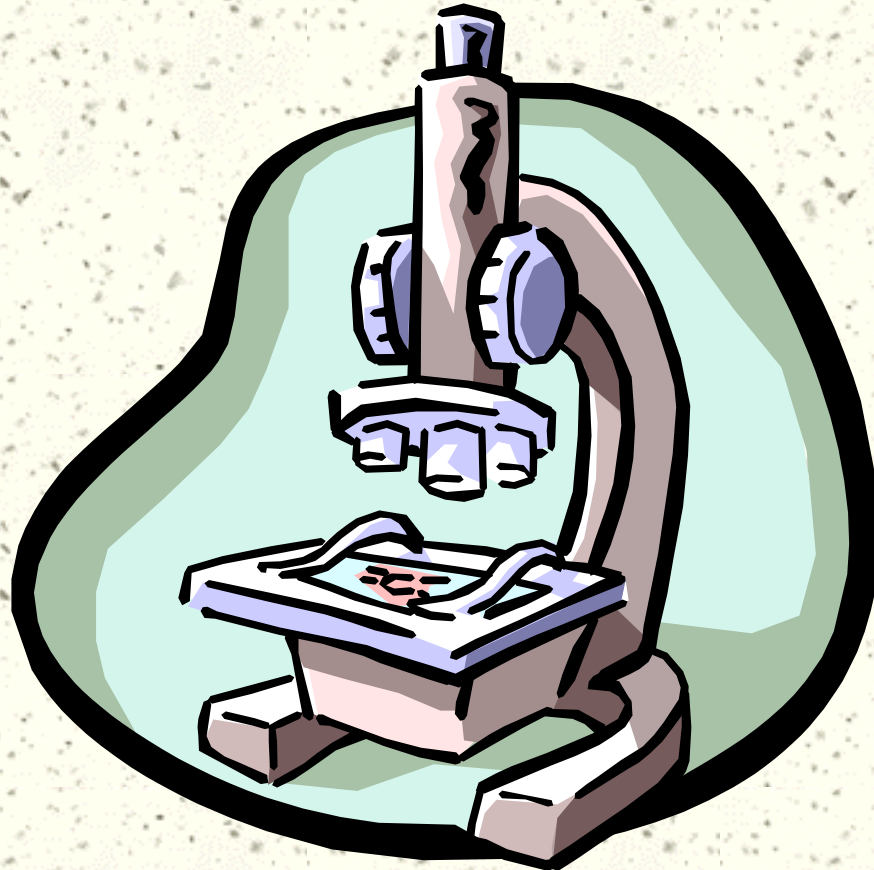


III. Znanstveno istraživanje i pisanje znanstvenog rada



Kako napraviti znanstveno istraživanje, napisati i objaviti znanstveni rad, te kako prezentirati rad?

Znanstveno istraživanje

■ Pripreme za istraživanje

- Izbor teme istraživanja
- Prikupljanje informacija (proučavanje literature)
- Čitanje znanstvenih radova
- Pravljenje bilježaka

■ Istraživanje

- Kako započeti istraživanje
- Istraživanje (opažanja, mjerenja, eksperimenti)
- Bilježenje i organizacija podataka
- Prikazivanje rezultata

Pisanje znanstvenog rada

- Dijelovi rada
- Postupak pisanja
- Stil pisanja

Objavljivanje znanstvenog rada

Prezentacija rada

- Usmena prezentacija
- Poster

Pripreme za istraživanje

Izbor teme istraživanja

- Izbor topika (teme znanstvenog istraživanja)
 - Vama zanimljiva, znanstveno zanimljiva, aktualna (časopisi, TV), odobrava je vaš nastavnik, izvediva, možete je realizirati samostalno, nije opasna
- Suzite temu (Fitoplankton → Sezonske oscilacije → Da li se sastav fitoplanktona bitno mijenja na sezonskoj skali)
- Dogovorite rokove i potreban materijal

