

# BIOMETRIA

WYKŁAD 8: BŁĘDY SYSTEMOW BIOMETRYCZNYCH

# KAŻDY SYSTEM BIOMETRYCZNY BĘDZIE POPEŁNIAŁ BŁĘDY

...możliwe tylko do oszacowania **teoretycznego**

Błąd popełniany jest wtedy kiedy fałszywa hipoteza zostaje uznana za prawdziwą....

....definicja błędu zależy więc od sformułowania hipotezy

Specyfikacja biometryczna danego systemu uwierzytelniania zawiera dopuszczalną maksymalną stopę błędu.

- Uwierzytelnianie pozytywne
- Uwierzytelnianie negatywne

Komparator (*matcher*) – system pobierający 2 próbki danych biometrycznych, dający w wyniku liczbę punktów, będącą miarą ich podobieństwa.

W systemach weryfikacji komparator służy podjęciu decyzji czy są to reprezentacje tej samej biometryki rzeczywistej.

# Oznaczenia

$B(t)$ ,  $B'(t)$  – dwie biometryki (odciski palca, skany tęczówki) będące **funkcją czasu**:

$B(t)$  – próbka wzorcowa (rzadko zmieniana)

$B'(t)$  – próbka z bieżącego zapytania

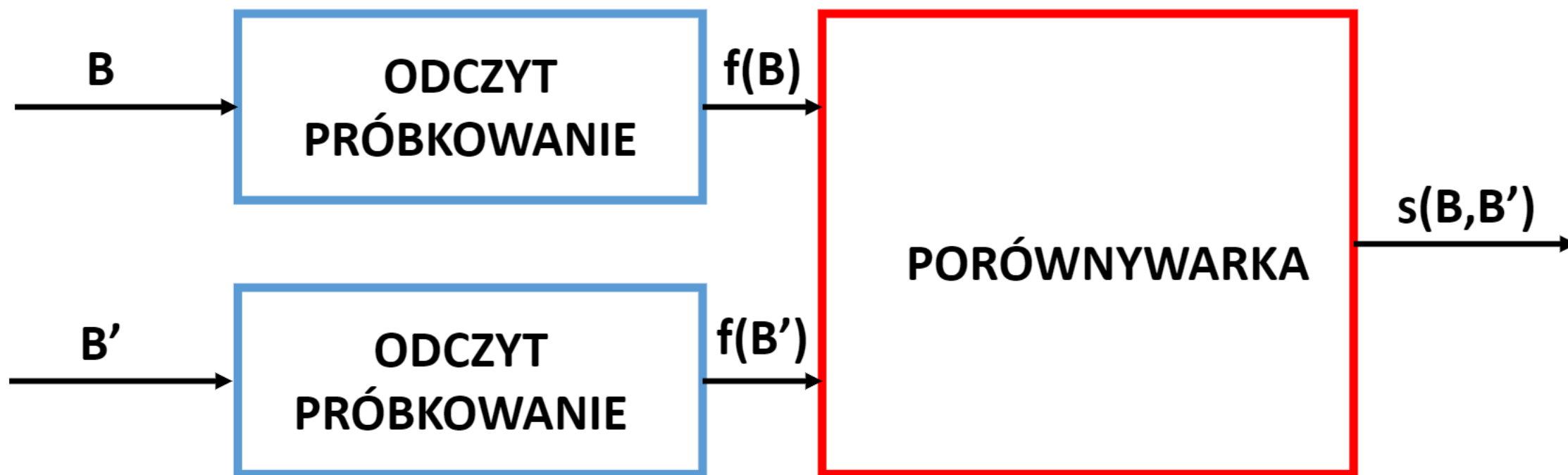
$f$  – proces pobierania danych przez czujnik i przetwarzania danych celem ekstrakcji cech, będące **funkcją czasu** i **czynników środowiskowych**

$f(B)$ ,  $f(B')$  – cyfrowa reprezentacja biometryk

## Wniosek:

Stopień niepowtarzalności biometryk nie jest taki jak się go zachwala (różna niepowtarzalność czasowa i skalowalność dla różnych biometryk)

# Porównywarka



$$s(B, B') = s(f(B(t)), f(B'(t)))$$

# Miara podobieństwa

Porównywarki podejmując decyzję, obliczają miarę prawdopodobieństwa że 2 próbki pochodzące od dwóch różnych podmiotów są takie same (a podmioty w rzeczywistości są tą samą osobą).

Miara ta mocno zależy od dokładności urządzenia pomiarowego i reprezentacji cyfrowej próbki



## 2 rodzaje błędów

- Hipoteza zerowa  $H_0$ : 2 próbki są zgodne  $B==B'$
- Hipoteza alternatywna:  $H_a$ : 2 próbki nie są zgodne  $B!=B'$

Różne zastosowania, różne hipotezy zerowe różne definicje błędu i dokładności:

- Współczynnik niesłusznej zgodności
- Współczynnik niesłusznej akceptacji
- Współczynnik niesłusznych potwierdzeń itd...

# Rodzaje błędów wg J.L.Waymana

1. **Nieśluszna zgodność** (FM, False Match): Decyzja że 2 biometryki pochodzą z tej samej tożsamości podczas gdy nie pochodzą (**FMR, False Match Rate**).

Błąd I-go rodzaju: stwierdzenie  $H_0$  gdy prawdziwe jest  $H_a$

2. **Fałszywa niezgodność** (FNM, False Non-Match): Decyzja że 2 biometryki nie pochodzą z tej samej tożsamości podczas gdy pochodzą (**FNMR, False Non-Match Rate**)

Błąd II-go rodzaju: stwierdzenie  $H_a$  gdy prawdziwe jest  $H_0$

# Decyzje poprawne

- Poprawna zgodność (*CM, Correct Match*)
- Poprawna niezgodność (*CNM, Correct Non-Match*)

# Podjmowanie decyzji

- Twarde (bez obsługi wyjątków)

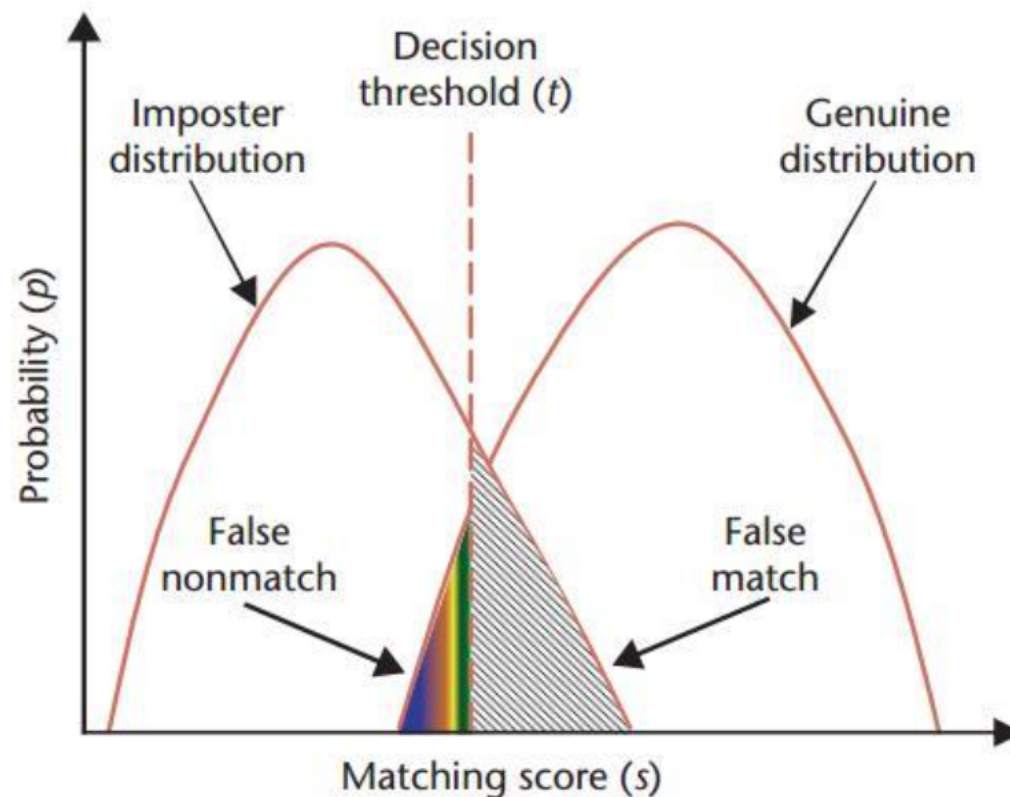
Stwierdź że  $H_0$  jest prawdziwe jeśli  $s > T$

