

Chyby biometrického systému

Zadanie č.1

Biometria

Obsah

- Zadanie č.1
 - Inštrukcie
 - Model riešenia a základné pojmy
 - Bodovanie

Inštrukcie

- Znenie zadania č.1
 - Implementujte program, ktorý **vyhodnotí chybu** biometrického systému pri rozpoznávaní obrazu ľudskej tváre pomocou metódy PCA.
 - Výstupom vášho programu bude chyba biometrického systému daná ukazovateľmi **FMR**, **FNMR** a **ROC** krivkou (je nutná ich vizualizácia grafom)
 - Biometrický systém musí byť natrénovaný spôsobom „**cross-validácie**“
 - Odporúča sa použiť **OpenCV** knižnicu

Inštrukcie

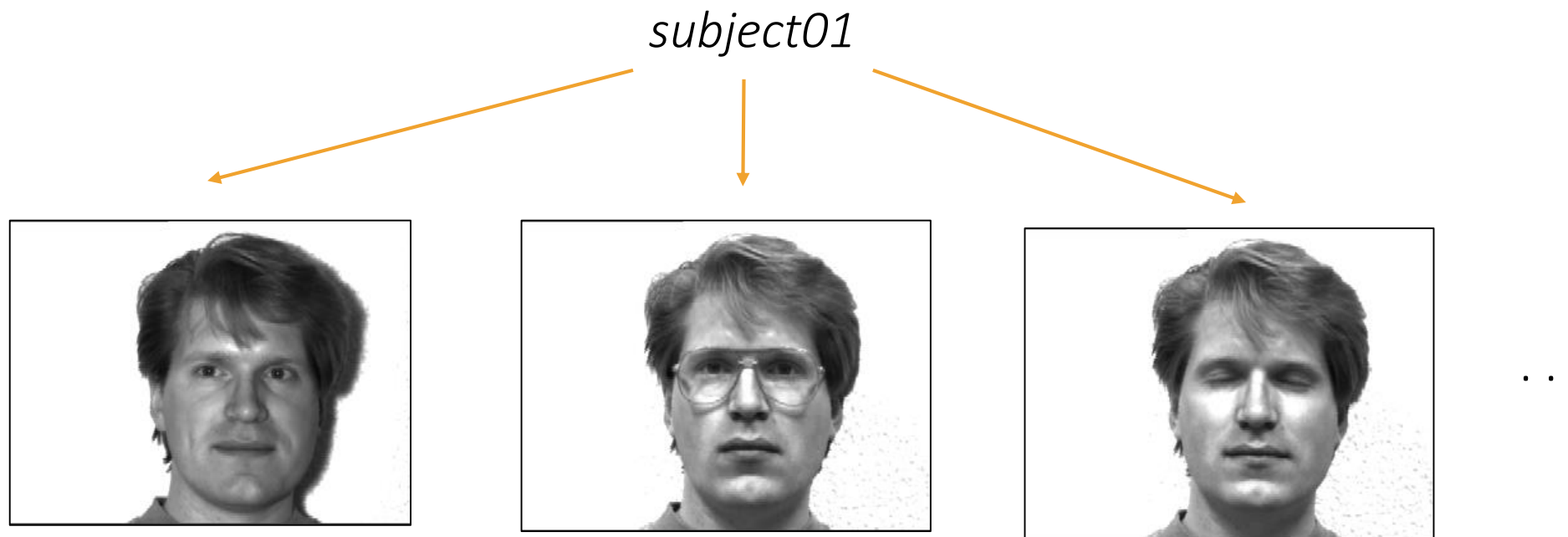
- Znenie zadania č.1
 - Implementujte program, ktorý **vyhodnotí chybu** biometrického systému pri rozpoznávaní obrazu ľudskej tváre pomocou metódy PCA.
 - Výstupom vášho programu bude chyba biometrického systému daná ukazovateľmi **FMR**, **FNMR** a **ROC** krivkou (je nutná ich vizualizácia grafom)
 - Biometrický systém musí byť natrénovaný spôsobom „**cross-validácie**“
 - Odporúča sa použiť **OpenCV** knižnicu

Model riešenia a základné pojmy

- Databáza obrazov tváre
 - **Yale Face Database** (dostupná na dokumentovom serveri AIS)
 - Databáza obsahuje 165 GIF obrazov patriacich 15 osobám
 - 11 obrazov/osoba
 - Formát názvu súboru: *subject01.sad*
subject01.sleepy
...

Model riešenia a základné pojmy

- Databáza obrazov tváre



Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



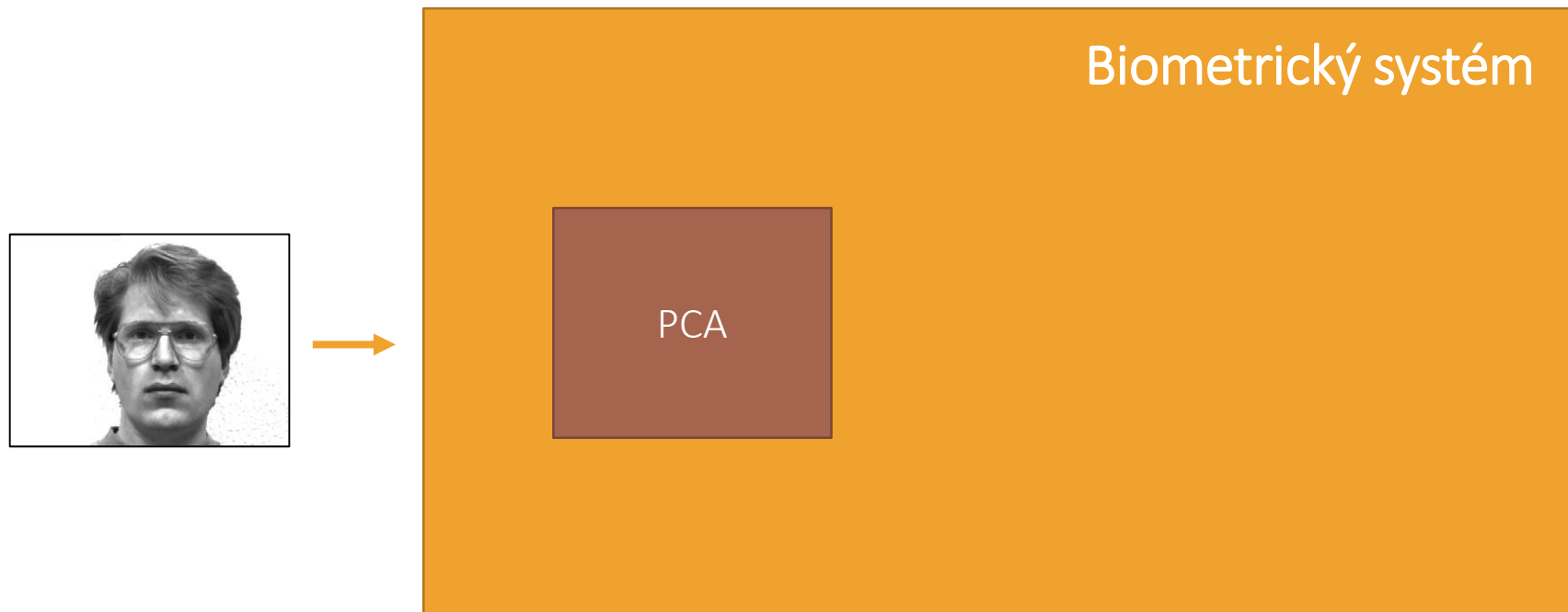
Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



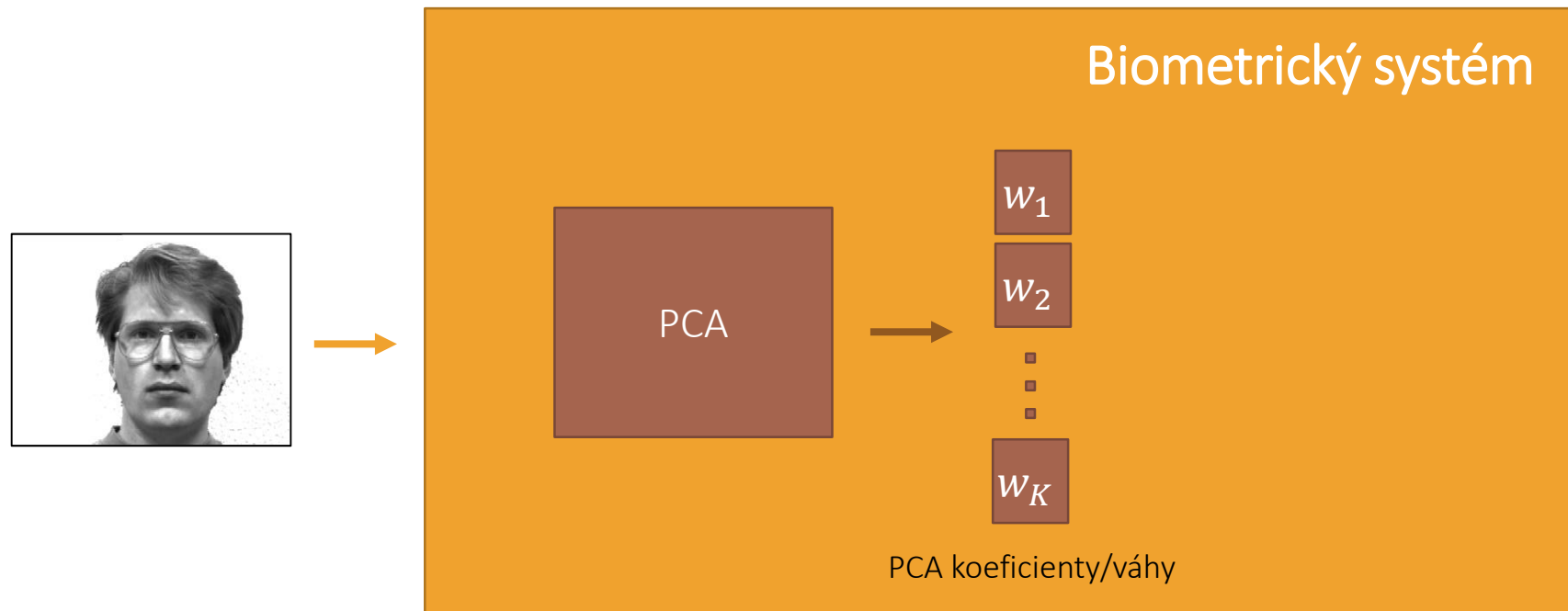
Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



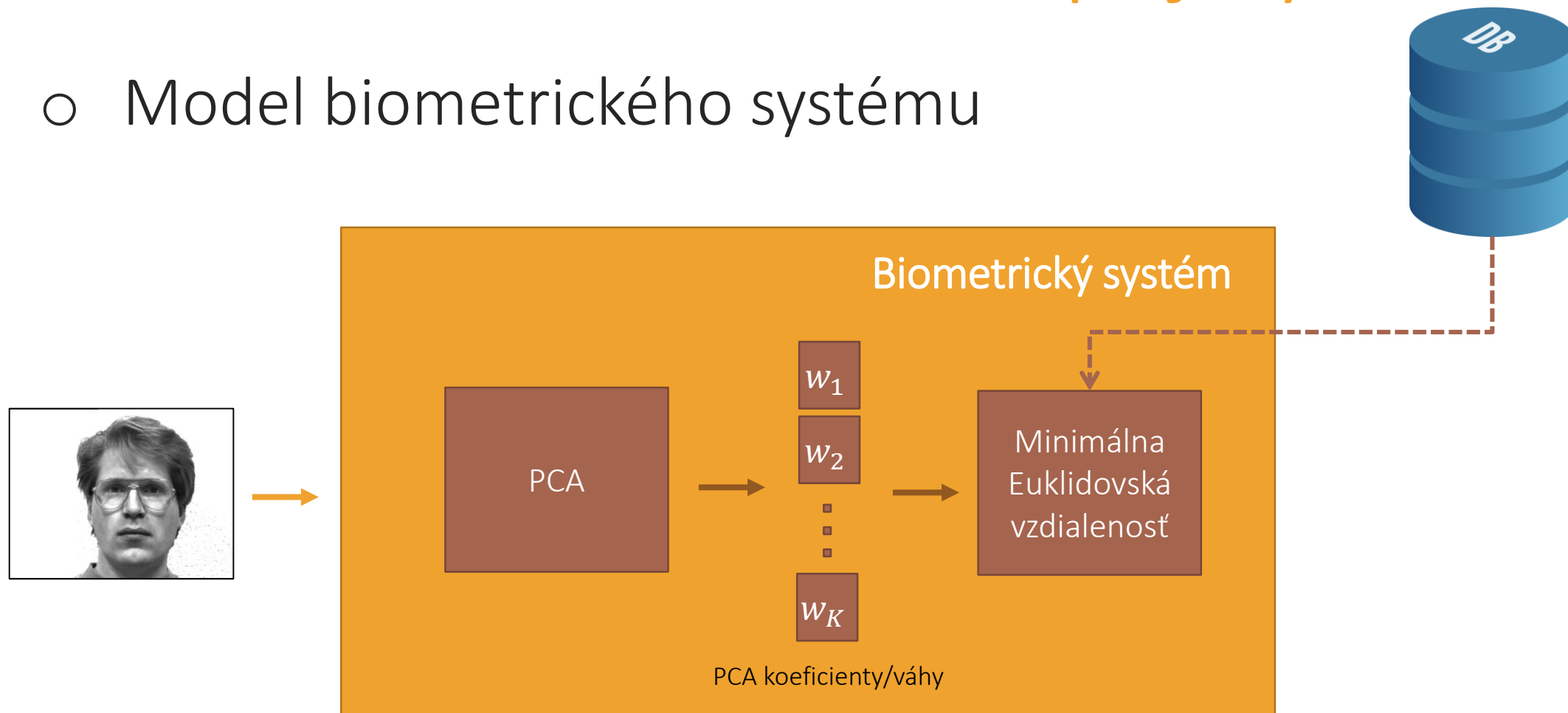
Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



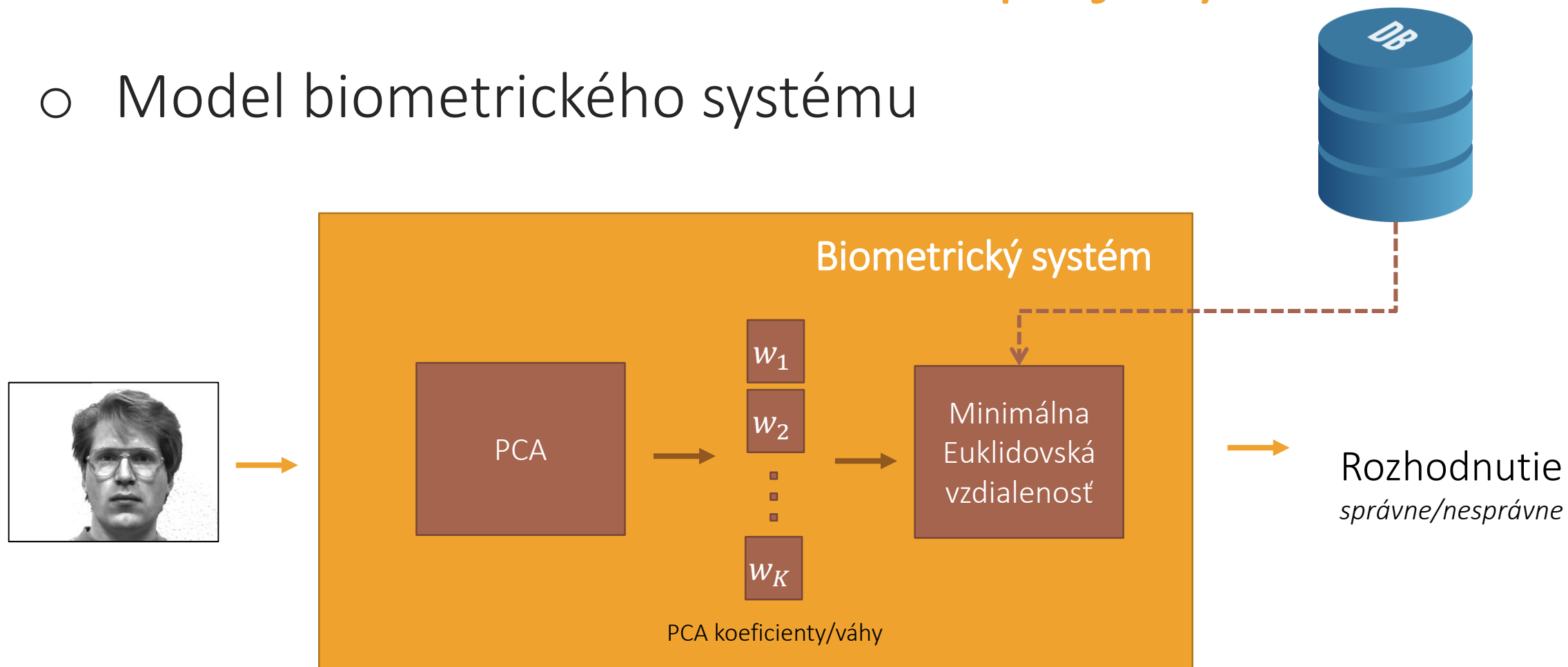
Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



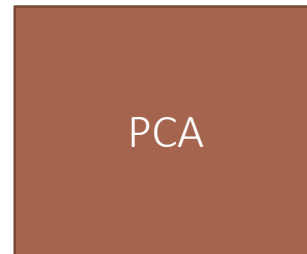
Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



Model riešenia a základné pojmy

- Model biometrického systému



Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke
 - Metóda na redukciu viac-rozmerných komplexných údajov do menej-rozmerných údajov za účelom extrakcie charakteristických znakov
- Cieľ:
 - Získať z trénovacej množiny charakteristické tváre tzv. „eigenfaces“
 - Výstup: **hlavné komponenty**
 - Počet hlavných komponentov je K , kde $K < M$ (M je počet všetkých obrazov tváre v trénovacej množine)

Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke
 - Ukážka charakteristických obrazov tváre („eigenfaces“)



Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke

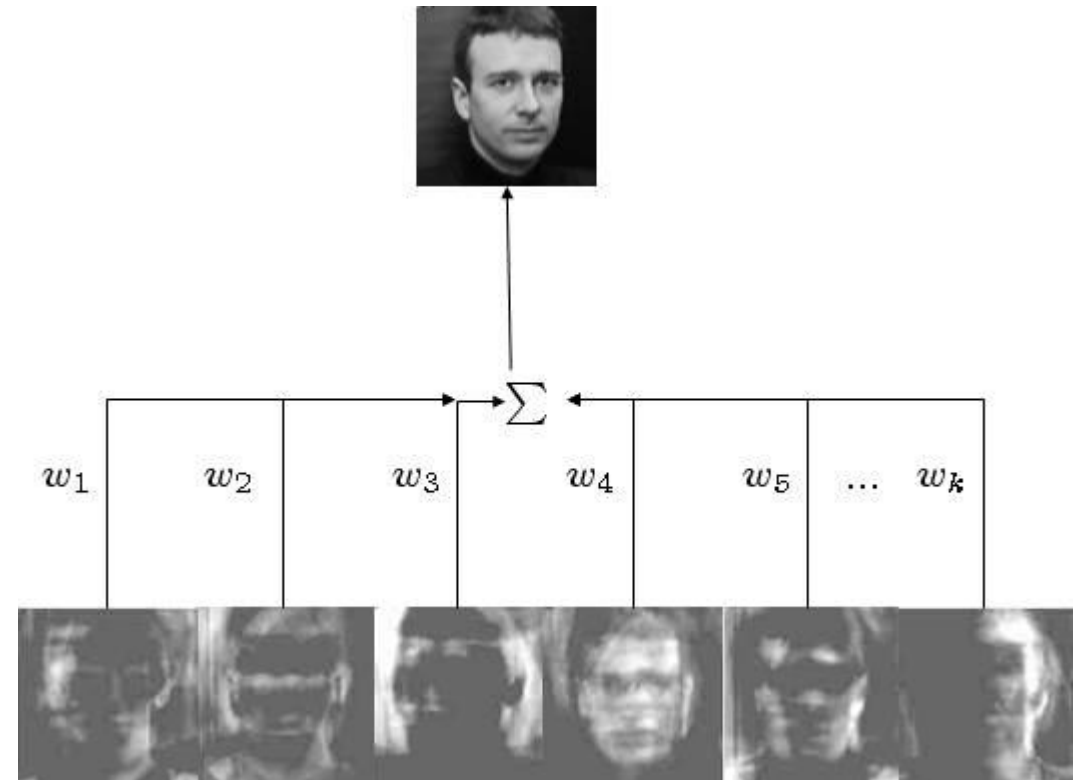
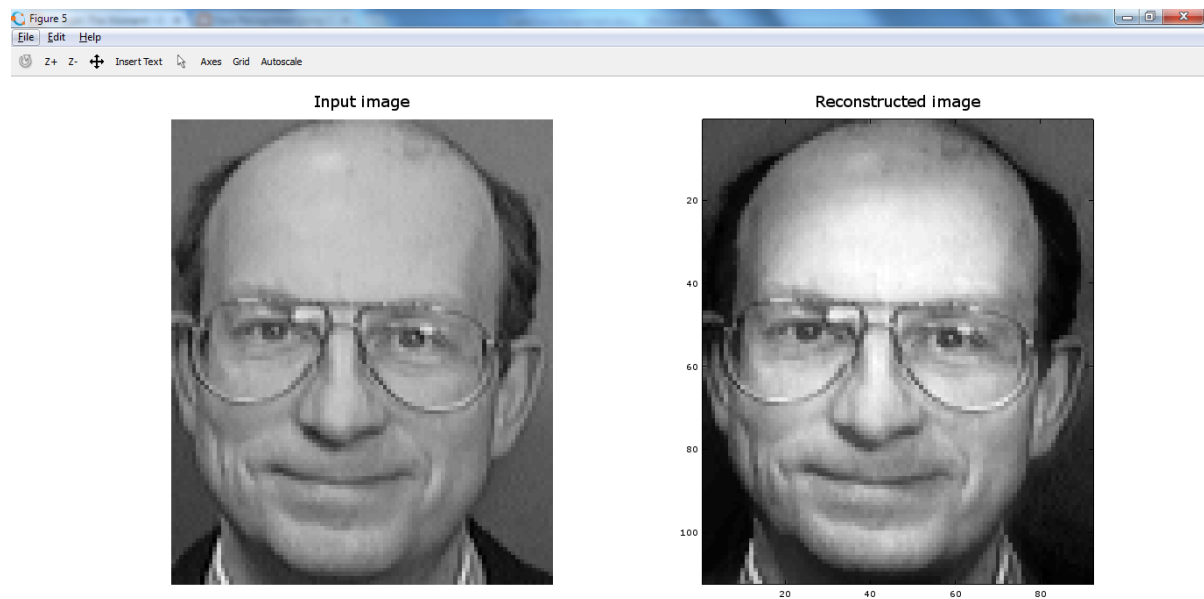
- Každá tvár sa dá vyjadriť ako kombinácia K charakteristických obrazov tváre (eigenface)

$$Tvár = \sum_{j=1}^K eigenface_j \cdot w_j$$

- Každá tvár je reprezentovaná vektorom váh $[w_1, w_2, w_3, \dots, w_K]$

Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke



Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke

- **Úloha:** naštudovať princíp PCA

- https://www.youtube.com/watch?v=g5_tonFnfaQ (časť 1)

