

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
FAKULTET ELEKTROTEHNIKE I RAČUNARSTVA

# ISTRAŽIVANJE, PUBLIKACIJE I ODGOVORNOST U ZNANOSTI

**1. ciklus predavanja  
ak. god. 2009./10.**

Autor: [tomislav@fer2.net](mailto:tomislav@fer2.net)

Zagreb, ožujak 2010.

# Sadržaj

0. Uvod u predmet .....	2
1. Znanost i znanstvena metoda .....	3
2. Znanost i znanstvena metoda .....	10
3. Odgovorna provedba istraživanja .....	12
4. Vrste istraživanja .....	14
5. Prikupljanje i obradba podataka .....	17

# 0. Uvod u predmet

- Nastavne jedinice
  - Znanost i znanstveno istraživanje
  - Znanstvena metoda
  - Prikupljanje i obrada podataka
  - Objavljivanje znanstvenih rezultata
  - Pretraživanje literature (bibliografske baze podataka i baze cjelovitih tekstova)
  - Patenti
  - Znanost na web-u
- Nastavne jedinice
  - Znanstvena etika
  - Odgovorno znanstveno ponašanje
  - Etički kodeks
  - Kršenje etike
    - Plagiranje
    - Falsificiranje
    - Kršenje autorskih prava
    - Prikrivanje nepovoljnih rezultata
- Nastavnici
  - Prof. dr. sc. Jelka Petrak
  - Dr.med.Dario Sambunjak
  - Prof. dr. sc. Mladen Petrovečki
  - Dr.sc. Vlatka Petrović
  - Branka Marijanović,prof.
  - Krešimir Zauder
- Tijek stjecanja ocjene
  - sudjelovanje u nastavi - do 5 bodova
  - domaće zadaće (3) - do 5 bodova svaka
  - međuispiti (2) - po 11 pitanja, do 22 boda svaki
  - završni ispit - (18 pitanja) do 36 bodova
- minimalan broj bodova za prolaz predmeta: 50 bodova (od toga najmanje 14 bodova sa završnog)
- Raspored predavanja

23.02.	Petrak	Uvod
02.03.	Sambunjak	Znanost i znanstvena metoda
09.03.	Sambunjak	Etika
16.03.	Sambunjak	Vrste istraživanja
23.03.	Petrovečki	Prikupljanje i obrada podataka
31.03.		Međuispit (18 sati)
13.04.	Sambunjak	Znanstveni članak
20.04.	Sambunjak	Kritička ocjena članka
27.04.	Sambunjak	Pisanje i objavljivanje
04.05.	Marianovic/Petrak	Znanstvene informacije
20.05.		Međuispit (18 sati)
25.05.	Petrović	Patenti
01.06.	Petrović	Patenti
08.06.	Zauder/Petrak	Upravljanje referencijama
15.06.	Zauder/Petrak/Marianovic	Znanost i web
23.06.		Završni ispit (18 sati)

# 1. Znanost i znanstvena metoda

- Cilj nam je govoriti o:
  - Znanosti i znanstvenom istraživanju
  - Obradi prikupljenih podataka
  - Komunikaciji u znanosti
  - Ustrojstvu znanstvene literature
  - Pisanju i različitim oblicima radova
  - Zaštiti intelektualnoga vlasništva
- Što je **znanost**?
  - Usustavljeni skup znanja o objektivnoj stvarnosti do kojega se došlo primjenom objektivnih istraživačkih metoda. Taj skup obuhvaća spoznate znanstvene činjenice, pojmove, kategorije, načela, teorije i zakone o objektivnoj stvarnosti ili njenim pojedinim dijelovima. Cilj: proširiti i produbiti poznavanje prirode i društva, mijenjati uvjete rada i života.
- Što je **znanje**?
  - Znanje je zbir svega onoga što je poznato i što se može naučiti
  - Struktura i organizacija znanja stalno se mijenja i to pod utjecajem tri komponente koje ga određuju:
    - spoznajna,
    - komunikacijska
    - informacijska
- **Javno znanje**
  - Javno znanje tvori korpus objavljenih spoznaja koje su podvrgnute neprekidnom kritičkom vrednovanju i oko kojih se mora uspostaviti što šire suglasje (konsenzus).
  - Da bi neka spoznaja postala dijelom javnog znanja mora se, dakle, objaviti kao usustavljeni tekst.
  - Kad postane javno dobro, spoznaja/informacija se više NE MOŽE komercijalizirati.
- **Znanstveno istraživanje**
  - Znanstveno istraživati znači imati praktičnu vještinu provođenja pokusa i mjerenja, analize i provjere podataka, uobličavanja rezultata i sl.
  - Temeljni cilj svakog znanstvenog istraživanja proširenje je već objavljenog i potvrđenog znanja
  - **Znanstveni sustav:**
    - otvoren je i nedovršen, jer je neprekidan tijek unapređivanja znanja, postavljanja pitanja i testiranja hipoteza,
    - društvena je aktivnost visokih kritičkih standarda, pri čemu je dužnost znanstvenika da istražuje i da rezultate tog rada izloži javnoj prosudbi,
    - sam se procjenjuje, stvarajući vlastite vrijednosne instrumente.
- Prema definicijama Unesca:
  - Znanstveno istraživanje i eksperimentalni razvoj (engl. *scientific research & experimental development*) = sustavno stvaralačko djelovanje u svrhu stjecanja novog znanja (o prirodi, čovjeku, kulturi, društvu) te njegove uporabe u praksi
- **znanstveno istraživanje dijeli se na:**
  - **osnovno** (temeljno, fundamentalno) - eksperimentalno i teorijsko djelovanje u svrhu stjecanja novih spoznaja o temeljima pojava, pri čemu se nema u vidu bilo kakva praktična primjena; rezultati se objavljuju,

- **primijenjeno** - stjecanje novih spoznaja, ali s unaprijed odabranim praktičnim ciljem, pri čemu se oslanjaju na rezultate fundamentalnih istraživanja
- **Eksperimentalni razvoj** (razvojna istraživanja) označava primjenu rezultata znanstvenog istraživanja:
  - početak proizvodnje novih materijala, proizvoda
  - uvođenje novih postupaka,
  - znatno poboljšanje postojećih postupaka
- Rezultati se ne objavljuju javno, nego se čuvaju kao poslovna tajna (tzv. korporativno znanje) ili se pravno štite (patenti) i prodaju kao licencije
- Što jest, što nije istraživanje/razvoj?