Stwierdź że  $H_a$  jest prawdziwe jeśli  $s \leq T$

Brak możliwości podjęcia decyzji typu „*nie wiem*”

# Rzetelność punktacji $s()$

- Gdy 2 próbki  **pochodzą od tej samej tożsamości** punktacja podobieństwa jest zazwyczaj **wysoka** (równa 1 w zasadzie tylko w przypadku kopii)
- Gdy 2 próbki **nie pochodzą od tej samej tożsamości** punktacja podobieństwa jest zazwyczaj **niska** (prawie nigdy nie jest równa 0)



# Rodzaje błędów wg Wymana

1. **Nieśluszna zgodność (FM, False Match):** Decyzja że 2 biometryki pochodzą z tej samej tożsamości podczas gdy nie pochodzą (**FMR, False Match Rate**).

Błąd I-go rodzaju: stwierdzenie  $H_0$  gdy prawdziwe jest  $H_a$

**Podszywający się uzyskał wysoką punktację zgodności ( $s > T$ ): B' podszył się pod B**

2. **Fałszywa niezgodność (FNM, False Non-Match):** Decyzja że 2 biometryki nie pochodzą z tej samej tożsamości podczas gdy pochodzą (**FNMR, False Non-Match Rate**)

Błąd II-go rodzaju: stwierdzenie  $H_a$  gdy prawdziwe jest  $H_0$

**Oryginalny podmiot uzyskał niską punktację zgodności ( $s < T$ ): skutek np. złego okazania cechy**

# Jak dobrać próg T?

Krzywe rozkładu punktacji zgodności i niezgodności zawsze na siebie zachodzą

Optymalny dobór progu wymaga oszacowania konsekwencji FMR i FNMR (trenowanie i testowanie)

- Wysoki próg T oznacza niskie FMR i niskie FNMR
- Niski próg T oznacza wysokie FMR i niskie FNMR

# Nomenklatura FA i FR jako alternatywa FM i FNM

- **Fałszywa akceptacja** (FA, False Acceptance) Decyzja że zgłoszona tożsamość jest uprawniona podczas gdy jest to tożsamość podszywająca się, przyjęcie  $H_0$  przy prawdziwym  $H_a$  (FAR, False Acceptance Rate).

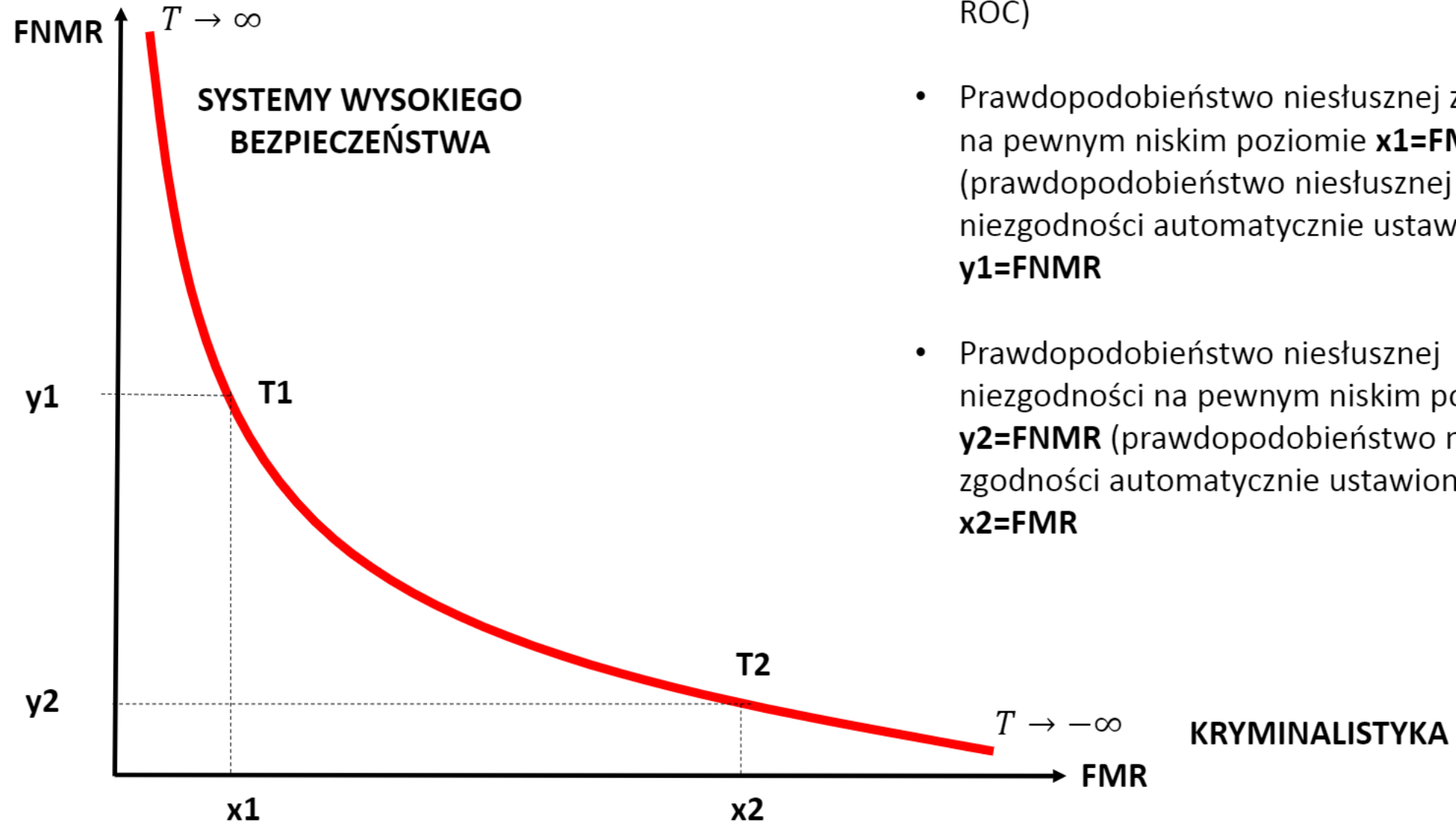
Luki w zabezpieczeniach przez przyznanie dostępu.