Pripreme za istraživanje

Prikupljanje informacija (proučavanje literature)

- Razlika između primarnih i sekundarnih izvora podataka
- Proučavanje literature započnite pregledom općih referenci, a potom pređite na specijalizirane reference
- Naučite se koristiti znanstvenim Abstractima i Indexima (npr. ASFA; CC; SCI itd.)
- Koristite popis literature u relevantnim primarnim resursima za nalaženje novih referenci
- Kako doći do radova koje nemate u vašoj biblioteci

Pripreme za istraživanje

Čitanje znanstvenih radova

- Upoznaj se s "backgroundom"
- Prvo pročitajte sažetak (apstrakt)
- Uvod pruža korisne informacije
- Ne gubite u početku previše vremena na *Materijal i Metode*
- Pažljivo pročitajte *Rezultate*, fokusirajući se na glavne točke
- Poglavlju *Diskusija* posvetite osobitu pažnju
- Radove koje smatrate najvažnijim pročitajte ponovo, ako treba i više puta

Pripreme za istraživanje

Pravljenje bilježaka

- Literaturne kartice
- Budite selektivni
- Napravite listu konzultiranih referenci

Istraživanje

Kako započeti istraživanje

- Postavite pitanja (definirajte problem)
- Formulirajte kako se vaša planirana istraživanja uklapaju u širi kontekst (širu problematiku)
- Odredite ključne parametre koje ćete istraživati, tako da možete planirati metode koje ćete koristiti u obradi uzoraka i analizi podataka
- Odlučite koje ćete varijable držati konstantnim ili kontrolnim, a koje će biti eksperimentalne
- Nastojte da sakupljanje podataka (uzimanje uzoraka) bude obavljeno po principu slučajnosti (npr. svaki organizam ima jednaku šansu da bude uzorkovan)

Istraživanje

- # Oblikovanje eksperimenta
- # Mjere sigurnosti tijekom eksperimenta
 - Biološke kulture, toksične tvari, električni aparati, radijacija, itd.
- # Bilježenje i organizacija rezultata (podataka)
 - Oblikujte prikladne formulare za upis podataka
- # Analiza podataka
 - Koristite na primjeren način statističku obradu podataka
 - Provjerite da li vaši podaci udovoljavaju pretpostavkama statističkog testa kojeg koristite
 - Istražite koji su statistički paketi na raspolaganju u ustanovi u kojoj radite, te se obučite u korištenju tih paketa (npr. EXCEL, STATISTIKA, GRAPHER, SYSTAT itd.)

Istraživanje

Prikazivanje rezultata

A) TABLICE

- Tablice koristite da biste prikazali mnogobrojne brojčane podatke ili da biste sumarno prikazali neke tekstualne podatke
- Tablica nije uvijek nužna
- Tablice moraju biti numerirane
- Tablica mora imati naslov
- Koristite logičan format tablice
- Sadržaj tablice mora biti sažet
- Provjerite jesu li podaci u tablici konzistentni s tekstom

**Slični elementi trebaju biti prikazani u stupcima,
a ne u redovima**

Vrsta	Vrsta 1	Vrsta 2	Vrsta 3	Vrsta 4
Broj jedinki	49.3	78.8	21.2	1.5
Suha težina	25.6	2.4	3.2	23.8

Vrsta	Broj jedinki	Suha težina
Vrsta 1	49.3	25.6
Vrsta 2	78.8	2.4
Vrsta 3	21.2	3.2
Vrsta 4	1.5	23.8

**Obje tablice prikazuju iste podatke, ali donja ima
logičniji oblik i lakše ju je čitati**

Tablica nije uvijek nužna

Tab.1. Nalaz biljne vrste x na 5 istraživanih lokacija

Lokacija	Prisutna (+) ili odsutna (-)
Lokacija 1	+
Lokacija 2	+
Lokacija 3	-
Lokacija 4	-
Lokacija 5	+

