

NTMF036

# INTERPRETACE KVANTOVÉ MECHANIKY

Shrnutí 8. přednášky

Pavel Krtouš

# Lokalita (kauzalita) teorie

- prostorupodobně lokalizovatelné pozorovatelné lze měřit zároveň

$$\mathcal{U} \bowtie \mathcal{V} \Rightarrow [\hat{A}_{\mathcal{U}}, \hat{B}_{\mathcal{V}}] = 0$$

- $\hat{A}_{\mathcal{U}}$  vybudované pouze z  $\hat{\Phi}(x)$  s  $x \in \mathcal{U}$
- $\hat{B}_{\mathcal{V}}$  vybudované pouze z  $\hat{\Phi}(x)$  s  $x \in \mathcal{V}$

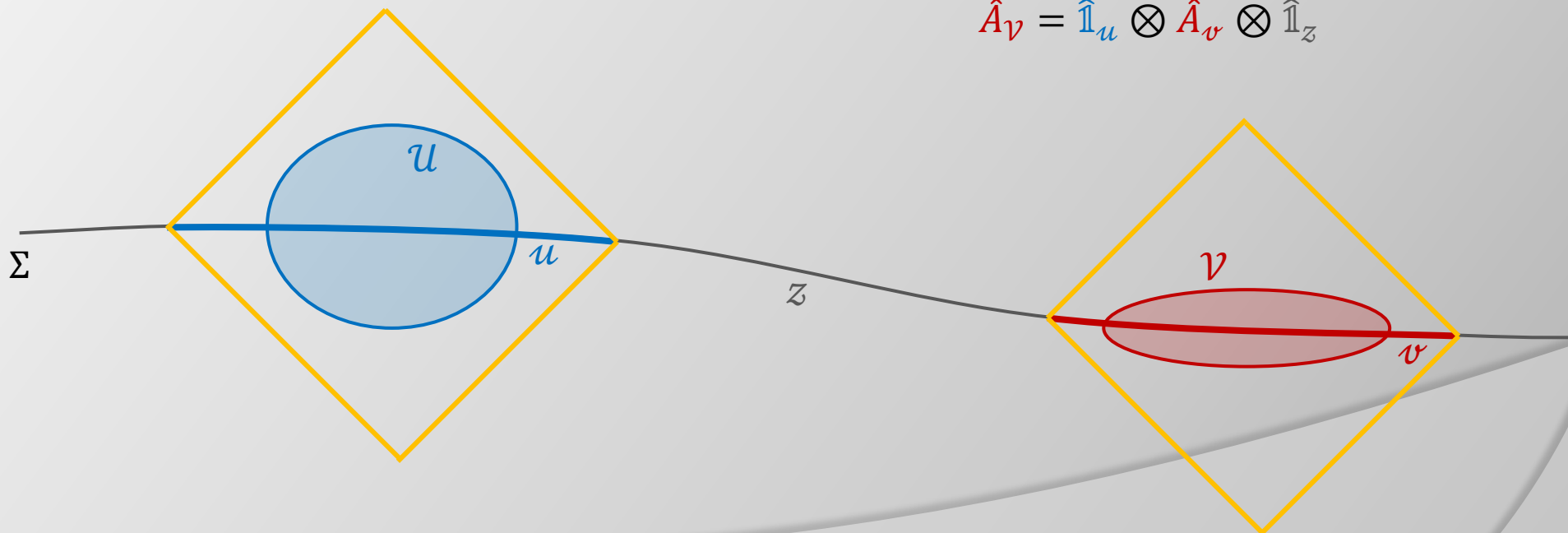


# Separovatelnost

- ⊙ nezávislá počáteční data v jeden okamžik (na Cauchyho nadploše) definují oddělitelné podsystémy

$$\Sigma = u \cup v \cup z \quad \mathcal{H} = \mathcal{H}_u \otimes \mathcal{H}_v \otimes \mathcal{H}_z$$

$$\hat{A}_u = \hat{A}_u \otimes \hat{1}_v \otimes \hat{1}_z$$
$$\hat{A}_v = \hat{1}_u \otimes \hat{A}_v \otimes \hat{1}_z$$