- **Fałszywe odrzucenie** (FR, False Rejection) Decyzja że zgłoszona tożsamość nie jest uprawniona podczas gdy jest to tożsamość zgodna z wzorcem,  $H_a$  przy prawdziwym  $H_0$  (FRR, False Rejection Rate)

Problem z wygodą użytkownika systemu



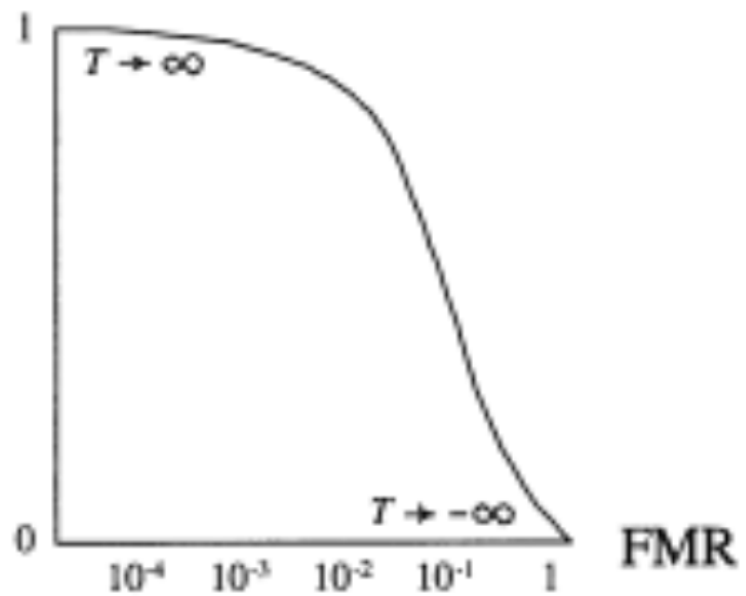
# Krzywa ROC



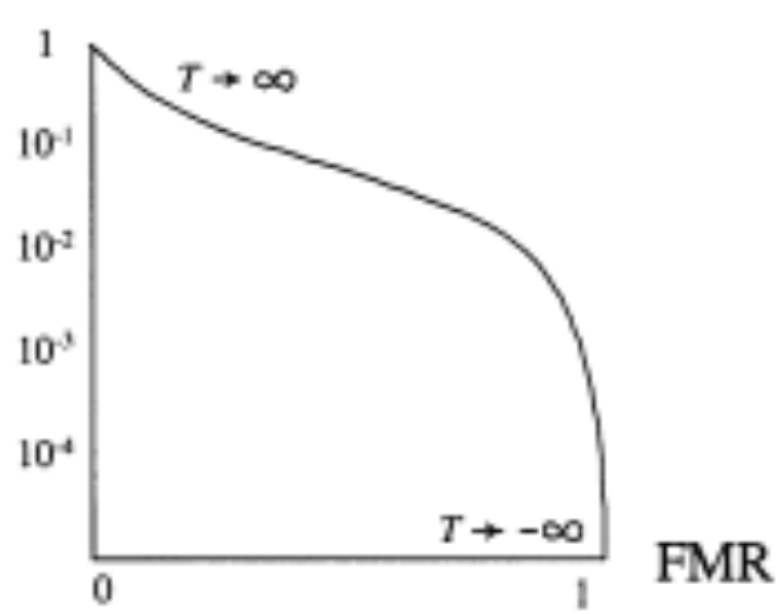
- Punkt pracy komparatora (trenowanie krzywej ROC)
- Prawdopodobieństwo nieśusznej zgodności na pewnym niskim poziomie  **$x1=FMR$**  (prawdopodobieństwo nieśusznej niezgodności automatycznie ustawione na  **$y1=FNMR$** )
- Prawdopodobieństwo nieśusznej niezgodności na pewnym niskim poziomie  **$y2=FNMR$**  (prawdopodobieństwo nieśusznej zgodności automatycznie ustawione na  **$x2=FMR$** )

# Odmiany ROC

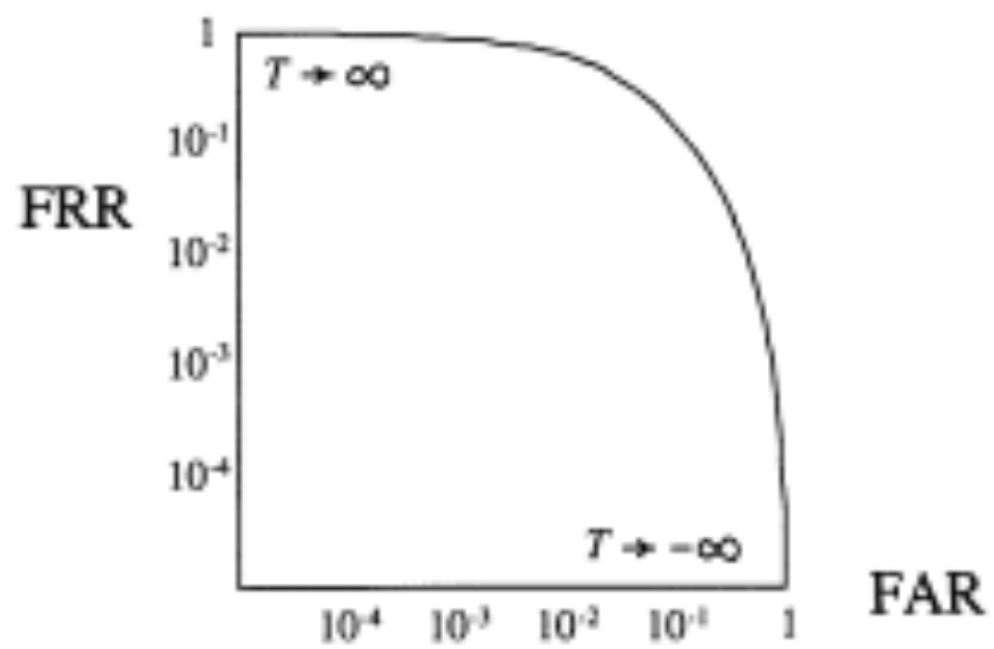
FNMR



FNMR



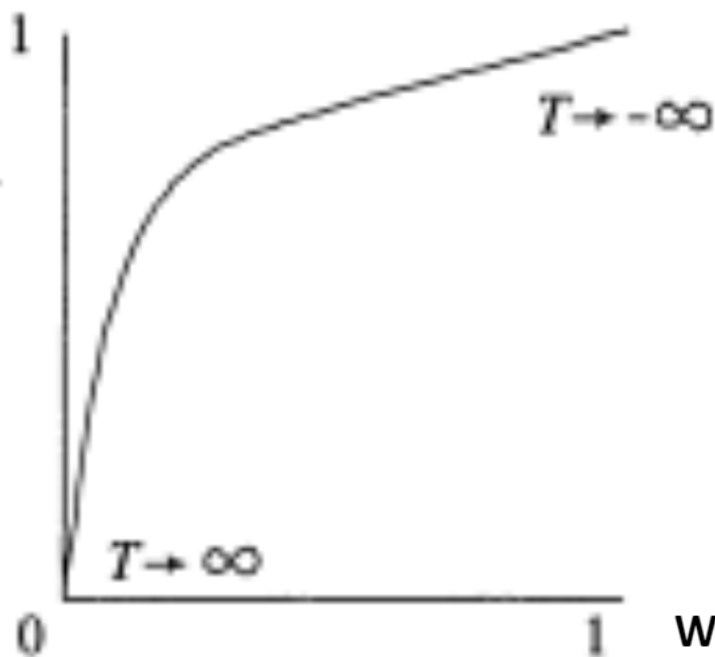
## Odmiany ROC (II)



