

PRILOGA 1

Kritične točke pri prijavi in pisanju dispozicije doktorske disertacije

Priporočila se nanašajo na tiste točke, ki v predlogu teme (dispoziciji) in prvi oddani verziji doktorske disertacije pogosto niso ustrezno napisane. Namen teh priporočil je ob primerih jasno predstaviti minimalne kriterije, ki izhajajo iz pravilnikov Univerze in Fakultete ter splošnih standardov znanstveno raziskovalnega dela.

1 Naslov

Je najbolj izpostavljen del disertacije. Prek naslovov doktoratov se oddelek in fakulteta predstavljata v javnosti. Zato je razumljivo, da so komisija in senat posebej pozorni na predloge naslovov doktorskih disertacij. Pri oblikovanju naslova bodimo zlasti pozorni na naslednje:

- Naj bo jasen, jedrnat in kolikor se da enostaven.
- Poenostavljen naj ne bo toliko, da postane neinformativen ali presplošen.
- Naj ne bo predolg. Dolg naslov zbuja kritično pozornost. Zgornja meja neproblematičnih naslovov je okrog 100 znakov vključno s presledki. Naslov je lahko daljši, a s tem je več možnosti za napake skladske in logične narave. Naslovi, ki vključujejo taksonomska, geografska ali kemijska imena, so lahko daljši.
- Naslov v obliki vprašanj, trditev, kompleksnih podredij, naštevanj in zapletene skladnje so pogosto problematični.
- Žargon in strokovni izrazi naj bodo izbrani tako, da jih bodo razumeli kolegi iz širše stroke, ne le najožji specialisti.

PRIMERI NASLOVOV

Optične lastnosti rastlin na hidrološkem gradientu presihajočega ekosistema

KOMENTAR: Nerodna raba predloga 'na'; ne presiha ekosistem, temveč voda oz. vodno telo. Jezikovne nerodnosti in raba besed v neskladju z njihovim pomenom sta najpogostejši napaki pri naslovih.

Termofilni listopadni gozdovi razreda *Quercetea pubescentis* Doing-Kraft ex Scamoni et Passarge 1959 v Bosni in Hercegovini v okviru gozdne vegetacije zahodnega Balkana

KOMENTAR: Predolgo ime zaradi navajanja avtorjev (v naslovih ni potrebno); namesto navajanja kompliciranega imena združbe bi bilo bolj smiselno navesti, kateri vidiki združbe so obravnavani; "v okviru ... zahodnega Balkana" je odveč, ker sta tip vegetacije in geografska lega že opredeljena v prvem delu naslova.

Vpliv Cd na mineralno prehrano in metabolizem ogljikovih hidratov pri ranem mošnjaku (*Thlaspi praecox* Wulf)

KOMENTAR: Okrajšave je praviloma bolje izpisati s celo besedo, razen akronimov v splošni rabi (DNA, ATP, HPLC, ...) in nekaterih izjem; imena avtorja v kombinaciji z znanstvenimi imenom vrste v naslovu ni treba navajati; če obravnavani takson ni splošno znan modelni organizem, je smiselno dopisati njegovo višjo taksonomsko pripadnost.

Spomin krajine; sprememba krajinske zgradbe, floristične sestave in ekoloških razmer v jugovzhodni Sloveniji

KOMENTAR: Vsebinsko dvoumen (Kdo se spominja?), skladiščno neroden (dva nivoja naštevanja) naslov; neinformativen, ker ni jasno, na katero časovno obdobje se sprememba nanaša.

Analiza populacijskih parametrov in njihovih metod spremljanja za vzpostavitev učinkovitega monitoringa poljskega zajca (*Lepus europaeus*)

KOMENTAR: Kompleksen, težko berljiv naslov; preveč rodilniških zvez; "učinkovitega" je odveč. Možna rešitev: "Pomen populacijskih parametrov za monitoring poljskega zajca (*Lepus europaeus*)".