- <https://www.youtube.com/watch?v=n3sDhHH5tFg> (časť 2)



Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke

- **Úloha:** naštudovať princíp PCA

- <https://www.youtube.com/watch?v=KhTEV0KnXgA> (časť 3)

- <https://www.youtube.com/watch?v=SaEmG4wcFfg> (časť 4)



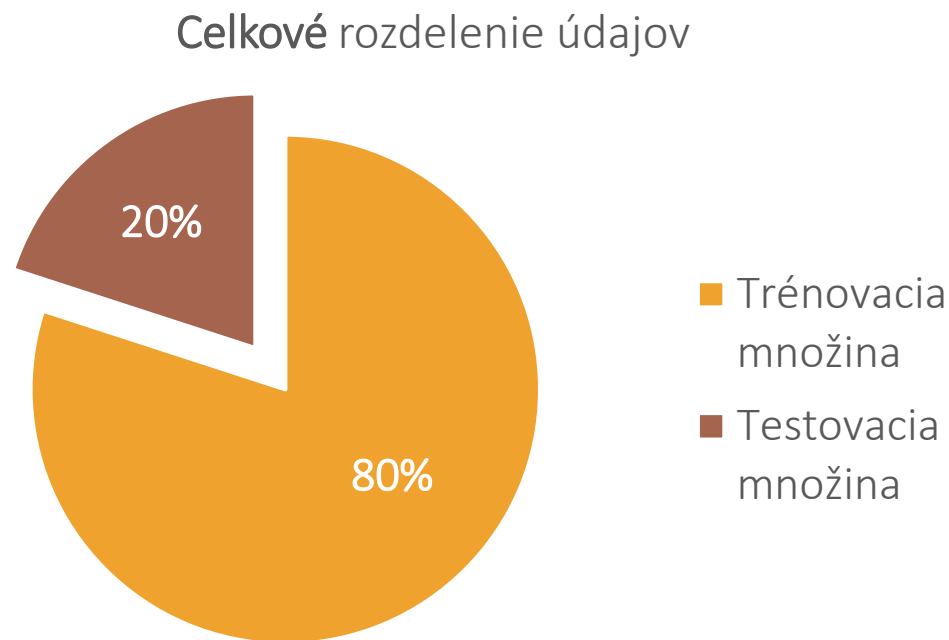
Model riešenia a základné pojmy

- PCA v skratke
 - **Úloha:** naštudovať princíp PCA
 - <https://onionesquereality.wordpress.com/2009/02/11/face-recognition-using-eigenfaces-and-distance-classifiers-a-tutorial/>



Model riešenia a základné pojmy

- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“



Model riešenia a základné pojmy

- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“

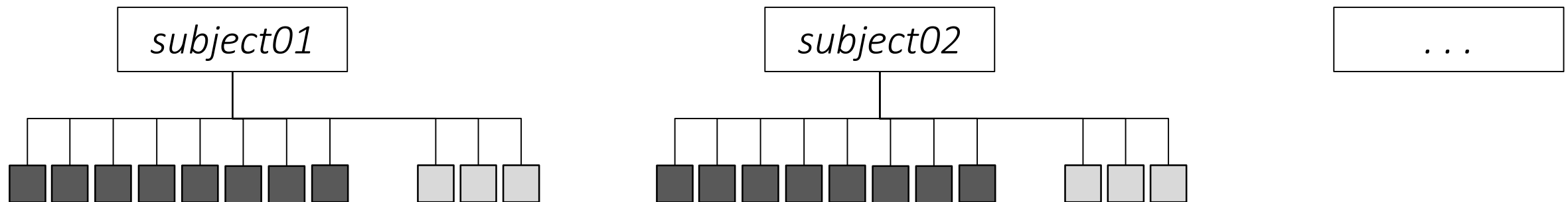
subject01

subject02

...

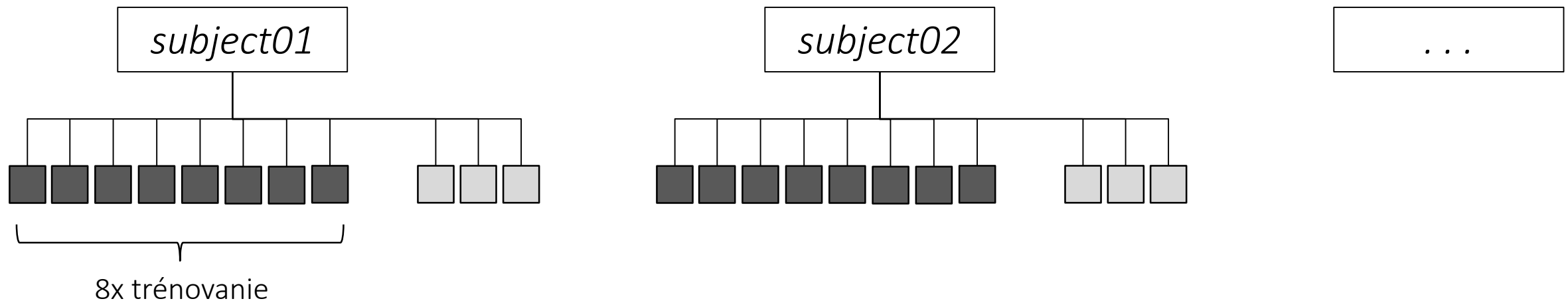
Model riešenia a základné pojmy

- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“



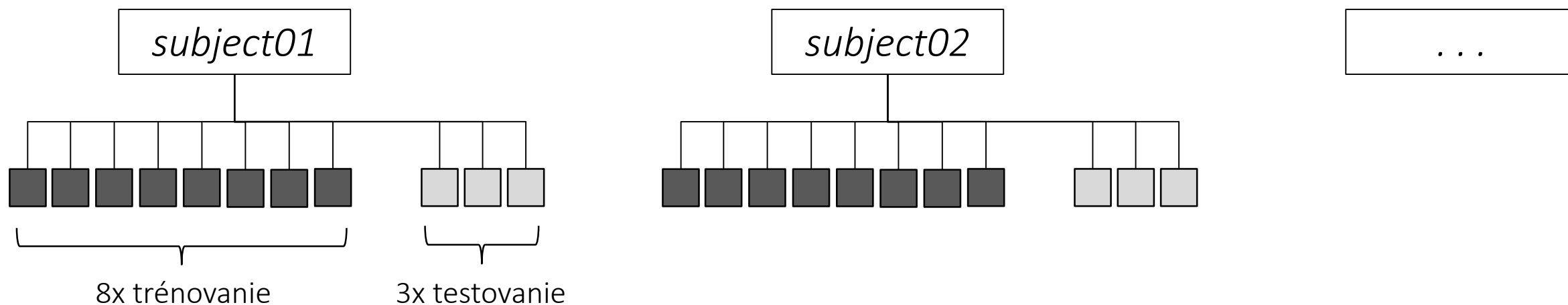
Model riešenia a základné pojmy

- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“



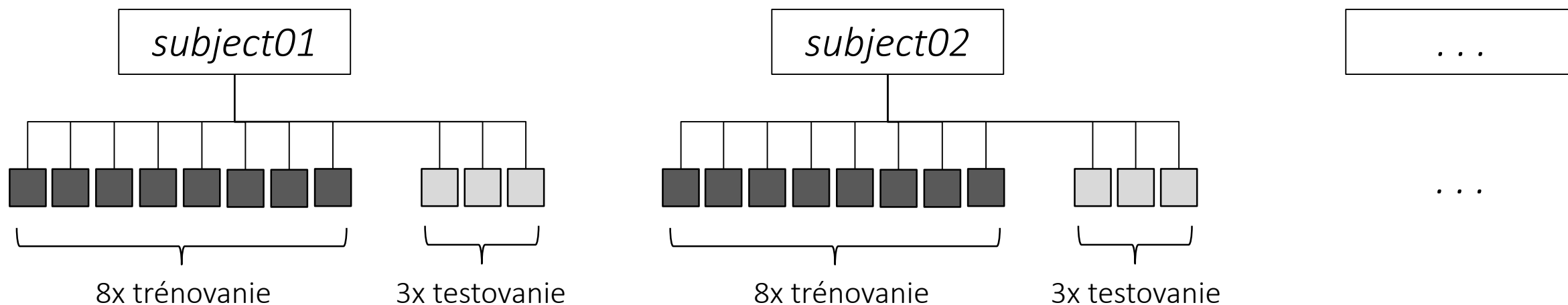
Model riešenia a základné pojmy

- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“



Model riešenia a základné pojmy

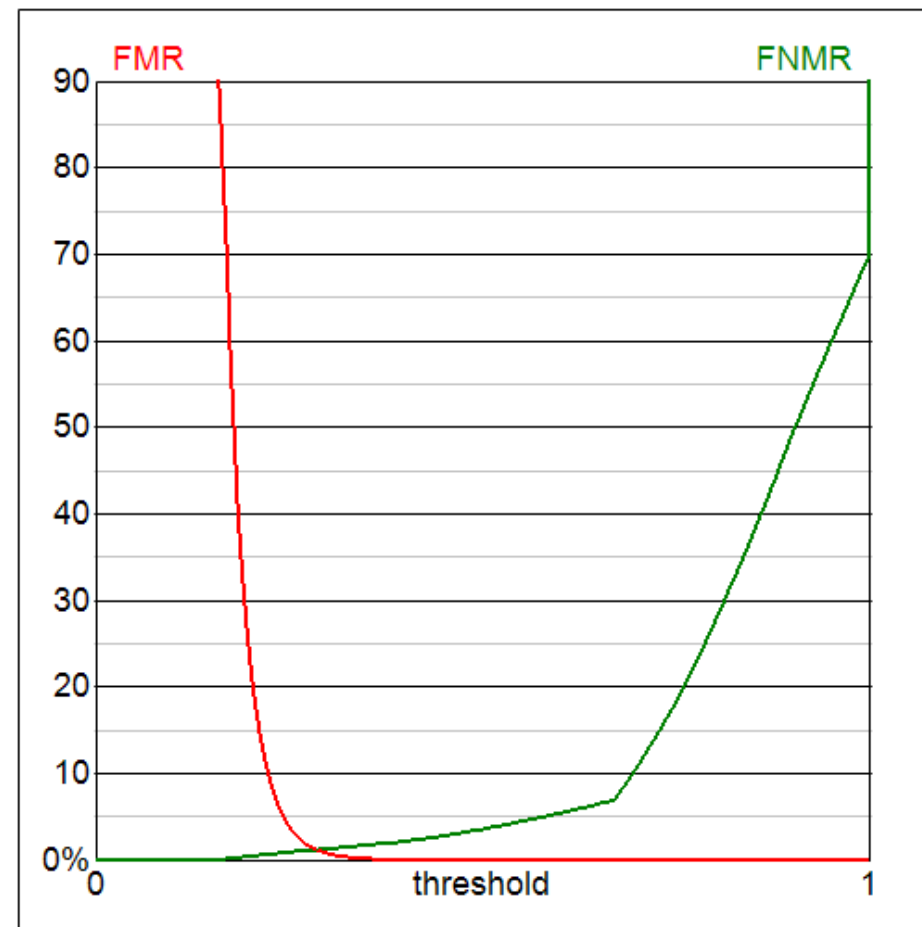
- Trénovanie PCA modelu a „cross-validácia“



Model riešenia a základné pojmy

- **FMR** (*False Match Rate*)

- $$FMR = \frac{\text{počet chybné označených vzoriek za zhodné}}{\text{počet všetkých porovnaní}}$$



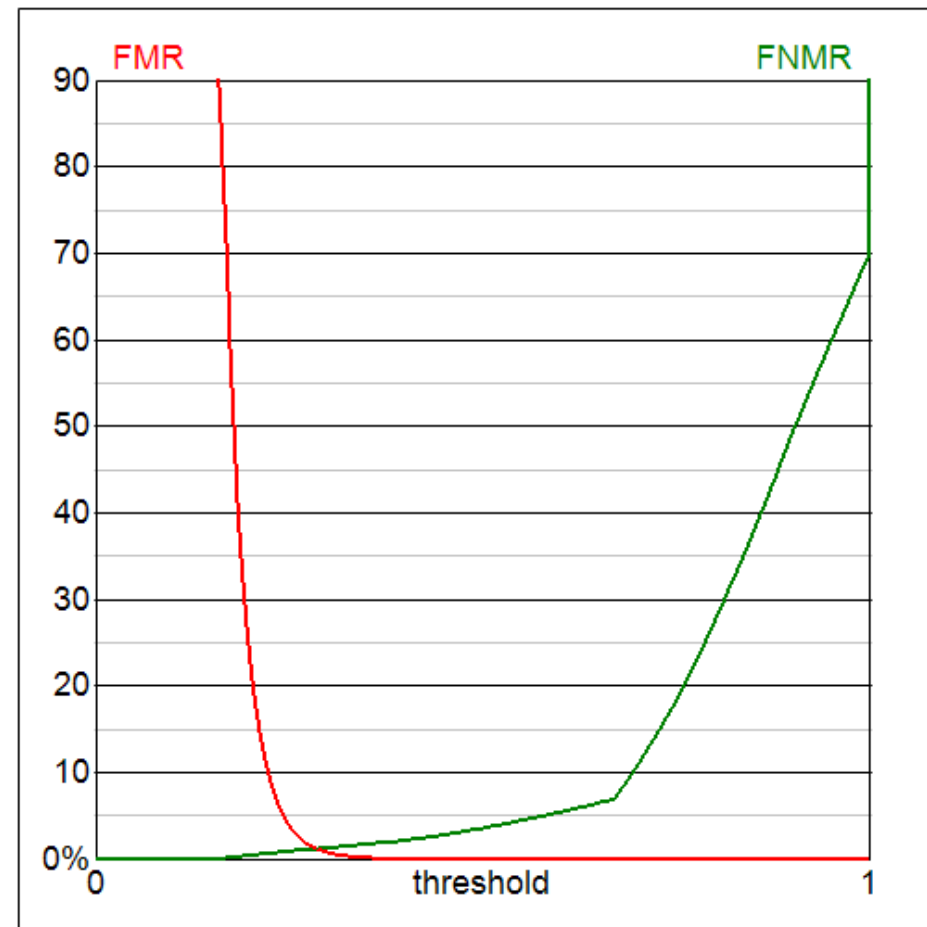
Model riešenia a základné pojmy

- **FMR** (*False Match Rate*)

- $$FMR = \frac{\text{počet chybné označených vzoriek za zhodné}}{\text{počet všetkých porovnaní}}$$

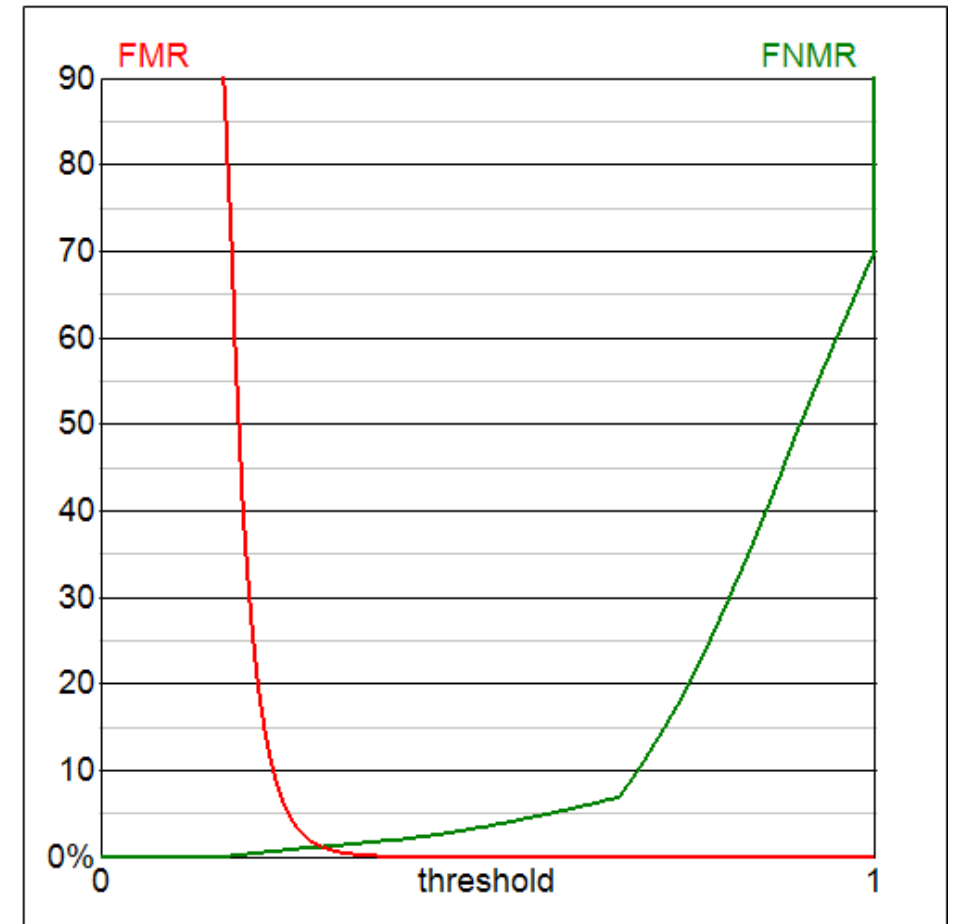
- **FNMR** (*False Non-Match Rate*)

- $$FNMR = \frac{\text{počet chybné označených vzoriek za rozdielne}}{\text{počet všetkých porovnaní}}$$



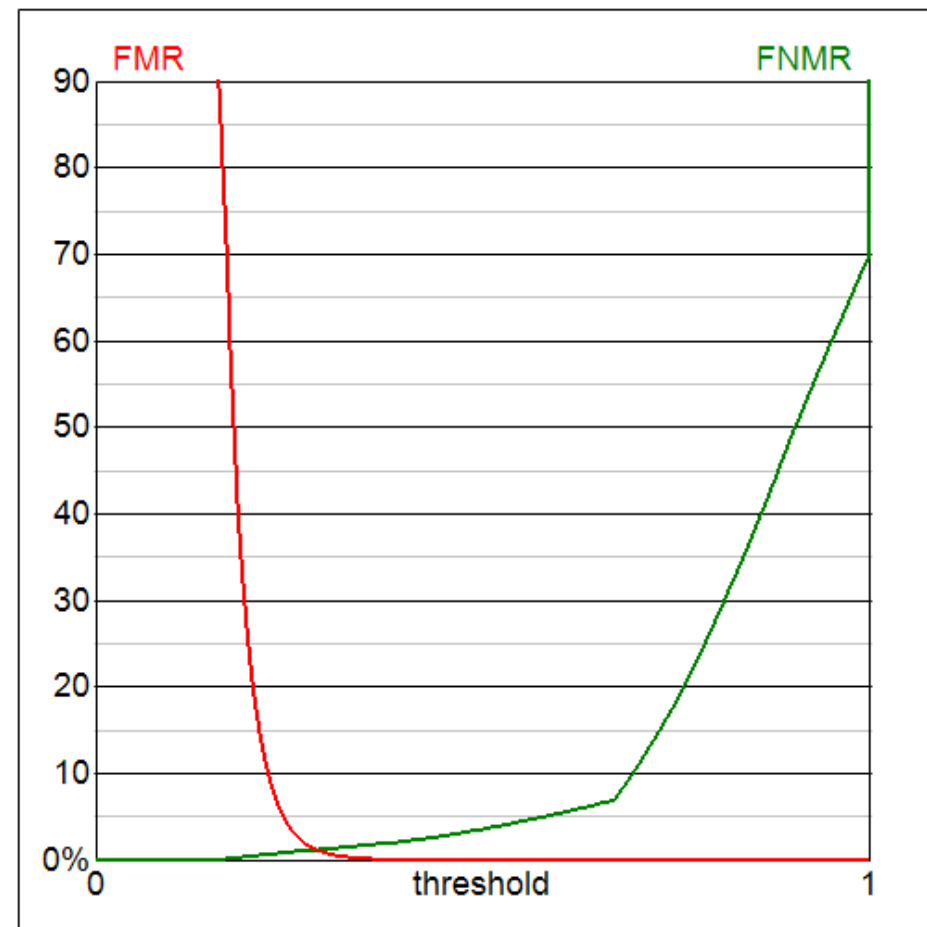
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