DA	NE
tehničko poboljšanje proizvoda ili postupka proizvodnje	traženje novih mogućnosti plasmana
izrada prototipa	planovi za neposrednu proizvodnju
probna postrojenja	usavršavanje kontrole procesa proizvodnje

- **Znanstvenici**
  - Newton: *One stands on the shoulders of giants* (Stajati na ramenima velikana - Google Scholar)... i može gledati dalje od drugih
  - Rad pojedinca nastavlja se na rad prethodnika, on surađuje s drugima i njegov rad drugi prate i provjeravaju
  - Znanost je društvena aktivnost i znanstvenik se treba pridržavati mnogih konvencija koji tvore sustav spoznavanja, prijenosa i javnosti znanstvenih informacija.
- **Podjela znanstvenih istraživanja**
  - Vrijeme
    - Retrospektivna (podaci već postoje i ne mogu se provoditi nova mjerenja)
    - Prospektivna (zasnivaju se na predviđanju i planiranju)
  - Osobitost prikupljenih podataka
    - Kvantitativna (brojčani podaci)
    - Kvalitativna (upitnici, promatranja, razgovor)
  - Znanstveni opseg
    - Monodisciplinarna
    - Multidisciplinarna (ekologija - fizika, kemija, biologija)
    - Interdisciplinarna (interakcija temeljnih i primijenjenih - npr. agronomija)
- Razvijena društva dominaciju grade na ekonomiji temeljenoj na znanju
  - Ekonomija utemeljena na znanju - utemeljena je na stvaranju, distribuciji i uporabi ZNANJA kao glavnog pokretača rasta, bogatstva i zapošljavanja.
  - organizacija koja omogućuje stalni pokret ideja, ljudi i novca,
  - organizirana sprega temeljnih, primijenjenih i razvojnih istraživanja do odgovarajućih proizvodnji,
- Visoka tehnologija = djelatnost intenzivnog znanja
  - interdisciplinarnost,
  - fleksibilnost proizvodnog sustava i pojedinca,
  - stimuliranje kvalitete i učinkovitosti,
  - inovacijsko društvo

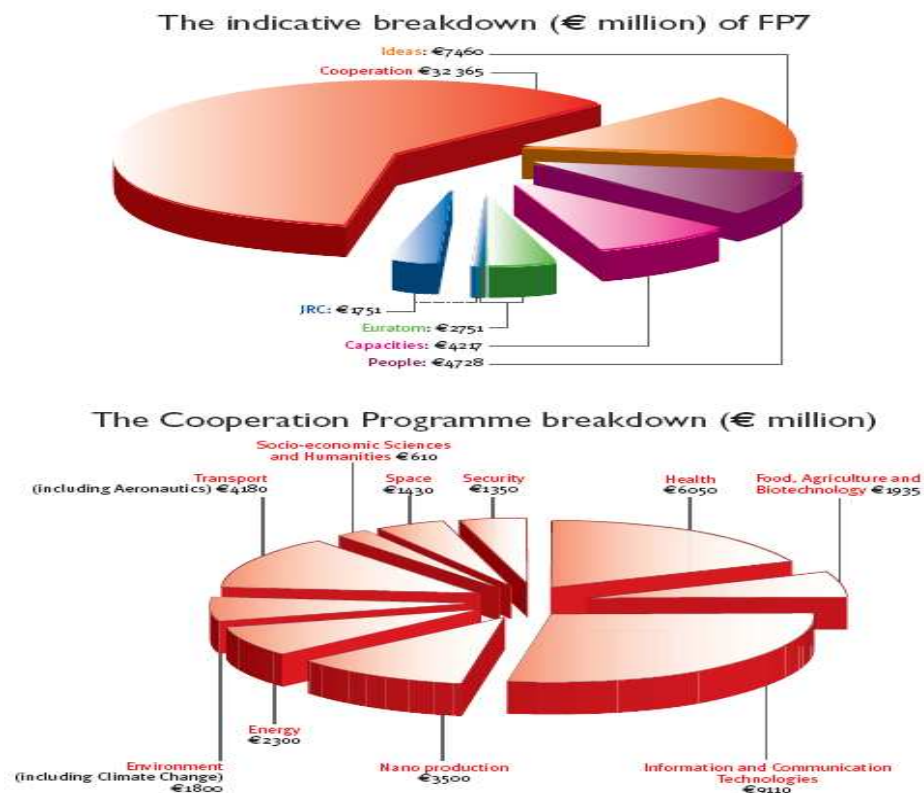
- **Inovacijsko društvo** (innovate or liquidate)
  - inovacija nije više samo posljednja faza
  - istraživačkog postupka (fundamentalno otkriće - razvoj - tržišna eksploatacija), nego **permanentna aktivnost** koja sadrži sve to, ali se oslanja na nove kombinacije, prilagodbe i unapređenja
  - temelji se na znanju i trajnom učenju,
  - intenzivan razvoj započinje 80-tih s razvojem informacijskih i komunikacijskih tehnologija te mikroelektronike
- 17. stoljeće - doba prve znanstvene revolucije
  - uvođenje pojma prirodnih zakona, koji se mogu izraziti matematičkom formulom (Newton),
  - uvođenje eksperimentalnog pristupa kao istraživačke metode,
  - pojava znanstvenih časopisa (1667.)
- 18. stoljeće
  - Utjecaj razvoja znanosti na industriju ishodi jačom javnom podrškom znanstvenim istraživanjima.
  - U Parizu 1794. osniva École Polytechnique (cilj: znanstvene rezultate staviti u službu države).
- 2. polovica 19. stoljeća - doba druge znanstvene revolucije
  - veliki broj novih otkrića,
  - nova ideja sveučilišta (Humboldt)
- Znanost i sveučilište
  - Humboldtova ideja sveučilišta: istraživanje slobodno od svakoga neposrednoga društvenoga interesa vezano uz proces učenja, kome je cilj razvoj osobnosti svakoga pojedinca
  - Rezultati istraživanja koja se odvijaju na sveučilištu imaju status javnoga znanja
  - Osnovne zadaće nastavnika: istraživati i podučavati
- **Bolonjski proces** - EHEA
  - Bologna Magna Charta Universitatum, 1988.
  - Europski prostor visokoga obrazovanja: promicanje sustava vrijednosti europska visokoga školstva i njegove konkurentnosti te promicanje zajedničkoga europskoga tržišta radne snage
  - Sveučilišni studij: osposobljava studente za obavljanje poslova u znanosti i visokom obrazovanju, u poslovnom svijetu, javnom sektoru i društvu općenito te ih osposobljava za razvoj i primjenu znanstvenih i stručnih dostignuća; stručni studij pruža studentima primjerenu razinu znanja i vještina koje omogućavaju obavljanje stručnih zanimanja i osposobljava ih za neposredno uključivanje u radni proces.
  - Sveučilišno obrazovanje ima 3 razine:
    - Preddiplomski
    - Diplomski
    - Poslijediplomski
- 20. stoljeće
  - izvanredan napredak fizike, kemije, znanosti o živim bićima, tehnologije
  - utjecanje na ključna životna zbivanja (kloniranje, umjetna oplodnja, transplantacija, genetičko inženjerstvo)
  - interdisciplinarnost (molekularna biologija, biofizika i sl.)
  - skraćivanje vremena od otkrića do primjene