Uporaba multimedijских učnih pripomočkov pri učenju genetike ter njihov vpliv na razumevanje in pomnenje snovi ter motiviranost dijakov

KOMENTAR: Kompleksen, nerazumljiv naslov; pomenska odvisnost med deli naslova je težko sledljiva; dvoumen odnos med naštetimi elementi.

Morfološka analiza in primerjava hemopoetskih mest v jetrih močerila (*Proteus anguinus*, Amphibia: Urodela, Proteidae) in pisanega nektura (*Necturus maculosus*, Amphibia. Urodela, Proteidae)

KOMENTAR: Predolg naslov. Bistveno boljši in pomensko praktično enak je **Hemopoetska mesta v jetrih močerilarjev (Amphibia: Proteidae).**

Zadrege z oblikovanjem naslova se da rešiti z uporabo standardnih oblik in fraz, kot so "vpliv A na B", "povezava med A in B", "pomen A za B", "odvisnost A od B". Taki naslovi praviloma niso problematični, a so neizvirni in pogosto ne dovolj informativni.
PRIMERA:

- **Vpliv akaricida kumafosa na pašno dejavnost, socialno vedenje in učenje medonosne čebele *Apis mellifera***
- **Vpliv marikulture na meiofavno v Piranskem zalivu**

2. Izbor in predstavitev problema ter formulacija hipotez

Na tej točki je razhajanje med zahtevami komisije in predstavo doktorandov, pogosto tudi mentorjev, največje. Razloge vidimo predvsem v različnih interpretacijah pojma "raziskovalne hipoteze" iz 3. člena "Pravil o postopkih za pridobitev naslovov doktor in magister znanosti na Biotehniški fakulteti".

V 3. členu Pravil je zapisano, da mora dispozicija doktorske disertacije obsegati (me drugim)

- opredelitev raziskovalnega problema,
- prikaz dosedanjih raziskovanj opredeljenega raziskovalnega problema,
- raziskovalne hipoteze.

To so tri med seboj neločljivo prepletene komponente začetnega dela znanstvenega procesa. Da bi lažje razumeli, kaj moramo napisati v dispozicijo, si na kratko oglejmo strukturo tega procesa. Začnemo tako, da iz obstoječega védenja o nekem fenomenu izluščimo znanstveno vprašanje ali problem. Na osnovi problema in z njim povezane teorije izpeljemo (deduciramo) napoved, ki mora biti empirično preverljiva. Ta del znanstvenega procesa formalno opravimo v uvodu. Kako bomo preverjali napoved, opišemo v poglavju o metodah. Izid preverjanja so rezultati. Doprinos rezultatov k reševanju uvodoma opisanega znanstvenega problema razložimo v diskusiji tako, da jih vtremo v novo teoretsko razlago o fenomenu.

Kaj je 'raziskovalna hipoteza'?

Kaj od zgoraj navedenega je hipoteza? Kandidati jo pogosto enačijo z napovedjo, na primer "v razmerah A bo nastalo več produkta C kot v razmerah B." To je napačno. Napoved sama po sebi še ni znanstvena hipoteza. Hipoteza je teoretska razlaga fenomena, na primer "razmere A so ugodne za nastanek produkta C, ker omogočajo višjo aktivnost C-sintetaze kot razmere B." Šele na podlagi tega razmisleka lahko formuliramo preverljivo napoved. O višji aktivnosti C-sintetaze sklepamo po navedbah iz literature ali iz opažanj. Recimo, da nas zanima, zakaj v fermentorju dobimo tako malo produkta C. To je naš raziskovalni problem. Potemtakem bi se celotna raziskovalna hipoteza lahko glasila

"Avtor et al. (2005) so pokazali, da je optimum delovanja nekaterih bla-sintetaz, ki jim je C-sintetaza podobna po aminokislinskem zaporedju (Avtorica et al. 2007), v razmerah A. Iz podobnosti zaporedij sklepamo, da ima C-sintetaza podobne biokemijske lastnosti kot bla-sintetaze. Zato pričakujemo, da bo količina produkta naraščala, ko bomo razmere spreminjali od B proti A."

