

# Merjenje točnosti diagnostičnih testov

Doc. dr. Petra Povalej Bržan

# Senzitivnost in specifičnost

- Za 2x2 tabele

- **Senzitivnost** ali **občutljivost** (**sensitivity**; **recall**) je mera, ki pove, kolikšen odstotek dejansko pozitivnih (v medicini **bolanih**) primerkov je bilo klasificiranih kot pravih.

$$sens = \frac{tp}{tp+fn}$$

- **Specifičnost** pa pove, v kolikšnem deležu so dejansko negativni (v medicini **zdravi**) primerki bili klasificirani kot negativni.

$$spec = \frac{tn}{tn+fp}$$

		<i>Dejanska vrednost</i>		
<i>Odločitev klasifikatorja</i>		<b>o1 (pos)</b>	<b>o2 (neg)</b>	
	<b>o1</b>	<b>tp</b> True Positives	<b>fp</b> False Positives	<i>prec</i>
	<b>o2</b>	<b>fn</b> False Negatives	<b>tn</b> True Negatives	
		<i>acc<sub>o1</sub>, sens, rec</i>	<i>acc<sub>o2</sub>, spec</i>	<i>acc</i>

# Pozitivna in negativna napovedna vrednost

- Za 2x2 tabele

- **Pozitivna napovedna vrednost (PPV) (precision)** je mera, ki pove, kolikšen odstotek med klasificiranimi pozitivnimi je dejansko pozitivnih (v medicini **bolnih**).

$$PPV = \frac{tp}{tp+fp}$$

- **Negativna napovedna vrednost (NPV)** je mera, ki pove, kolikšen odstotek med klasificiranimi negativnimi je dejansko negativnih (v medicini **zdravih**).

$$NPV = \frac{tn}{tn+fn}$$

		<i>Dejanska vrednost</i>		
<i>Odločitev klasifikatorja</i>		<b>o1 (pos)</b>	<b>o2 (neg)</b>	
	<b>o1</b>	<b>tp</b> True Positives	<b>fp</b> False Positives	<i>prec</i>
	<b>o2</b>	<b>fn</b> False Negatives	<b>tn</b> True Negatives	
		<i>acc<sub>o1</sub>, sens, rec</i>	<i>acc<sub>o2</sub>, spec</i>	<i>acc</i>

# Primer 1

Napoved modela (testa)		Dejansko stanje bolezni		
		DA	NE	Skupaj
	POZITIVEN	156 (TP)	264 (FP)	420
	NEGATIVEN	44 (FN)	536 (TN)	580
	Skupaj	200	800	1000

Senzitivnost:  $TP/(TP+FN) = 156/200=0,78$

Specifičnost:  $TN/(TN+FP) = 536/800=0,67$

PPV:  $TP/(TP+FP)=156/420=0,37$

PPV:  $TN/(TN+FN)=536/580=0,92$

Med 200 bolnimi osebami je napovedni model pravilno (kot pozitivne) napovedal 156 oseb, kar znaša 78%.

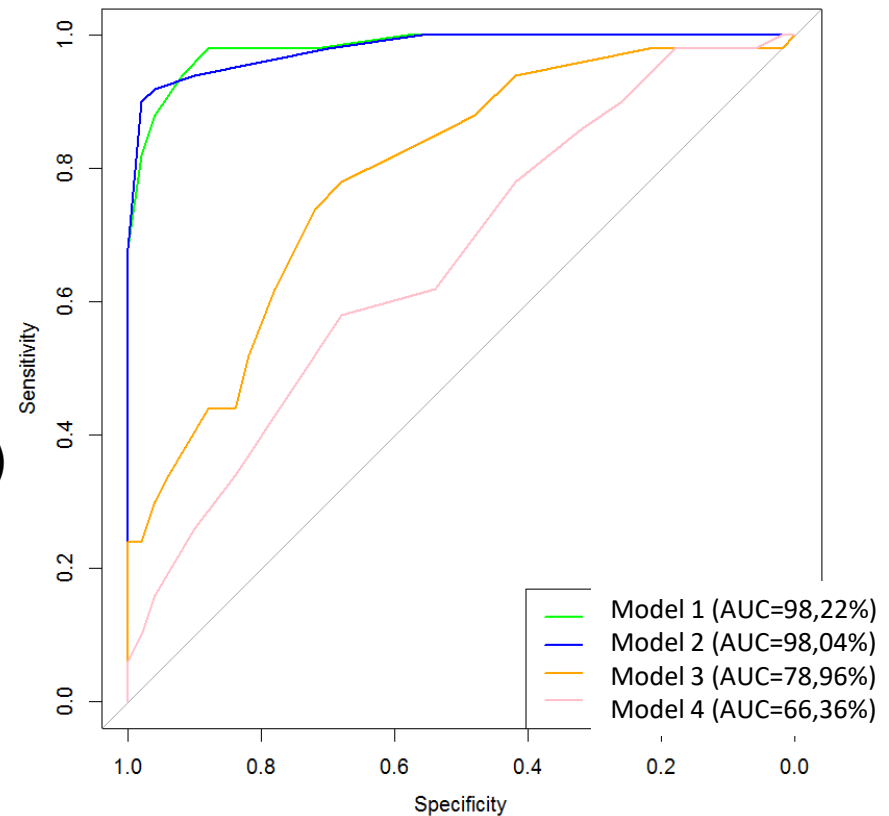
Med 800 zdravimi osebami je napovedni model pravilno (kot zdrave) napovedal 536 oseb, kar znaša 67%.