- **Razmak** između temeljnog otkrića i primjene sve se više **smanjuje**:
  - Telefon - 56 godina
    - 1820. danski fizičar Hans C. Oersted otkrio da strujni tok pomiče magnetiziranu iglu
    - 1876. - Bellov izum telefona
  - Televizor - 8 godina
    - 1922. Philo T. Farnsworth razvio elektronički sustav scanninga (katodna cijev)
    - 1929. Zworin pokazuje prvi praktični televizijsku sustav,
    - 1936. NBC započinje eksperimentalno emitiranje
  - Integrirani krug (mikročip) - 3 godine
  - 1959. Kilby i Noyce patentiran,
  - 1961. primijenjen (navođeni projektili)
  - Kilby 2000. Nobelova nagrada za fiziku
- 20. stoljeće
  - razvoj kibernetike i informatike,
  - Grmek: pojam informacije u epistemološkom pogledu najrevolucionarnije dostignuće 20. stoljeća
  - informacija kao elementarni dio realnosti:
    - postojanje obavijesti kodirane u strukturi koju možemo nazvati memorija,
    - postojanje podataka o značenju tj. koda za dešifriranje
    - postojanje uređaja koje obavijest može pretvoriti u akciju.
- **Osobine suvremene znanosti**
  - Veliki porast ulaganja u znanost
  - Stalno povećanje broja istraživača,
  - Brzo multipliciranje znanstvenih informacija (posljednjih desetak godina dobiveno je 50% informacija kojima danas raspolaže znanost)
  - smanjenje vremena od pronalaska do primjene
  - timski rad (inter- i multidisciplinarnost)
  - matematizacija znanosti (kvantitativne znanstvene metode)
- **Ulaganje u znanost**
  - SAD - 40% ukupnoga svjetskoga ulaganja u znanost
  - SAD 1999. g. \$229 mlrd. > zajedno = Britanija, Japan, Njemačka, Francuska, Kanada, Italija, Rusija
  - SAD = 1/3 svih high-tech proizvoda, svih novih lijekova
- Raspodjela federalnog proračuna SAD za R&D

U mil \$	2006	2007	2008	Promjena 07-08
<b>Obrana (vojska)</b>	74.289	78.231	78.996	1,0%
<b>Zdravlje</b>	28.890	29.965	29.364	-1,0%
<b>NASA</b>	11.295	11.698	12.593	7,7%
<b>Energija</b>	8.556	8.744	9.224	5,5%
<b>Poljoprivreda</b>	2.438	2.255	2.010	-10,8%
<b>Ukupno R&amp;D</b>	136.236	140.993	142.966	1,4%
<b>Obrana R&amp;D</b>	78.737	82.316	83.016	0,9%
<b>Ostali R&amp;D</b>	57.498	58.677	59.949	2,22%
<b>Temeljna istr.</b>	27.489	28.217	28.346	0,5%
<b>Primijenjena istr.</b>	28.398	28.317	27.081	-4,4%
<b>Razvoj</b>	75.999	80.356	82.774	3,0%

- **Europska zajednica**

- financirala preko 3.200 projekata €93 milijuna
- Tzv. 7th Framework Program 2007.-2013. ima proračun od 50,5 mlrd € - usmjeren na stvaranje ERA (European Research Area)
- 10 ključnih područja: zdravlje; hrana, poljoprivreda, biotehnologija; info i komunikacijske tehnologije; nanoznanosti i nanotehnologije; energija; okoliš (uključujući klimatske promjene); transport (uključujući aeronautiku); društvene i humanističke znanosti; sigurnost; svemir



- (1) Znanstvena djelatnost i visoko obrazovanje predstavljaju djelatnosti od posebnog interesa za Republiku Hrvatsku i sastavni su dio međunarodnog, posebno europskoga, znanstvenoga umjetničkog i obrazovnog prostora.
- (2) Znanstvena djelatnost se temelji na: - slobodi i autonomiji stvaralaštva, - etičnosti znanstvenika,
  - javnosti rada,
  - povezanosti sa sustavom obrazovanja,
  - međunarodnim mjerilima kvalitete,
  - poticanju i uvažavanju specifičnosti nacionalnih sadržaja i
  - zaštiti intelektualnog vlasništva.
- (3) Visoko obrazovanje se temelji i na:
  - akademskim slobodama, akademskoj samoupravi i autonomiji sveučilišta,
  - otvorenosti visokih učilišta prema javnosti, građanima i lokalnoj zajednici,
  - nedjeljivosti sveučilišnoga nastavnog rada i znanstvenog istraživanja, odnosno umjetničkog stvaralaštva,
  - uzajamnosti i partnerstvu pripadnika akademske zajednice,
  - europskoj humanističkoj i demokratskoj tradiciji te usklađivanju s europskim sustavom visokog obrazovanja,
  - poštivanju i afirmaciji ljudskih prava,
  - jedinstvu stručnog i obrazovnog rada u svrhu osposobljavanja za specifična stručna znanja i vještine,
  - konceptu cjeloživotnog obrazovanja,