Sestavni del tako formulirane hipoteze je poleg razmisleka o podatkih iz literature in napovedi tudi povsem teoretsko sklepanje o povezavi med strukturo in funkcionalnostjo.

V številnih primerih je že za samo opredelitev raziskovalnega problema potrebna poglobljena obravnava literature. V takih primerih opredelitev problema ni smiselno ločevati od pregleda literature o problemu. Nič ne bo narobe, če v ju dispoziciji

združimo, na primer pod naslovom "Opredelitev problema in prikaz dosedanjih raziskav".

Število hipotez

Dispozicije doktorskih disertacij pogosto vsebujejo dolge seznam hipotez. Več filozofskih in tehničnih razlogov je, zakaj je dobro biti pri izboru raziskovalnih hipotez varčen. Znanstveno prepričljive hipoteze temeljijo na poglobljenem teoretskem razmisleku in vsebujejo drzne in bistroumne napovedi. Najmočnejše hipoteze vsebujejo malo verjetne, kompleksne napovedi. (Pomislimo na primer na tisto hipotezo, ki je napovedala spremembo smeri svetlobe v gravitacijskem polju.) Napovedi, katerih izide zlahka uganemo, zelo malo prispevajo k napredku znanosti. ("V vodnem okolju pričakujemo prevlado akvatičnih organizmov.") Če najdemo za nek fenomen več možnih razlag, je zelo smiselno formulirati alternativne hipoteze. Alternativne hipoteze, sploh če se med seboj izključujejo, so zelo učinkovito znanstveno orodje.

Cilji ali raziskovalna vprašanja namesto hipotez

Žalostno stanje hipotez v dispozicijah in disertacijah kaže, da so izmišljene na silo, ker jih pač zahtevajo pravilniki. Hipoteze so formulirane post hoc, nerodno, trivialno, neatraktivno, neredko celo neznanstveno. Znanosti pa se na da uokviriti s pravilniki! Filozofi znanosti so pokazali, da je hipotezno deduktivni pristop k znanosti pogosto prestrog in pretog. Tudi mehkejši pristopi so lahko znanstveni in prispevajo k napredku znanosti. V biologiji so taki pristopi razmeroma pogosti: opazovanja, opisi, anketne študije, študije konkretnih primerov, razvoj in preizkušanje novih metod ... V resnici je najpogostejši motiv doktorskih raziskav določeno odkritje, ne pa preverjanje hipotez o splošnih zakonitostih. V večini takih primerov je nesmiselno kovati hipoteze in iz njih deducirati napovedi. Predvsem zato, ker ne proučujemo splošne zakonitosti, temveč nas zanima konkreten primer, recimo flora nekega območja ali znanje ekologije pri sedmošolcih v Mestni občini Maribor. Če v želji zadostiti formalnim zahtevam v pravilniku zapišemo hipotezo "predvidevamo, da je znanje sedmošolcev v MOM pomanjkljivo", smo zgolj pokazali, da ne obvladamo znanstvene metode.

Če narava našega raziskovalnega dela ni hipotezno deduktivna, lahko brez zadržkov namesto hipotez zapišemo jasno opredeljene raziskovalne cilje ali raziskovalna vprašanja. Ti cilji (raziskovalna vprašanja) morajo, enako kot hipoteze, temeljiti na pregledu že znanega in identifikaciji raziskovalnega problema. Pri njihovem oblikovanju imamo več svobode kot pri snovanju hipotez. Še vedno pa morajo biti cilji ali raziskovalna vprašanja postavljeni tako, da bodo smiselni, da bodo prispevali k znanju o obravnavani problematiki, in da se bo dalo veljavnost ugotovitev preverjati.