Gornja je tablica nepotrebna jer se njen sadržaj mogao jednostavnije i kraće izraziti tekstualno na sljedeći način:

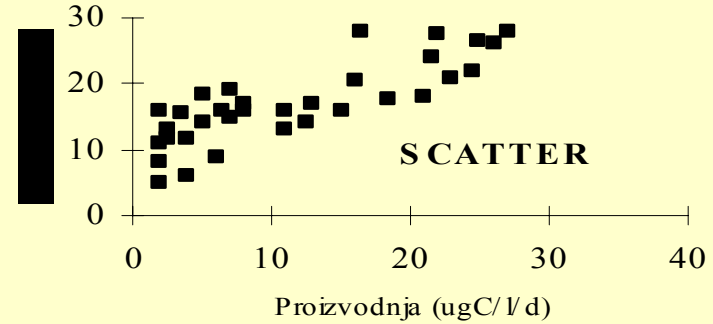
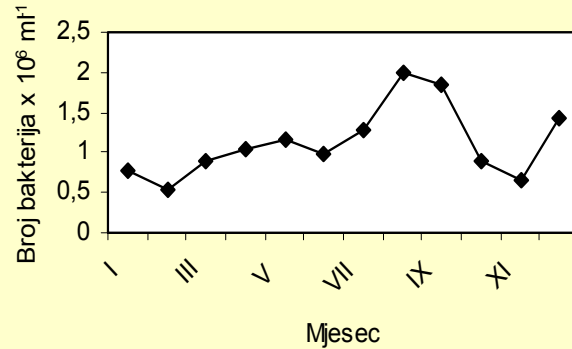
Vrsta x je nađena na 3 od 5 istraživanih lokacija

Prikazivanje rezultata

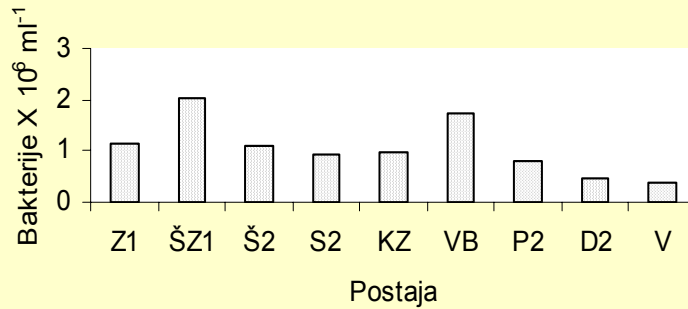
B) GRAFOVI

- Grafove koristite da biste pokazali važne obrasce, trendove ili međusobne odnose između varijabli
- Tipovi grafova
 - Linijski graf
 - Graf sa stupićima
 - Histogram
 - Kružni graf ("pita")
- Grafovi moraju biti numerirani
- Grafovi moraju biti razumljivi
- Grafovi moraju biti precizni, jasni i ekonomični
- Graf ne smije biti zatrpan informacijama
- Poželjno je da na grafu bude prikazana mjera varijabilnosti rezultata
- Podaci prikazani grafički moraju biti konzistentni s vašom hipotezom
- Treba li točke na grafu uvijek spojiti linijom?