# Odmiany ROC (III)

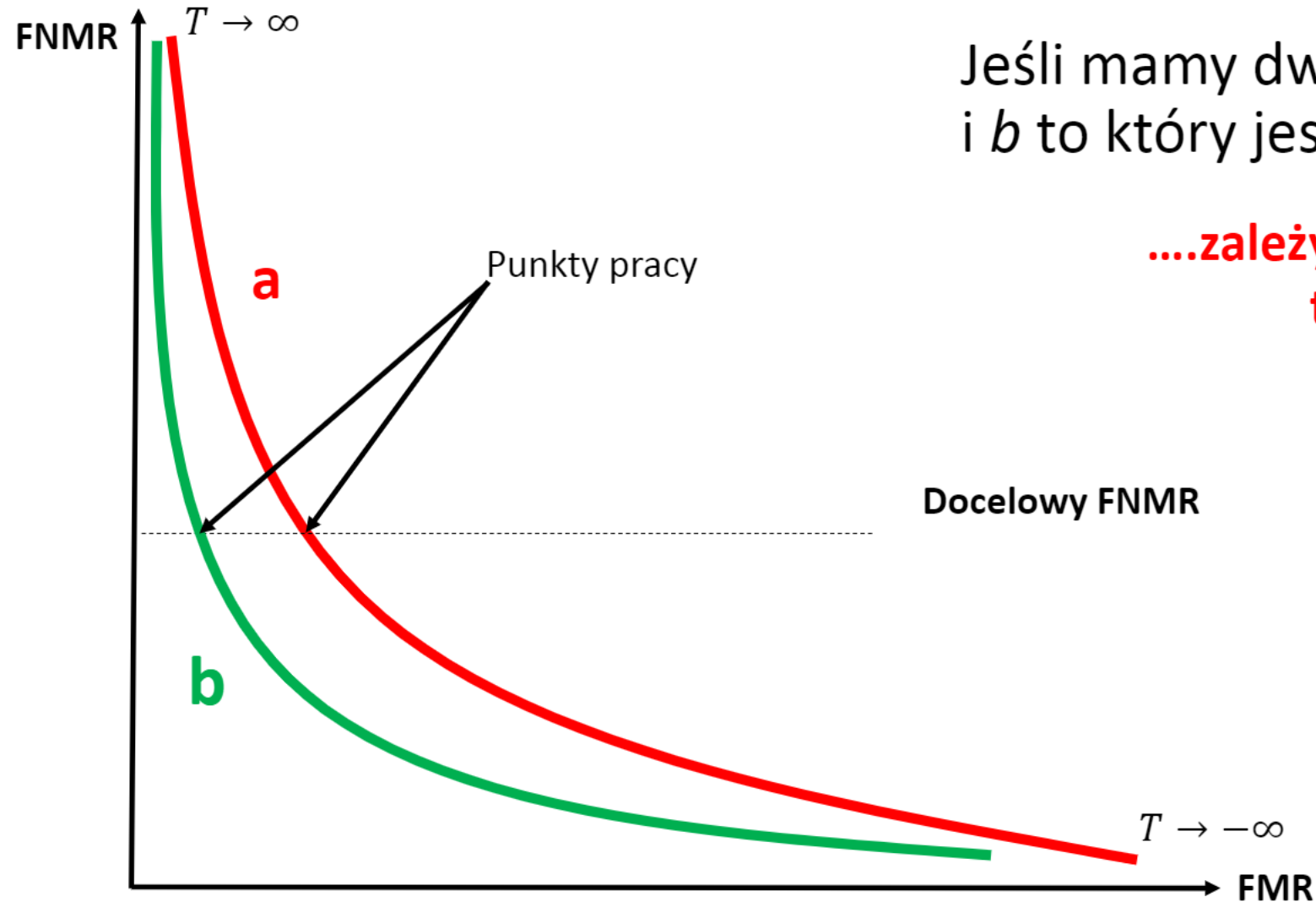
Detection Error Trade-off (DET) = Kompromis Błędów Wykrywania