- interakciji s društvenom zajednicom i obvezi sveučilišta, veleučilišta, visokih škola i javnih znanstvenih instituta da razviju društvenu odgovornost studenata i drugih članova akademske i znanstvene zajednice.
- Znanstvena i tehnologijska politika Republike Hrvatske 2006.-2010.
  - Za Hrvatsku su perspektivni oni prioriteti koji omogućuju globalizaciju znanja, znanstvenu propulziju, gospodarsku učinkovitost utemeljenu na vrijednostima humanoga društva te oni koji izravno podupiru brz razvoj temeljnih gospodarskih grana.
  - U tim područjima prepoznat će se prioriteti kao što su biotehnologija, novi sintetički materijali, nanotehnologije i drugi. Hrvatska treba identificirati, poticati i razvijati usko specijalizirane niše, po kojima bi postala prepoznatljiva u globalnom društvu znanja te značajna na svjetskom tržištu.
  - Punu potporu trebaju imati i sva ostala područja za koja postoji iskazano zanimanje gospodarstva i njegova spremnost na ulaganje u sklopu njihovih razvojno-istraživačkih projekata.
  - Važno u uvjetima promjena u međunarodnom okruženju i uključivanju u EU:
    - temeljno znanje o čovjeku i društvu, bitno za hrvatski nacionalni razvoj,
    - razvoj razumijevanja humanosti, nacionalnog identiteta i raspoznatljivosti,
    - očuvanje bogatstva prirodne i kulturne baštine, uključujući i istraživanje jezika,
    - istraživanja radi povećanja učinkovitosti države i razvoja suvremenoga demokratskog društva,
    - razumijevanje i svladavanje društvenih procesa i rizika što ih donose nove tehnologije, globalni gospodarski razvoj, promjena demografske strukture te povećana
    - kompleksnost upravljanja suvremenim društvima, istraživanja radi razvoja nacionalne sigurnosti i pozicioniranja Hrvatske u međunarodnom okruženju,
    - temeljna istraživanja potaknuta znanjem.
- **Klasifikacija znanosti:**
  - U Hrvatskoj je MZT 1997. godine utvrdilo klasifikaciju od 6 znanstvenih područja:
    - prirodne,
    - tehničke,
    - biomedicinske,
    - biotehničke,
    - društvene
    - humanističke znanosti
- **Područje tehničkih znanosti**
  - **Polja:**
    - 2.01 Arhitektura i urbanizam
    - 2.02 Brodogradnja
    - 2.03 **Elektrotehnika**
      - Grane:**
        - 2.03.01 elektroenergetika
        - 2.03.02 elektrostrojstvo.
        - 2.03.03 elektronika
        - 2.03.04 telekomunikacije i informatika.
        - 2.03.05 radiokomunikacije
    - 2.04 Geodezija
    - 2.05 Građevinarstvo
    - 2.06 Grafička tehnologija
    - 2.07 Kemijsko inženjerstvo.
    - 2.08 Metalurgija

- 2.09 Računarstvo
- 2.10 Rudarstvo, nafta i geološko inženjerstvo
- 2.11 Strojstvo
- 2.12 Tehnologija prometa i transport
- 2.13 Tekstilna tehnologija
- 2.14 Zrakoplovstvo, raketna i svemirska tehnika
- 2.15 Druge temeljne tehničke znanosti

- **Temeljna obilježja egzaktnih znanosti**

- mjerljivost, provjerljivost i dokazivost
- jednoznačnost rezultata
- konsenzus
- kumulativnost znanja
- standardizirano objavljivanje (znanstveni članci u međunarodnim časopisima)
- vrijednosna procjena ne ovisi o nacionalnim granicama

- **Suradnja u znanosti**

- Znanstveno istraživanje zahtijeva složenu tehnološku osnovicu, raznovrsna znanja i umijeća te snažna novčana uporišta  
↓
- Suradnja i zajednički rad - problemima se pristupa s različitih aspekata istodobno s više mjesta  
↓
- Nacionalne granice nisu prepreka

- **Znanstvena infrastruktura:**

- Oprema (laboratoriji, ispitne postaje, brodovi, inovacijska središta)
- sustav objavljivanja informacija (znanstveni časopisi, knjige, skupovi)
- sustav znanstvenih i tehničkih informacija (knjižnice, dokumentacijska središta, arhivi)
- komunikacijska mreža (CARNet)

- **Što je profesija?**

- posao, poziv, struka, zanat, zvanje, zanimanje,
- prema Websterovu rječniku: zvanje koje zahtijeva specijalizirano znanje i često dugotrajno pripremanje, koje uključuje učenje vještina i metoda, te njihovih znanstvenih ili teorijskih načela; to se znanje održava usuglašenim stavom o visokim standardima postignuća i ponašanja te pristajanjem na stalno istraživanje...

- **Razlika iz svrhe djelovanja**

- **Znanstvenik:** dio skupine suradnika koji dijele iste znanstvene interese i stavove, bez obzira na organizacijsku i geografsku lokaciju
- **Inženjer:** dio proizvodne organizacije koja je i profitno usmjerena

- **Rasprava na portalu Connect studeni-prosinac 2008.**

- Kakav je to doktor tehničkih znanosti koji ne zna riješiti problem na frekvencijskom regulatoru? Vjerojatno loš - ali to nema NIKAKVE veze s CC-radovima kao kriterijem za akademsko napredovanje. To eventualno znači da je loše obrazovan kao inženjer. Je li rješavanje problema na frekvencijskom regulatoru i sličnih problema nužno za biti kvalitetan doktor elektrotehnike? Ne znam - to prepuštam Vama da prosudite; ako Vi kažete da jest, nemam razloga ne vjerovati u to. Je li rješavanje takvih problema DOVOLJNO za biti doktor elektrotehnike? APSOLUTNO NIJE. Za to trebaju ili inovacije ili značajni teorijski pomaci. Za ovo posljednje mjera je odjek odgovarajućih publikacija.

## 2. Znanost i znanstvena metoda

- **Znanost**

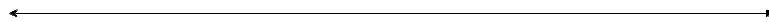
- **Nomotetička** - usmjerena na:
  - opće, univerzalno
  - utvrđivanje zakonitosti
  - "objektivne" pojave
- **Idiografička** - usmjerena na:
  - pojedinačno, specifično
  - tumačenje značenja
  - "subjektivne" pojave

**Prirodne  
znanosti**

**Inženjerske  
znanosti**

**Društvene  
znanosti**

**Humanističke  
znanosti**



- Što motivira znanstvenike?

- nagrade
- novac
- izazovi

- "Formula znanosti"  $\rightarrow S = f(Cg, r, t, e)$

- Cg - kognitivni resursi
- r - ostali resursi
- t - vrijeme
- e - napor

- **Uloga znanosti**

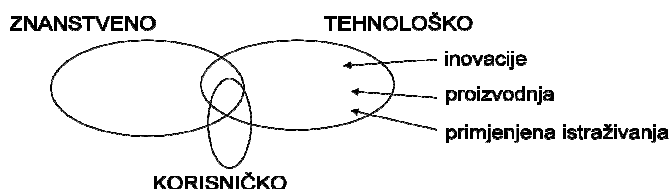
- Izvor znanja
- Obrazovna uloga
- Kulturna uloga
- Izvor blagostanja i sigurnosti