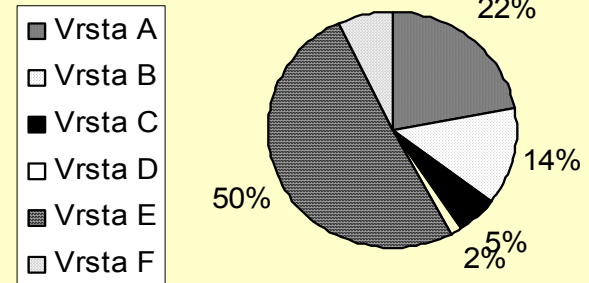
LINIJSKI GRAF



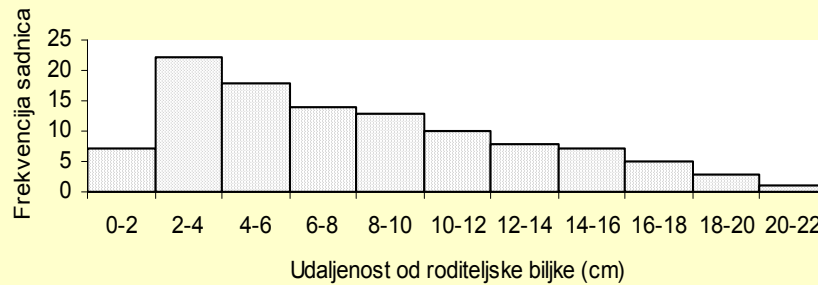
GRAF SA STUPIĆIMA



KRUŽNI GRAF (PITA)



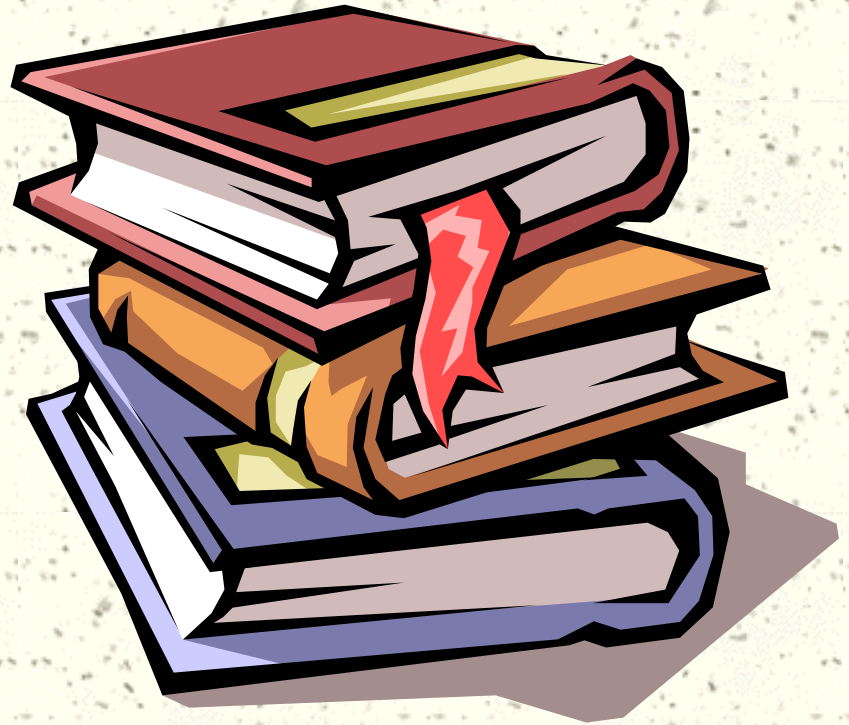
HISTOGRAM



Vrste grafova

PISANJE ZNANSTVENOG RADA

- # Znanstveni rad je pisani izvještaj o napravljenom istraživanju koji je organiziran u nekoliko dijelova (poglavlja)
- # Dijelovi znanstvenog rada (članka)
 - Naslov rada
 - Ime(na) autora i adrese
 - Sažetak (apstrak)
 - Ključne riječi
 - Uvod
 - Materijal i metode
 - Rezultati
 - Diskusija
 - Zaključak
 - Zahvale
 - Literatura



Naslov rada

- # Smislite informativan i određen naslov
 - Neodređen naslov: Ekološka studija nekih estuarija
 - Određen naslov: Sezonske oscilacije alga u tri estuarija na području srednjeg Jadrana
- # Naslov rada treba biti sažet (koncizan)
 - Nepotrebno opširan: Studija o reproduktivnoj biologiji *Drosophile*, uključujući prijenos sperme, pohranu sperme i korištenje sperme
 - Sažet: Prijenos, pohrana i korištenje sperme kod *Drosophile*
- # Naslov mora uključivati taksonomske informacije
 - Neodređeno: Učestalost parenja kod leptira
 - Neodređeno: Učestalost parenja kod *Papilio*
 - Određeno: Učestalost parenja kod leptira iz roda *Papilio*
- # Izbjegavajte specijaliziranu terminologiju, "kovanice" i skrećenice u naslovu (osim opće poznatih kao što su npr. DNK, RNK, ATP itd.)