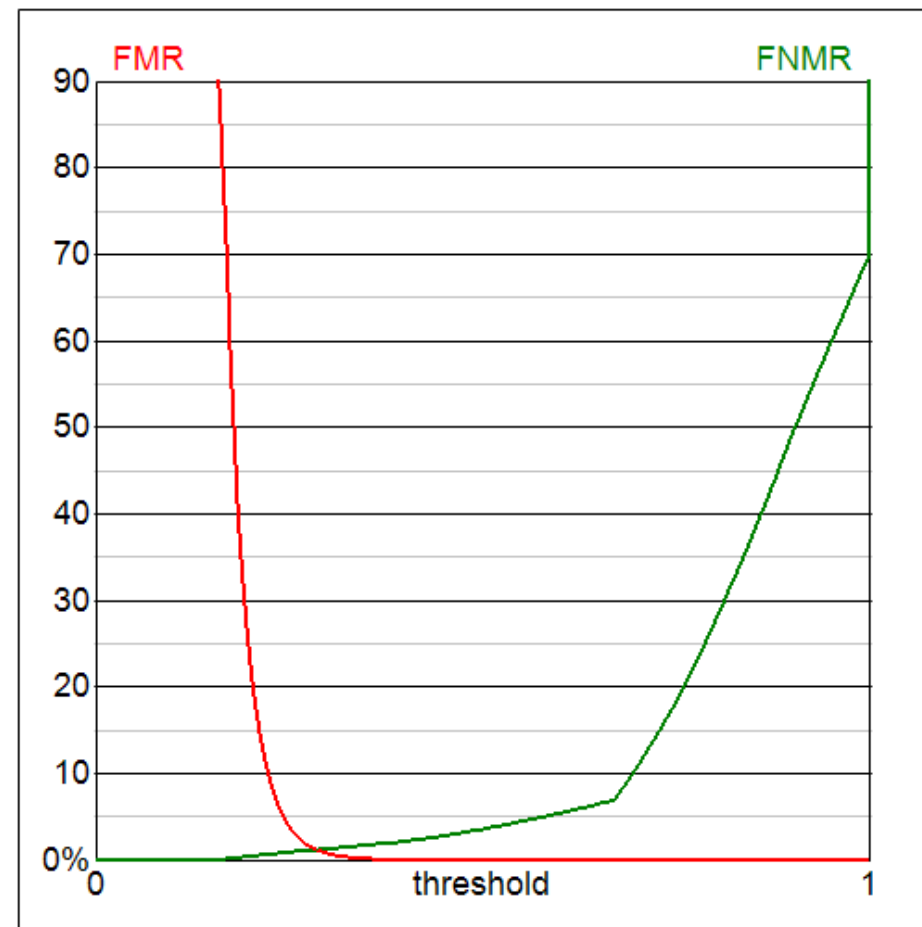
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?
 - Potrebujeme testovať rozpoznávanie pri rôznych nastaveniach **prahovej hodnoty** (z angl. threshold) biometrického systému



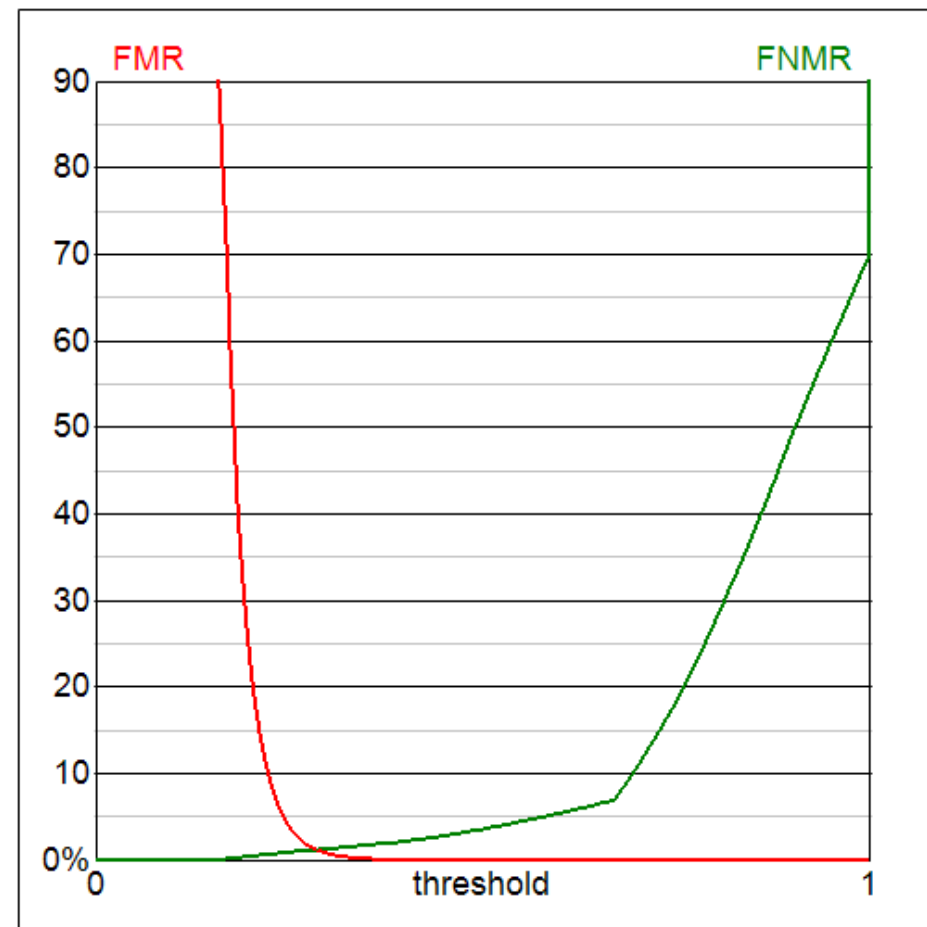
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?
 - Potrebujeme testovať rozpoznávanie pri rôznych nastaveniach **prahovej hodnoty** (z angl. threshold) biometrického systému
 - Prahová hodnota je miera podobnosti, ktorú musia dve vzorky prekonať, aby sme ich mohli prehlásiť za zhodné



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?
 - V našom prípade porovnávame 2 vzorky pomocou Euklidovskej vzdialenosti

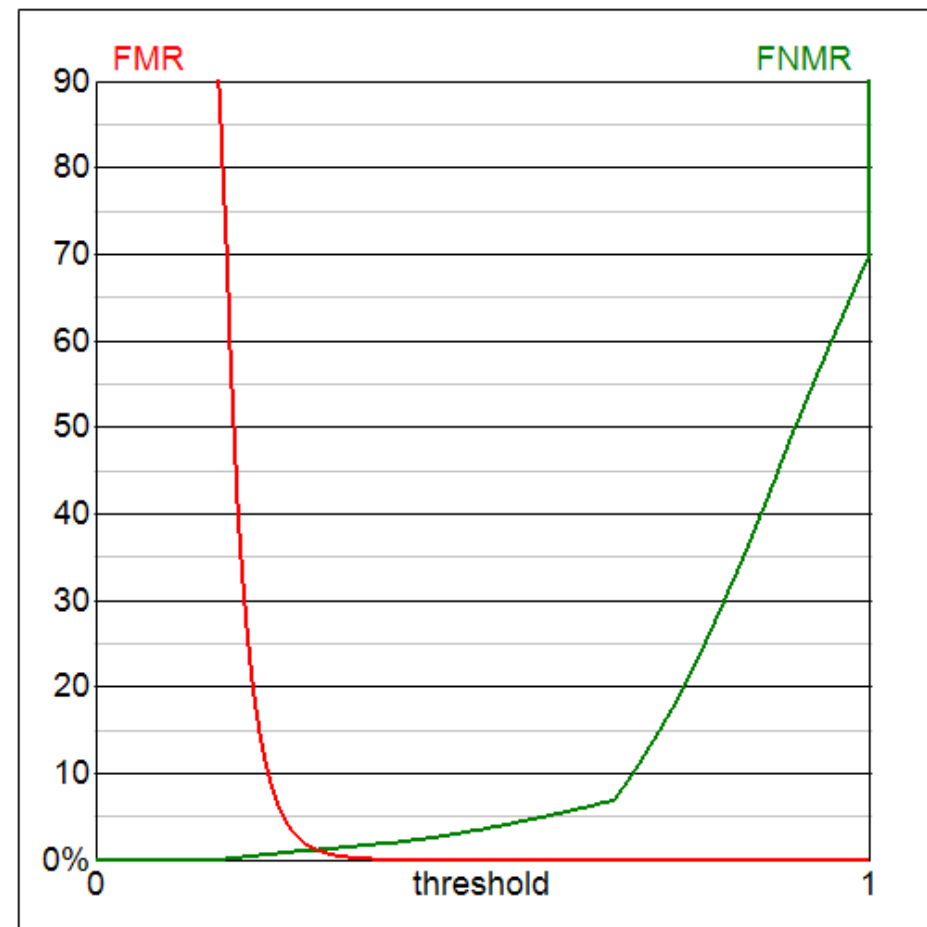


Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?
 - V našom prípade porovnávame 2 vzorky pomocou Euklidovskej vzdialenosti
 - Ak pri 2 vzorkách platí, že:

$$d(v_1, v_2) < \textit{prahová hodnota}$$

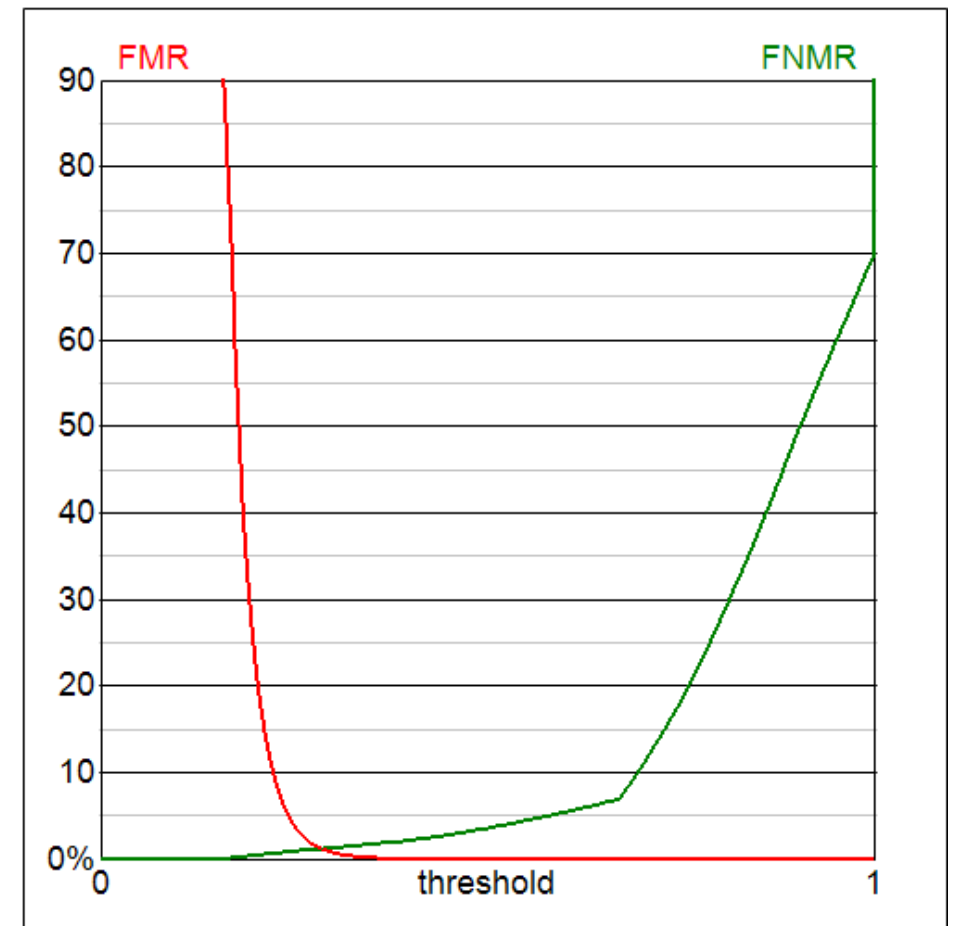
potom v_1 a v_2 systém prehlási za zhodné



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

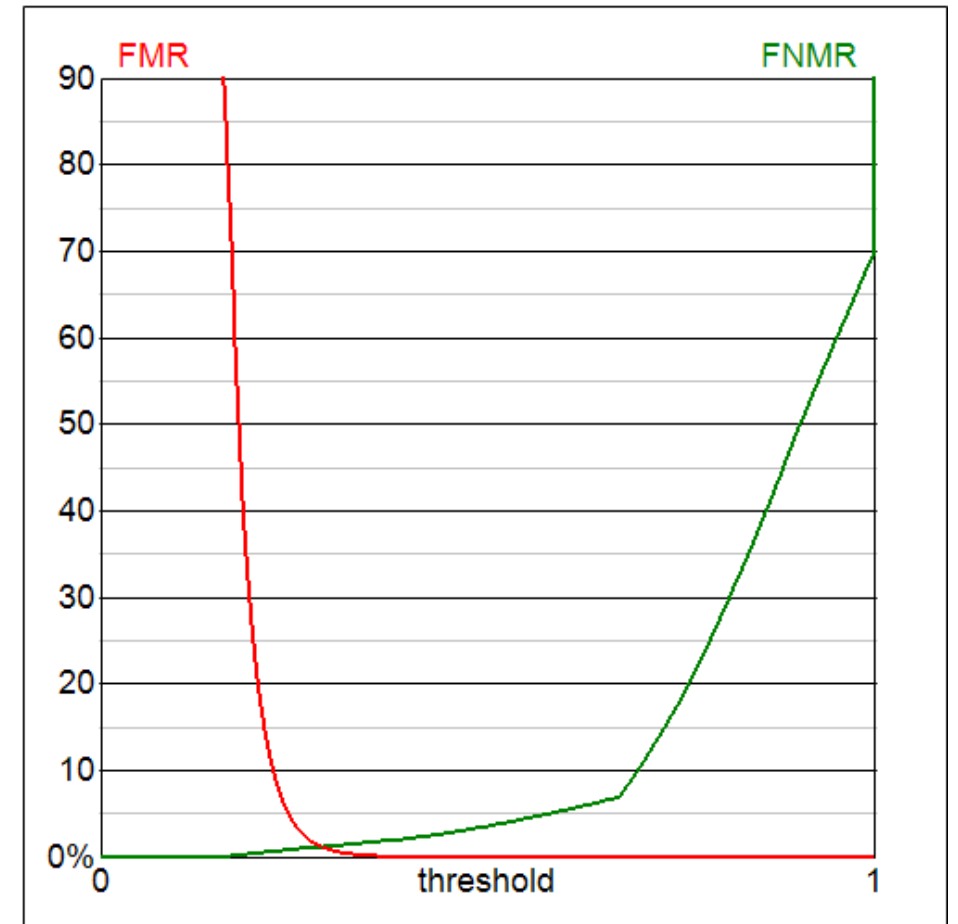
Prahová hodnota						
FMR						
FNMR						



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

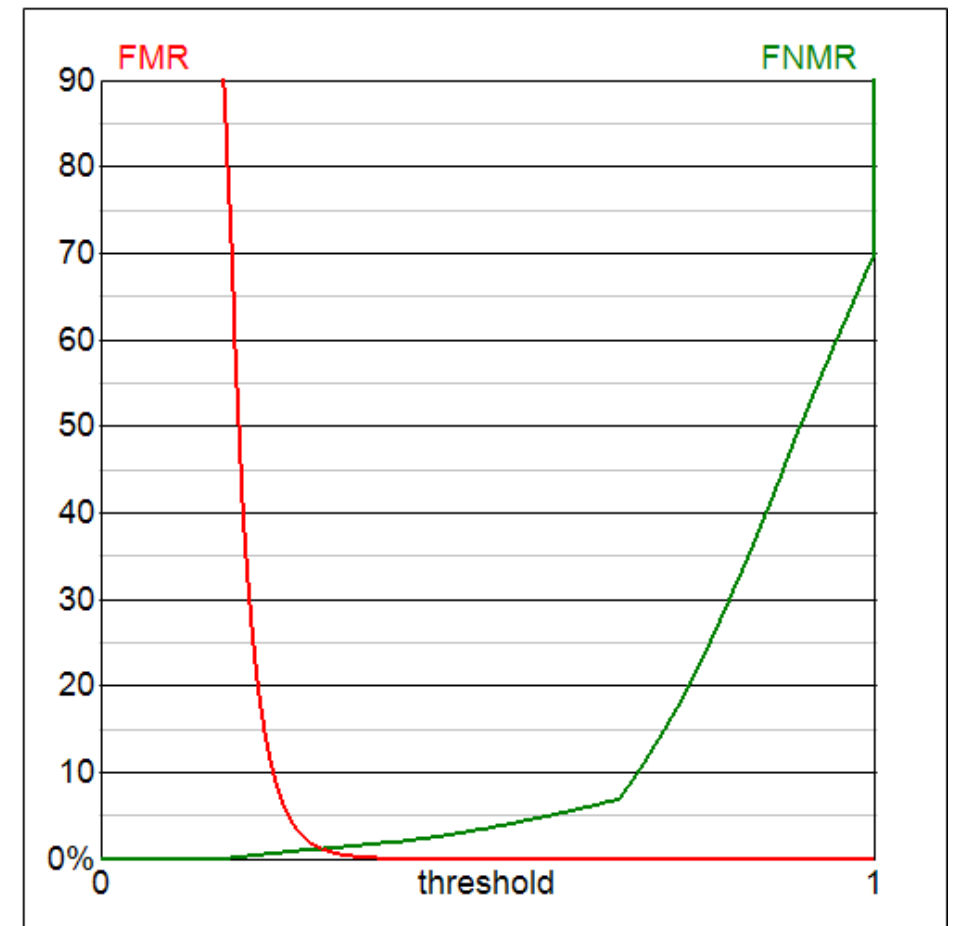
Prahová hodnota	0					
FMR	≈ 1					
FNMR	≈ 0					



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

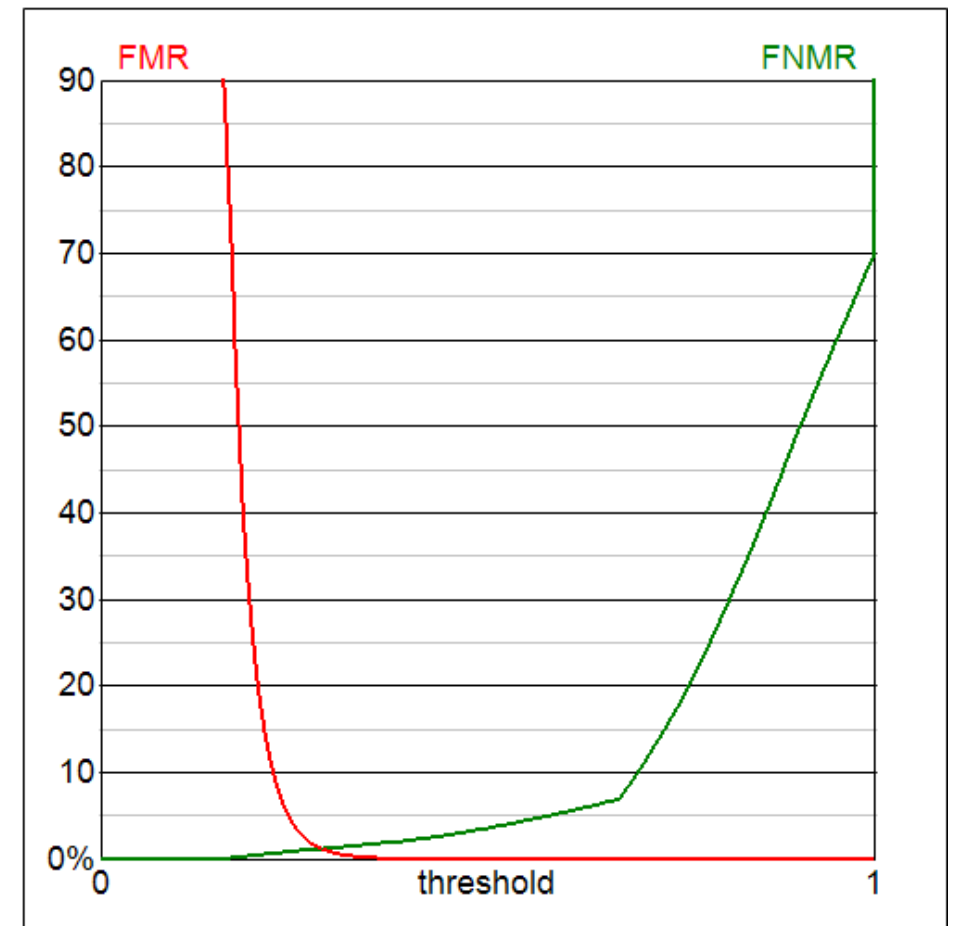
Prahová hodnota	0	0,1				
FMR	≈ 1	0,84				
FNMR	≈ 0	0,18				