Če smo v dispoziciji ali uvodu disertacije navedli eksplicitne raziskovalne hipoteze, je postavljanje raziskovalnih ciljev ali raziskovalnih vprašanj odveč. Hipoteza že sama vsebuje cilj, ki je preverjanje iz nje izpeljanih napovedi. Dodatni, od hipoteze ločeni

raziskovalni cilji ali raziskovalna vprašanja ne morejo izboljšati disertacije. Odvečni cilji zamegljujejo namen raziskave in hipotezam jemljejo znanstveno težo.

PRIMERI

Predvidevali smo, da:

- bomo z uporabo metode DAS-ELISA dobili vpogled v razporeditev virusa po rastlini vinske trte in ugotovili kateri čas v sezoni in katero tkivo vinske trte je najprimernejše za vzorčenje in določanje virusa GFLV s testom ELISA,
- bomo z obdelavo objavljenih nukleotidnih zaporedij molekule RNA2 virusa GFLV, uspeli oblikovati začetne oligonukleotide in sondo za določanje do sedaj znanih genotipskih različic virusa GFLV z metodo RT-PCR-RČ,
- bo nova metoda RT-PCR-RČ občutljivejša od testa DAS-ELISA,
- bo nova metoda RT-PCR-RČ primerna za relativno kvantifikacijo virusa v rastlinah vinske trte,
- bomo dobili odgovor o prisotnosti/odsotnosti satelitske RNA v trtah okuženih z GFLV ter povezavo med prisotnostjo satRNA in pojavom različnih bolezenskih znamenj,
- bomo uspeli pridobiti vpogled v raznolikost satelitske RNA GFLV na podlagi večjega števila nukleotidnih zaporedij.

KOMENTAR: To je tipičen primer "raziskovalnih hipotez" v doktorskih disertacijah na Biotehniški fakulteti. Nobena od naštetih točk ni znanstvena hipoteza! Zapisano niso niti raziskovalni cilji niti ne raziskovalna vprašanja, kvečjemu seznam želja za Dedka Mraza. Pa še teh nam ne bo znal izpolniti, ker ne bo vedel, kaj je GFLV in RT-PCR-RČ.

Delovni hipotezi, ki smo si ju zastavili v doktorski nalogi, sta:

- Osmotski stres (povečanje in zmanjšanje ionske jakosti) vpliva na zmanjšanje hitrosti rasti bakterijskih celic, redukcijskih sposobnosti in celic in deleža nelamelarnih struktur v membrani.
- Osmotski stres vpliva na povečanje nivoja ATP v celici, dehidrogenazne aktivnosti, mikrobne respiracije in glikolitične aktivnosti.

KOMENTAR: Hipotezi sicer vključujeta poskus vzročne razlage, vendar brez utemeljitve. Manjkajo eksplicitne napovedi. Trditev, da A vpliva na B, še ni preverljiva napoved. Narava vzročne zveze je nerazumljiva zaradi napačne rabe glagola vplivati. Piše sicer "... vpliva na zmanjšanje hitrosti ...", verjetno pa je mišljeno "... povzroča zmanjšanje hitrosti ..." ali morda "... vpliva na hitrost ...". Zveza "... vpliva na zmanjšanje hitrosti ..." je izjava o vplivu na proces zmanjševanja, na primer ali gre za linearen ali negativno pospešen proces.

V zelo variabilnem okolju pričakujemo tudi variabilnost *P-E* parametrov, v glavnem povezano z nihanjem abiotskih parametrov ter s sestavo in abundanco fitoplanktonske združbe. Razpon vrednosti P^B max, zlasti spodnje vrednosti, naj bi pokazale, ali je sistem predvsem hranilno limitirajoč, v kar so

bile usmerjene dosedanje ekološke raziskave tega območja, ali pa je svetloba pomembnejši omejujoč dejavnik.

KOMENTAR: Tako razglabljanje je primerno za pogovor s kolegi ob kavi ali debato po e-pošti. Napisano ni raziskovalna hipoteza, ne vsebuje jasne napovedi in je obremenjeno z žargonom.