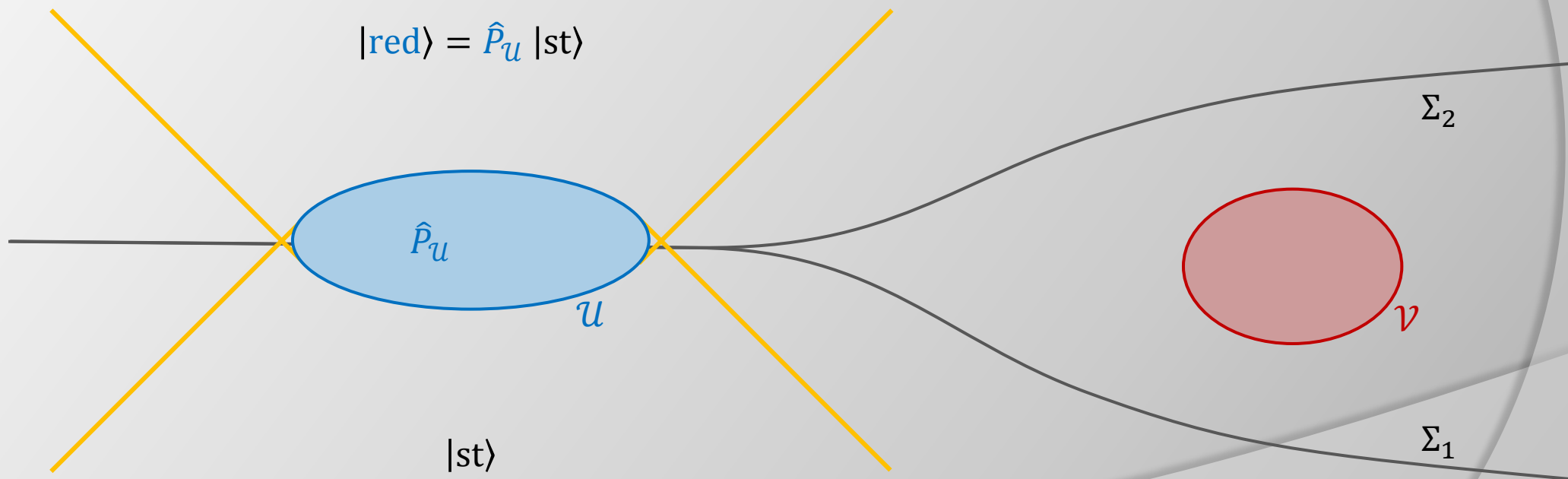


# Lokalizace kolapsu

$$\hat{P}_u = \hat{P}_u \otimes \hat{I}_v \otimes \hat{I}_z \Rightarrow \hat{D}_{st|v} = \hat{D}_{red|v}$$

- pozorovatel ve  $\mathcal{V}$  nepozná, zda došlo ke kolapsu!

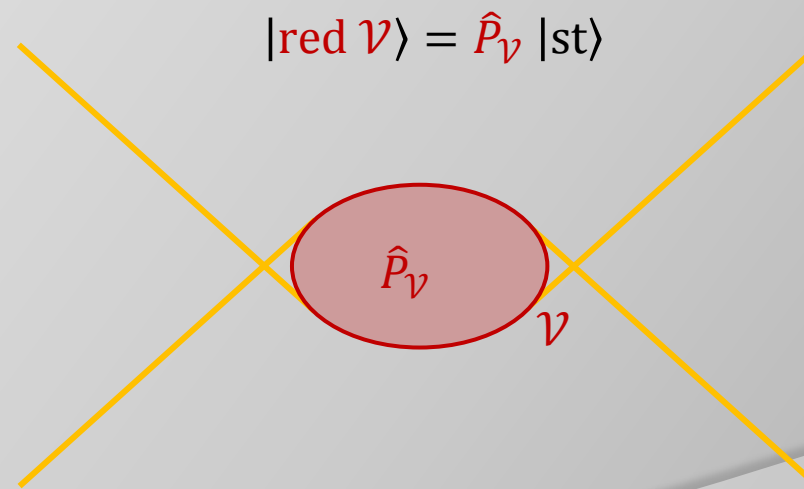
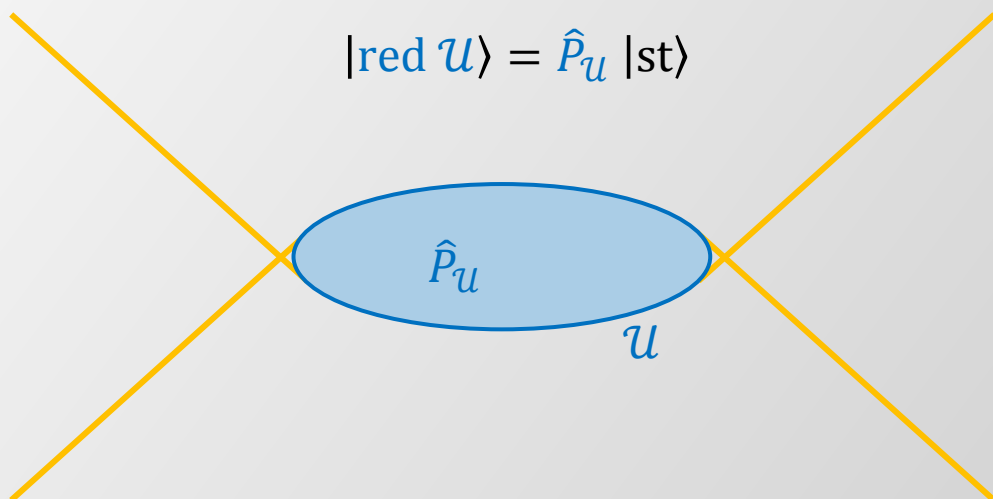
$$\hat{D}_v = \left\{ \begin{array}{l} \Sigma_2: \hat{D}_{st} \Big|_v \\ \Sigma_1: \hat{D}_{red} \Big|_v \end{array} \right\} = \text{stejné !!!}$$



# Dvě nezávislá měření

- $\hat{P}_u$  – projektor odpovídající výsledku měření v  $u$
- $\hat{P}_v$  – projektor odpovídající výsledku měření v  $v$