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

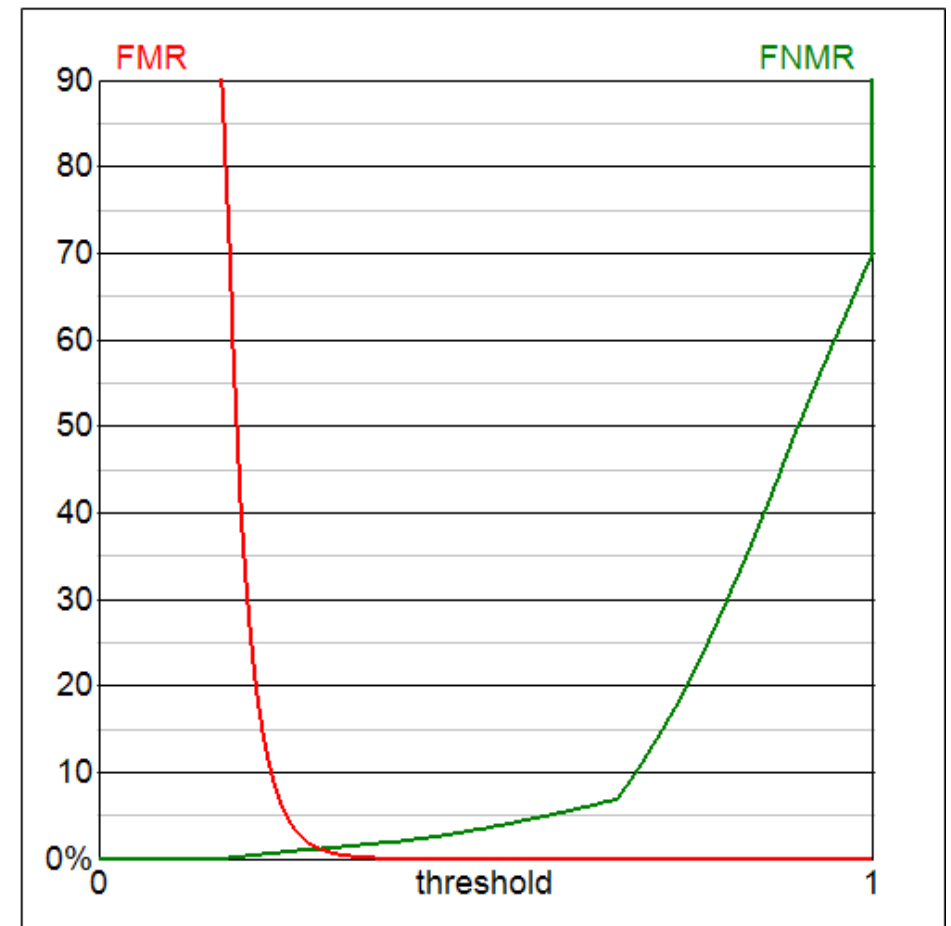
Prahová hodnota	0	0,1	0,2			
FMR	≈ 1	0,84	0,55			
FNMR	≈ 0	0,18	0,27			



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

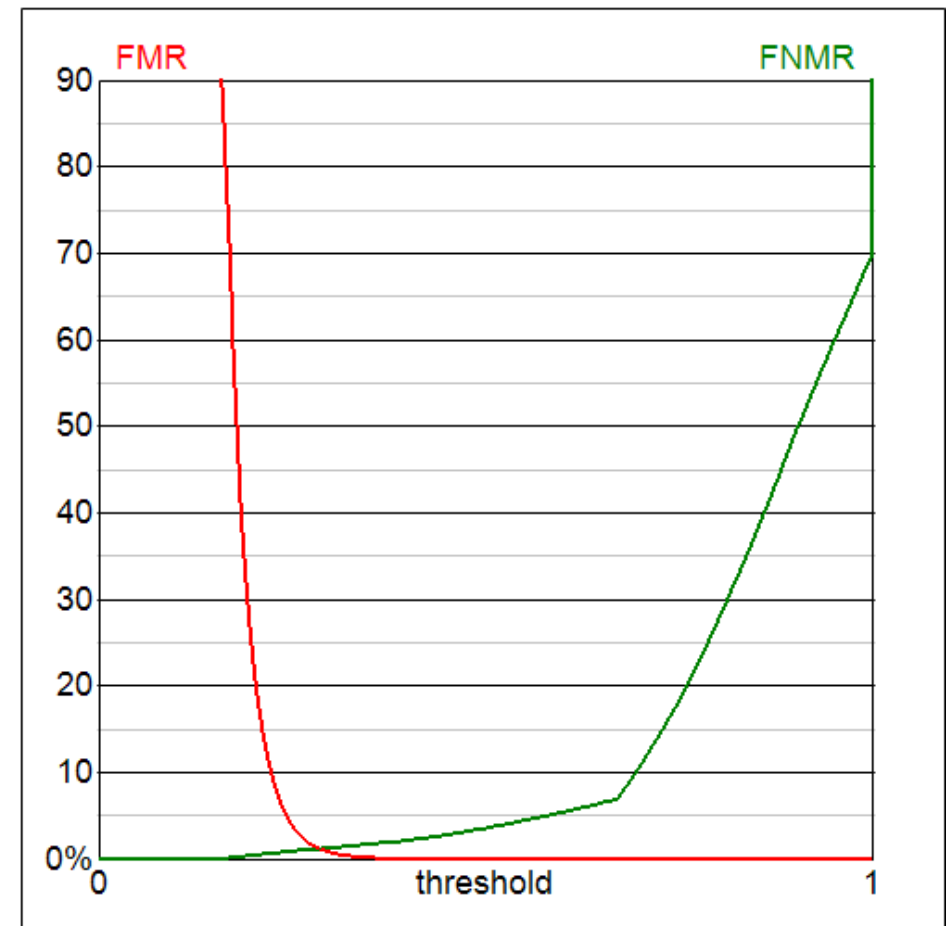
Prahová hodnota	0	0,1	0,2	0,3		
FMR	≈ 1	0,84	0,55	0,31		
FNMR	≈ 0	0,18	0,27	0,32		



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

Prahová hodnota	0	0,1	0,2	0,3	...	1
FMR	≈ 1	0,84	0,55	0,31		≈ 0
FNMR	≈ 0	0,18	0,27	0,32		≈ 1

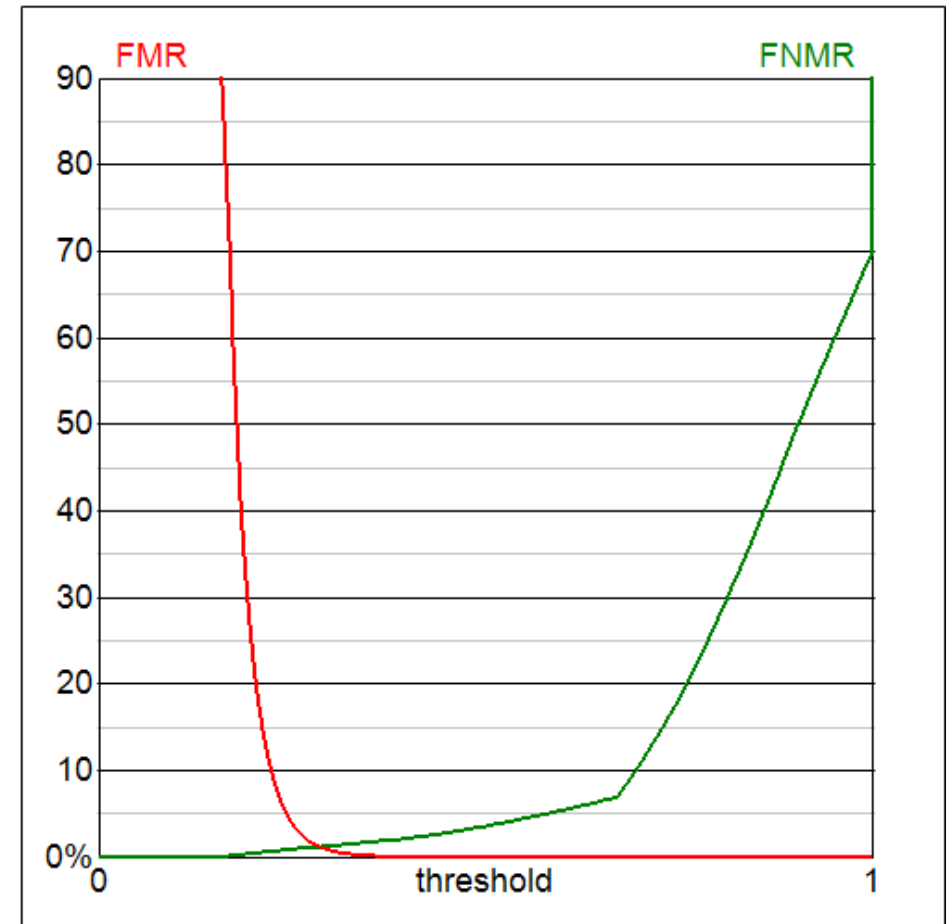


Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

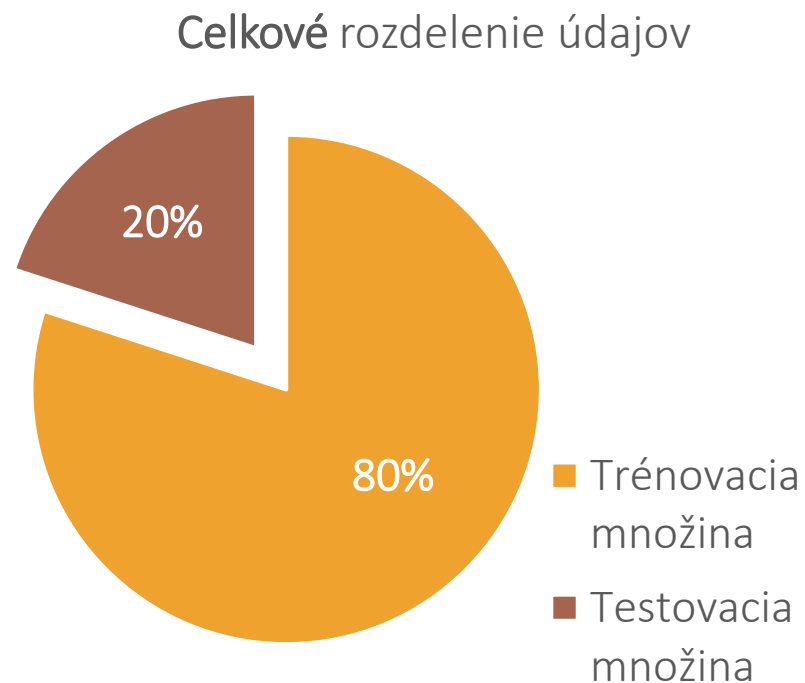
jemné krokovanie

Prahová hodnota	0	0,1	0,2	0,3	...	1
FMR	≈ 1	0,84	0,55	0,31		≈ 0
FNMR	≈ 0	0,18	0,27	0,32		≈ 1



Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



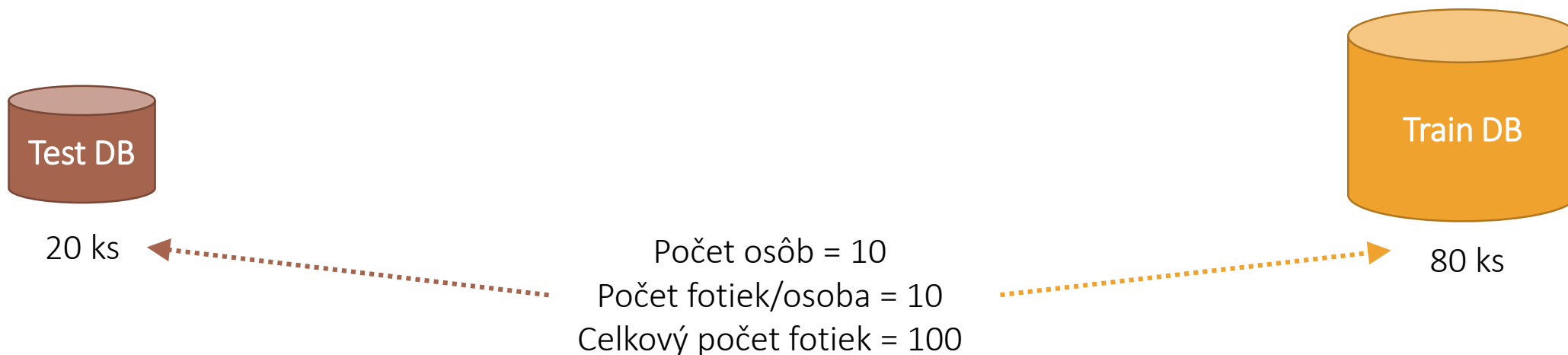
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



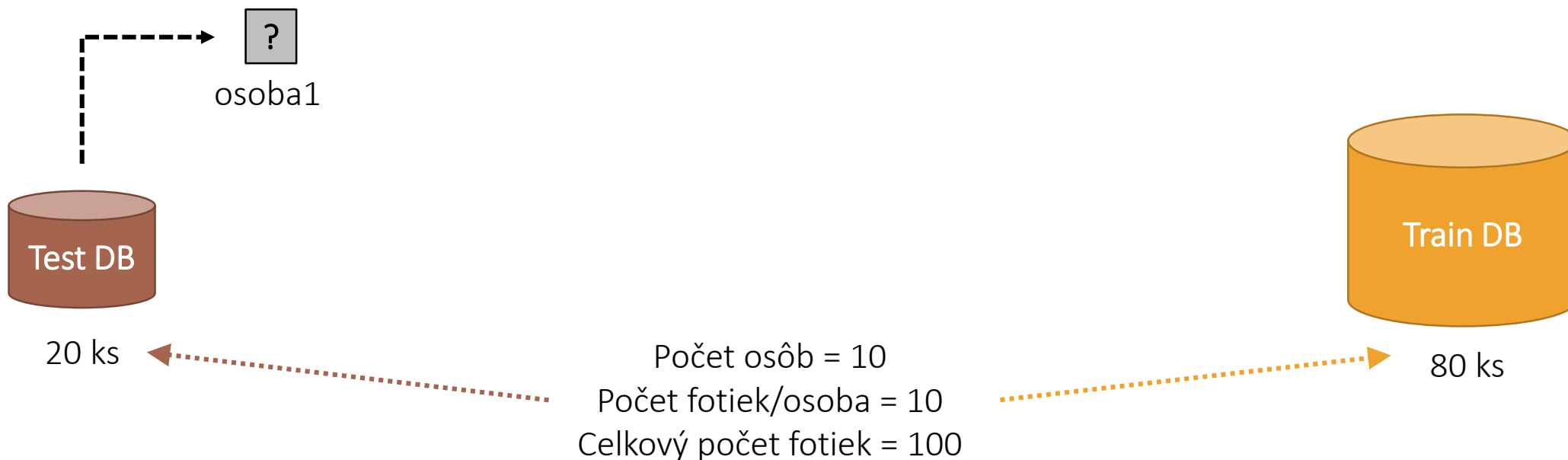
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



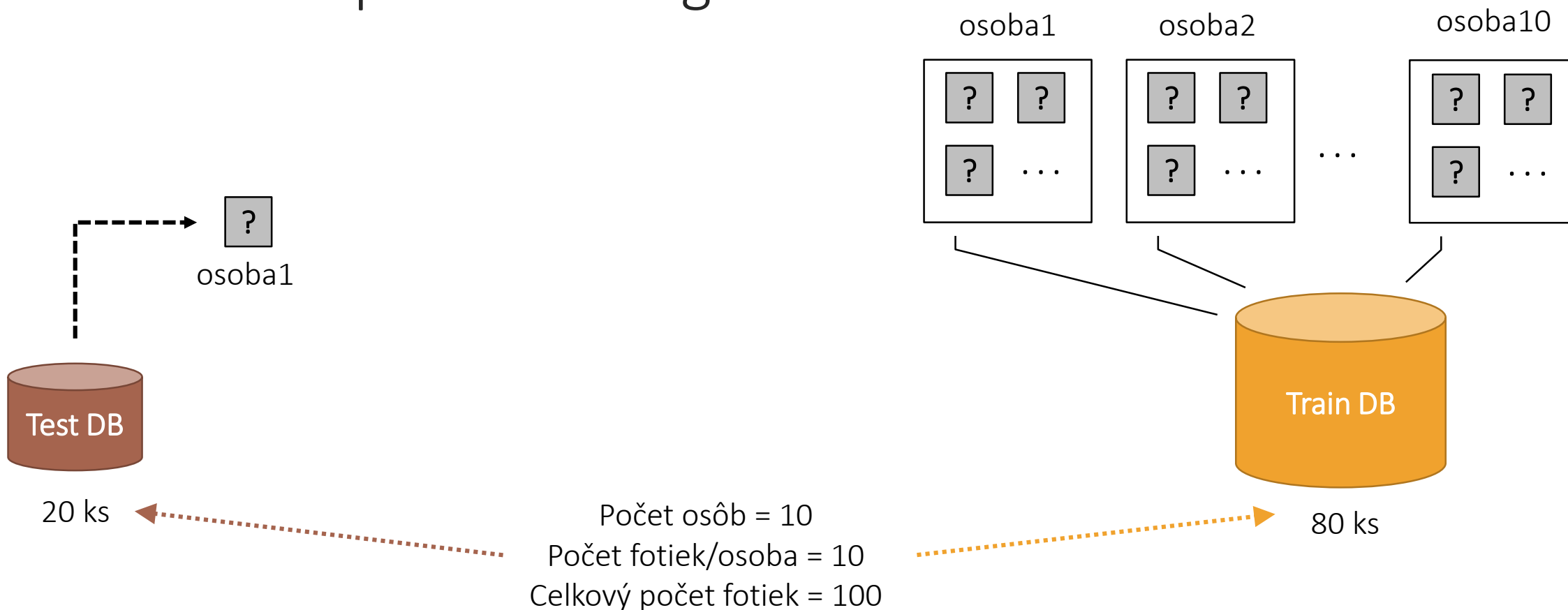
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



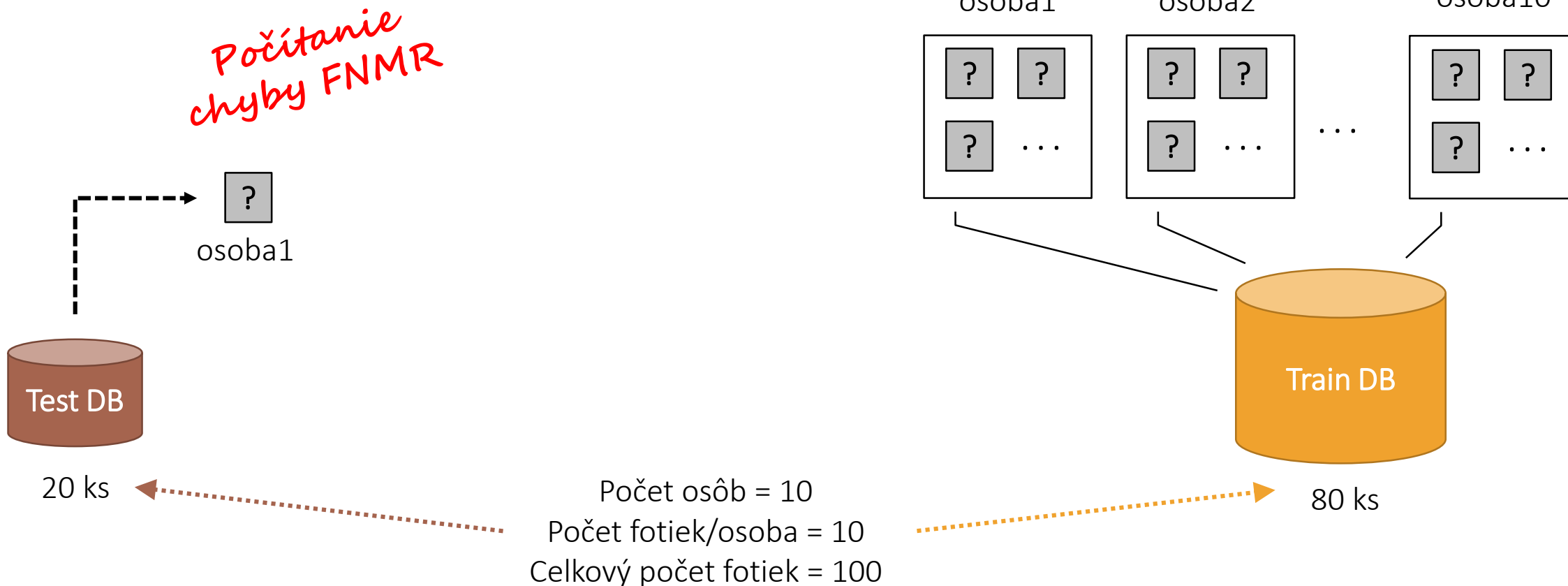
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



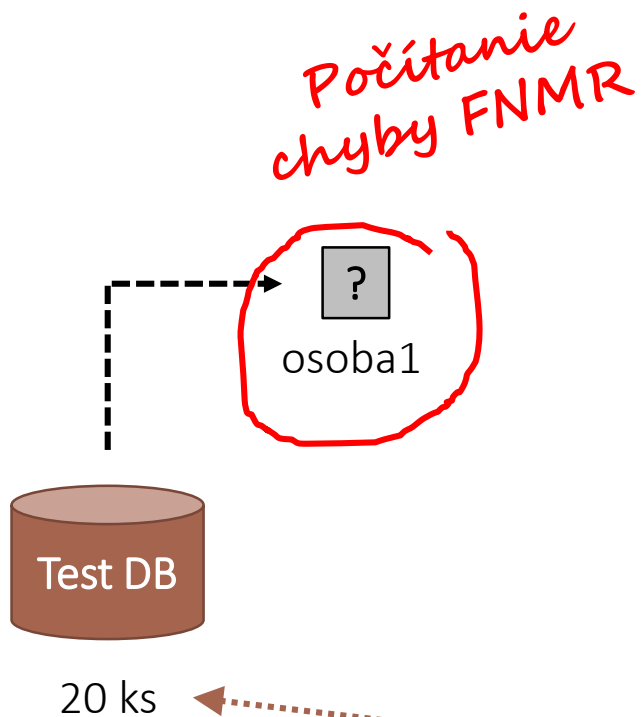
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