Hipoteza 1: Vrstna pestrost alg v Sloveniji je večja od zdaj ugotovljene.

Hipoteza 2: Obstajajo rodovi alg, ki do zdaj na območju Slovenije niso bili ugotovljeni.

Hipoteza 3: V različnih okoljih prevladujejo različne skupine alg.

KOMENTAR: Če vzamemo v nemar, da te trditve niso znanstvene hipoteze, so neprimerne tudi kot raziskovalna izhodišča, ker so trivialne. Prva pove enako kot "naše znanje o svetu ni popolno". Druga je stvar navzkrižnega preverjanja seznama v Sloveniji ugotovljenih rodov s svetovnim seznamom rodov. Tretja je s stališča ekološke znanosti nekaj podobnega kot $F = ma$ v fiziki.

Osrednji namen doktorskega dela je raziskati možni mehanizem orientacije proti viru vibracijskega dražljaja pri stenici vrste *Nezara viridula*. Doktorska naloga ima naslednje cilje:

- 1. morfološka in funkcionalna karakterizacija internevronov, ki prevajajo informacije o vibracijah podlage, v protorakalnem in centralnem gangliju stenice *Nezara viridula*;**
- 2. ugotoviti, kako ti internevroni procesirajo časovne zamike v prihodu dražljaja na različne vhode, v velikostnem razredu tistih, izmerjenih pri prevajanju signala po rastlini;**
- 3. ugotoviti mehanizem, s katerim ti internevroni opravljajo funkcijo analize smeri izvora vibracij.**

KOMENTAR: Ta disertacija ne vsebuje eksplicitnih hipotez. Pred jedrnato predstavitev namena in ciljev je nekaj strani dolg uvod, v katerem je predstavljena in pojasnjena raziskovalna problematika. Na tak način predstavljena motivacija za raziskavo je bistveno boljše kot na silo skovane in neznanstveno formulirane raziskovalne hipoteze.

3. Predstavitev metod

Predstavitev raziskovalnih metod in utemeljitev njihovega izbora je naslednja šibka točka mnogih dispozicij in disertacij. V dispoziciji doktorske disertacije je najpomembnejša funkcija tega poglavja pokazati, da se bo z izbranim pristopom dalo doseči raziskovalne cilje oziroma izvesti preverjanje hipotez. Bolj kot poimensko naštevanje metod, kemikalij, aparatov in računalniških programov je pomemben natančen opis postopka. Postopek mora biti razčlenjen tako, da bo za vsako fazo razvidno, kakšen bo njen doprinos k naslednjim korakom. Jasno mora biti razloženo, kako bodo izvedena preverjanja napovedi.

Večina bioloških disertacij vsebuje statistično obdelavo in statistično testiranje hipotez. Ta del mora biti že v dispozicijo dovolj podrobno predstavljen, da bo lahko komisija ocenila, ali je izbrani statističen pristop ustrezen. To praktično pomeni, da moramo v naprej predvideti naravo rezultatov in njihov okviren velikostni razpon. Le tako bomo lahko pravilno izbrali statistična orodja. Enostavna obravnava v stilu "Statistično analizo bomo izvedli s programskim paketom SPSS." ni dovolj.

Nenazadnje ne smemo pozabiti, da statistično testiranje hipotez ni isto kot preverjanje znanstvenih hipotez. Znanstvena hipoteza je teoretska razlaga iz katere izhaja preverljiva napoved. V statističnem smislu pa hipoteze pomeni sistem (navadno dveh) trditev o možnih alternativnih izidih, stanjih ipd. nekega merljivega pojava. Uporaba statističnega testiranja je le ena od možnosti za preverjanje znanstvenih hipotez. Velja tudi obratno: statistične hipoteze in testiranje lahko uporabimo tudi, če se ne poslužujemo znanstvenega hipotezno-deduktivnega postopka.