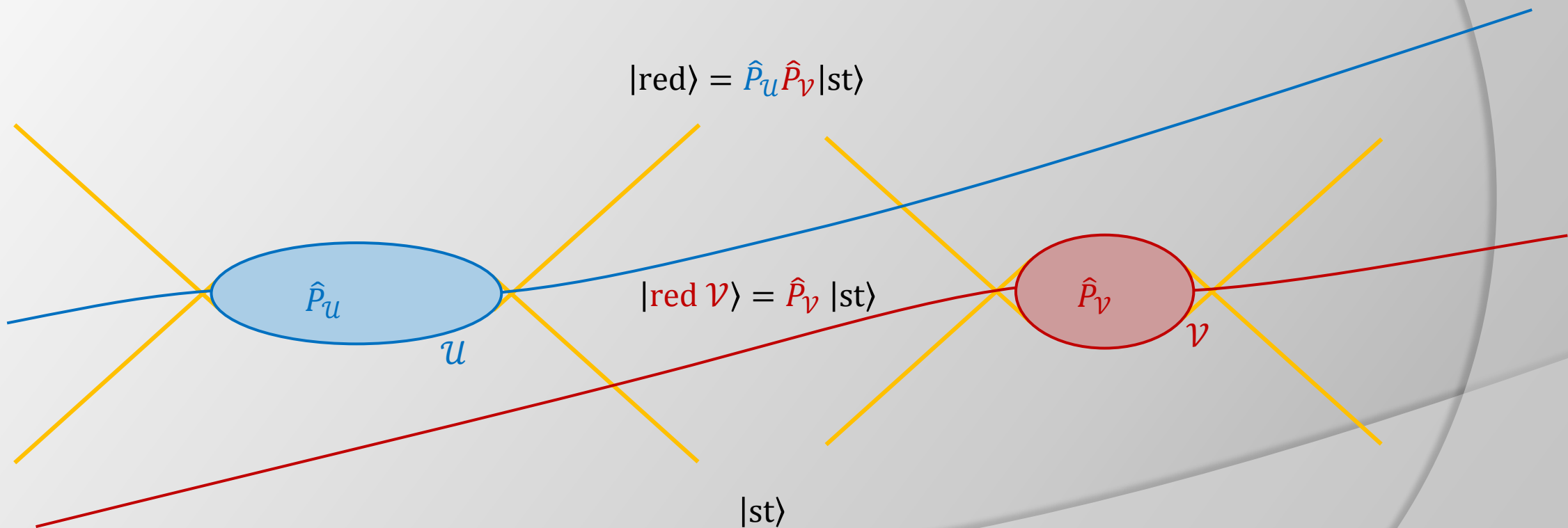
$$[\hat{P}_u, \hat{P}_v] = 0 \quad \text{lze měřit „současně“}$$