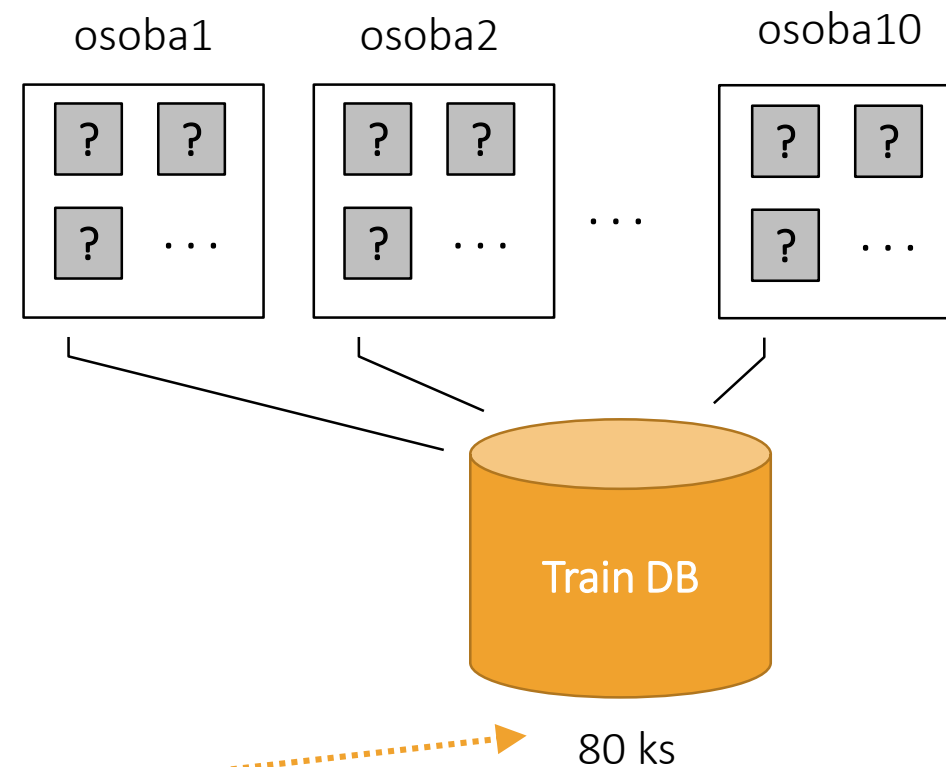


Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

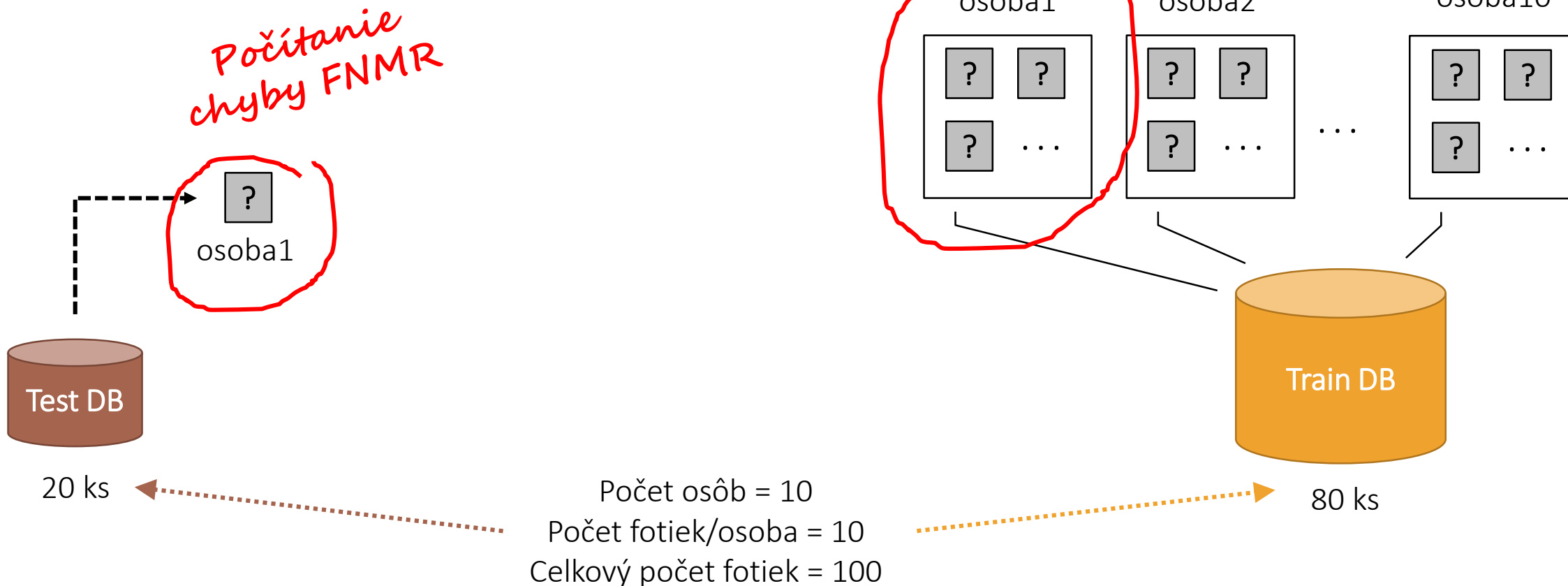


Počet osôb = 10
Počet fotiek/osoba = 10
Celkový počet fotiek = 100



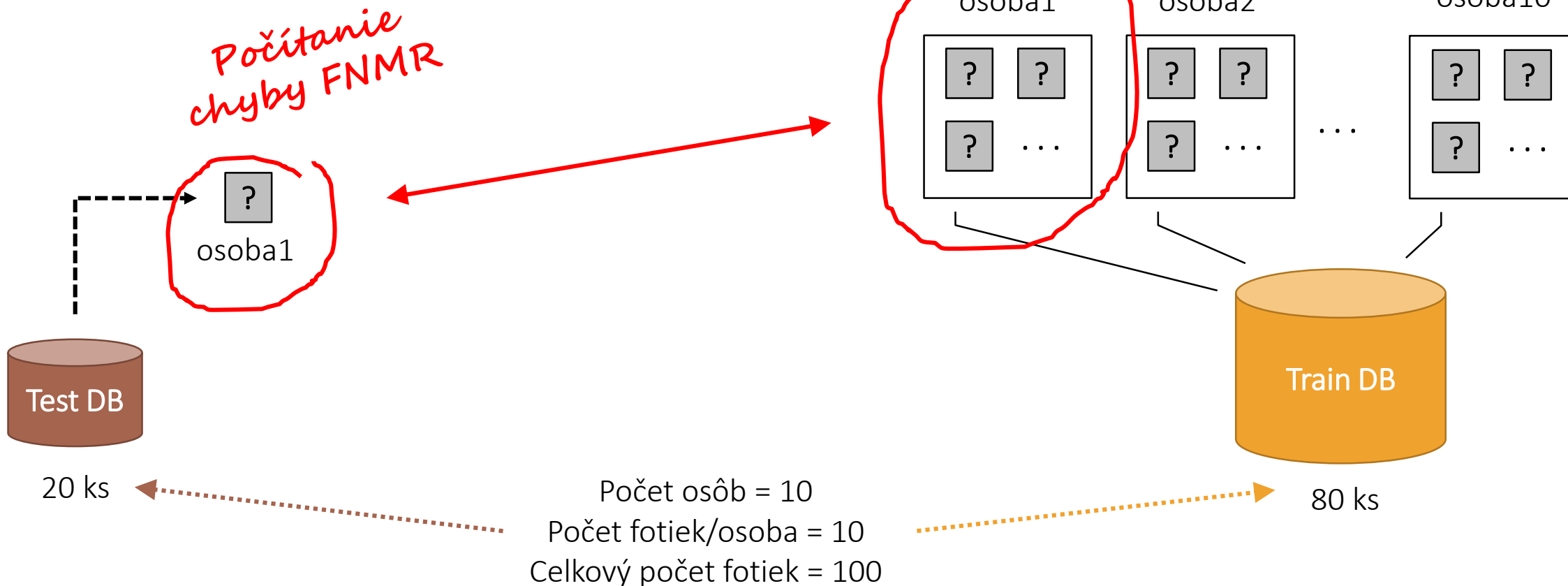
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



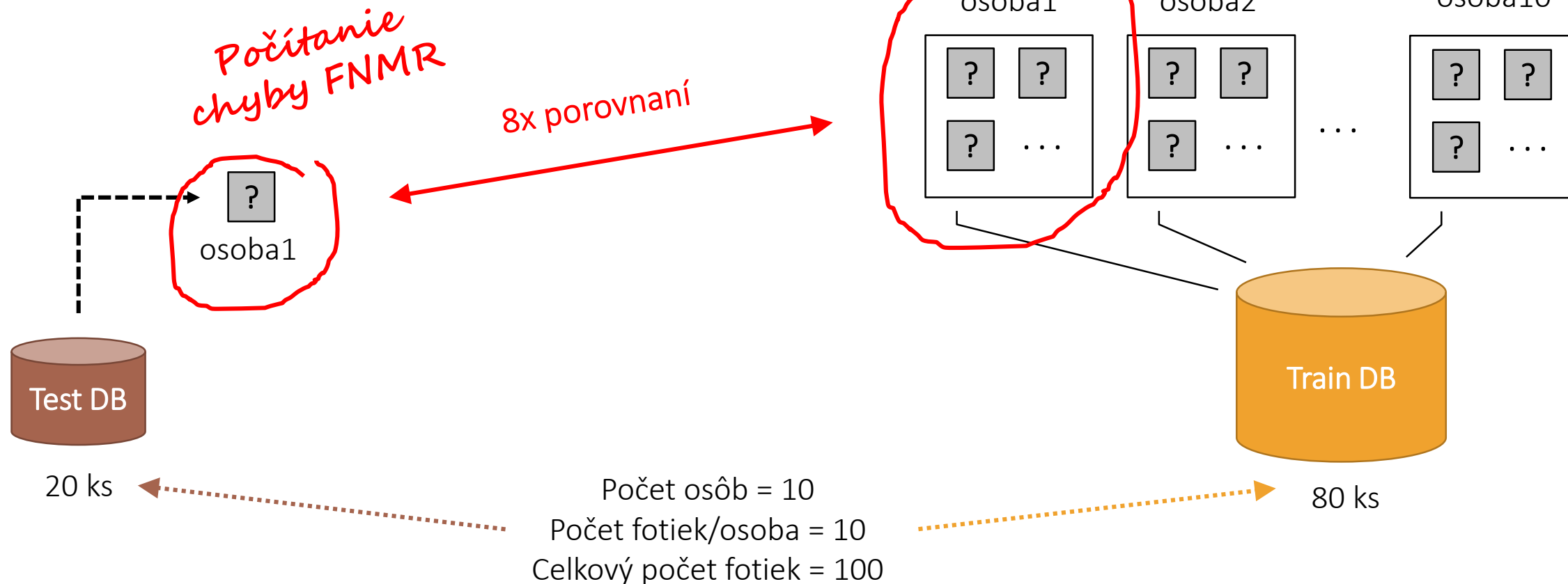
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



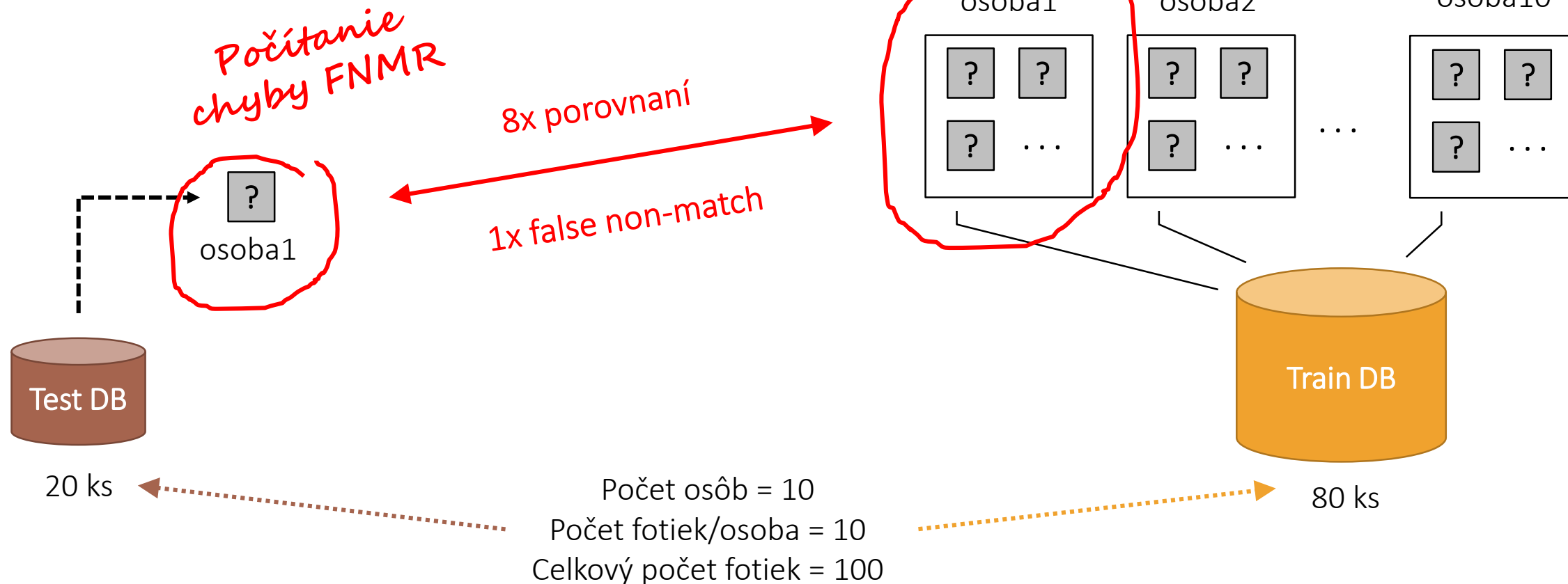
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



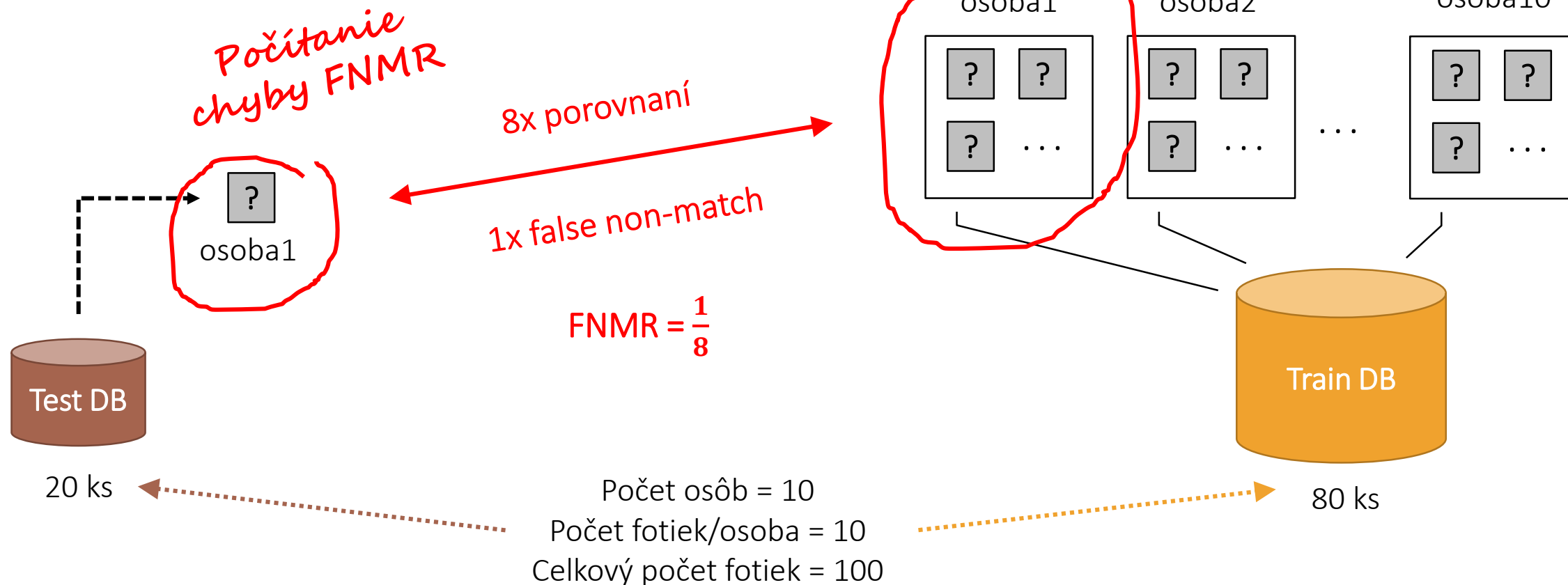
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



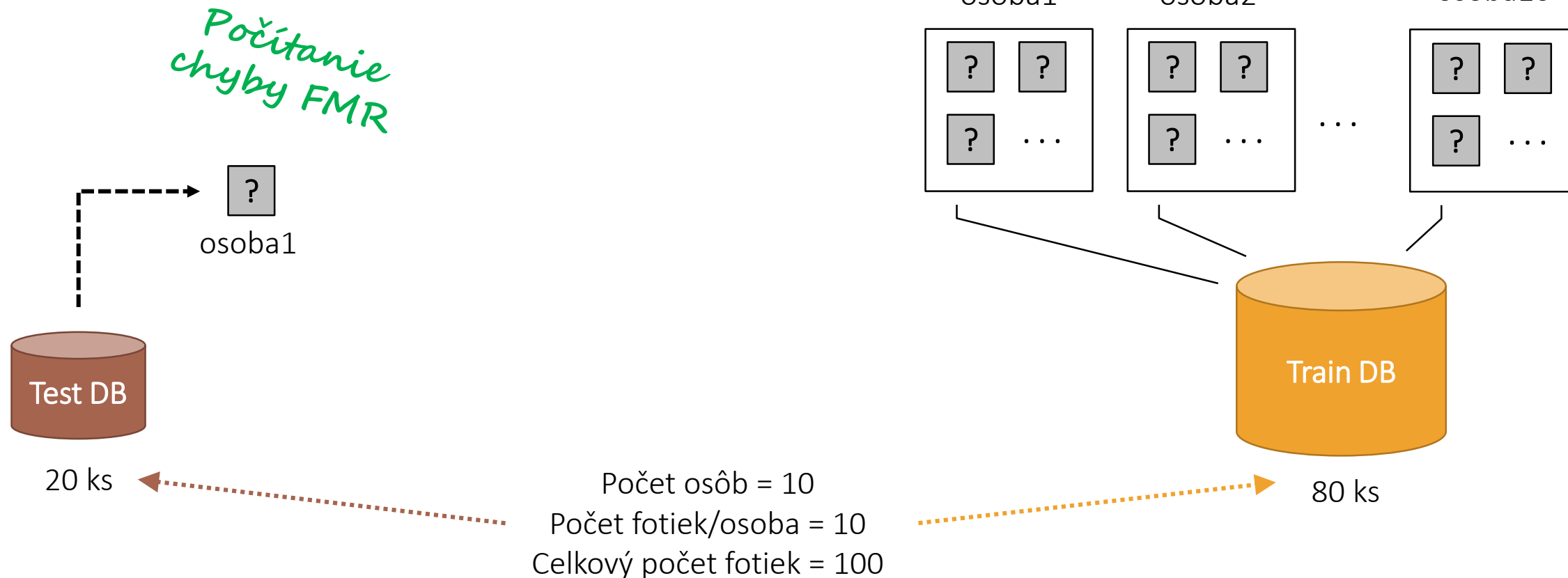
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



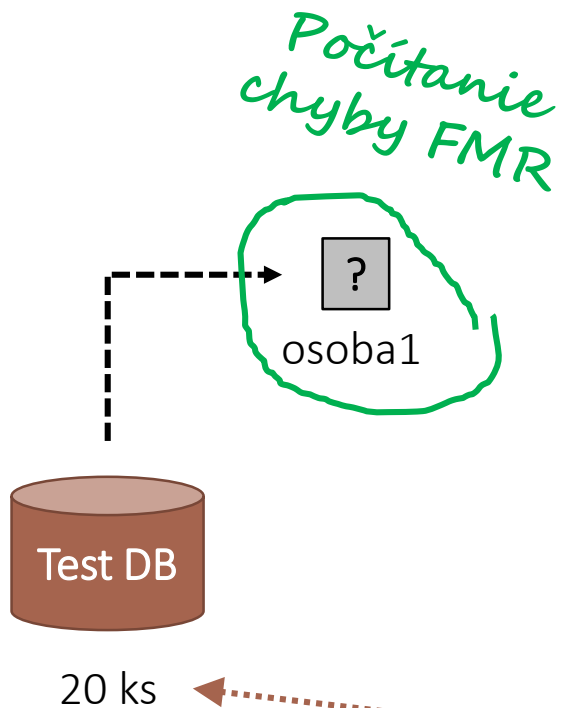
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