Sažetak

- # Sažetak u najvažnijim crtama sumira glavne elemente rada: svrhu rada, metode, glavne rezultate i zaključke
- # Sažetak mora činiti cjelinu koja je razumljiva bez uvida u rad
- # Sažetak je, pored naslova, prvo što znanstvenik pročita pri pregledu literature
- # **Ključne riječi**
- # Važan je odabir ključnih riječi, budući da se preko njih vrši pretraživanje radova

Uvod

- # Uvod sumira literaturna saznanja o problematici koju tretira rad (pruža *background* za danu problematiku)
- # U uvodu se jasno iznosi svrha i glavni ciljevi istraživanja
- # U uvodu se može iznijeti hipoteza i na njoj temeljena prognoza

Materijal i metode

Materijal:

- Potpune taksonomske informacije
- Ako su predmet istraživanja ljudi, potrebno je navesti dob, spol i druge značajke bitne za istraživanje
- Opis aparata, instrumenata, alata, uzorkivača i druge opreme
- Sastav, receptura i proizvođač kemijskih spojeva, hranjivih podloga, standardnih otopina i sl.

Metode:

- Detaljan opis eksperimentalne procedure (dizajn eksperimenta, kako su izvršena mjerenja, što je bila kontrola itd.)
- Kod terenskih istraživanja treba navesti mjesto i vrijeme istraživanja (poželjno je priložiti geografske karte, mape ili fotografije)
- Navesti statističke metode koje su korištene u obradi rezultata.

Materijal i metode

- # Koristite jasan i informativan jezik
 - Neodređeno: Promatrana je jedna grupa majmuna u velikim ograđenim prostorima na otvorenom i druga grupa u malim individualnim kavezima u zatvorenom prostoru.
 - Određeno: Promatrano je 13 majmuna u ograđenim prostorima na otvorenom, veličine 10 x 8 x 12 m, te 12 majmuna u individualnim kavezima veličine 1 x 2 x 1 m.
- # Izbjegavajte nepotrebne informacije
 - Loše: Nakon što smo razmotrili različite tehnike za određivanje šećera u nektaru, odlučili smo upotrijebiti metodu koju je razvio Johnson (1955), zato što se ona čini vrlo dobrom i jednostavnom za nekoga tko baš nije dobar s matematikom
 - Dobro: Sadržaj šećera u nektaru analiziran je metodom koju je razvio Johnson (1955)

Rezultati

- # Osnovna svrha ovog poglavlja je ispričati i pokazati čitatelju što je dobiveno tijekom istraživanja
- # Ne interpretirajte rezultate i ne donosite zaključke!
- # Integrirajte kvantitativne podatke u tekst (poželjno je dobivene rezultate prikazati grafički ili tablično, jer to olakšava njihovo razumijevanje)
- # Kod iznošenja srednjih vrijednosti poželjno je da su one popraćene mjerom varijabilnosti (standardnom devijacijom ili standardnom pogreškom)
 - Prosječna dužina iznosila je 140.42 mm (SD = 7.45)
 - Prosječna dužina iznosila je 140.42 ± 7.45
- # Izbjegavajte nepotrebne detalje