$|st\rangle$

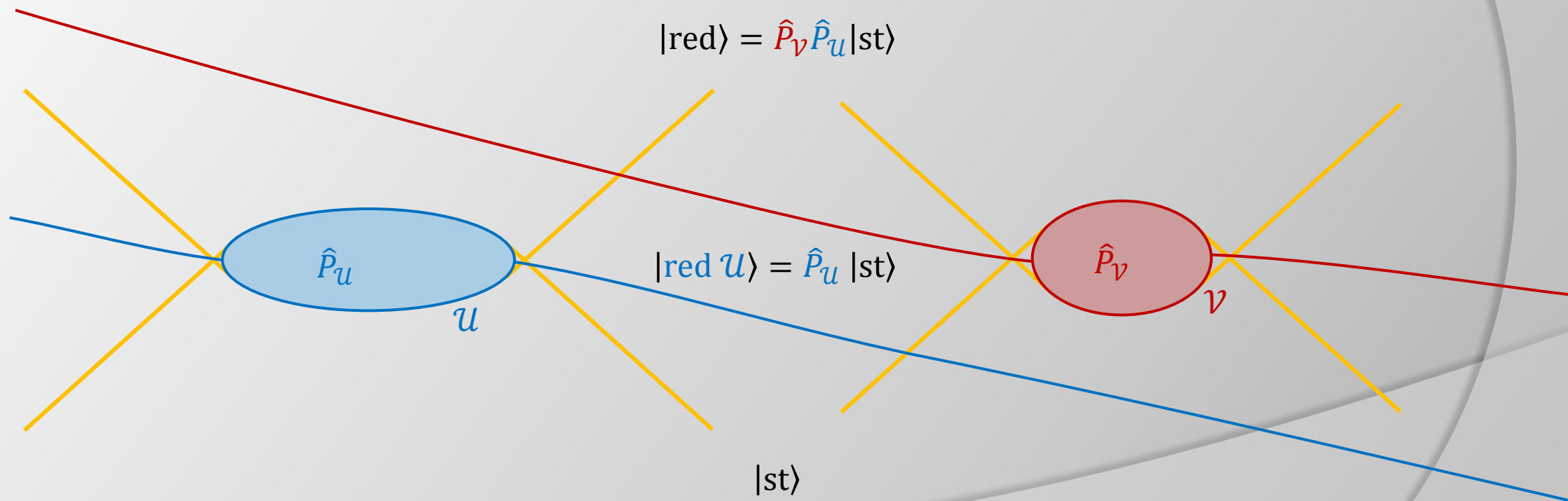
# Dvě nezávislá měření

- ⦿ kolaps lze volit různými způsoby



# Dvě nezávislá měření

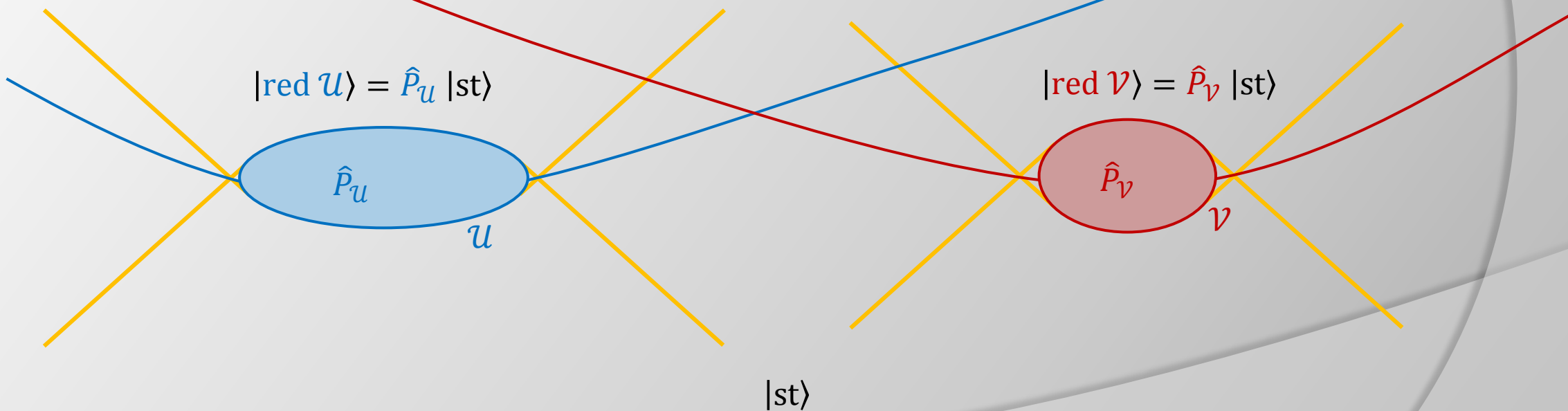
- kolaps lze volit různými způsoby



# Dvě nezávislá měření

- ⦿ kolaps lze volit různými způsoby

$$|\text{red}\rangle = \hat{P}_v \hat{P}_u |\text{st}\rangle = \hat{P}_u \hat{P}_v |\text{st}\rangle$$

