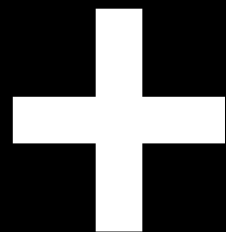
η

Rychlost učení

10 000

Počet epoch

Proč neuronové sítě?



- PINN
- Snadné škálování
 - 1D → 2D...
- Snadná práce s nepravidelnostmi
- Využití GPU



- Proces učení
- Přesnost není zaručena
- Citlivost na nastavení sítě

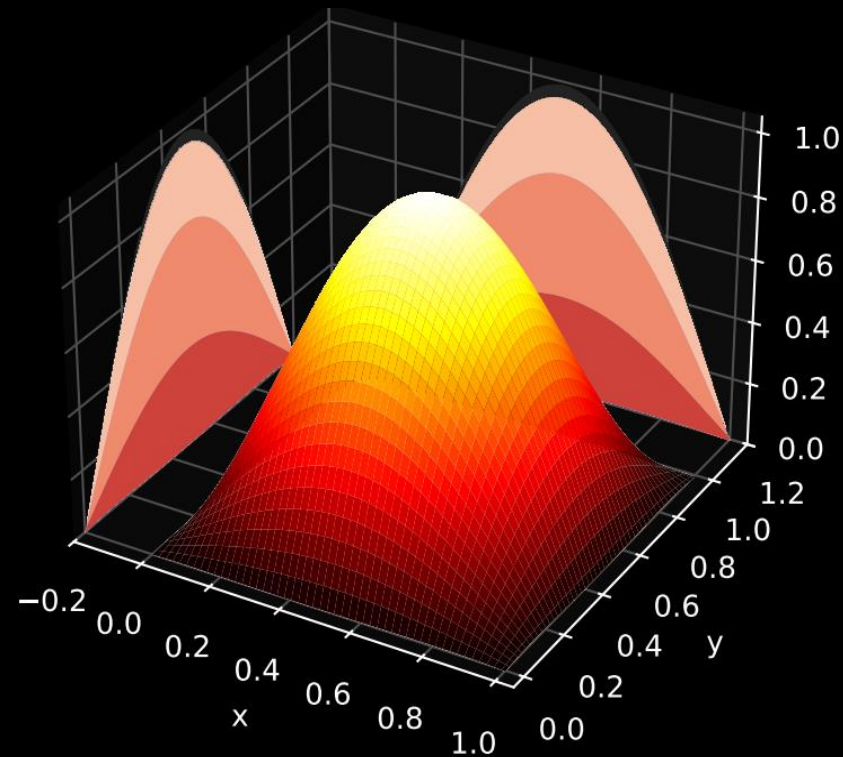
Distribuce tepla

- Problém popsaný PDE
- Podmínky
 - Časová = počáteční
 - Prostorová = okrajová
- Homogenní čtvercová deska
 - $(x, y) \in [0, L] \times [0, L]$

$$1D \quad \frac{\partial T}{\partial t}(t, x) = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(t, x) \right)$$

$$2D \quad \frac{\partial T}{\partial t}(t, x, y) = \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(t, x, y) + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}(t, x, y) \right)$$

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho c}$$



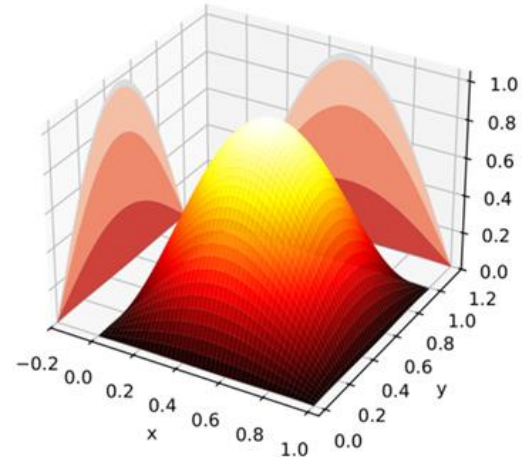
Implementace

- Jazyk Python + knihovny
- Zakomponování fyzikálních zákonů do ztrátové funkce
- Dirichletova okrajová podmínka
 - Fixně nulové hodnoty po obvodu
- Počáteční podmínka
 - $T(t_0, x, y) = \sin(\pi x) \sin(\pi y)$

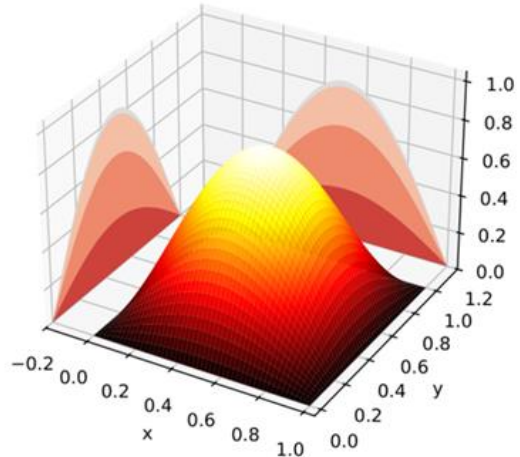
$$L = \sum_{i=1}^{N_{rov}} \left(\frac{\partial \hat{T}(t_i, x_i, y_i)}{\partial t} - \alpha \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}(t, x, y) + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2}(t, x, y) \right) \right)^2 + \sum_{j=1}^{N_{poč}} \left(\hat{T}(t_0, x_j, y_j) - \sin(\pi x_j) \sin(\pi y_j) \right)^2 + \sum_{k=1}^{N_{okr}} \hat{T}(t_k, x_k, y_k)^2$$