4. Pričakovani rezultati in prispevek k znanosti

Temu delu se posveča velika pozornost pri formalni obravnavi dispozicije. Sprejem naslova in dispozicije doktorske disertacije edini korak, ki poteka na nivoju univerze, in prav pričakovani prispevek k znanosti je deležen posebej kritične presoje. Zato ga velja pripraviti skrbno, jasno in pregledno. Smiselno je, da pri oblikovanju tega poglavja sodeluje mentor, ki dobro pozna širše znanstveno področje in lahko oceni relevantnost pričakovanih ugotovitev. Dispozicija, ki predvideva zgolj ponavljanje že opravljenih poskusov ali preizkušanje že znanih metod, bo verjetno zavrnjena.

Kandidati tukaj radi naštevajo preliminarne rezultate in pričakovane konkretne rezultate, na primer izide poskusov ter vrednosti meritev, a te bi morali obdelati že v predhodnih poglavjih. Mišljeni so sumarni, celokupni rezultati. Morda bi se točka lahko bolj nazorno glasila "pričakovana dognanja in ...". Ne gre torej za nizanje detajlov, temveč za opis celotnega pričakovanega znanstvenega prispevka disertacije. Poskusimo odgovoriti na vprašanja, kako bo disertacija nadgradila, dopolnila ali spremenila obstoječe znanje. In pa kako bo pomagala rešiti uvodoma predstavljen raziskovalni problem. Poglavje je lahko kratko, a mora biti hkrati prepričljivo. Nujno se mora navezovati na obstoječe znanje ali raziskovalni problem, ker se da le tako prikazati pomen pričakovanega prispevka. Navajanje virov je lahko zelo koristno.

PRIMERA

[...] pričakujemo, da bomo najvišje koncentracije kadmija najprej določili v škregah, nato pa v ledvicah in jetrih. Pričakujemo tudi, da bo koncentracija kadmija v tkivih naraščala s časom izpostavitve. Pri kontrolnih osebkih

predvidevamo, da bo koncentracija kadmija v vseh tkivih pod mejo zaznavnosti uporabljene metode. V tkivih izpostavljenih živali pričakujemo tudi spremembe v razporeditvi esencialnih kovin kot sta baker in cink. ...

Predvidevamo tudi možnost, da bo izpostavitve kadmiju vplivala na energetski metabolizem živali, oziroma da bo v jetrih izpostavljenih živali prišlo do sprememb v koncentraciji glikogena, lipidov in proteinov kot posledica stresa.

KOMENTAR: Dobesedno so naštet "pričakovani rezultati", namesto da bi bil razložen splošni uporabni pomen in znanstveni doprinos te ekotoksikološke študije.

V doktorski disertaciji bo prvič doslej celovito obdelana in predstavljena diverziteteta in razširjenost favne kačjih pastirjev otoka XY ter pravzaprav vse, kar je znanega o kačjih pastirjih tega tropskega azijskega otoka. Čeprav za moderne evropske razmere to delo po zasnovi in obsegu ne izstopa, pa bo za območje celotne jugovzhodne Azije in tudi širše sploh prva tako podrobna odonatološka raziskava [...] za večje zaključeno območje. Podrobneje bomo raziskali centre diverziteteta kačjih pastirjev na XY, ki bodo pomembno vplivali na izbor naravovarstveno pomembnih območij za vodno favno na tem otoku.

Rezultat drugega [...] sklopa bo ovrednotenje stanja ogroženosti preko 20 endemičnih vrst kačjih pastirjev in uvrstitev dodatnih vrst na globalni Rdeči seznam ogroženih živalski vrst (IUCN 2010). ...

KOMENTAR: Nekaj stavkov, ki takoj prepričajo, da bo naloga kljub enostavni zasnovi pomagala zapolniti veliko globalno vrzel v favnističnem znanju, in da bo pomembno doprinesla k ohranjanju narave in s tem reševanju praktičnega problema.