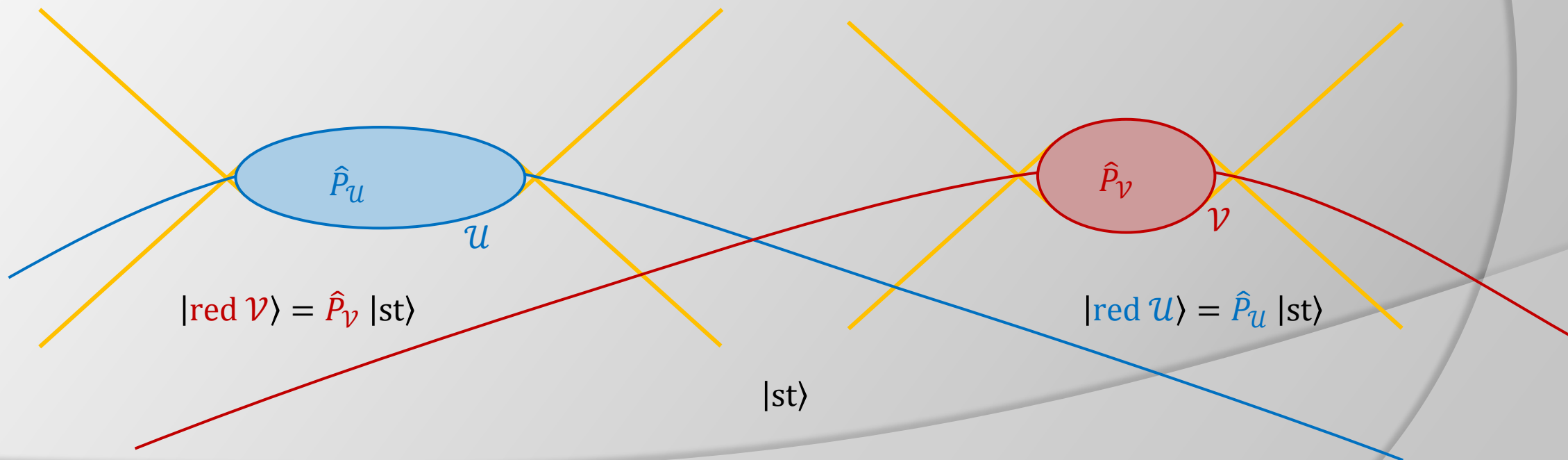




# Dvě nezávislá měření

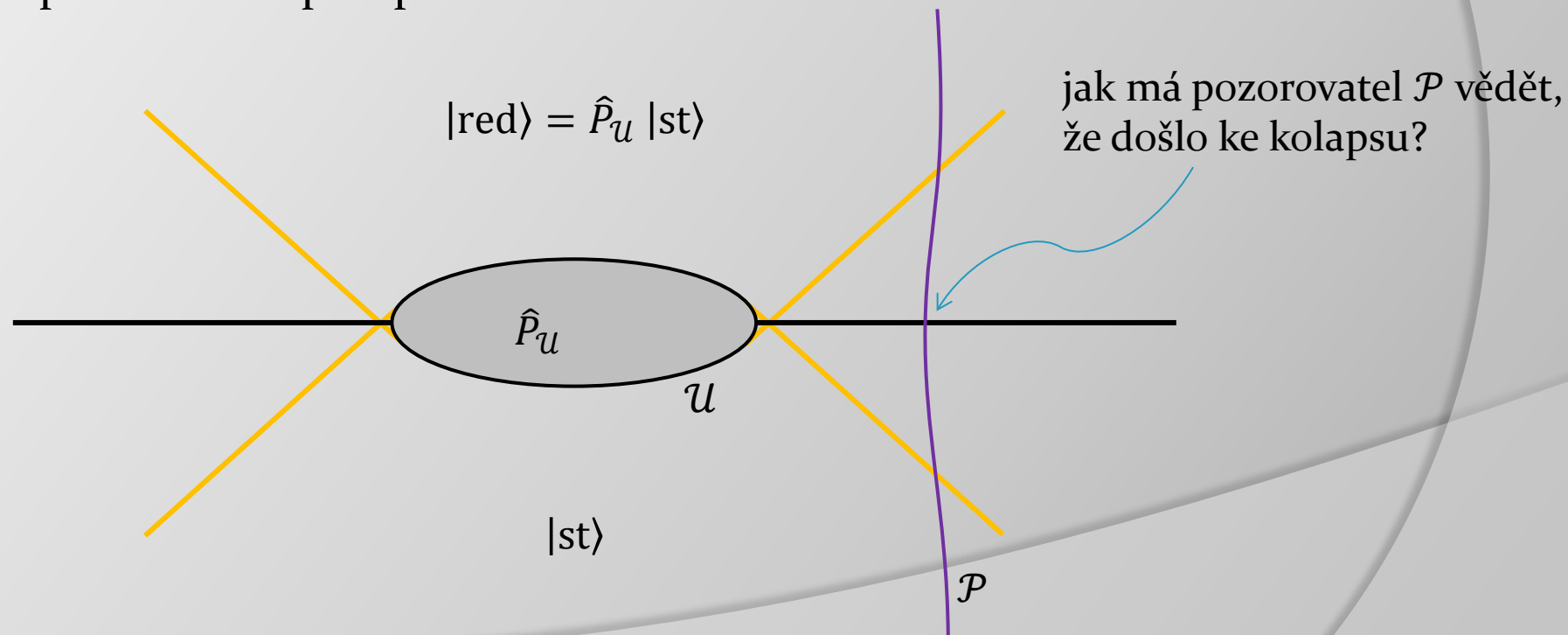
- kolaps lze volit různými způsoby

$$|\text{red}\rangle = \hat{P}_v \hat{P}_u |\text{st}\rangle = \hat{P}_u \hat{P}_v |\text{st}\rangle$$



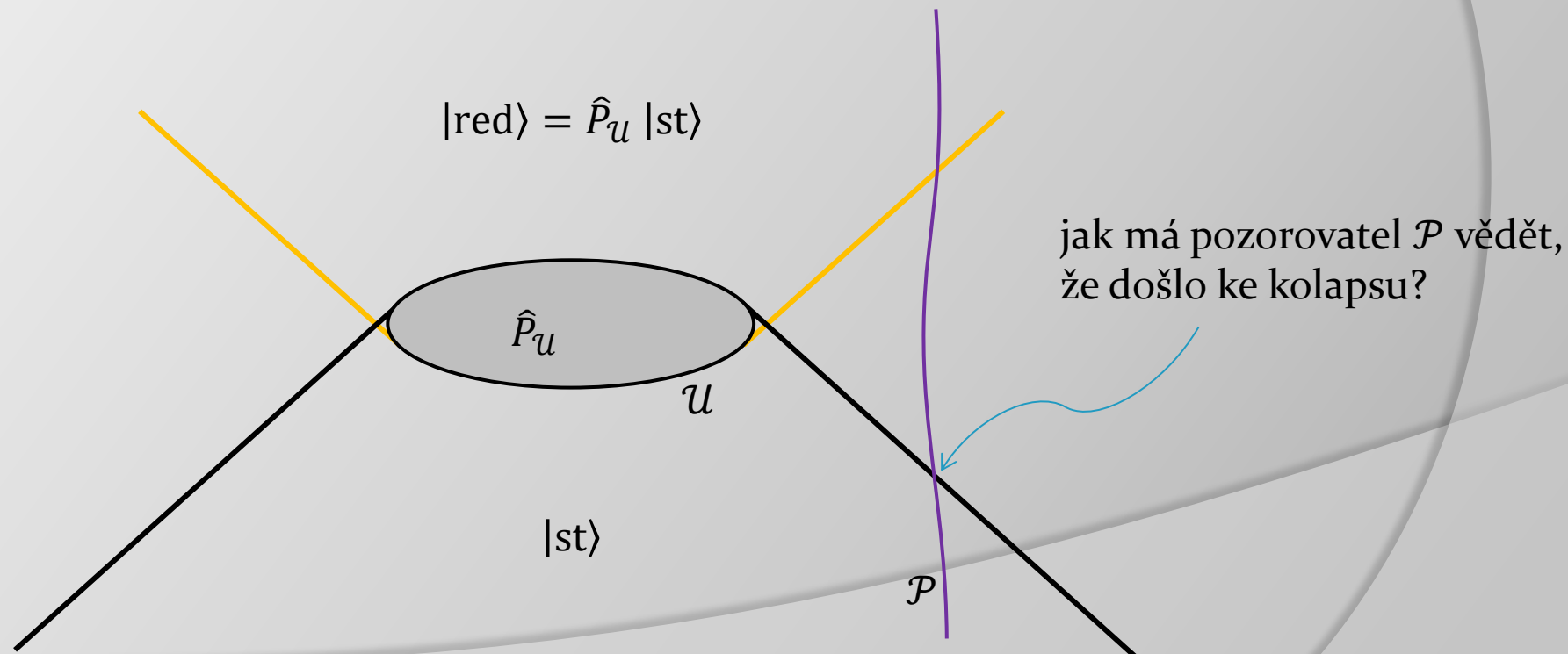
# Speciální volby

- ◉ okamžité šíření kolapsu
  - současnost není kanonická – jaká soustava?
  - nepoužitelné pro kauzální předpovědi