- **Istraživanje** - proces stjecanja novog znanja

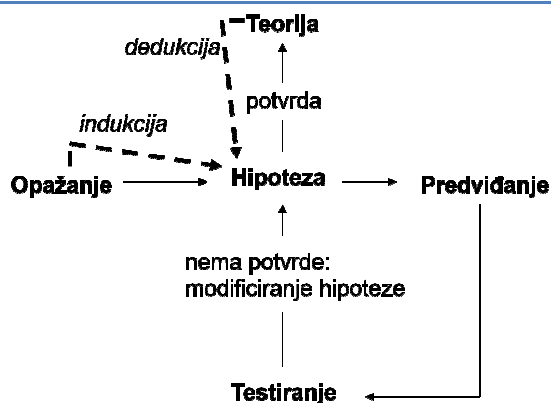
- **Razvoj** - proces primjene znanja u svrhu stvaranja novih uređaja ili učinaka

Istraživačka uloga	Razvojna uloga
Znanstvenik	Inženjer
Povjesničar	Političar
Psiholog	Psihoterapeut
Fiziolog	Liječnik
Lingvist	Prevoditelj
Ekonomist	Investitor
Filozof	Nastavnik
Kibernetičar	Menadžer

## ZNANJE



istina	INTERES	korisnost, prikladnost, učinkovitost
teorijsko, apstrakcija	PROMIŠLJANJE	praktično, konkretizacija
zakona	UTVRĐIVANJE	pravila
neovisno	OVISNOST O KONTEKSTU	ovisno
dokazi	UTEMELJENJE	dokazi i razum
idealni	UVJETI	kompleksni
na problem	USMJERENOST	na rješenje



- **Hipoteza**
  - jasna i precizna
  - jednostavna
  - provjerljiva
  - u skladu s postojećim znanjem
- **Teorija**
  - skup općih tvrdnji ili pretpostavki, objašnjenje određenog dijela stvarnosti
  - temelji se na nizu opažanja i pokusa iz nje se mogu izvoditi hipoteze i predviđanja
  - moguće ju je opovrgnuti, ali nikada dokazati
- **Metodologija vs. Metoda**
  - **Metodologija** - temeljna logika, filozofske pretpostavke metoda, pristup sustavnom rješavanju istraživačkog problema
  - **Metoda** - načini, postupci i alati provođenja istraživanja
  - **Tehnike** - specifični aspekti metode
- **Provedba istraživanja**
  - svrha istraživanja
  - vrsta istraživanja
  - mjesto i vrijeme gdje će se istraživanje provesti vrsta podataka koji će se prikupljati
  - oblikovanje uzorka
  - postupci prikupljanja podataka
  - postupci analize podataka
  - način prikazivanja rezultata

### 3. Odgovorna provedba istraživanja

- **Istraživačka etičnost**
  - **Za istraživača** - intelektualna iskrenost i osobna odgovornost
  - **Za ustanovu** - stvaranje okruženja koje potiče i promiče standarde izvrsnosti, istinitosti i zakonitosti
- **Osobna odgovornost znanstvenika**
  1. Znanstvena čestitost
    - a) znanstvena i tehnička stručnost
    - b) pošteno prikupljanje, obrada i postupanje s podacima
    - c) stručno odabrana i provedena statistička obrada
    - d) nastojanje da se spriječe i uklone nenamjerne pogreške i pristranosti
  2. Kolegijalnost
    - a) autorstvo
    - b) razmjena informacija i zajednička uporaba opreme
    - c) poštenje u postupku recenzije
    - d) mentorski odnos
  3. Zaštita sudionika istraživanja
  4. Čestitost u odnosu prema ustanovama
    - a) sukob interesa
    - b) sukob privrženosti
    - c) poznavanje pravila i zakona
  5. Društvena odgovornost
    - a) društveni prioriteti
    - b) javnost službe
    - c) utjecaj na društvo i okoliš
- **Odgovornost istraživačkih ustanova**
  - a) propisivanje odredbi
  - b) edukacija
  - c) mehanizmi kontrole
- **Znanstveno nepoštenje:**
  - izmišljanje (engl. fabrication)
  - prepravljanje (engl. falsification)
  - plagiranje
  - Ne uključuje poštenu pogrešku ili razlike u stavovima/promišljanjima!
- **Dvojbene postupci u znanosti**
  - a) darovanje/zahtijevanje autorstva
  - b) namjerno pogrešno tumačenje rezultata
  - c) uskraćivanje podataka, materijala i opreme
  - d) vođenje nezadovoljavajućih bilježaka o pokusu i nedovoljno dugo čuvanje bilježaka i rezultata pokusa
  - e) loš mentorski rad i vođenje štice

- Etički kodeks članova IEEE-a
  - “Mi, članovi udruge IEEE, prepoznavajući važnost tehnologija i njihov utjecaj na kvalitetu života u cijelom svijetu, te prihvaćajući osobnu obvezu prema vlastitom zanimanju, kolegama i zajednicama kojima služimo, ovime se obvezujemo na najviše etičko i profesionalno ponašanje te smo odlučili:
    - prihvatiti odgovornosti u donošenju odluka koje su u suglasju sa sigurnošću, zdravljem i općom dobrobiti i hitno otkriti čimbenike koji bi mogli ugroziti javnost ili okoliš; (*društvena odgovornost*)
    - izbjegavati stvarne ili uočene sukobe interesa kada god je to moguće i otkriti ih interesnim stranama ukoliko postoje; (*čestitost u odnosu prema ustanovama*)
    - biti poštteni i realni u iznošenju tvrdnji ili procjena temeljenih na dostupnim podacima; (*znanstvena čestitost*)
    - odbiti mito i sve njegove oblike; (*čestitost u odnosu prema ustanovama*)
    - unaprijediti razumijevanje tehnologije, njenih prikladnih primjena i potencijalnih posljedica; (*znanstvena čestitost*)
    - održavati i unapređivati svoju tehničku kompetentnost i preuzimati samo one stručne poslove za koje smo kvalificirani na temelju školovanja ili iskustva ili nakon potpunog iznošenja relevantnih ograničenja; (*znanstvena čestitost*)
    - tražiti, prihvatiti i nuditi objektivnu kritiku profesionalnog rada u struci, u svrhu prihvaćanja i ispravljanja pogrešaka te prikladno nagraditi tuđe doprinose; (*znanstvena čestitost*)
    - jednako se ophoditi prema svim osobama bez obzira na rasu, vjeru, spol, invaliditet, godine ili nacionalnost; (*kolegijalnost*)
    - izbjegavati ozljeđivanje drugih osoba, njihovog vlasništva, ugleda ili zaposlenja pogrešnim ili zlonamjernim radnjama; (*zaštita sudionika istraživanja*)
    - pomagati kolegama i suradnicima u njihovom profesionalnom razvoju i podržavati ih da se pridržavaju ovog koda etičnosti.” (*kolegijalnost*)