Diskusija

- # Diskusija je poglavlje u kojem se interpretiraju i komentiraju dobiveni rezultati (što rezultati znače, podržavaju li hipotezu, jesu li rezultati konzistentni s rezultatima drugih autora, koja pitanja ostaju otvorena)
- # Ne iznosite svako moguće objašnjenje
- # Važno je prepoznati važnost "negativnih" rezultata
- # Budite sigurni i autoritativni
- # Organizirajte poglavlje na suvisao i logičan način:
 - 1. Glavni rezultati
 - 2. Moguća objašnjenja
 - 3. Rezultati drugih autora
 - 4. Interpretacije i zaključci

Zaključci

- # Kratki prikaz glavnih zaključaka (ponekad taksativno navedeni)
- # **Zahvale**
 - # Zahvala svima koji su na bilo koji način pomogli tijekom istraživanja i pisanja rada
 - # Prije zahvale konzultirajte ljude kojima se kanite zahvaliti

Literatura

- # Ovo poglavlje predstavlja popis svih referenci (citata) navedenih (citiranih) u tekstu
- # **Zapamtimo:** *Svi citati u tekstu rada moraju biti navedeni u Literaturi (popisu na kraju rada) i obrnuto, svi citati u popisu literature moraju biti citirani u tekstu rada.*
- # Literaturni navod (referenca) se sastoji od sljedećih elemenata:
 - Prezime i inicijali autora
 - Godina publiciranja rada
 - Naslov rada
 - Ime časopisa (puno ime ili službena kratica)
 - Volumen i broj (broj nije uvijek obavezan)
 - Stranice

Literatura: sistemi citiranja

1. Ime-godina sistem

- *Utvrđeno je da je utjecaj predacije na bakterije bio najveći u rujnu (Šolić, 1995)*
- *Šolić (1995) je utvrdio da je utjecaj predacije na bakterije bio najveći u rujnu*

2. Numerički sistem

- # Svaka se referenca citira pomoću broja (u zagradama ili superscript)
- *Utvrđeno je da je utjecaj predacije na bakterije bio najveći u rujnu (5)*
- *Utvrđeno je da je utjecaj predacije na bakterije bio najveći u rujnu⁵*

Literatura: primjeri citiranja

- # Kada su dva autora
 - (Šolić i Krstulović, 1995); (Smith and Clark, 1988); (Smith & Clark, 1988)
- # Kada su tri ili više autora
 - (Šolić *i sur.*, 1999) - što znači *i suradnici*
 - (Šolić *et al.*, 1999) - što znači *et alia (i drugi na latinskom)*
- # Kada citiramo dva ili više radova istog autora
 - (Šolić, 1994, 1997, 2001)
- # Kada citiramo dva ili više radova istog autora publicirana u istoj godini
 - (Šolić, 1994a, 1994b) ili (Šolić, 1994a, b)
- # Kada citiramo dva ili više radova različitih autora
 - (Watson, 1977; Kim, 1988; Smith, 1988; Cox, 1992)
- # Kada citiramo više autora s istim prezimenom i istom godinom publikacije rada
 - (Johnson M, 1990; Johnson WA, 1990)

Literatura: primjeri citiranja

- # Kada citiramo rad čiji je autor neka organizacija
 - (UNEP, 1990); (WHO, 1993); (ICPO, 1998)
- # Kada citiramo rad čiji je autor nepoznat
 - (Anonymus, 1986)
- # Kada citiramo pojedini dio rada
 - (Šolić, 1997, Tablica 4); (Šolić, 1999, Slika 2); (Šolić, 2001, str7)
- # Kada citiramo nepublicirani materijal
 - (Šolić, usmeno priopćenje); (Šolić, personal communication)
 - (Šolić, nepublicirano); (Šolić, unpublished)
 - (Šolić, u tisku); (Šolić, in press) ili (Šolić, forthcoming)
- # Kada citiramo reference koje nismo izravno konzultirali, već smo ih pronašli citirane u nekom drugom radu
 - (Smith, 1954, citirano u Wilson, 1985)

Literatura: gdje umetnuti citat u tekst?