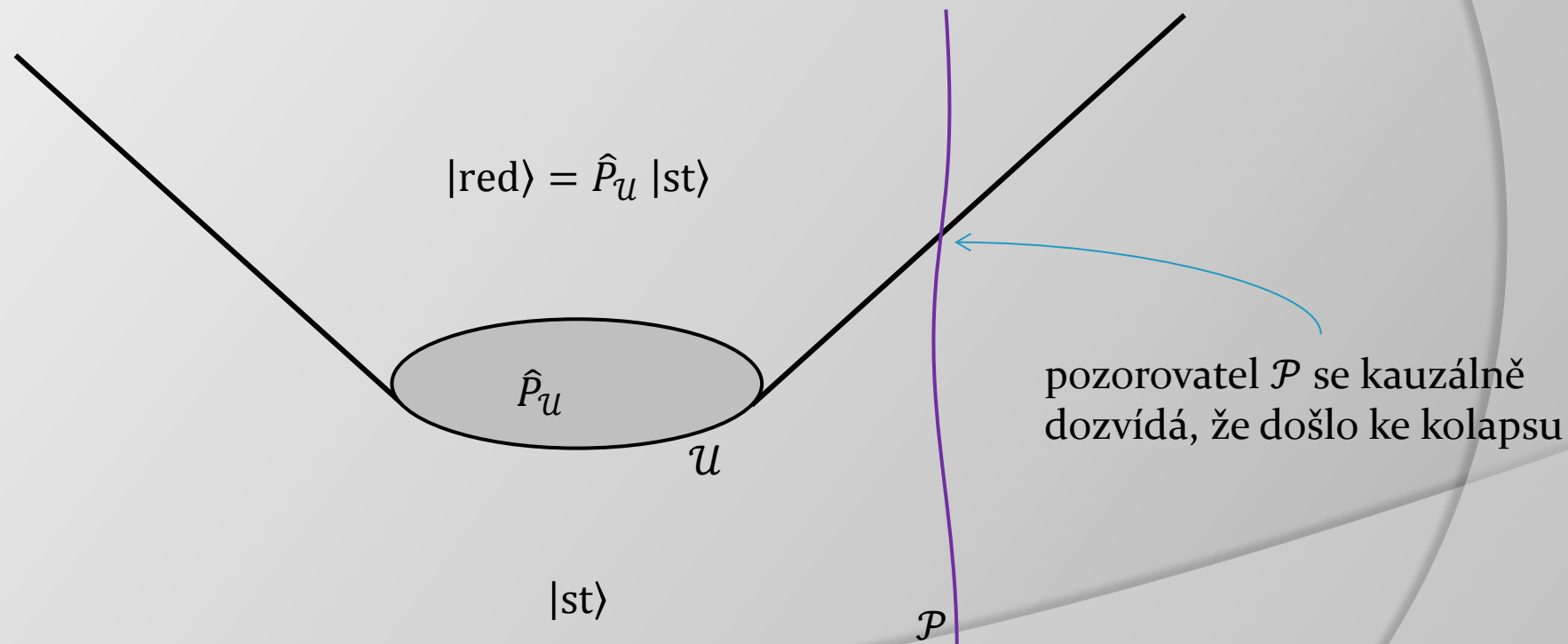
# Speciální volby

- ⦿ **advancované šíření kolapsu (šíření do minulosti)**
  - nepoužitelné pro kauzální předpovědi