## 4. Vrste istraživanja

- Vrste istraživanja

NAČELO PODJELE	VRSTA ISTRAŽIVANJA
PARADIGMA	kvantitativno – kvalitativno
SVRHA	temeljno – primijenjeno
OSNOVA	konceptualno – empiričko
INTERVENCIJA	opažajno – pokusno
OBRADA PODATAKA	opisno – analitičko
IZVOR PODATAKA	primarno – sekundarno

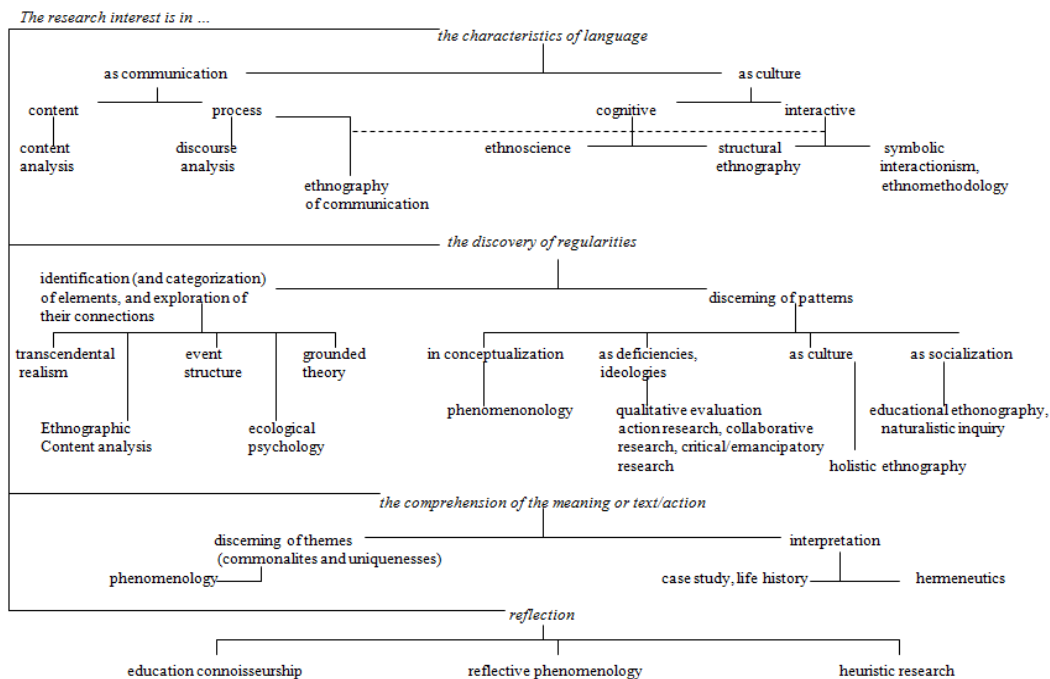
- Znanstvena paradigma

- skup općih ontološko-epistemoloških načela na temelju kojih se:
- utvrđuju dosezi i ciljevi znanstvene spoznaje
- odabiru problemi za istraživanje
- definira svrha istraživanja
- određuju metodologija i istraživački postupci

- Postoji više paradigmatičkih sustava, a razlike među njima posljedica su različitih filozofskih koncepata kojima se pokušava epistemološki osmisliti istraživačka praksa u pojedinoj znanosti ili znanstvenom području.

VRSTA ISTRAŽIVANJA	KVALITATIVNO	KVANTITATIVNO
CILJ	Stvaranje/razvijanje hipoteza	Testiranje hipoteza
STRATEGIJA ISTRAŽIVANJA	Fleksibilna, razvija se i mijenja tijekom istraživanja	Stroga, unaprijed točno razrađena
UZORAK	Mali, ciljan, svrhovit	Velik, slučajan
INSTRUMENTI	Manje strukturirani, nestandardizirani	Izrazito strukturirani, standardizirani
PROUČAVANJE	Široko, u dubinu	Usko, usredotočeno
PODATCI	Riječi i slike	Brojevi
REZULTATI	Eksploratorni, ne mogu se ponoviti	Konačni, ponovljivi
OBRADA	Subjektivna, induktivna, interpretativna	Objektivna, deduktivna, statistička
POPOČIVOST	Konceptualna	Statistička
NAGLASAK NA	Autentičnosti	Pouzdanosti
ODGOVARA NA PITANJA	Što? Zašto? Kako?	Koliko? Gdje? Kada?

**Graphic overview of qualitative research types** (Source: Miles, M. B. & Huberman, A. M. *Qualitative data analysis*, 2<sup>nd</sup> Ed., Thousand Oaks, CA: Sage, p. 7)



VRSTA ISTRAŽIVANJA	TEMELJNO	PRIMIJEJENO
<b>CILJ</b>	Stići temeljno razumijevanje o pojavnome svijetu, generalizacija	Odgovoriti na određeni tehnološki ili društveni problem, konkretizacija
<b>SVRHA</b>	Povećati razinu ljudskog znanja	Poboljšati ljudsko stanje
<b>POTICAJ</b>	Intelektualna radoznalost ili interes za određeno znanstveno pitanje	Postojanje tehnološkog ili društvenog problema, financijski interes
<b>PRIMJERI PITANJA</b>	Koja su svojstva nekog materijala? Zašto ljudi imaju sklonost uzimanju droga? Kako stanice tumora reagiraju na zračenje?	Od čega izgraditi oplatu svemirske letjelice? Kako smanjiti zlouporabu droga među mladima? Koja je optimalna doza zračenja pri karcinomu prostate?

- Ako se praktična primjena može predvidjeti već za samo nekoliko godina - primijenjeno istraživanje
- Ako se praktična primjena ne može predvidjeti - temeljno istraživanje
- "Siva zona": supervodiči, fuzija (primjena moguća, ali za nekoliko desetljeća)

VRSTA ISTRAŽIVANJA	KONCEPTUALNO	EMPIRIČKO
<b>RAZINA</b>	Apstraktno	Konkretno
<b>PREDMET</b>	Ideje, koncepti, teorije	Podatci
<b>UOBIČAJENO U</b>	Humanističkim znanostima (npr. filozofija)	Prirodnim znanostima



VRSTA ISTRAŽIVANJA	OPAŽAJNO	POKUSNO
<b>PREDMET ISTRAŽIVANJA</b>	“Prirodni” proces ili pojava, događaji neovisni o istraživaču	Intervencija koju određuje istraživač
<b>ULOGA ISTRAŽIVAČA</b>	“Pasivna”; promatranje, mjerenje	“Aktivna”, izvođenje, upravljanje, mjerenje
<b>UVJETI ISTRAŽIVANJA</b>	“Prirodni”, bez kontrole nad varijablama	Umjetni, kontrola nad varijablama
<b>SNAGA DOKAZA</b>	manja	veća
<b>TROŠAK</b>	manji	veći