WSPÓŁCZYNNIK (POPRAWNYCH) DETEKCJI  
1-FNMR



WSPÓŁCZYNNIK FAŁSZYWYCH ALARMÓW  
(NIESŁUSZNYCH AKCEPTACJI)  
FMR

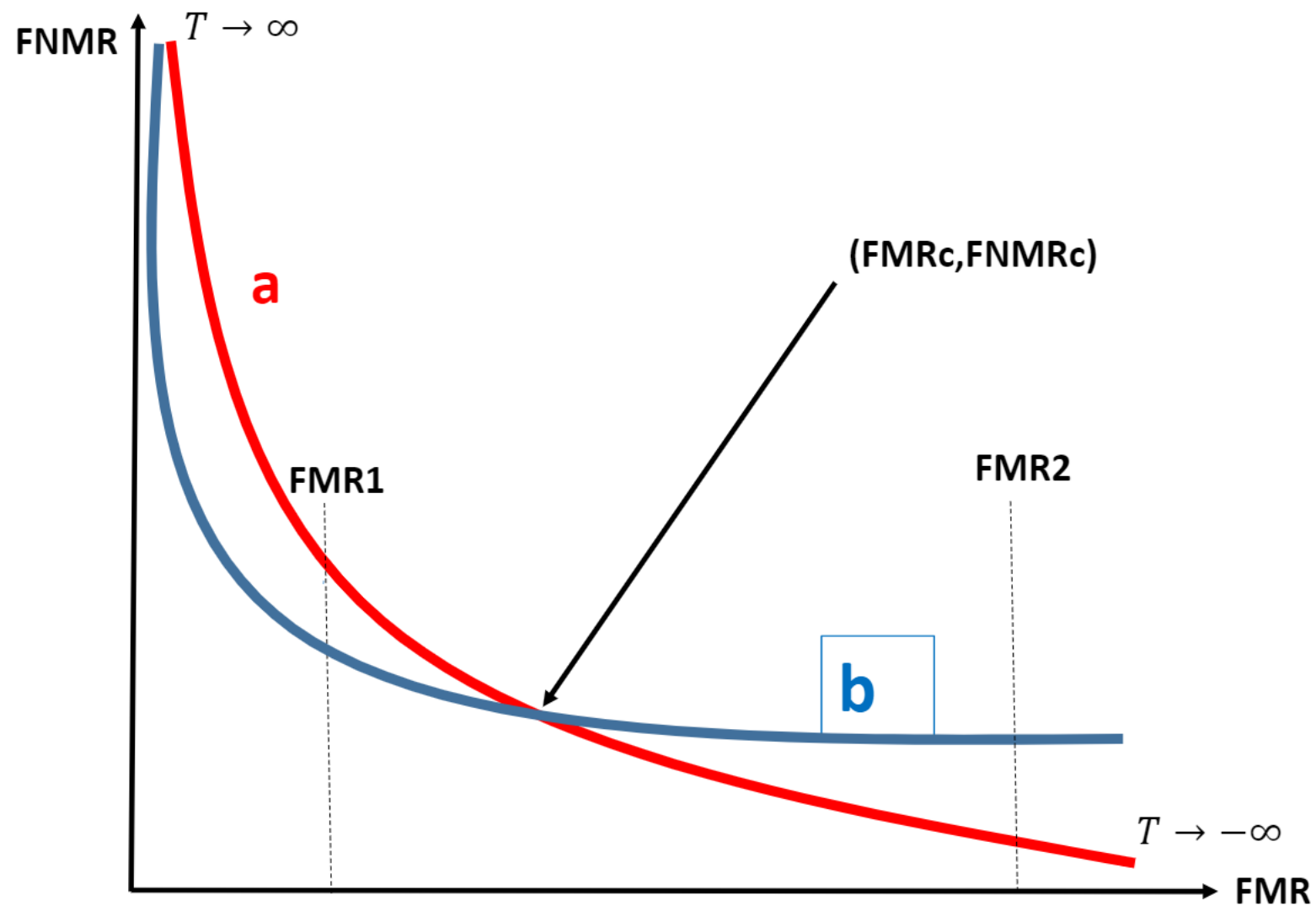
# Krzywa ROC-zastosowanie



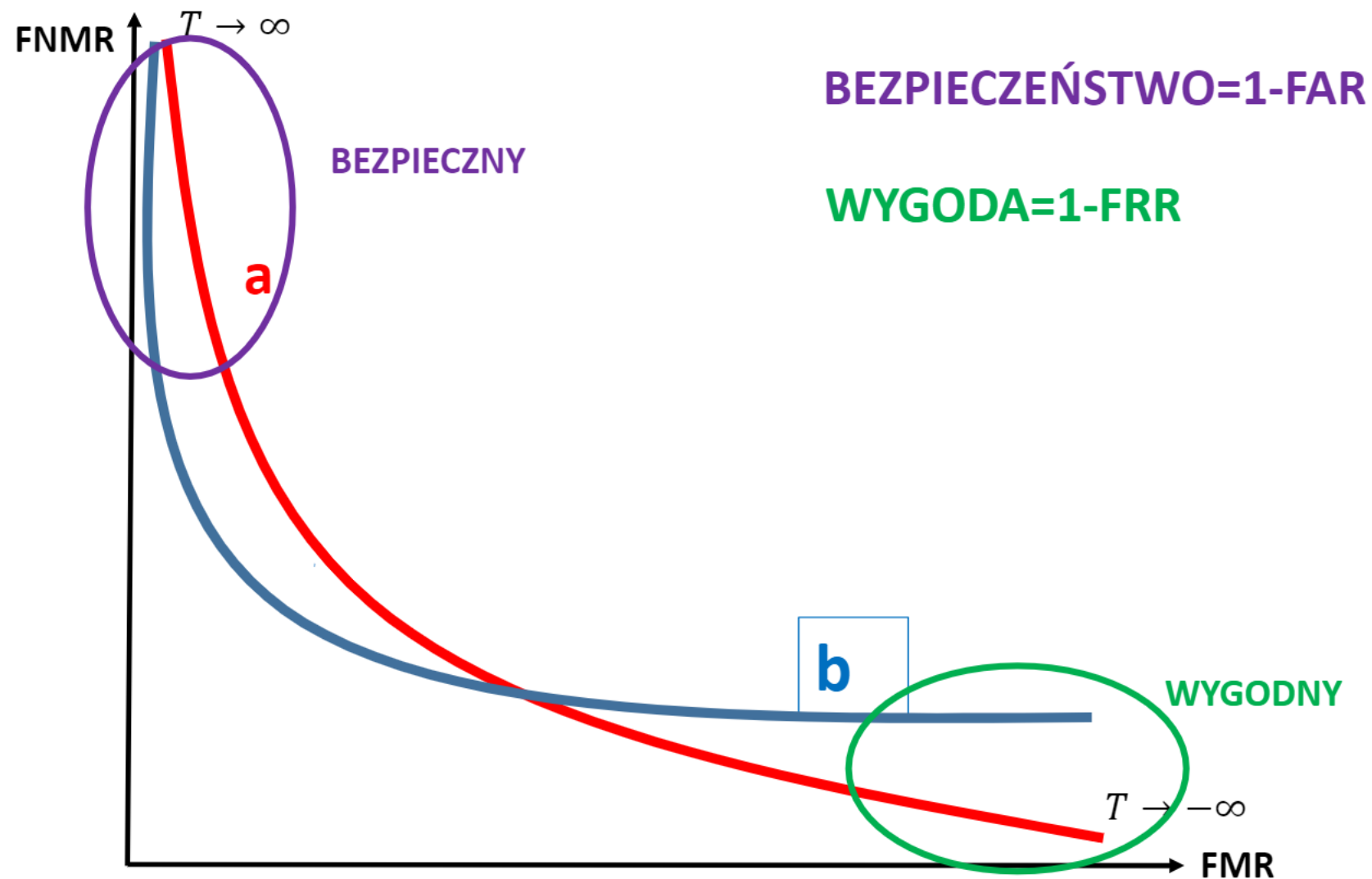
Jeśli mamy dwa komparatory  $a$  i  $b$  to który jest dokładniejszy?