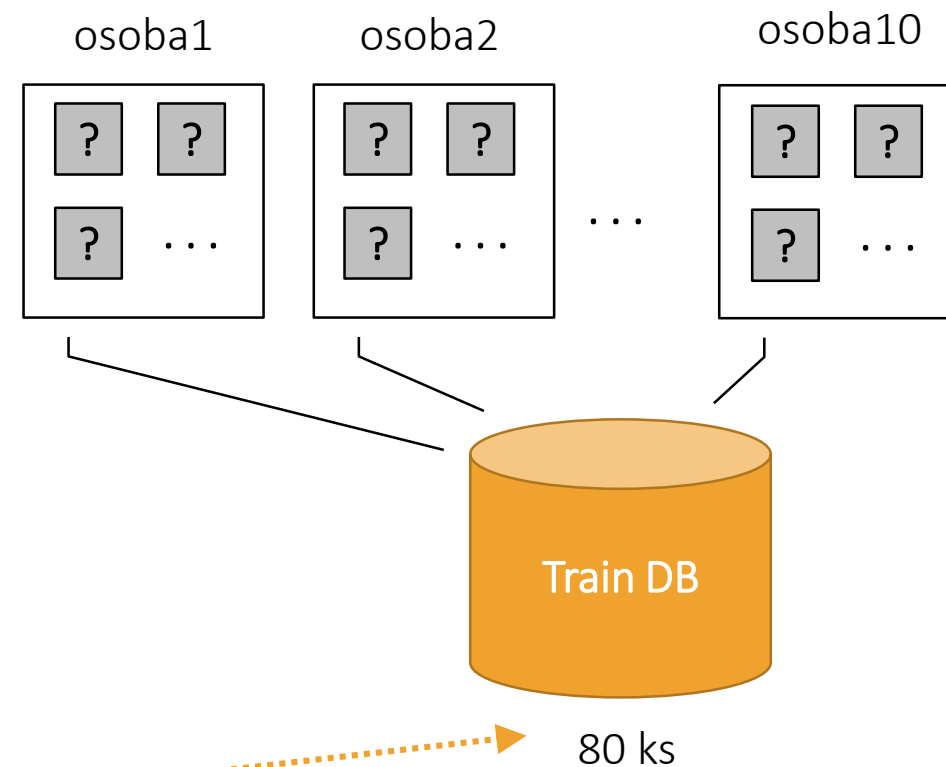


Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

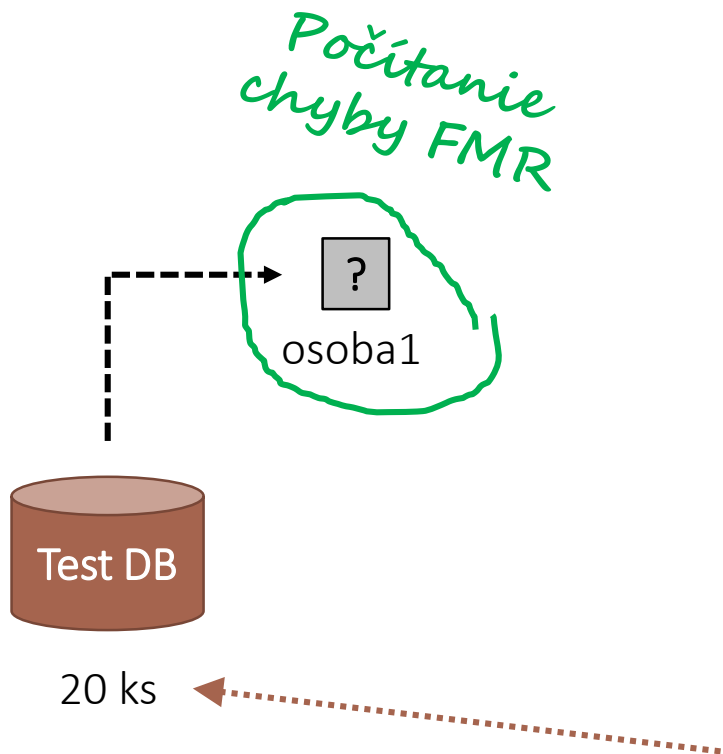


Počet osôb = 10
Počet fotiek/osoba = 10
Celkový počet fotiek = 100

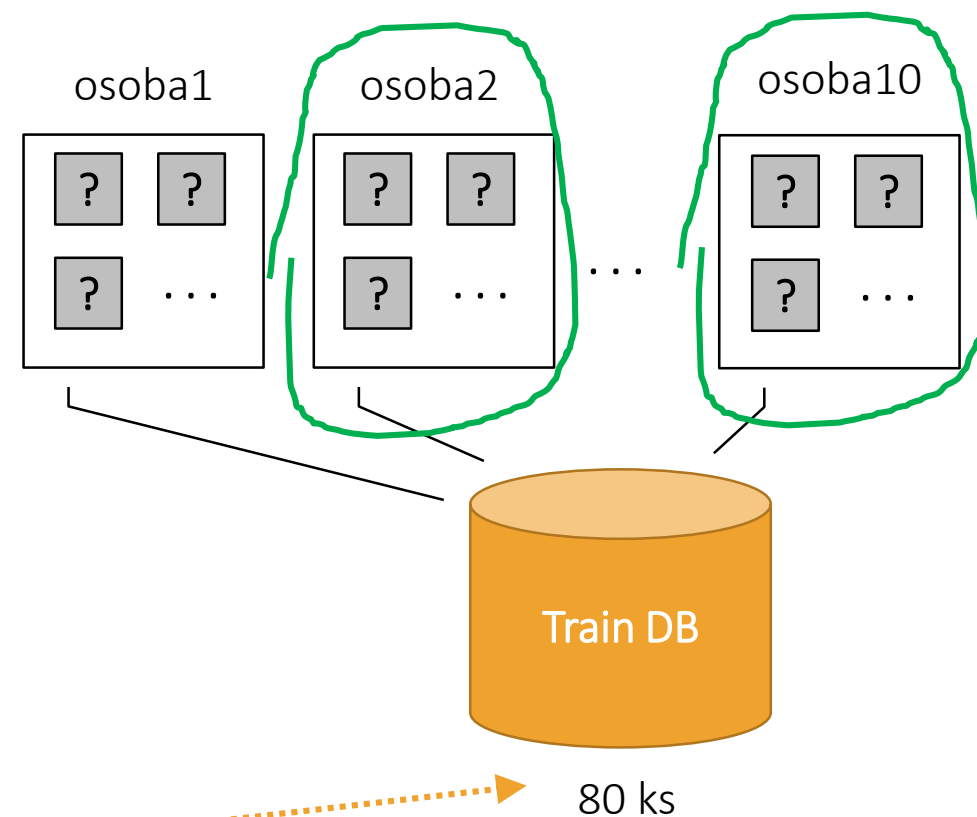


Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?

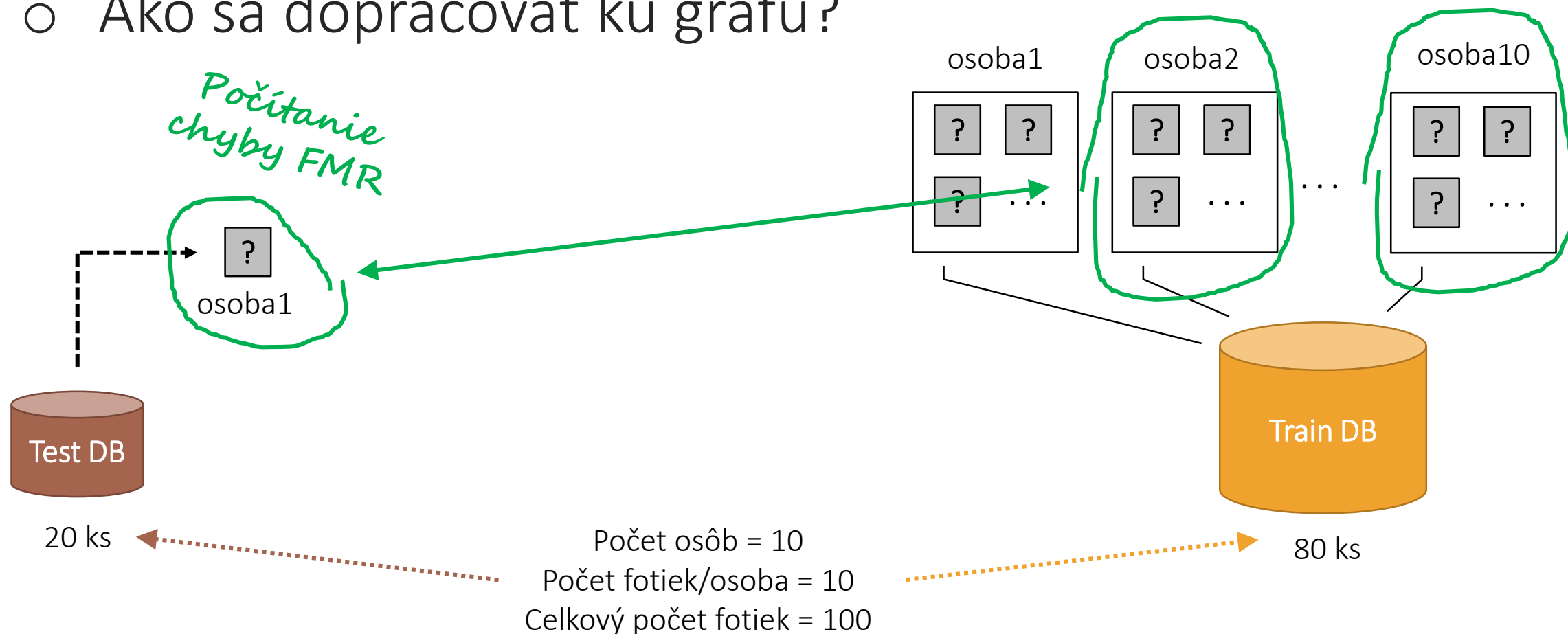


Počet osôb = 10
Počet fotiek/osoba = 10
Celkový počet fotiek = 100



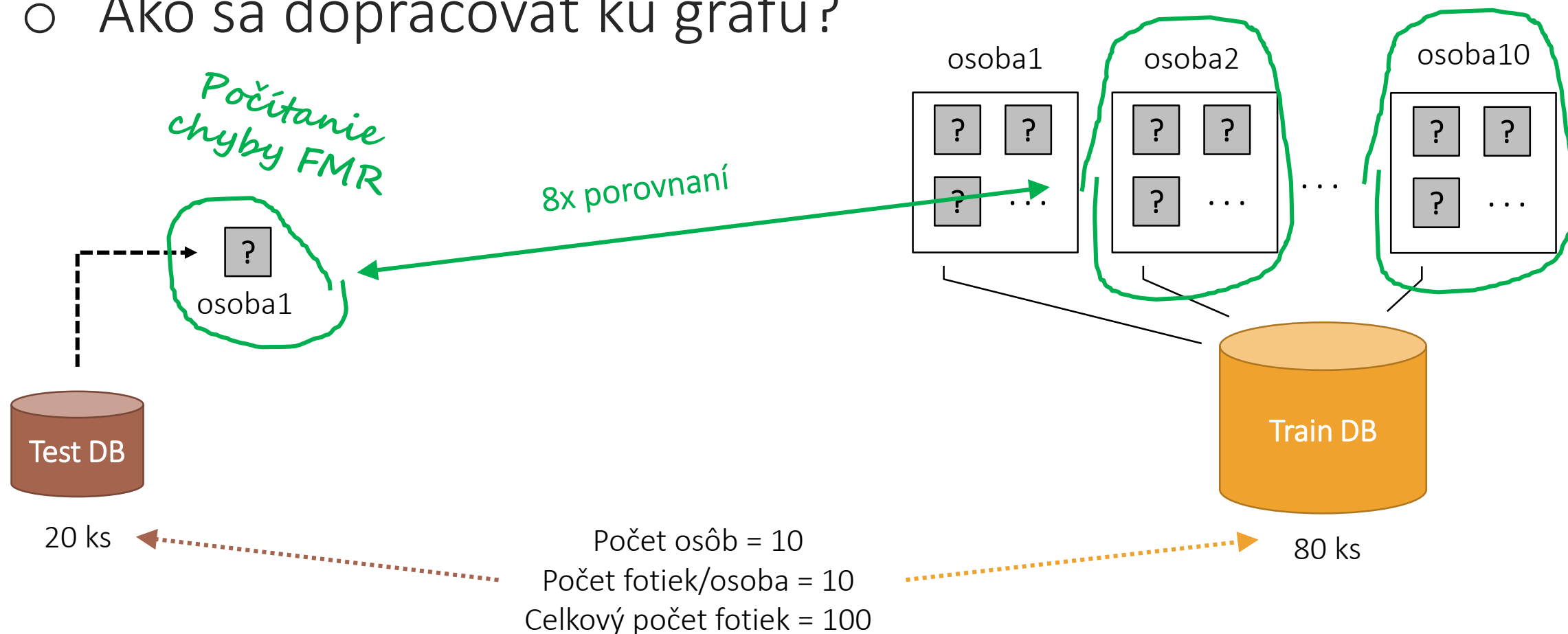
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



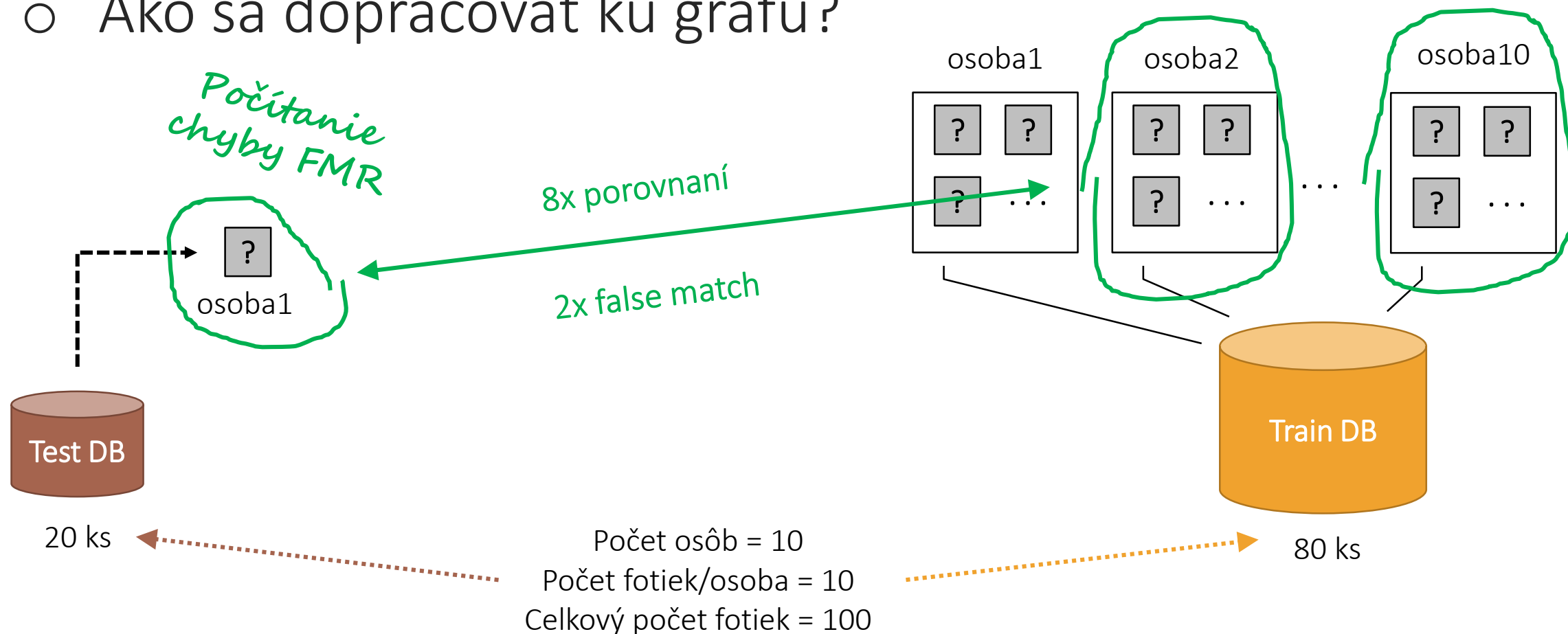
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



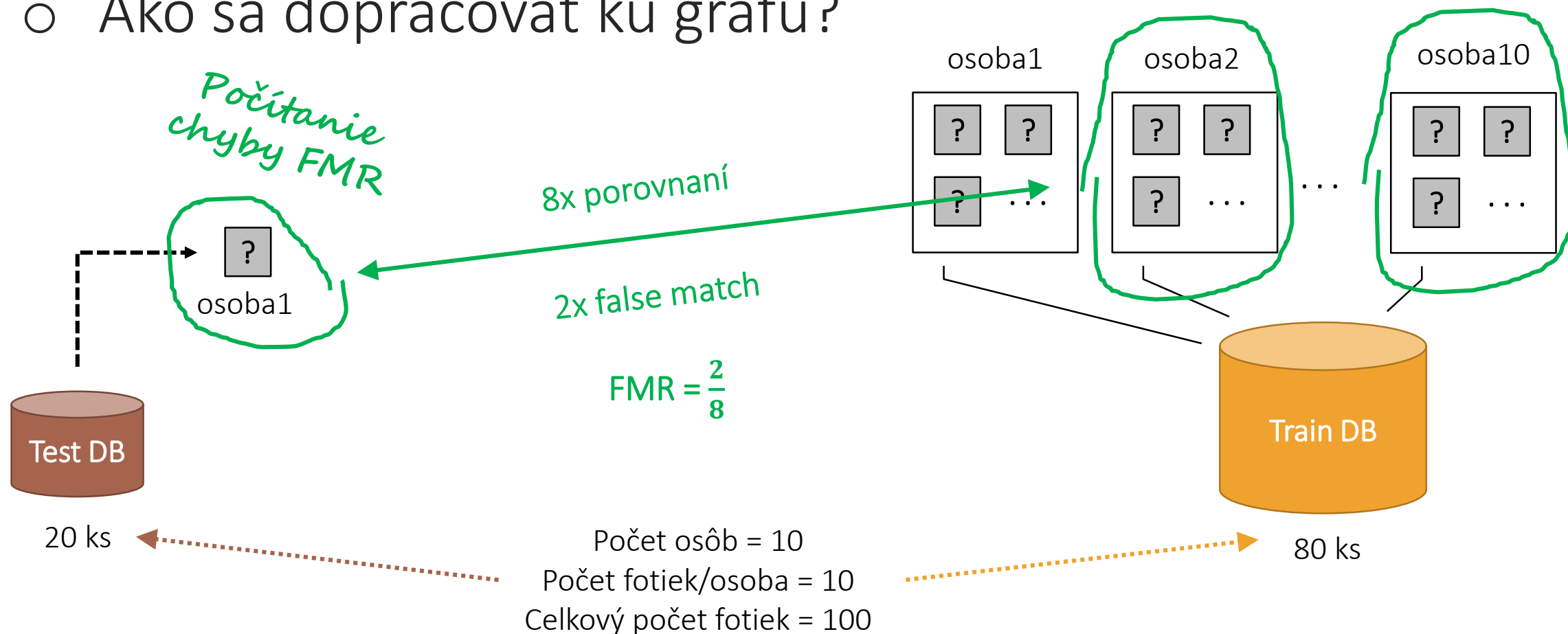
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



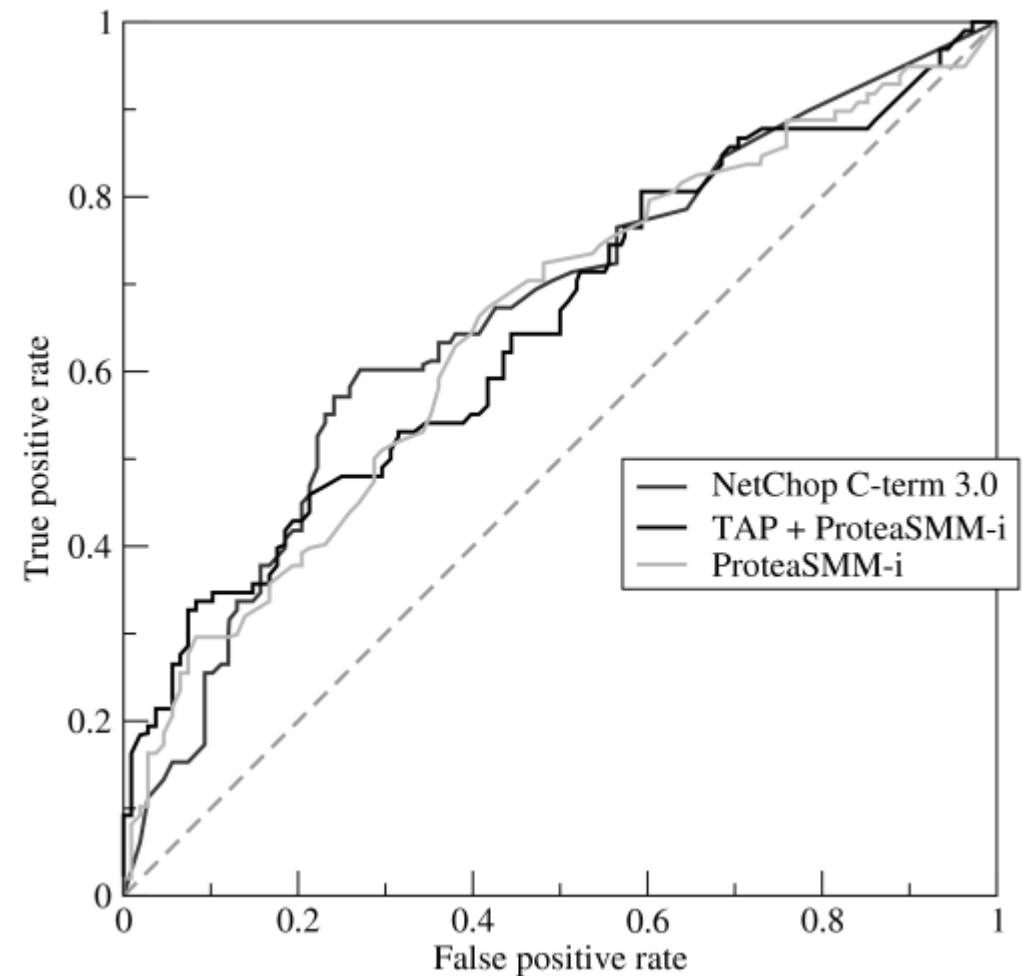
Model riešenia a základné pojmy

- Ako sa dopracovať ku grafu?