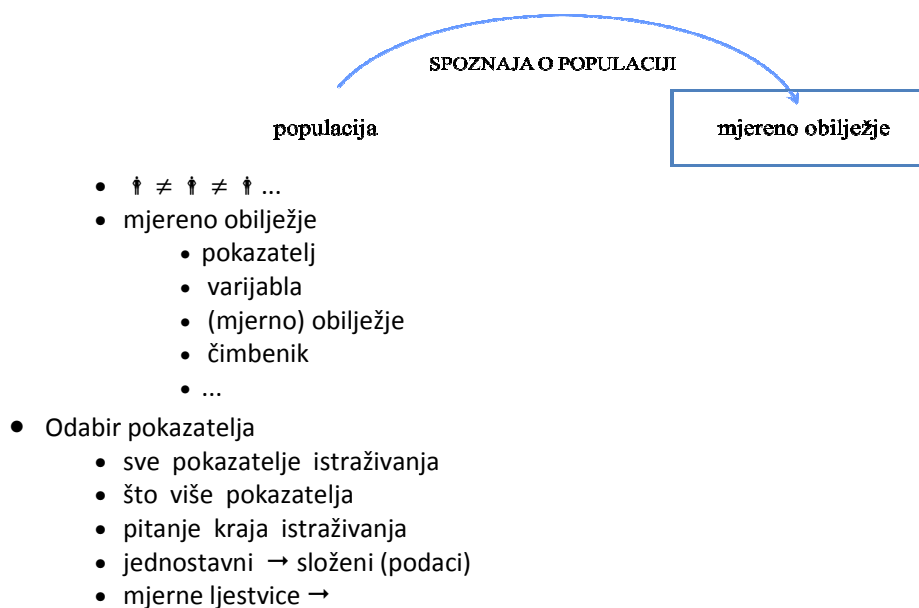
VRSTA ISTRAŽIVANJA	OPISNO	ANALITIČKO
<b>ISTRAŽIVAČKO PITANJE</b>	Što?	Zašto?
<b>CILJ</b>	Utvrđiti i opisati stanje	Pronaći razloge, objasniti
<b>SVRHA</b>	Eksploracija; stvaranje hipoteza i teorija	Konfirmacija; testiranje hipoteza i teorija
<b>POSTUPCI</b>	Opis, klasifikacija, mjerenje, usporedba	Pronalaženje povezanosti, uzročno-posljedičnih veza

VRSTA ISTRAŽIVANJA	OPISNO	ANALITIČKO
<b>ISTRAŽIVAČKO PITANJE</b>	Što?	Zašto?
<b>CILJ</b>	Utvrđiti i opisati stanje	Pronaći razloge, objasniti
<b>SVRHA</b>	Eksploracija; stvaranje hipoteza i teorija	Konfirmacija; testiranje hipoteza i teorija
<b>POSTUPCI</b>	Opis, klasifikacija, mjerenje, usporedba	Pronalaženje povezanosti, uzročno-posljedičnih veza

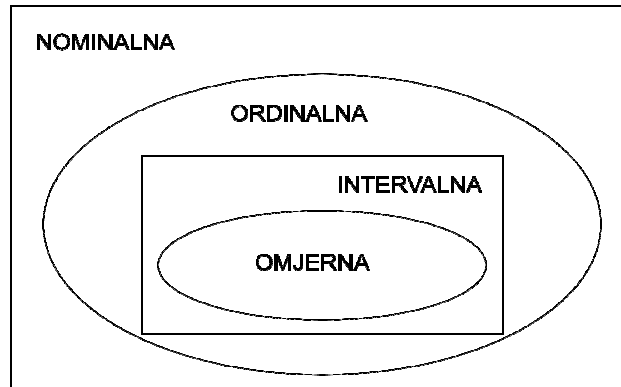
VRSTA ISTRAŽIVANJA	PRIMARNO	SEKUNDARNO
<b>PODATKE PRIKUPLJA</b>	Istraživač	Netko drugi
<b>PODATCI SE PRIKUPLJAJU</b>	Vezano uz istraživanje	Nevezano uz istraživanje
<b>IZVORI PODATAKA</b>	Pokusi, intervjui, ankete, terenska mjerenja	Statistički i drugi izvještaji, baze podataka, znanstveni članci, internet
<b>PREDNOSTI</b>	Neposredan kontakt s objektom/sudionicima istraživanja, kontrola nad vrstom prikupljenih podataka	Manji troškovi, mogućnost dohvata veće količine podataka
<b>NEDOSTACI</b>	Vremenski i financijski zahtjevno	“Udaljenost” od objekta/sudionika istraživanja

## 5. Prikupljanje i obradba podataka

- Znanstveno istraživanje
  - znanstveno djelovanje
    - privremeno tumačenje
    - hipoteza
    - zaključak
  - provjerljivost
    - tvrdnja
    - obrazloženje
    - znanje
- Znanstveni postupci
  - postavke
    - ↓
  - činjenice
    - ↓
  - znanje
- Neznanstveni postupci
  - ustrajnost (navika, stav, vjerovanje, inercija)
  - autoritet
  - intuicija (očiglednost)
- Istraživačka logika
  - deterministički model sustava
  - probabilistički model sustava
  - vjerojatnost događaja  $\rightarrow p(D)$ 
    - $0 \leq p(D) \leq 1$
- Zašto istraživati?



- Ljestvice mjerenja



- Statistička hipoteza
  1. elementarna tvrdnja
  2. točna (istinita) ili netočna (neistinita)
  3. provjera hipoteze → traženje istine
  4. istina → stvarno, objektivno stanje
  5. probabilistički sustav: istina → vjerojatnost
  6. značajno → ono što se ostvaruje na svaki drugi način osim slučajno: iskaz vjerojatnosti  
→ razina značajnosti

- Testiranje statističke hipoteze

hrana u kantini	studenti iz Zagreba	studenti izvan Zagreba
dobra	19 (25%)	21 (28%)
loša	8 (11%)	27 (36%)
ukupno	27	48

- Razlikuje li se mišljenje o kakvoći hrane među studentima? (3 dana x 25 prvih na redu, N=75)
  1. postavljanje hipoteze
    - nulta -  $H_0$ -hipoteza: razlike nema!
      - "Nema razlike u mišljenju."
    - suprotna -  $H_1$ -hipoteza: razlike ima!
      - "Razlika u mišljenju postoji."
    - samo jedna može biti istinita
    - samo jedna može biti prihvaćena, dok će ona druga biti odbačena
    - Nulta hipoteza
      - Nema razlike  $\approx$  "Nisam kriv"
  2. odabir statističkog testa
    - testovi dokazivanja statističkih hipoteza ovisnost
    - ovisnost
      - osobine obilježja – mjerne ljestvice
      - osobine uzoraka
        - veličina
        - povezanost

- osobine raspodjele
  - parametrijski
  - neparametrijski
- broj obilježja – uni/bi/multivarijantni testovi

Ljestvica	Jedan uzorak	Dva uzorka		Tri i više uzoraka	
		Ovisni	Neovisni	Ovisni	Neovisni
Nominalna	binomni test hi-kvadrat	McNemara	Fisher hi-kvadrat/	Cohran	hi-kvad
Ordinalna	Kol/Šmir. homologni	Wilcoxon MW Mosas		Friedman	p/medijan KW
Intervalna Omjerna	...				