**....zależy od punktów pracy tych komparatorów**

# Krzywa ROC-zastosowanie



# Krzywa ROC-zastosowanie

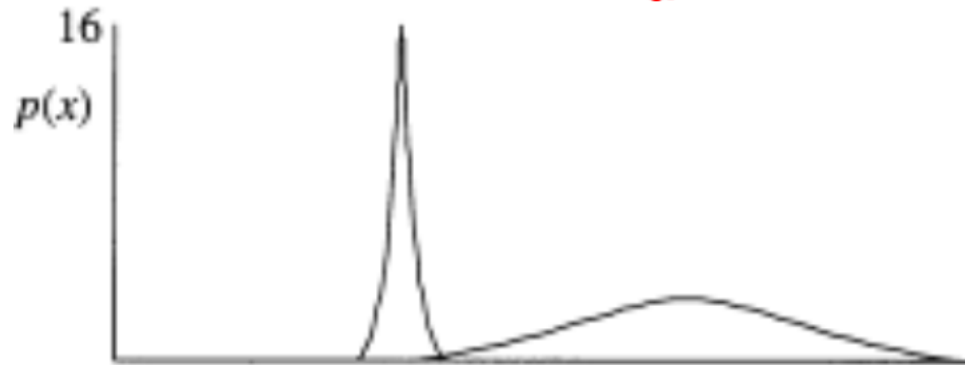


# Krzywa ROC-zastosowanie

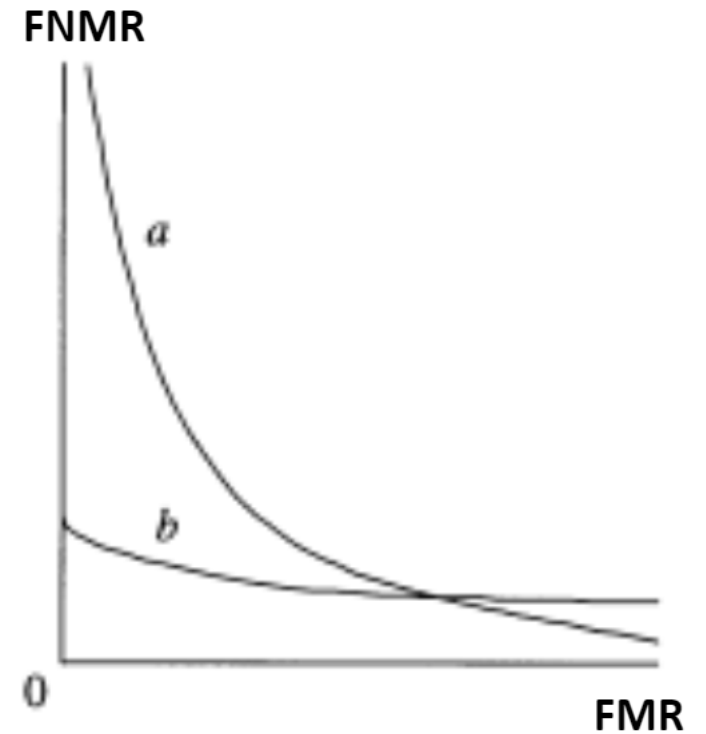
A jeśli nie znamy punktu pracy?



**a**



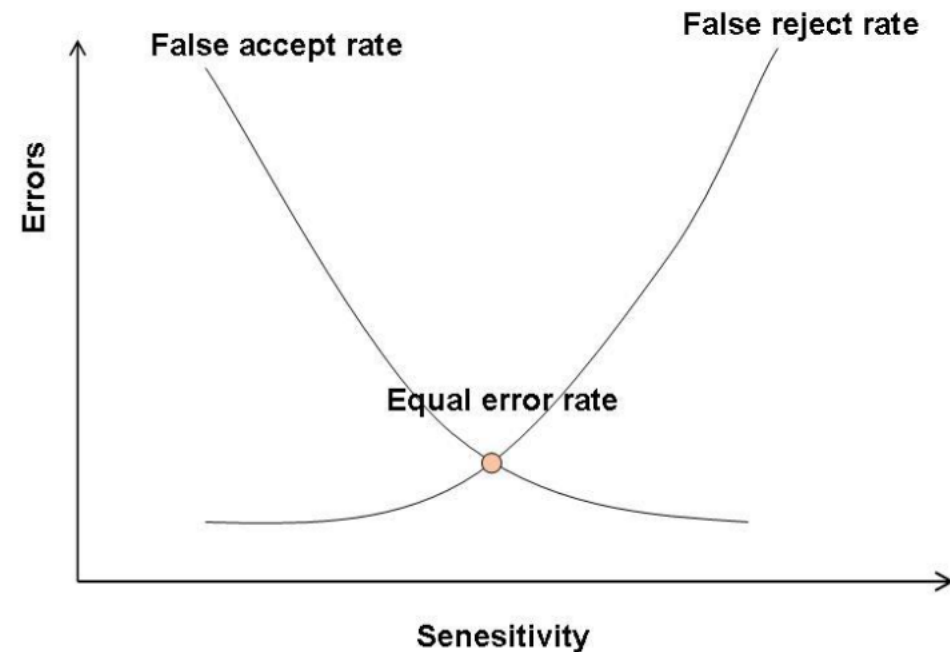
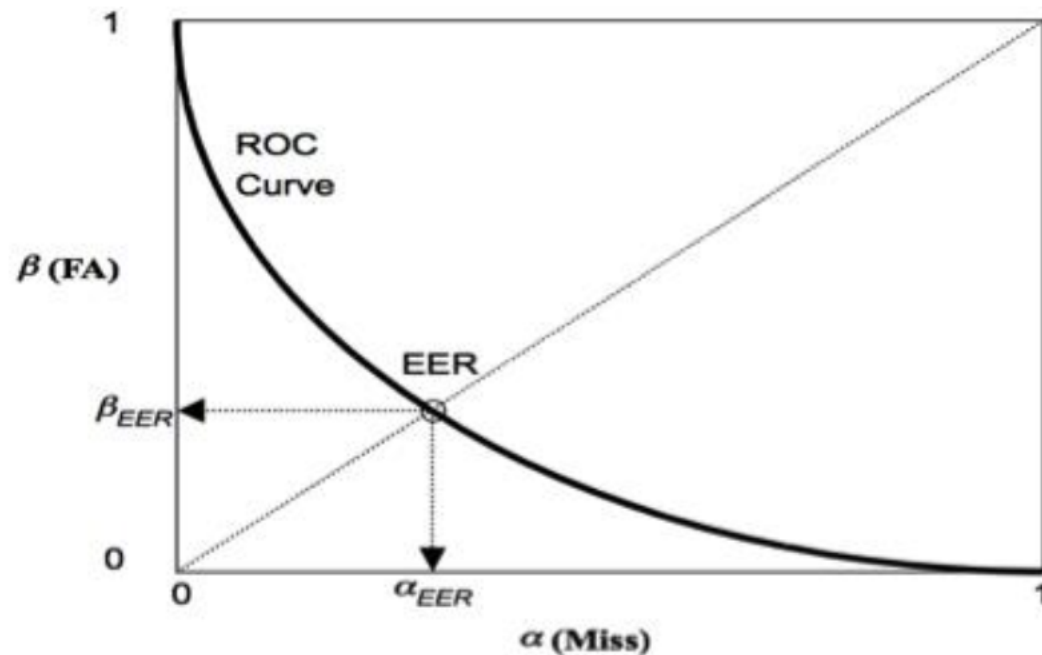
**b**