- # *Oprašivanje biljke Linaria vulgaris istraživano je u prirodi i u laboratoriju (Arnold, 1962; Howard, 1979).*
- # PROBLEM: Nije jasno da li su oba autora istraživala i u prirodi i u laboratoriju, ili je prvi istraživao u prirodi, a drugi u laboratoriju
- # Ukoliko je prvi istraživao u prirodi, a drugi u laboratoriju, onda bi to trebalo napisati ovako:
- # *Oprašivanje biljke Linaria vulgaris istraživano je u prirodi (Arnold, 1962) i u laboratoriju (Howard, 1979).*
- # Ukoliko su oba autora istraživala i u prirodi i u laboratoriju, onda to treba napisati ovako:
- # *Arnold (1962) i Howard (1979) su istraživali oprašivanje biljke Linaria vulgaris u prirodnim i laboratorijskim uvjetima*

Literatura: još poneki savjet

- # Opće poznate stvari ne treba citirati (npr. *Organizmi se sastoje od stanica*)!
- # Nemojte za jednu tvrdnju navesti bezbroj citata, odlučite se za nekoliko najvažnijih!
- # Nemojte nepotrebno ponavljati citate kada je kontekst jasan!

Postupak pisanja rada

- # U procesu nastajanja rada može se razlikovati više faza:
 - Nacrt rada
 - Kalendar ili vremenski plan pisanja rada
 - Redosljed pisanja rada
 - Draft verzije rada
 - Konačna verzija rada

Nacrt rada

- # Naslov nacрта
- # I. Glavno poglavlje
 - A) Važno potpoglavlje
 - B) Važno potpoglavlje
 - 1. Detalj
 - # a) poddetalj
 - # b) poddetalj
 - # c) poddetalj
 - 2. Detalj
 - 3. Detalj
 - # a) poddetalj
 - # b) poddetalj
- # II. Glavno poglavlje
 - # Itd...

Kalendar

- # Okvirni vremenski plan pisanja rada u kojem definiramo rokove do kojih određene faze u procesu nastajanja rada treba dovršiti
- # Kalendar je vrlo koristan kada rad mora biti završen do određenog roka (npr. diplomski, magistarski ili doktorski rad)

Redosljed pisanja rada

- # Redosljed pisanja rada je individualna stvar svakog autora, a ovisi i o problematici i vrsti rada
- # Ipak, najbolje je započeti s poglavljem koje se čini najlakšim. Za mnoge je to *Materijal i metode*, dok drugi najviše vole započeti s *Rezultatima*. *Diskusiju* i *Sažetak* je obično najlakše napisati na kraju
- # *Literaturu* je najbolje raditi postepeno, paralelno s pisanjem ostalih poglavlja (literaturne kartice ovdje pomažu!)

Draft verzija rada

- # Dobro napisan rad uvijek je rezultat pažljivog i strpljivog poboljšavanja prethodnih privremenih verzija (draftova) rada
- # U prvom se draftu koncentrirajte na glavnu ideju rada, a ne na detalje
- # Shvatite draft kao grubu verziju rada na kojoj uvježbavate i isprobavate različite načine kako da iznesete svoju ideju

Konačna (finalna) verzija rada

- # Krajnji ishod poboljšavanja draft verzija
- # Svi detalji moraju biti dovedeni do najbolje moguće forme
- # Rad mora biti pripremljen prema uputstvima časopisa

Stil pisanja

Pišite jasne i precizne rečenice

Izbjegavajte nepotreban višak riječi:

- ✚ Loše: *U dva navrata uspio sam promatrati par slonova dok su se parili i to tijekom čitavog razdoblja kopulacije*
- ✚ Dobro: *Promatrao sam dva para slonova tijekom kopulacije*