Správná data

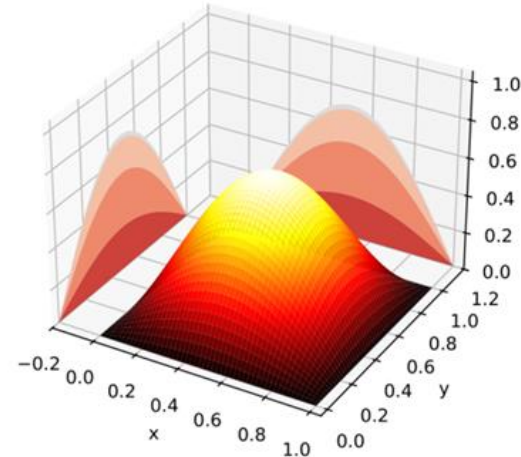
3D plot teploty v čase $t = 0.0$



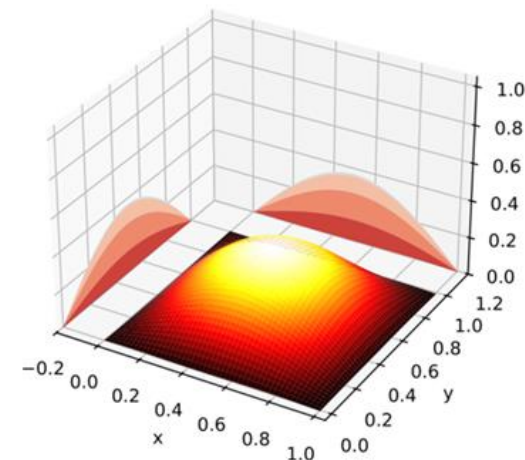
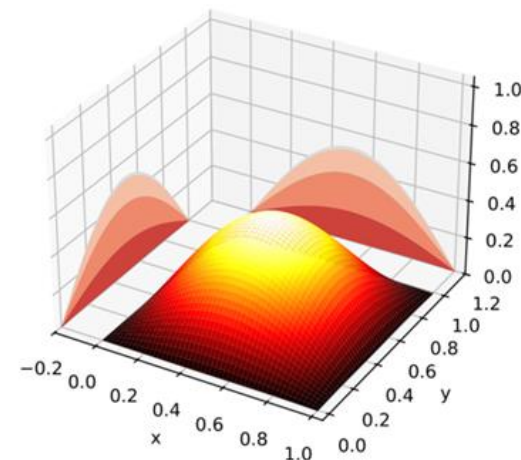
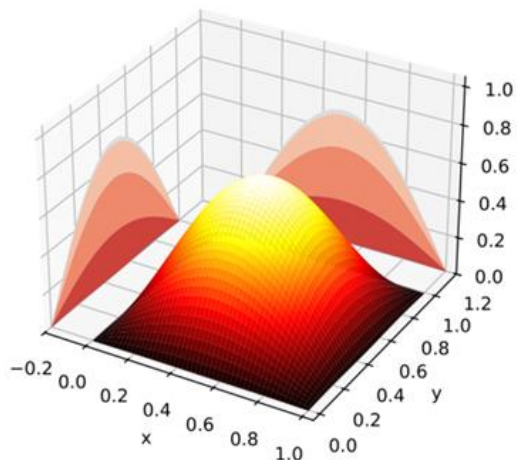
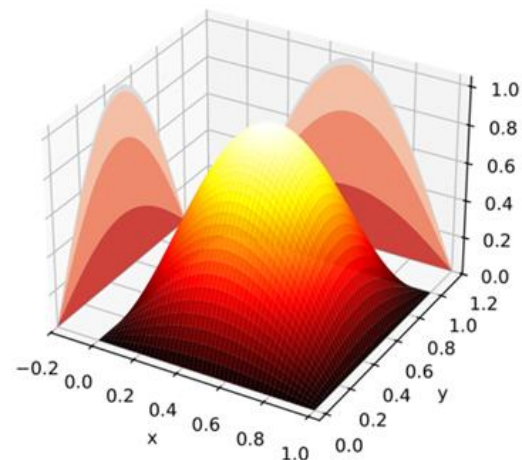
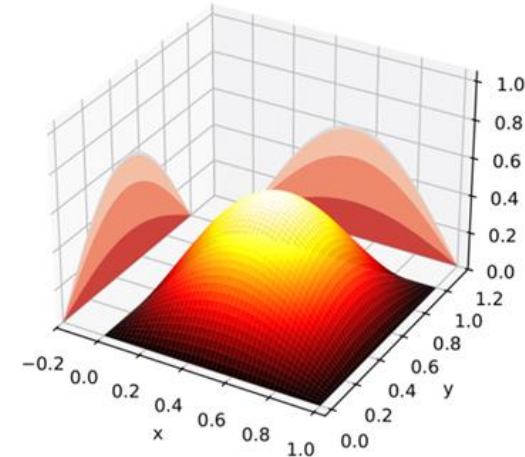
3D plot teploty v čase $t = 0.33$



3D plot teploty v čase $t = 0.66$



3D plot teploty v čase $t = 1$



Data neuronové sítě

Děkujeme za pozornost