Model riešenia a základné pojmy

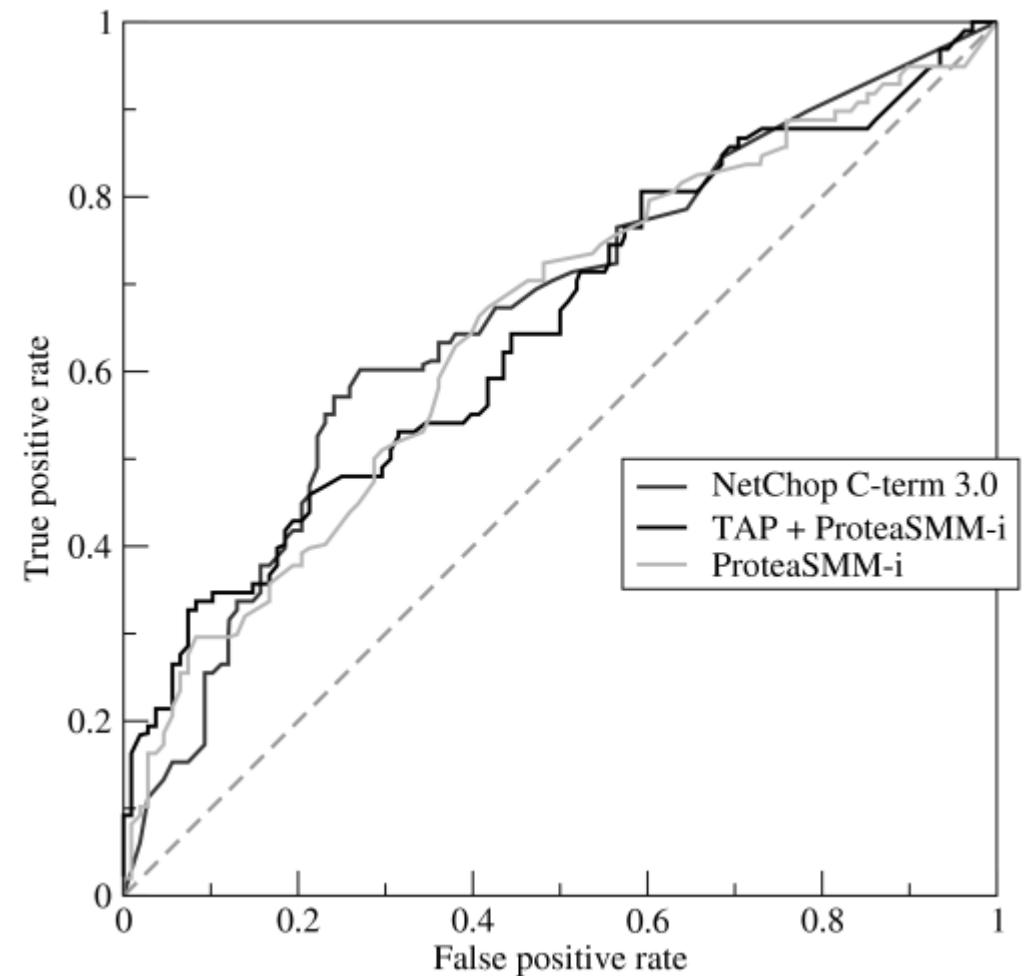
- ROC krivka
 - znázorňuje úspešnosť klasifikátora
 - závislosť TPR od FPR
 - výborne vysvetlené na Wikipedii



Model riešenia a základné pojmy

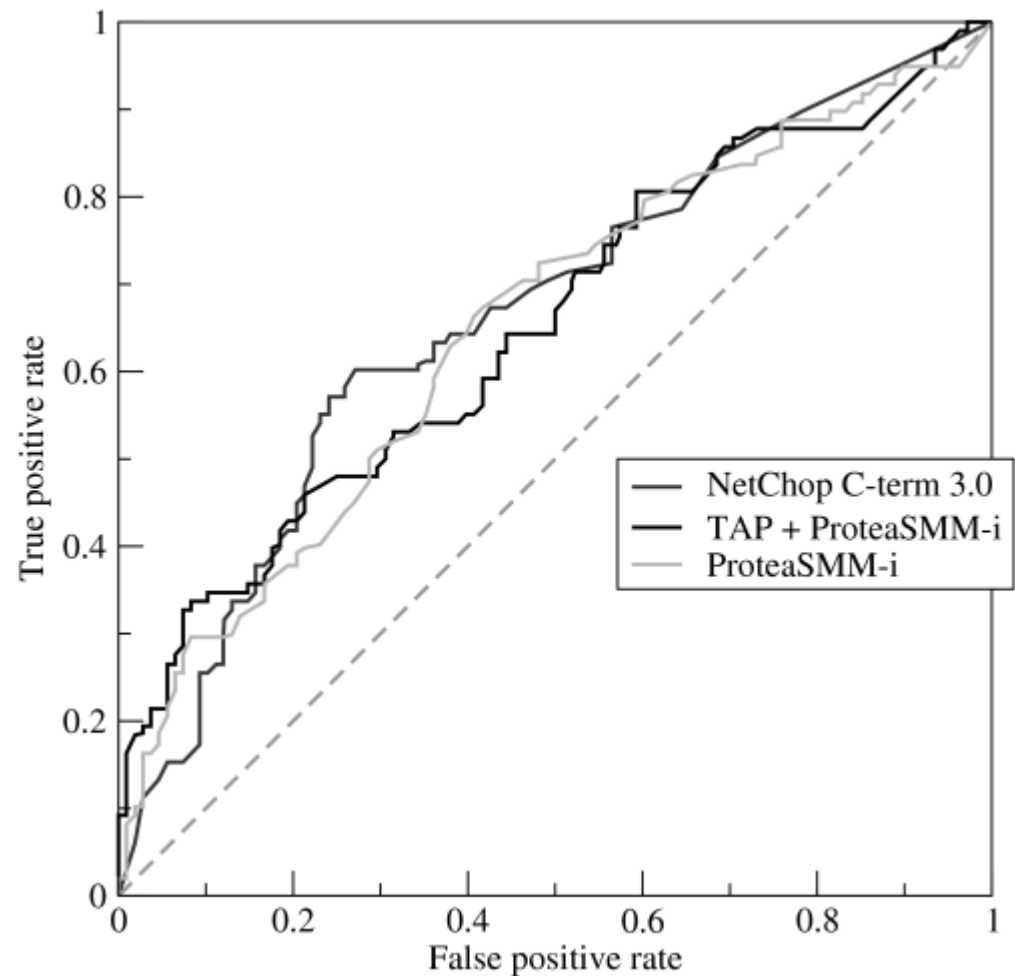
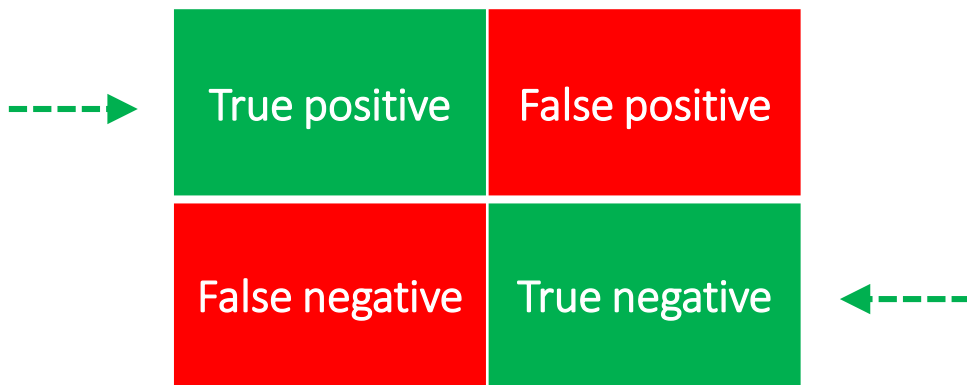
- ROC krivka
 - znázorňuje úspešnosť klasifikátora
 - závislosť TPR od FPR
 - výborne vysvetlené na Wikipedii

True positive	False positive
False negative	True negative



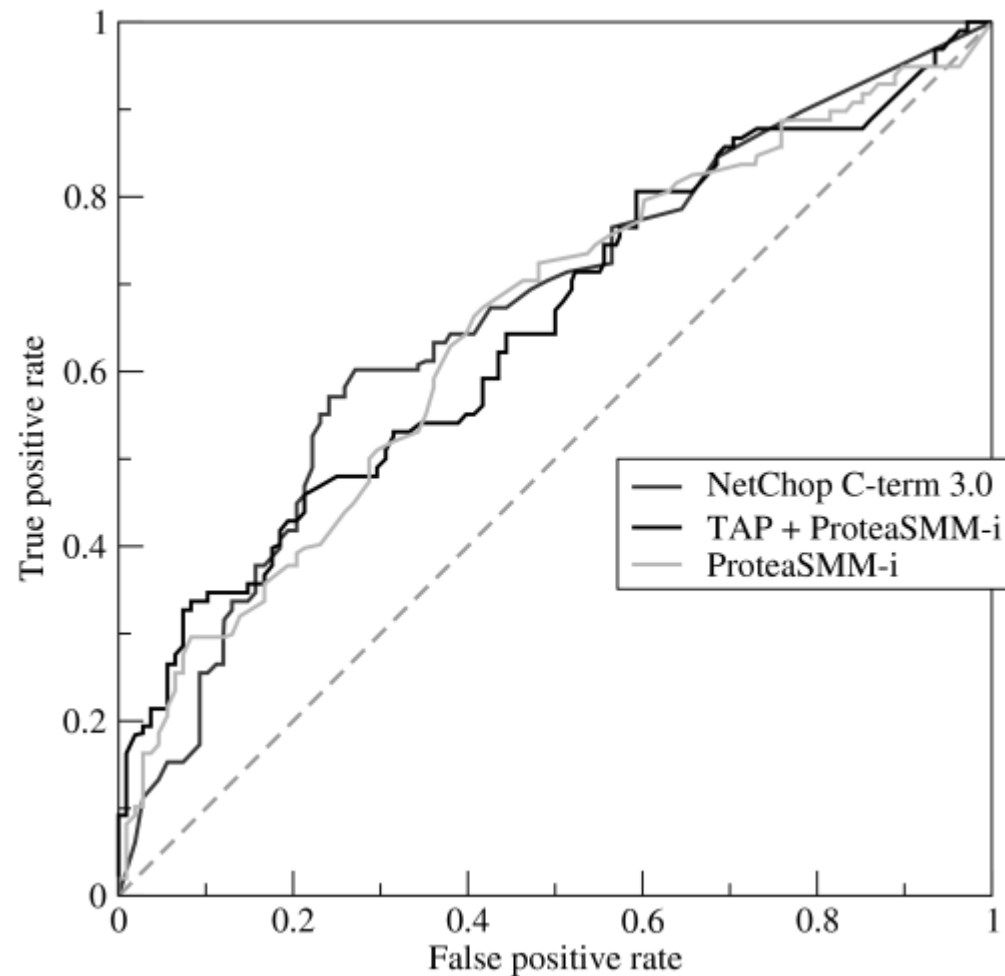
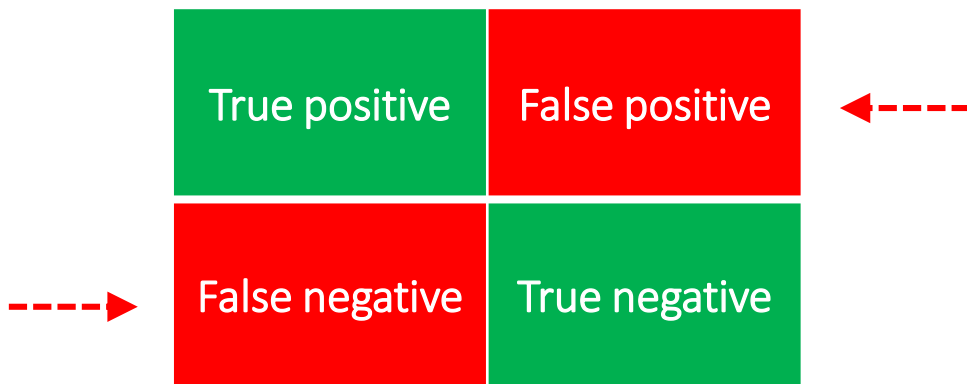
Model riešenia a základné pojmy

- ROC krivka
 - znázorňuje úspešnosť klasifikátora
 - závislosť TPR od FPR
 - výborne vysvetlené na Wikipedii



Model riešenia a základné pojmy

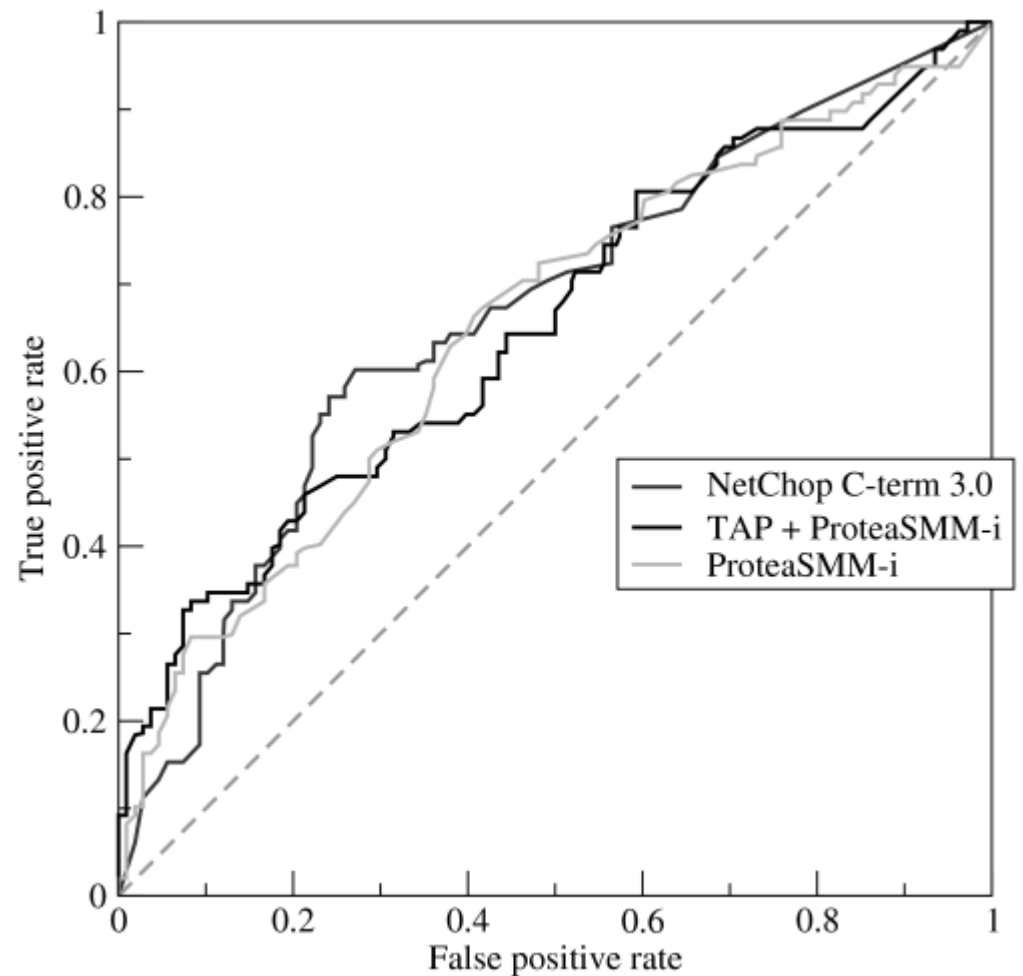
- ROC krivka
 - znázorňuje úspešnosť klasifikátora
 - závislosť TPR od FPR
 - výborne vysvetlené na Wikipedii



Model riešenia a základné pojmy

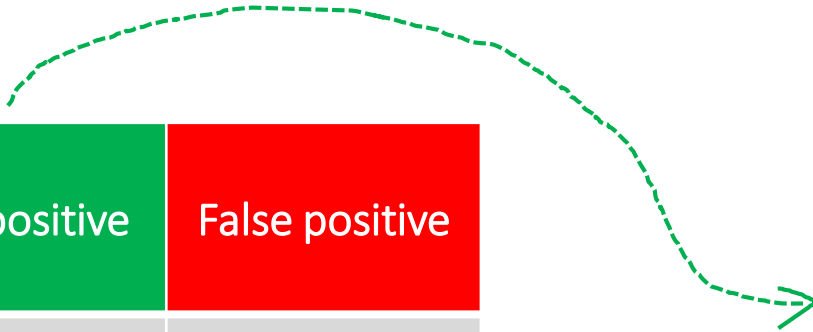
- ROC krivka

True positive	False positive
False negative	True negative

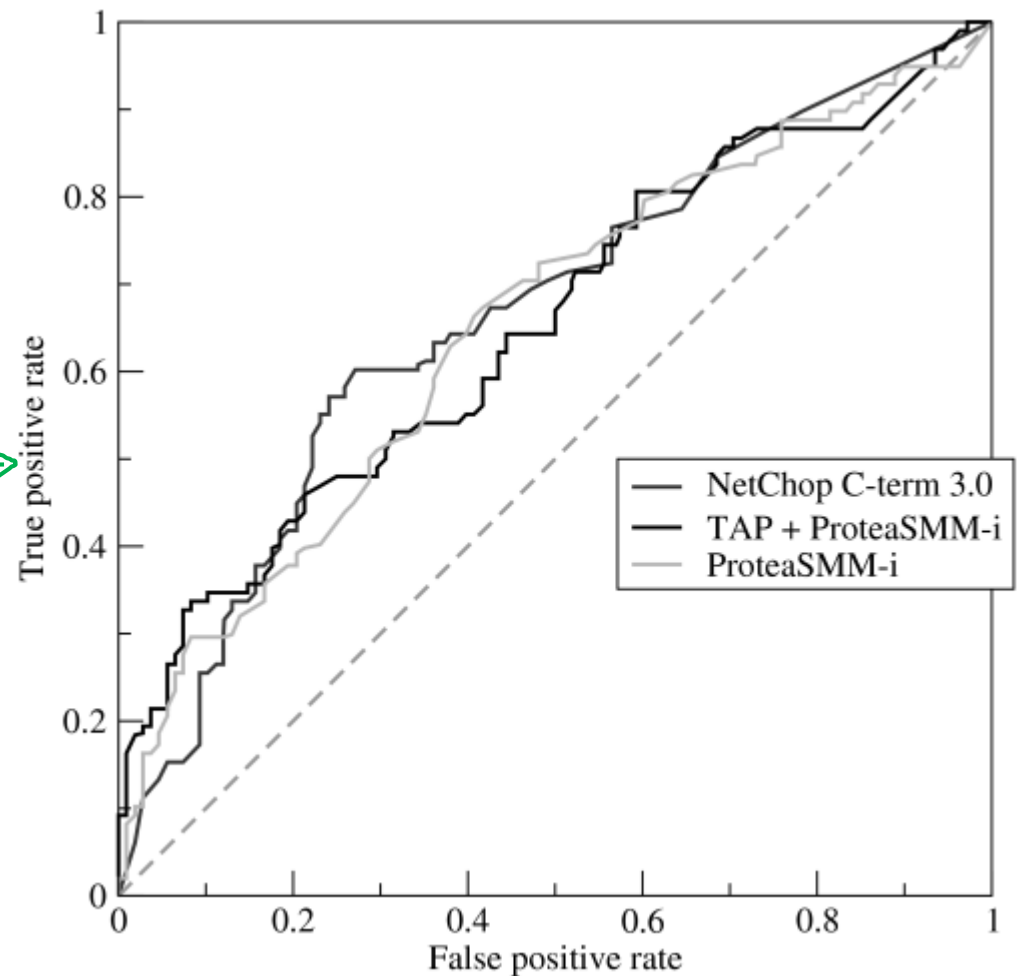


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka



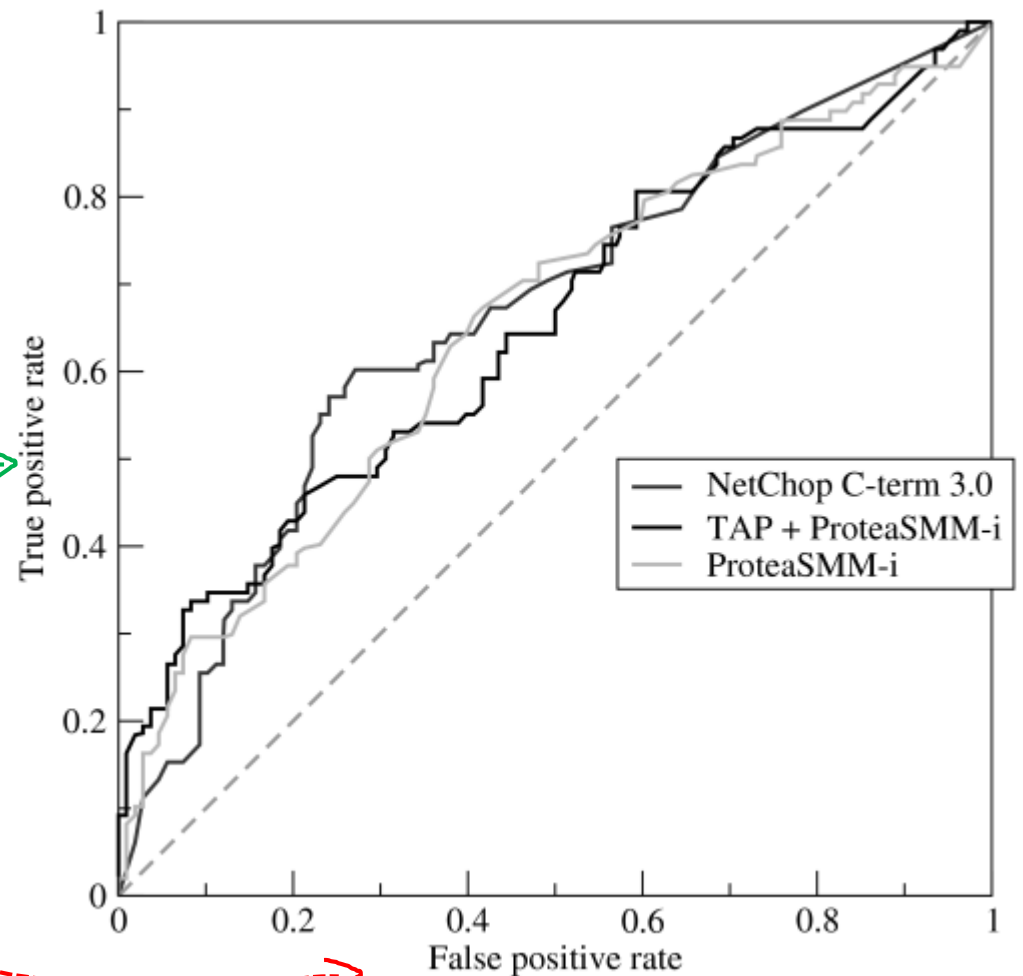
True positive	False positive
False negative	True negative



Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

True positive	False positive
False negative	True negative

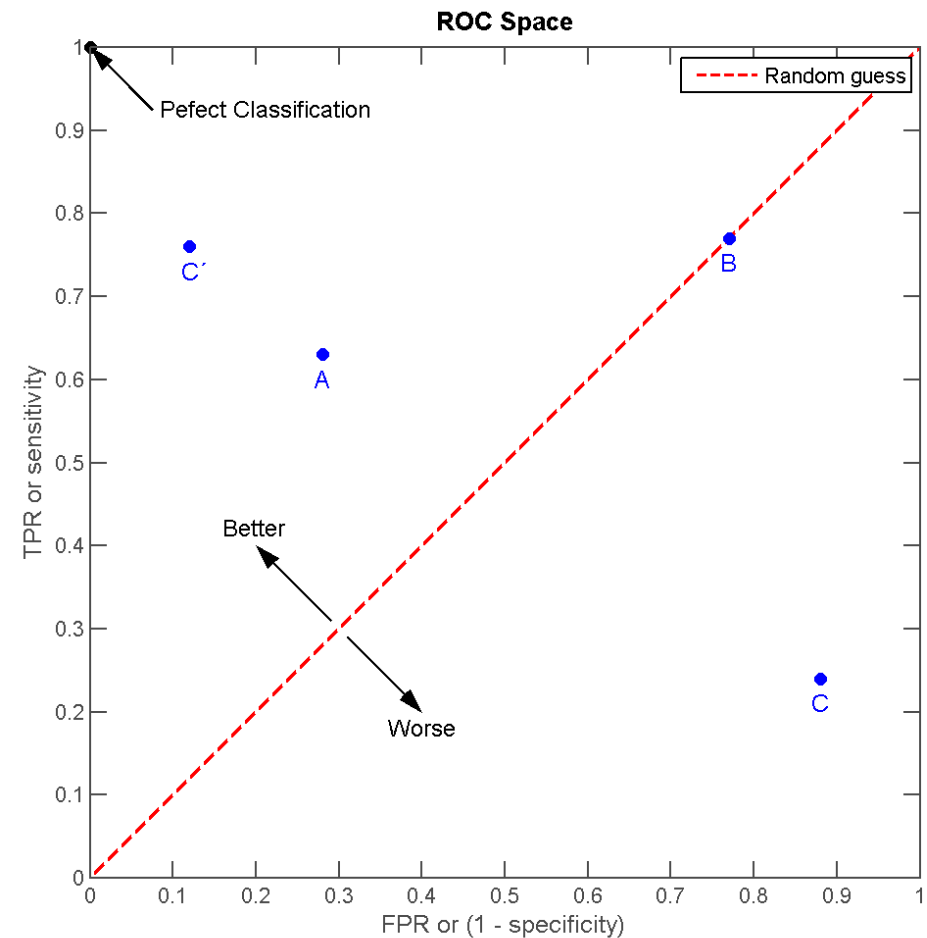


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

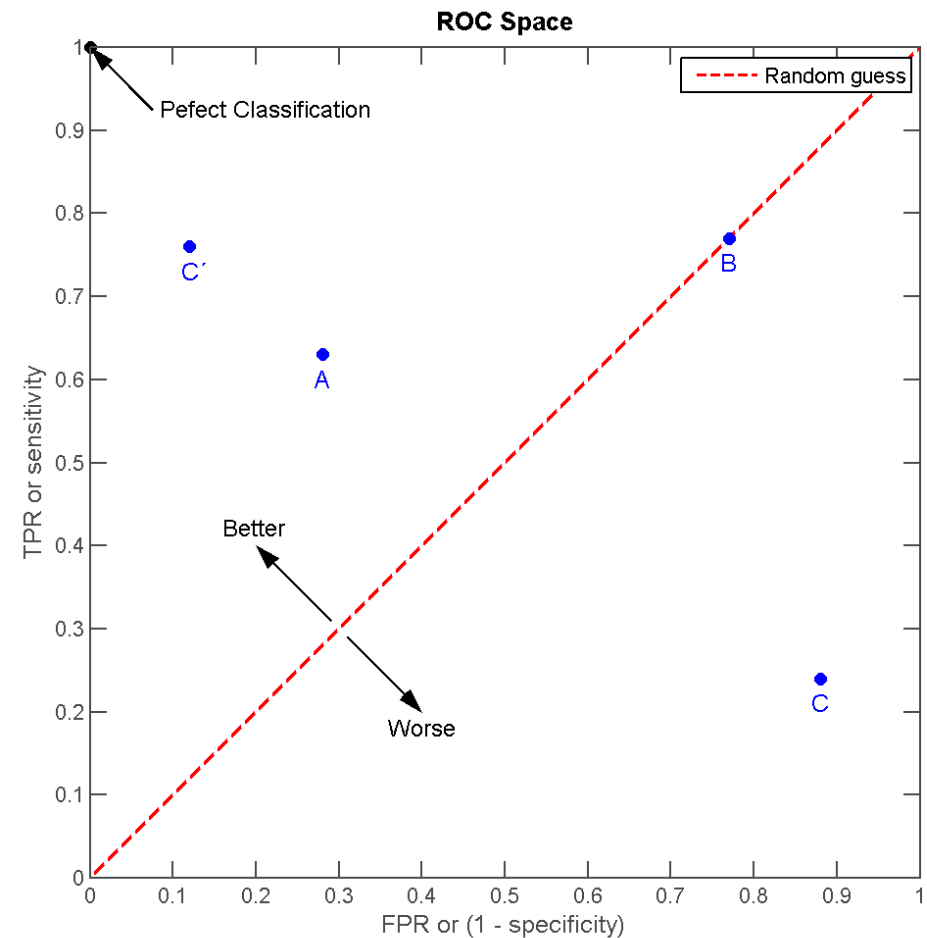


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

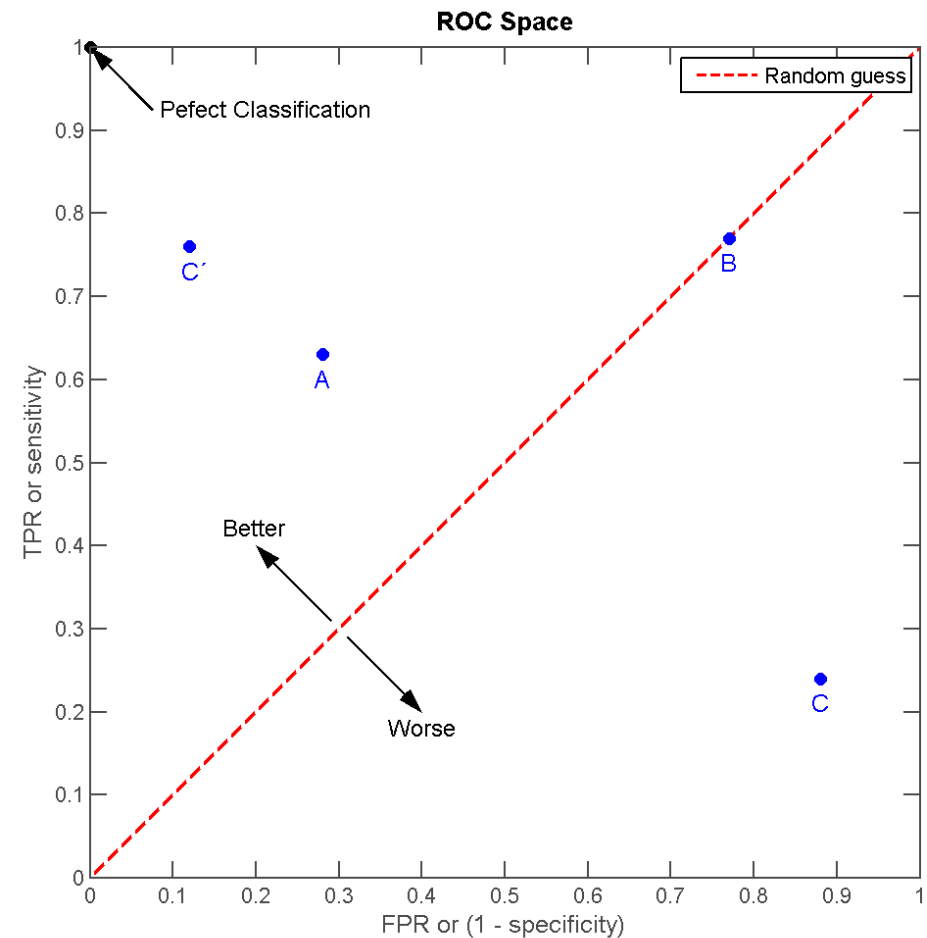


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

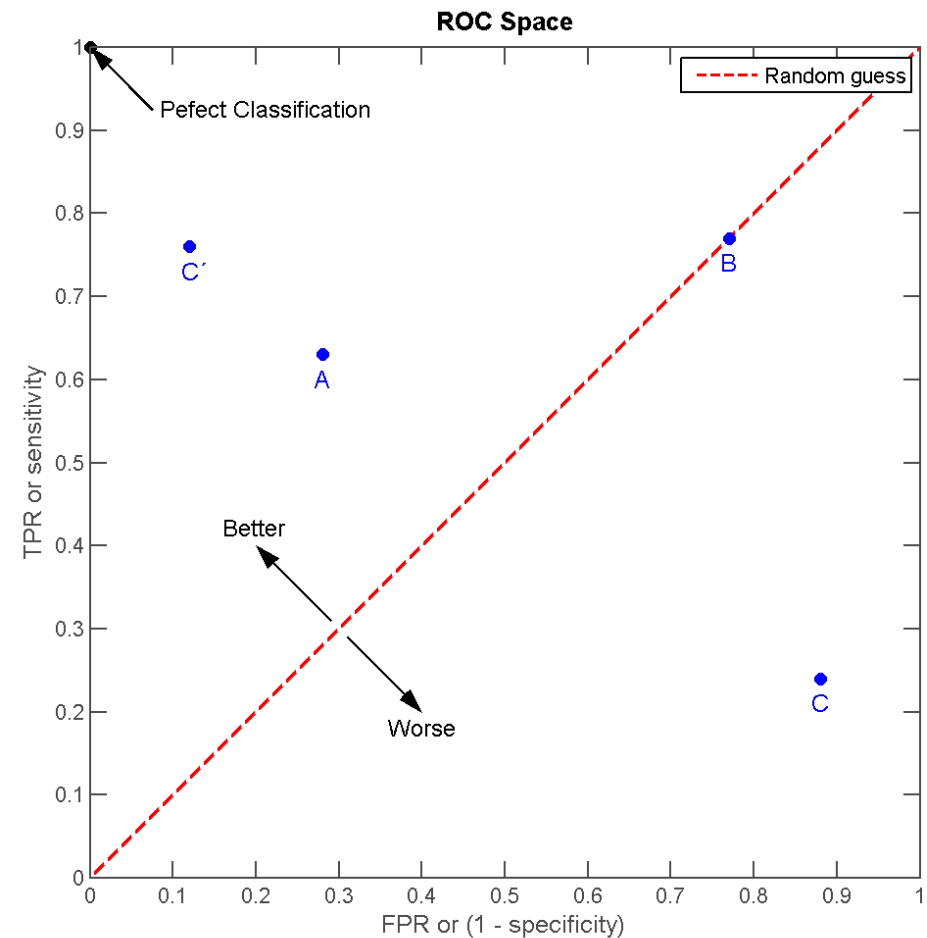


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

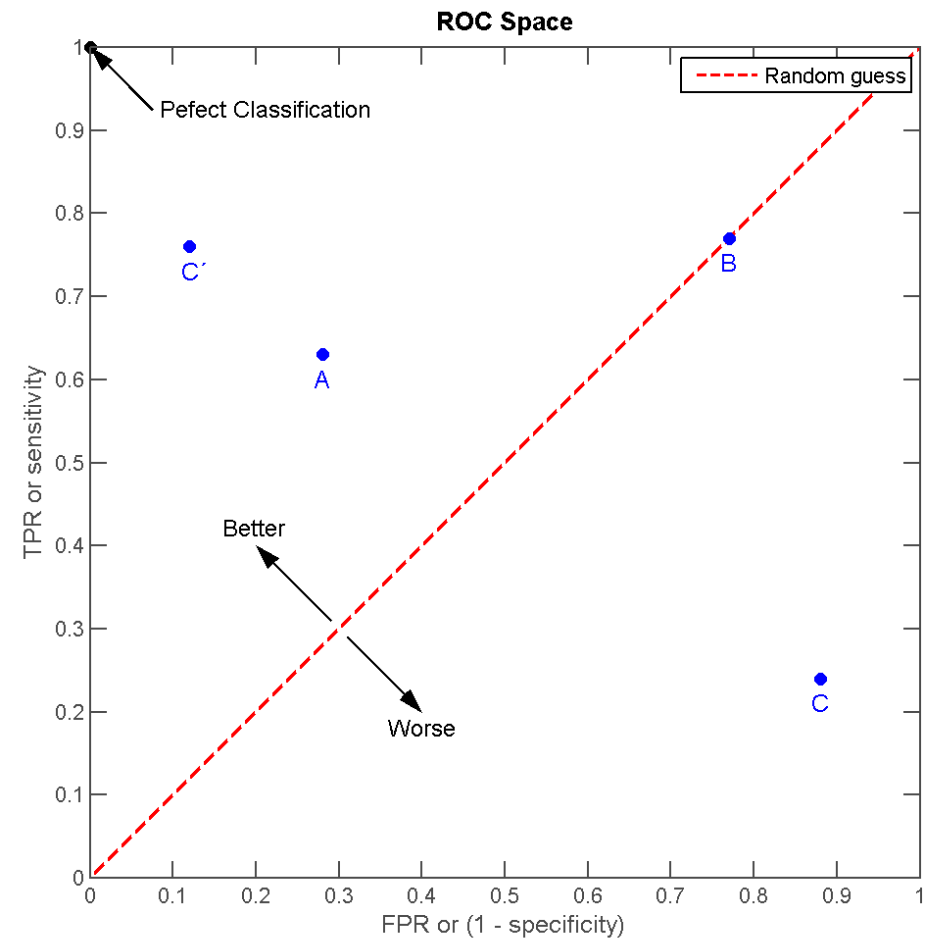


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

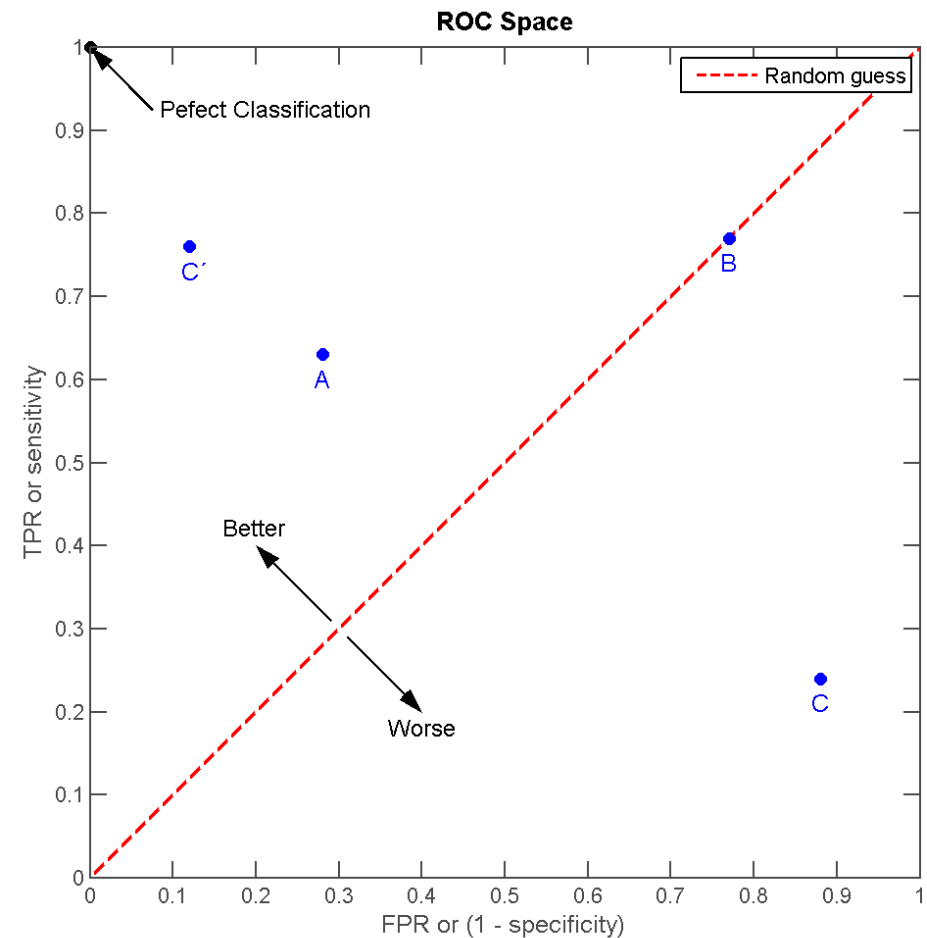


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		

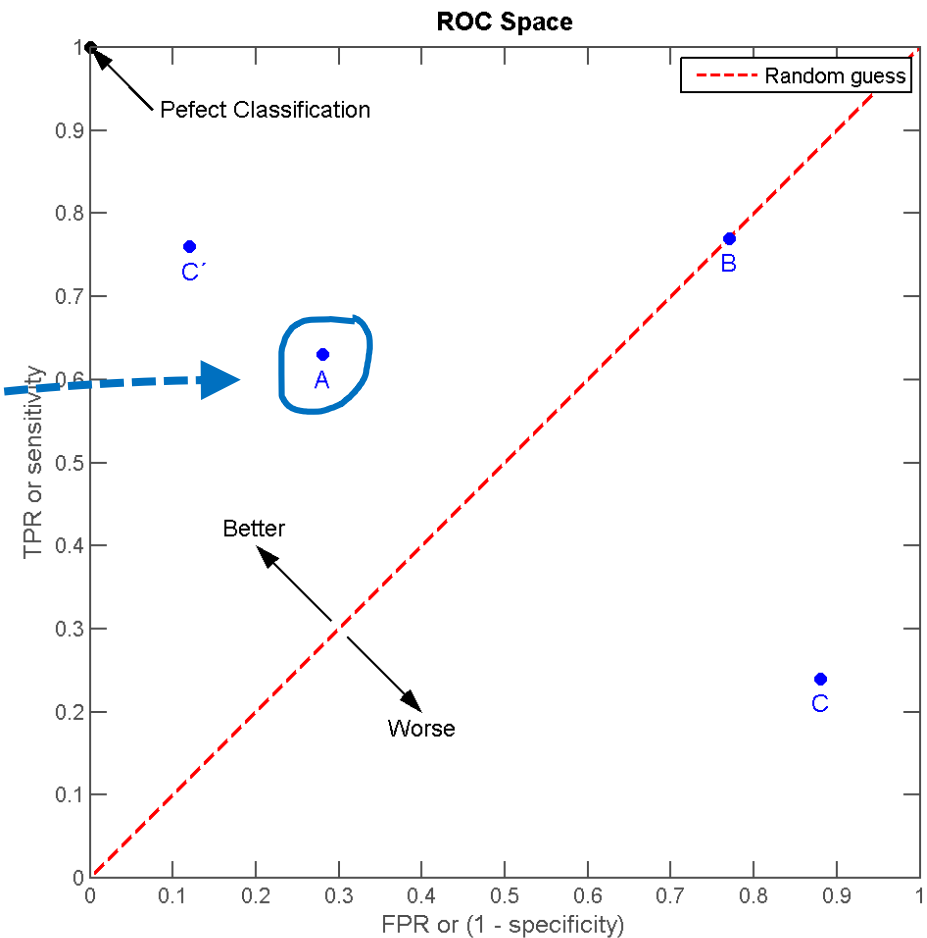


Model riešenia a základné pojmy

○ ROC krivka

Let us look into four prediction results from 100 positive and 100 negative instances:

A			B			C			C'		
TP=63	FP=28	91	TP=77	FP=77	154	TP=24	FP=88	112	TP=76	FP=12	88
FN=37	TN=72	109	FN=23	TN=23	46	FN=76	TN=12	88	FN=24	TN=88	112
100	100	200	100	100	200	100	100	200	100	100	200
TPR = 0.63			TPR = 0.77			TPR = 0.24			TPR = 0.76		
FPR = 0.28			FPR = 0.77			FPR = 0.88			FPR = 0.12		
PPV = 0.69			PPV = 0.50			PPV = 0.21			PPV = 0.86		
F1 = 0.66			F1 = 0.61			F1 = 0.22			F1 = 0.81		
ACC = 0.68			ACC = 0.50			ACC = 0.18			ACC = 0.82		



Bodovanie

Funkčnosť cross-validácie	2b
Ukážka rozpoznania neznámej vzorky (tváre)	2b
Graf FMR a FNMR	2b
ROC krivka	2b
	8b