Med 420 osebami za katere je napovedni model napovedal, da so pozitivni (bolni), jih je bilo 156 dejansko pozitivnih (bolnih), kar znaša 37%.

Med 580 osebami za katere je napovedni model napovedal, da so negativne (zdrave), jih je bilo 536 dejansko negativnih (zdravih), kar znaša 92%.

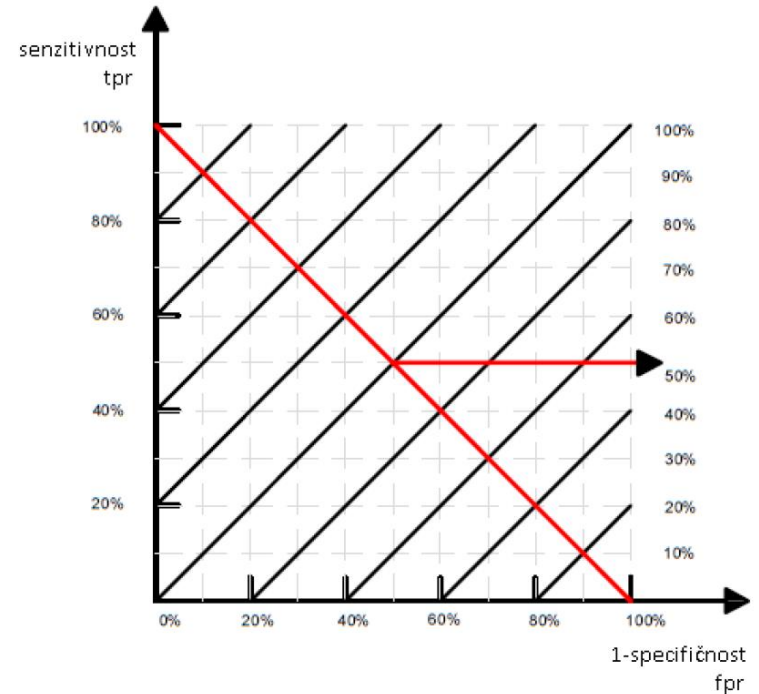
# ROC krivulja

- Način prikaza odnosa med senzitivnostjo in specifičnostjo v odvisnosti od različnih mejnih vrednosti testov (modelov) z numeričnimi napovednimi vrednostmi s pomočjo krivulje občutljivosti (ROC krivulje - receiver operating characteristic curves)
- Y-os: senzitivnost (dejansko pozitivna - TPR)
- X-os: 1-specifičnost (lažno pozitivna - FPR) ali pa specifičnost če je obrnjena os 1->0
- Uporabno za:
  - primerjanje učinkovitosti dveh ali več metod
  - Izbiranje mejne vrednosti testa (ustrezen par senzitivnosti in specifičnosti) – Primer 2



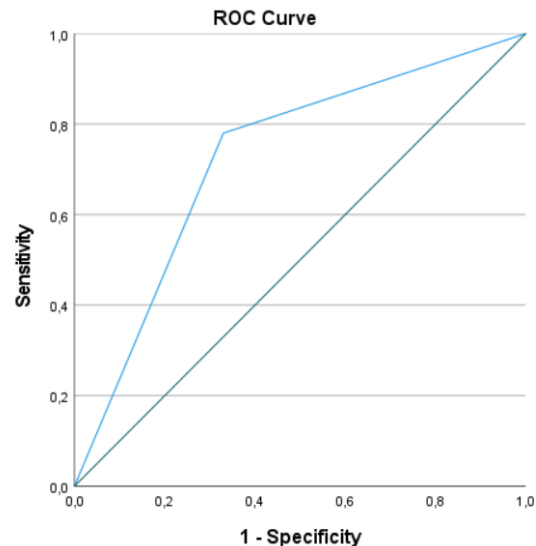
# AUC - površina pod ROC krivuljo

- $AUC \in [0; 1]$
- $AUC=1$  .... idealen napovedni model ki prepozna vse bolne in zdrave paciente.
- $AUC=0,5$  .... Naključni model
- $AUC=0$  ... model ne prepozna nobenega bolnega niti zdravega pacienta.