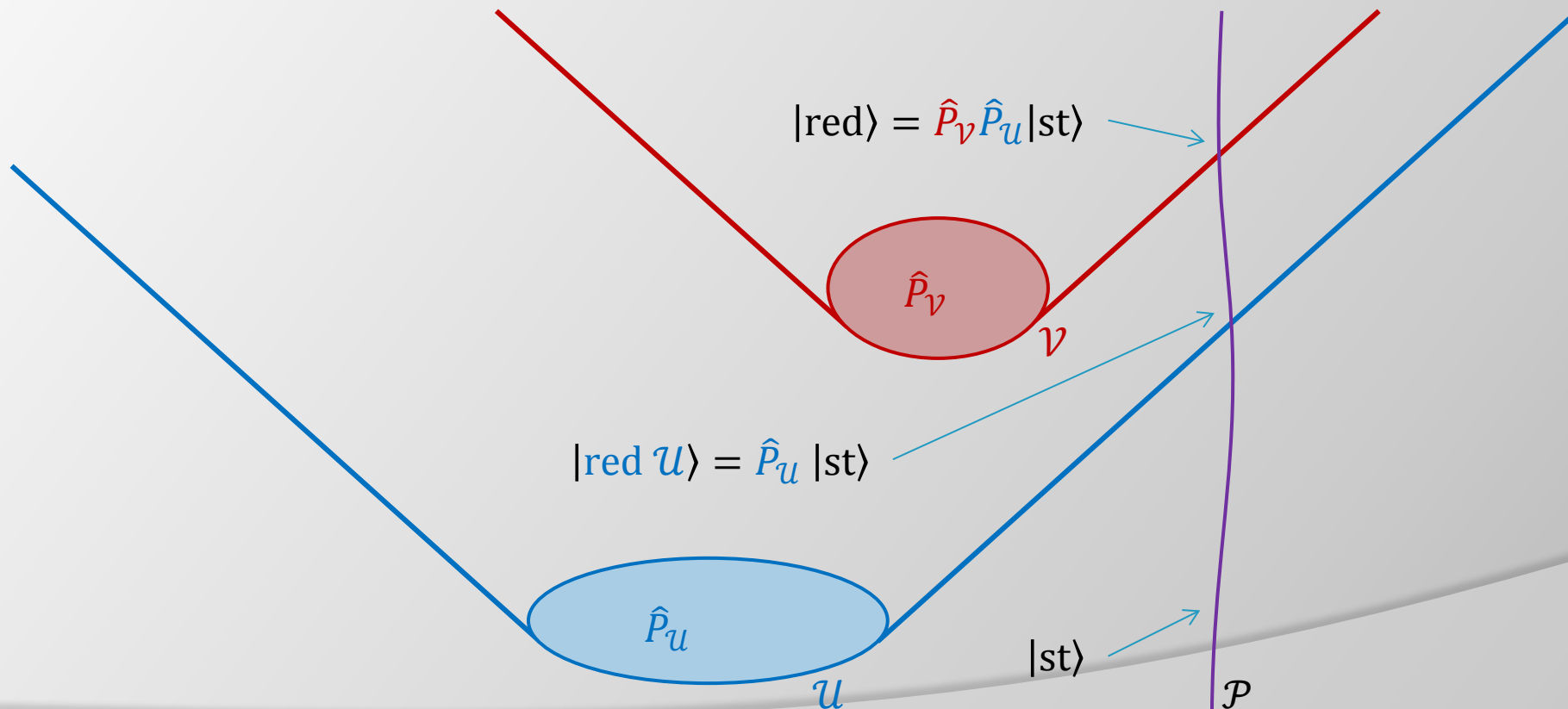
# Kauzální šíření kolapsu

- ⊙ retardované šíření (šíření po budoucím světelném kuželu)
  - umožňuje kauzální identifikaci kolapsu



# Kauzální šíření kolapsu

- dvě závislá (následná) měření  $[\hat{P}_u, \hat{P}_v] \neq 0$   
pro všechny pozorovatele stejné pořadí kolapsů