### 3. određivanje razine značajnosti

- P (engl. probability)
- $\alpha$  ako se određuje prije izračunavanja
- $\alpha$  – vjerojatnost odbacivanja  $H_0$  kad je ona stvarno točna i istinita
- tzv.  $\alpha$  -pogrješka (pogrješka 1. vrste)
- što manja!
- uobičajene vrijednosti: npr.  $p < 0,05$

PRAVO STANJE		ZAKLJUČENO
RAZLIKA POSTOJI ( $H_1$ )	RAZLIKA NE POSTOJI ( $H_0$ )	
ISPRAVAN ZAKLJUČAK	$\alpha$ pogreška (I. vrste) ( $H_0$ odbac.)	RAZLIKA POSTOJI
$\beta$ pogreška (II. vrste)	ISPRAVAN ZAKLJUČAK ( $H_0$ prihvat.)	RAZLIKE NEMA

- zašto  $P < 0,05$ ?
- POKUS: bacanje novčića: pismo/glava
- 2x isto uzastopce = 0,5
- 3x = 0,25
- 4x = 0,125
- 5x = 0,063
- 6x = 0,031
- 7x = 0,016
- 8x = 0,008
- ...

### 4. izračunavanje statistike testa

- matematički račun
- $P \Rightarrow$  egzaktna vrijednost
  - 3 decimalna mjesta
  - npr.  $P = 0,325$

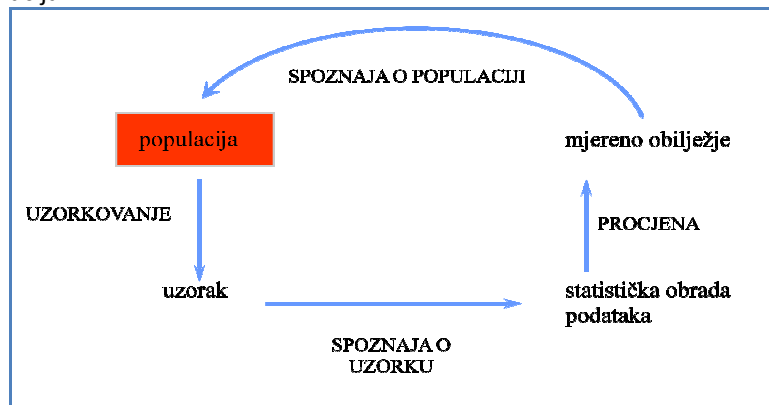
## 5. zaključivanje

- mala vrijednost  $P \Rightarrow$  mala vjerojatnost da odbacujemo istinitost
- zaključivanje:
  - $P < \alpha$
  - vjerojatnost istinitosti  $H_0$  je vrlo mala
  - odbacujemo (ne prihvaćamo) nultu hipotezu
  - prihvaćamo alternativnu hipotezu,  $H_1$
  - potvrdimo je, iskažemo je, uz  $P = \dots$

hrana u kantini	studenti iz Zagreba	studenti izvan Zagreba
dobra	19 (25%)	21 (28%)
loša	8 (11%)	27 (36%)
ukupno	27	48

- $\chi^2=3,91$ ,  $df=1$ ,  $P=0,048$

## • Uzorak i populacija



- Razlikuje li se mišljenje o kakvoći hrane među studentima? (5 dana x 15 prvih na redu u omjeru 1:2)

hrana u kantini	studenti iz Zagreba	studenti izvan Zagreba
dobra	10 (13%)	31 (42%)
loša	15 (20%)	19 (25%)
ukupno	25	50

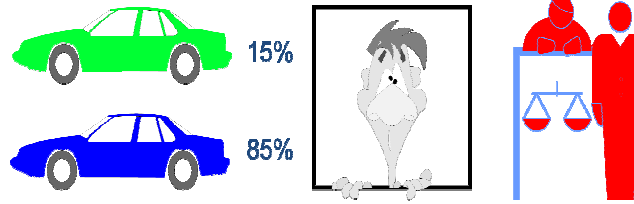
- $\chi^2=2,43$ ,  $df=1$ ,  $p=0,126$

## • Pogreška temeljne prosudbe



Postupak	Stanje	
	postoji (npr. bolestan)	ne postoji (npr. zdrav)
pozitivan nalaz	ISPRAVNO POZITIVNI (TP)	LAŽNO POZITIVNI (FP)
negativan nalaz	LAŽNO NEGATIVNI (FN)	ISPRAVNO NEGATIVNI (TN)

- Osjetljivost testa =  $TP / (TP + FN)$
- Specifičnost testa =  $TN / (FP + TN)$
- Pozitivna prediktivna vrijednost =  $TP / (TP + FP)$
- Negativna prediktivna vrijednost =  $TN / (FN + TN)$

- Primjer – prometna nezgoda



1. Prometna nezgoda, noć, vozač pobjegne
  - $p(\text{zeleni}) = ? \rightarrow p = 0,15$  (15%)
2. Očevidac nezgode: “zeleni taxi”
  - $p(\text{zeleni}) = ? \rightarrow p = 1$  (100%)
3. osporava se izjava, testiranje noćne vidljivosti razlučivanja boja
  - Prepoznavanje 80%, griješi 20% ( obje)
  - $p(\text{zeleni}) = ? \rightarrow p = 0,8$  (80%)
  - Osjetljivost testa = 80%, Specifičnost testa = 80%
4. Stvarna boja vozila

Svjedok vidi	Stvarna boja vozila	
		
zeleno	12	17
plavo	03	68
ukupno	15	85

- Osjetljivost testa = 80%, Specifičnost testa = 80%
- Poz. PV =  $12 / (12 + 17) = 12 / 29 = 0,41$   $p = 0,41$  (41%)

- Mudrost zaključivanja!
  - znanost
  - $p = 0,41$  (41%)