# Primer 1

- Binarna napovedna vrednostih testa (modela)
- Napoved modela: pozitiven / negativen rezultat
- Dejanska diagnoza: bolan/zdrav



## Area Under the Curve

Test Result Variable(s): NapovedModela

Area	Std. Error <sup>a</sup>	Asymptotic Sig. <sup>b</sup>	Asymptotic 95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
,725	,020	,000	,687	,763

The test result variable(s): NapovedModela has at least one tie between the positive actual state group and the negative actual state group. Statistics may be biased.

## Coordinates of the Curve

Test Result Variable(s): NapovedModela

Positive if Greater Than or Equal To <sup>a</sup>	Sensitivity	1 - Specificity
-1,0000	1,000	1,000
,5000	,780	,330
2,0000	,000	,000

- Model na osnovi starosti (zvezna spremenljivka) napoveduje diagnozo srčno-žilne bolezni (da/ne)
- Iskanje optimalne mejne vrednosti starosti

Test Result Variable(s): age

		Asymptotic Sig. <sup>b</sup>	Asymptotic 95% Confidence Interval	
Area	Std. Error <sup>a</sup>		Lower Bound	Upper Bound
,844	,003	,000	,838	,851

Test Result Variable(s): age

Positive if Greater Than or Equal To <sup>a</sup>	Sensitivity	1 - Specificity	6,5000	1,000	,924	40,5000	,935	,402
			7,5000	,999	,915	49,5000	,922	,387
			8,5000	,999	,905	50,5000	,909	,371
			9,5000	,999	,896	51,5000	,898	,353
-,9200	1,000	1,000	9,5000	,999	,896	52,5000	,882	,337
,1200	1,000	1,000	10,5000	,999	,889	53,5000	,867	,321
,2000	1,000	,999	11,5000	,998	,881	54,5000	,850	,306
,2800	1,000	,998	12,5000	,998	,871	55,5000	,833	,290
,3600	1,000	,996	13,5000	,998	,861	56,5000	,813	,275
,4400	1,000	,996	14,5000	,998	,850	57,5000	,794	,260
,5200	1,000	,995	15,5000	,998	,839	58,5000	,778	,245
,6000	1,000	,994	16,5000	,998	,829	59,5000	,756	,231
,6800	1,000	,992	17,5000	,998	,818	60,5000	,737	,217
,7600	1,000	,991	18,5000	,998	,806	61,5000	,715	,204
,8400	1,000	,989	19,5000	,998	,794	62,5000	,693	,190
,9400	1,000	,988	20,5000	,998	,782	63,5000	,665	,178
1,0400	1,000	,987	21,5000	,998	,769	64,5000	,638	,166
1,1200	1,000	,986	22,5000	,998	,757	65,5000	,610	,154
1,2000	1,000	,985	23,5000	,998	,745	66,5000	,581	,143
1,2800	1,000	,983	24,5000	,998	,733	67,5000	,552	,133
1,3600	1,000	,982	25,5000	,998	,721	68,5000	,520	,123
1,4400	1,000	,981	26,5000	,998	,709	69,5000	,489	,114
1,5200	1,000	,980	27,5000	,998	,695	70,5000	,456	,105
1,6000	1,000	,978	28,5000	,997	,682	71,5000	,432	,096
1,6800	1,000	,977	29,5000	,996	,669	72,5000	,404	,088
1,7600	1,000	,975	30,5000	,996	,656	73,5000	,375	,081
1,8400	1,000	,974	31,5000	,996	,642	74,5000	,351	,074
1,9400	1,000	,973	32,5000	,995	,629	75,5000	,322	,067
2,5000	1,000	,961	33,5000	,993	,617	76,5000	,300	,060
3,5000	1,000	,951	34,5000	,992	,604	77,5000	,272	,053
4,5000	1,000	,943	35,5000	,992	,591	78,5000	,203	,040
5,5000	1,000	,930	36,5000	,991	,579	79,5000	,148	,027
			37,5000	,989	,565	80,5000	,088	,017
			38,5000	,988	,550	81,5000	,049	,008
						83,0000	,000	,000