- ✚ Loše: *Danas imamo metodu koju je razvio Jones (1973), a koja služi za analizu rasta populacije rotifera.*
- ✚ Dobro: *Jones (1973) je razvio metodu za analizu rasta populacije rotifera.*

- ✚ Loše: *Jaja su bila plave boje i bila su prekrivena s velikm brojem crnih točaka.*
- ✚ Dobro: *Jaja su bila plava s puno crnih točaka.*

Stil pisanja

Izbjegavajte ponavljanje

- ✚ Loše: *U Smithovoj studiji iz 1977, fluktuacije temperature nisu bile uzete u obzir (Smith, 1977)*
- ✚ Dobro: *Smith (1972) nije uzeo u obzir fluktuacije temperature*

Treba li preferirati pasiv?

Lice

- ✚ Pisanje u prvom licu množine kao nepisano pravilo
- ✚ Danas je prvo lice jednine sve češće (osobnost autora)

Glagolsko vrijeme

- ✚ Prošlo vrijeme kada govorimo o svojim rezultatima (*Sažetak, Materijal i metode, Rezultati*)
- ✚ Sadašnje vrijeme kada se diskutiraju rezultati drugih autora (*Uvod, Diskusija*)

Stil pisanja

Upotreba kratica i simbola

- Za pisanje kratica i simbola postoje službeni priručnici
- Često i sami časopisi daju popis dozvoljenih simbola i kratica

Pisanje latinskih naziva organizama

- Prvo spominjanje: *Canis lupus*
- Sljedeća spominjanja: *C. Lupus*
- Uobičajeno je da se kod prvog spominjanja vrste iza latinskog naziva u zagradama navede ime autora koji je tu vrstu prvi odredio ili opisao, a često i godina kada je to napravio:
 - *Scomber scombrus* (L.) - skuša
 - *Sardina pilchardus* (WALB.) - srdela

Prezentacija (izlaganje) rada

Usmena prezentacija:

- Napravite pisani koncept (plan) izlaganja
- Kako organizirati izlaganje?
- Nikada ne čitajte zabilješke i ne učite ih napamet!
- Vodite računa o raspoloživom vremenu
- Kako govoriti?
- Ne opterećujte slušatelje detaljima
- Koristite tehnička pomagala
- Budite spremni na pitanja

Prezentacija (izlaganje) rada

Poster:

- # Omogućava prezentaciju velikog broja radova u relativno malo vremena.
- # Neformalniji način komunikacije

Savjeti:

- Pažljivo proučite i sljedite uputstva organizatora
- Poster organizirajte jednostavno i logično
- Imajte na umu prednosti i mane vizualnog oblika prezentacije
- Pripremite se za pitanja

Objavljivanje rada

Vrste radova:

- Originalni znanstveni rad
- Pregledni rad
- Stručni rad
- Popularni rad

Procedura objavljivanja rada

- Časopis, editor, recenzent, recenzija



Murphyjevi zakoni

- # Broj različitih hipoteza koje objašnjavaju neki biološki fenomen obrnuto je proporcionalan raspoloživom znanju
- # Pod najrigoroznije kontroliranim uvjetima temperature, vlažnosti i svih ostalih varijabli, organizam će se ponašati kako mu se sviđa
- # Nakon temeljite i pažljive analize uzorka, uvijek vam se kaže da je to krivi uzorak i da se ne odnosi na problem
- # Kada radiš na rješenju nekog problema, uvijek pomaže ako znaš odgovor
- # Nikad ne ponavlja uspješan eksperiment (nijedan eksperiment nije ponovljiv)
- # Znanstvenici su tako udubljeni u svoja vlastita uska pregnuća da ni slučajno ne mogu sagledati cjelokupnu sliku bilo čega uključujući i njihova vlastita istraživanja (DODATAK: Voditelj istraživanja bi trebao što manje znati o predmetu istraživanja kojim rukovodi)
- # Ako u eksperimentu postoji bilo što što može krenuti krivo, krenut će krivo