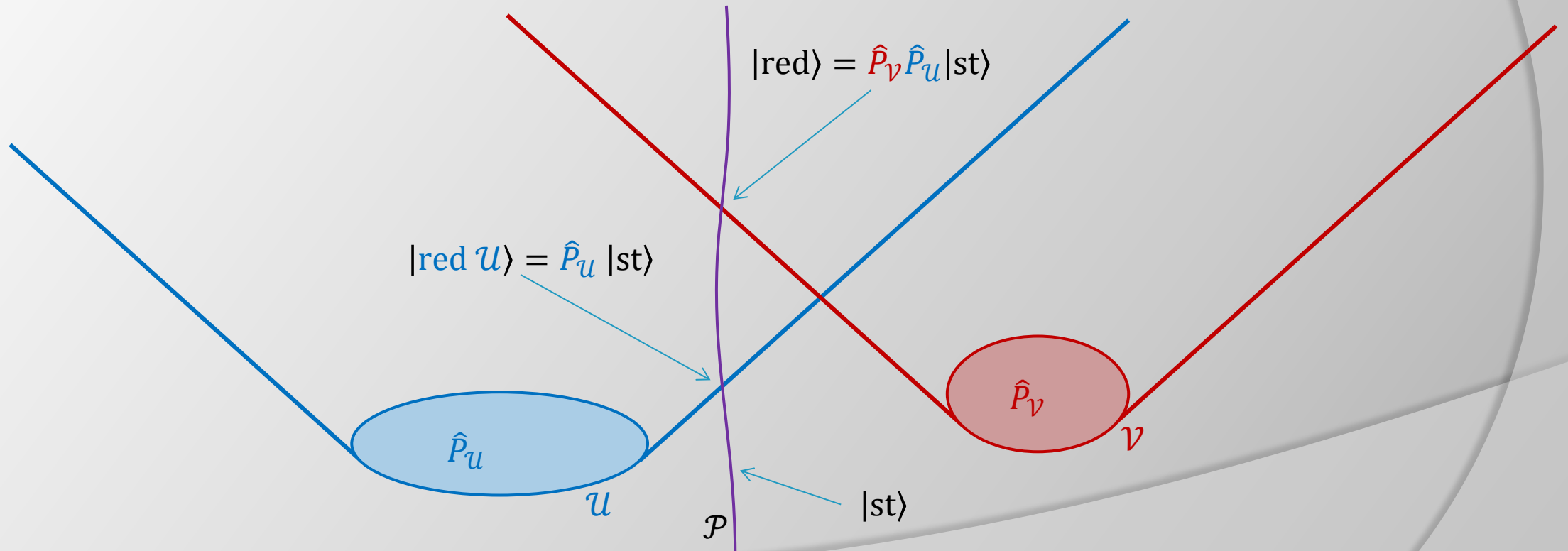


# Kauzální šíření kolapsu

⊙ dvě nezávislá měření

$$[\hat{P}_u, \hat{P}_v] = 0$$

- různí pozorovatelé mohou vnímat kolaps v různém pořadí

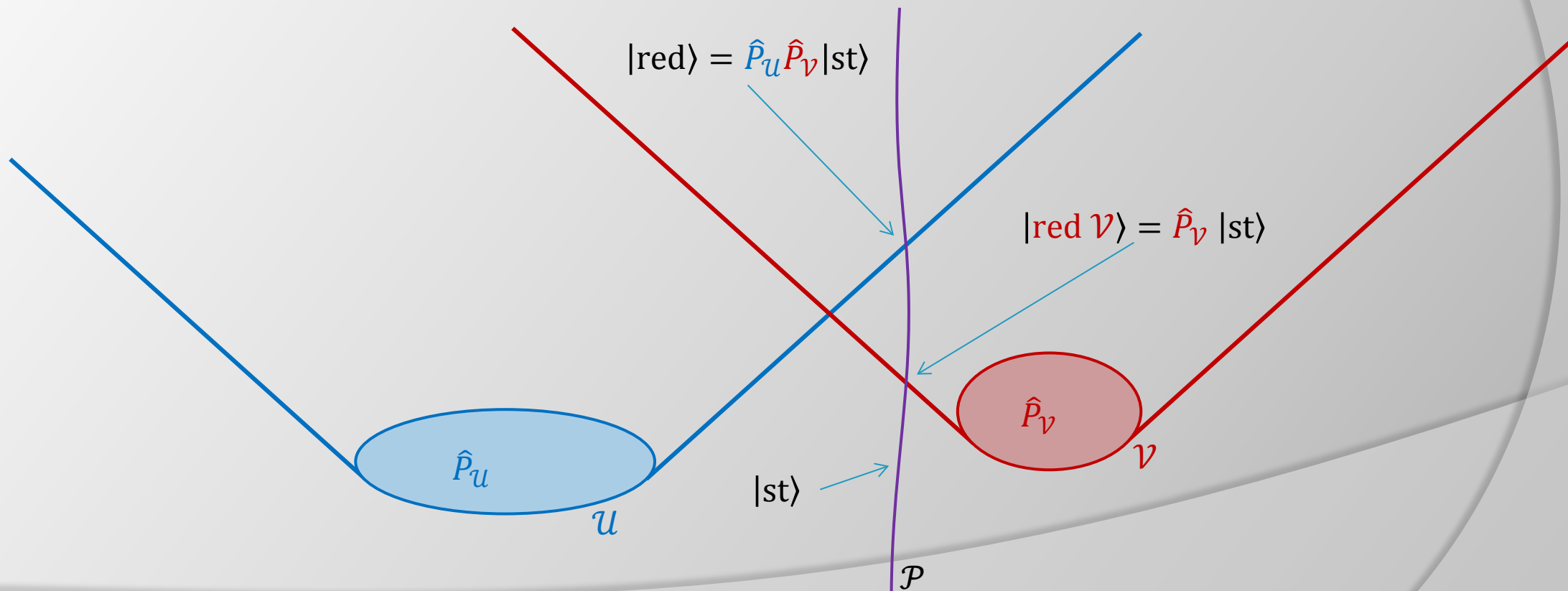


# Kauzální šíření kolapsu

⊙ dvě nezávislá měření

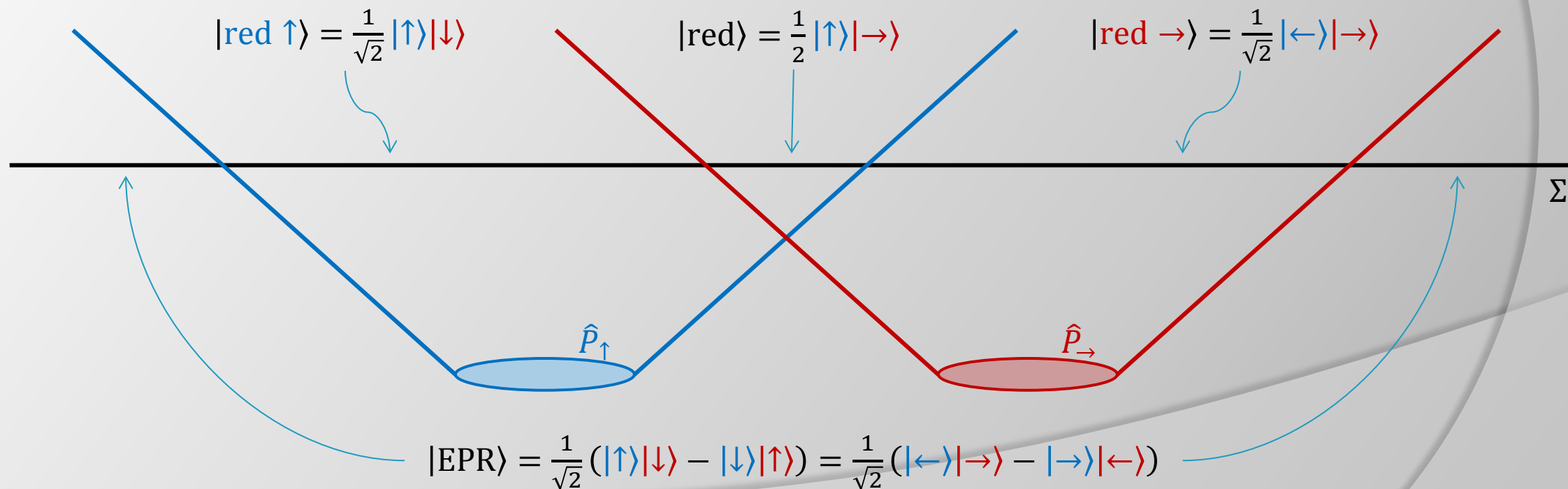
$$[\hat{P}_u, \hat{P}_v] = 0$$

- různí pozorovatelé mohou vnímat kolaps v různém pořadí



# Realita stavu?

*„kvantový stav“ nemůže reprezentovat „stav přírody“*





# Problém lokálního realismu

- ⊙ kolaps nemůže být chápán jako reálný lokální a kauzální proces
  - reálný = skutečná změna stavu přírody
  - kauzální = šíří se po budoucích světelných kuželech – lze
  - lokální = mění pouze lokální kvantita – nelze
- ⊙ kolaps lze chápat jako kauzální lokální změnu naší znalosti přírody
  - kauzální = kolaps se uplatňuje, jsme-li kauzálně spojeni s měřením
  - lokální = kolaps nám říká, jaký stav v které oblasti prostoročasu používat
  - nelokalita = stav popisuje znalost celého systému, ne pouze lokální části