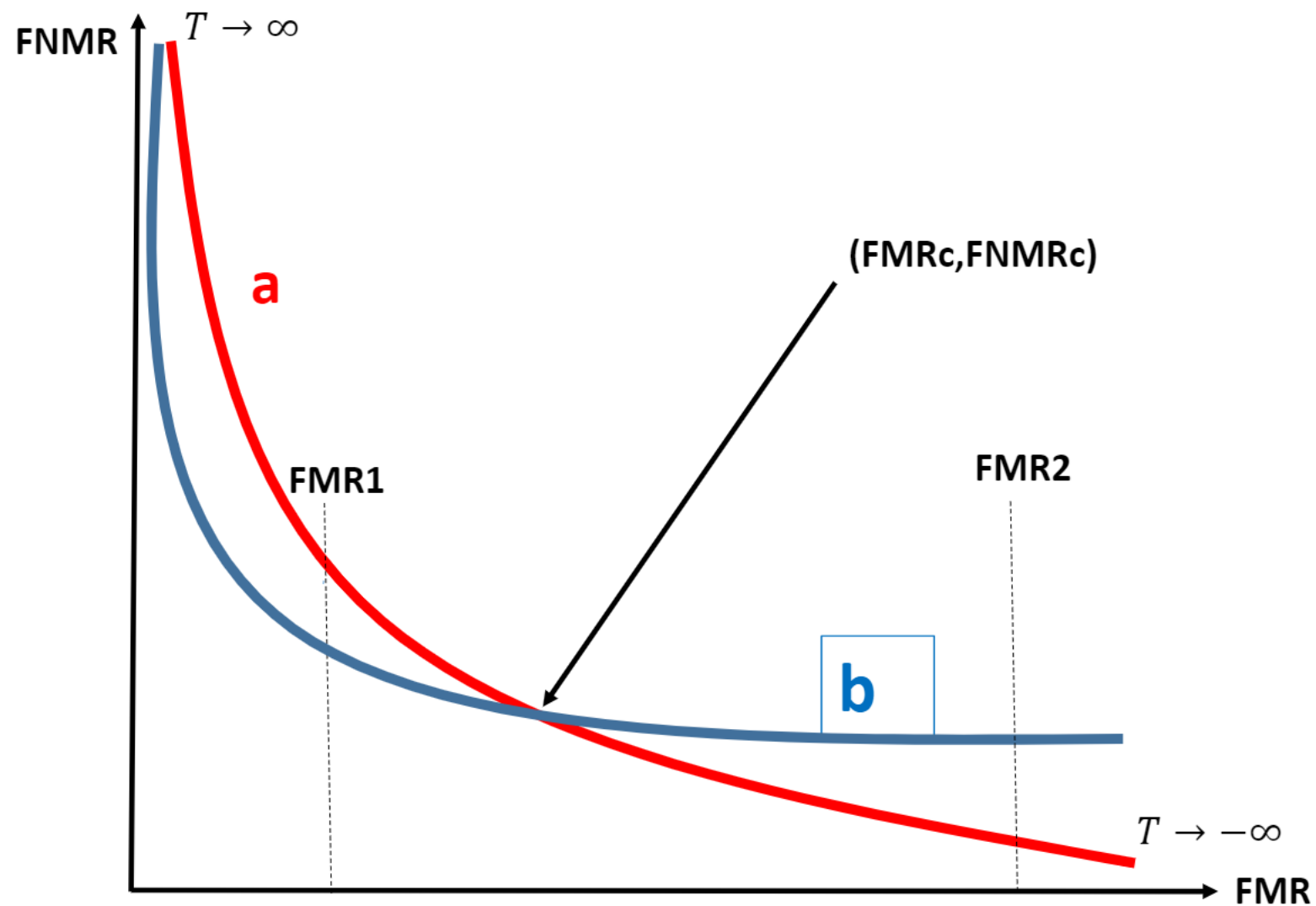


# Krzywa ROC-zastosowanie

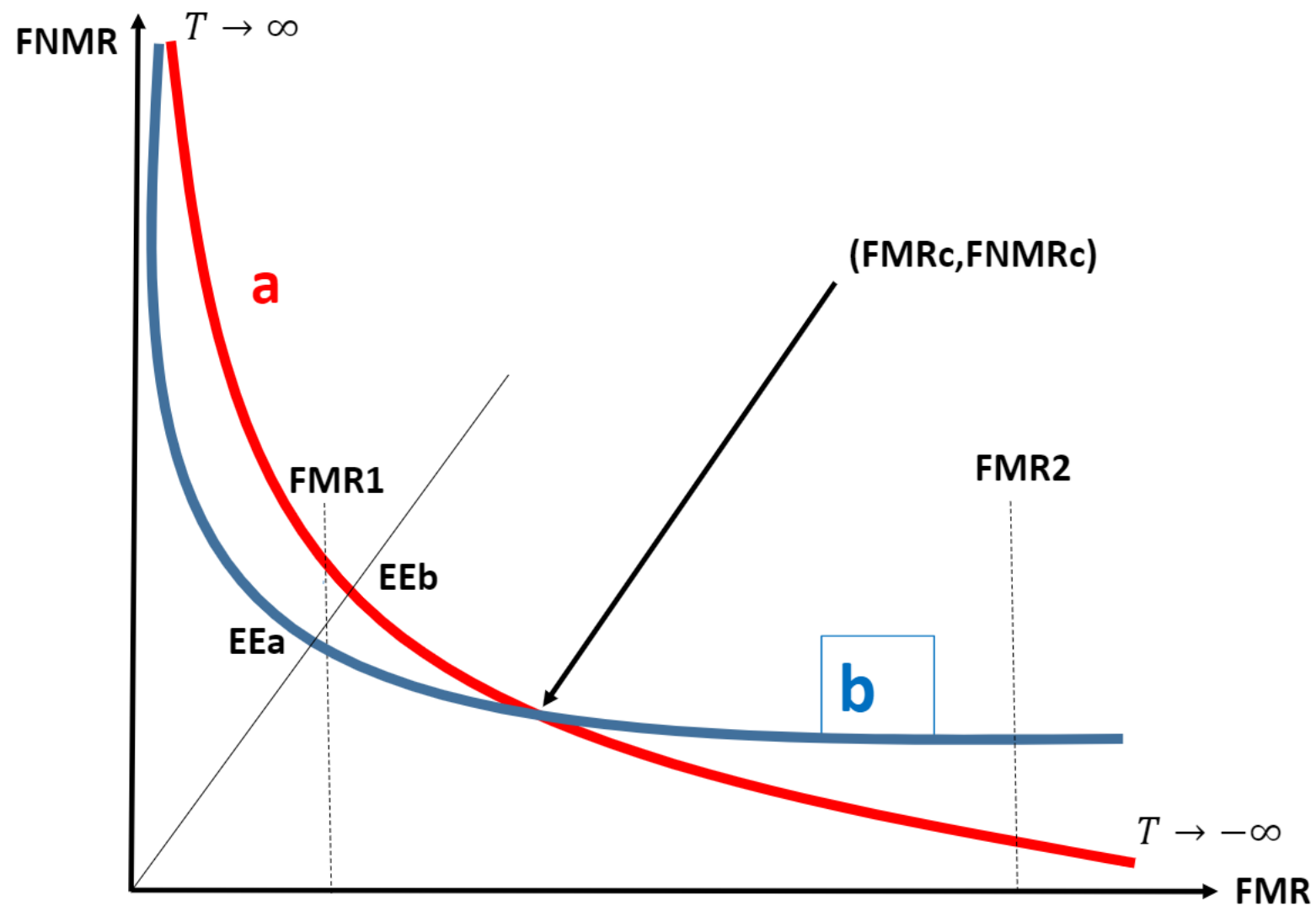
Stopa błędu zrównoważonego (*Equal Error Rate*, **EER**)  
(*Crossover Error Rate*, **CER**)



# Krzywa ROC-zastosowanie



# Krzywa ROC-zastosowanie



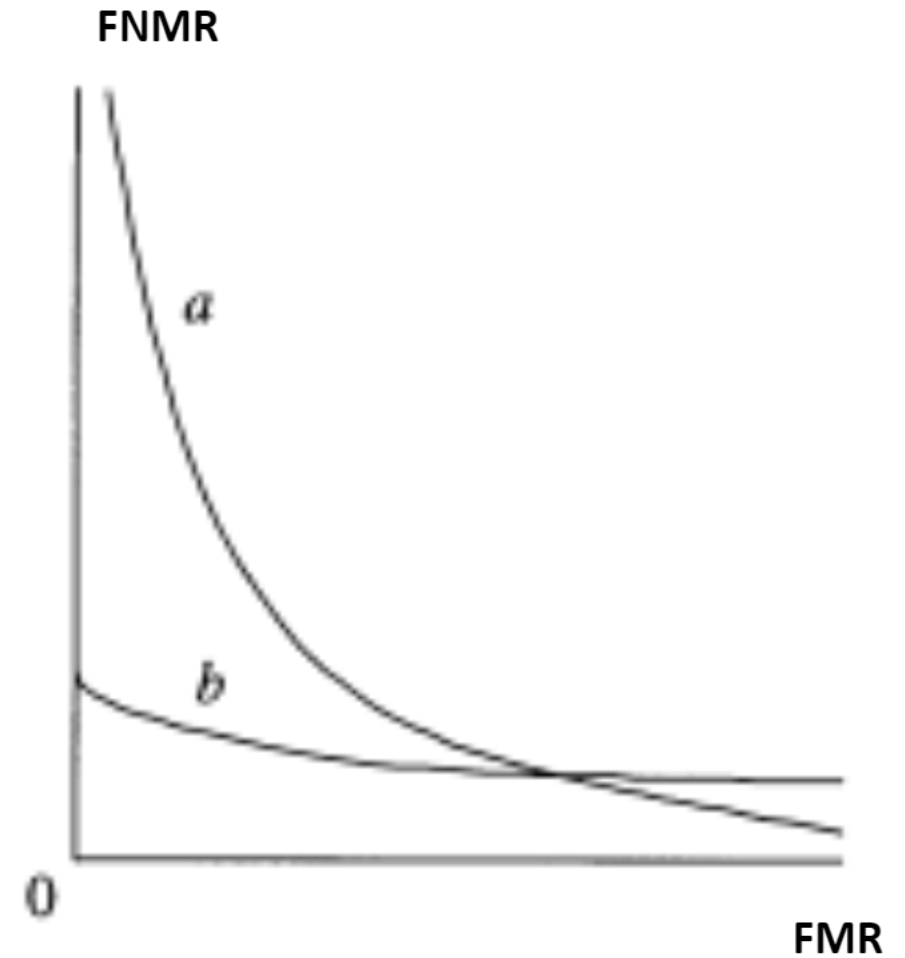
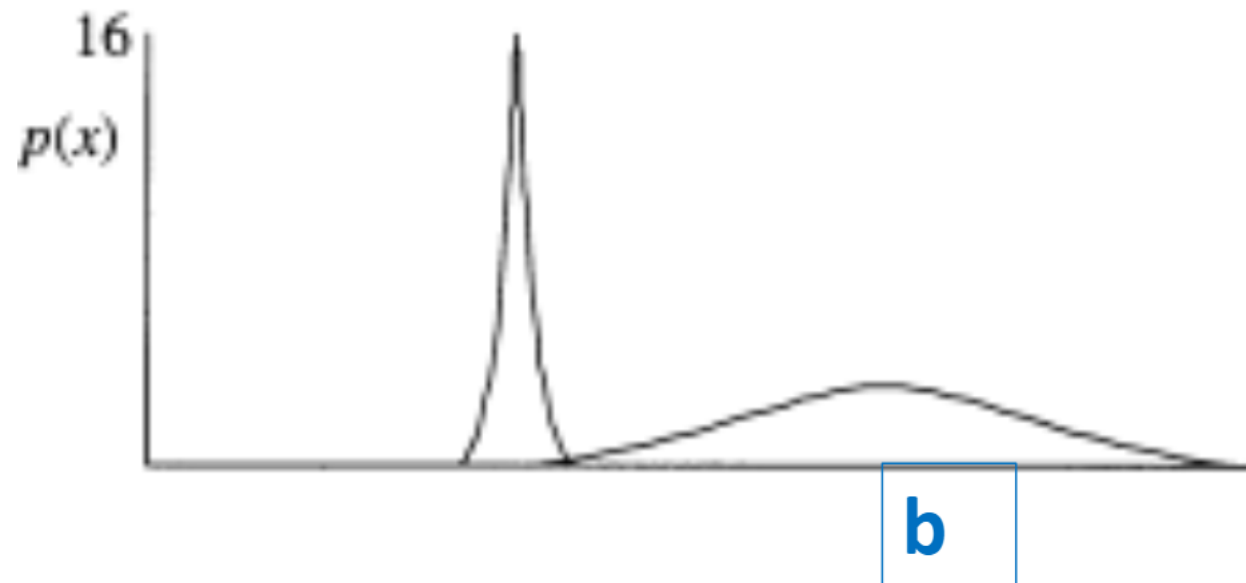
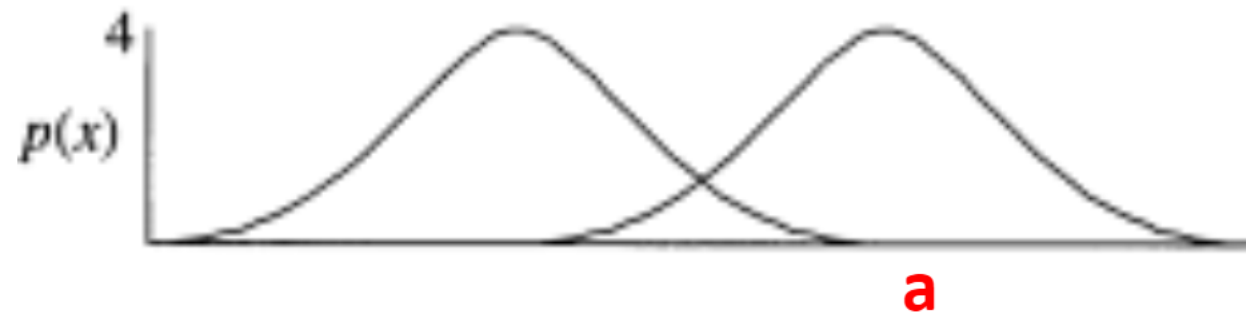
# Krzywa ROC-zastosowanie

$d'$  (Daugman) – ocena stopnia rozdzielenia rozkładu prawdopodobieństwa punktacji niezgodności  $p_n(s)$  od rozkładu prawdopodobieństwa punktacji zgodności  $p_m(s)$

$$d' = \frac{\mu_m - \mu_n}{\sqrt{\sigma_m^2 + \sigma_n^2}}$$

Tylko do porównania komparatorów o dużej różnicy wydajności (komparator z większym  $d'$  zachowuje się gorzej w szerszym zakresie punktów pracy)

# Krzywa ROC-zastosowanie



# Inne krzywe

## Opisywanie wydajności dużych systemów

- **CMC** (*Cumulative Match Curve*) – Przyrostowa krzywa zgodności
- **RPM** (*Rank Probability Mass*) – Funkcja rozkładu prawdopodobieństwa Rank

# Błędy biometrii

1. **Wskaźnik niepowodzeń w pobieraniu** (*Failure To Acquire, FTA*) – odsetek populacji docelowej nieposiadającej danej biometryki (osoby które nie są w stanie dostarczyć próbki).

Dolna granica FTA definiuje uniwersalność biometryki

2. **Wskaźnik niepowodzeń w rejestracji** (*Failure To Enroll, FTE*) – odsetek populacji którego nie da się zarejestrować z przyczyn technologicznych lub proceduralnych

3. **Wskaźnik niepowodzeń w użyciu** (*Failure To Use, FTU*) – czynnik kosztu każdego zastosowania biometrycznego, definiowany głównie dla zastosowań dobrowolnych (FTE+....)

DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ



