



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA IZOBRAŽEVANJE,
ZNANOST IN ŠPORT



Zavod
Republike
Slovenije
za šolstvo

Učni načrt

Splošna in strokovna gimnazija

FIZIOLOGIJA ŽIVČEVJA

IZBIRNI PREDMET (70/105 ur)

Splošna in strokovna gimnazija
FIZIOLOGIJA ŽIVČEVJA
Izbirni predmet (70/105 ur)
Učni načrt

Avtorji besedila:

doc. dr. **Gregor Belušič**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
Sonja Marušič, Srednja šola Venca Pilon Ajdovščina
dr. **Alenka Gorjan**, Srednja šola za farmacijo, kozmetiko in zdravstvo, Ljubljana
prof. dr. **Marko Kreft**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta
doc. dr. **Blaž Koritnik**, Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta
doc. dr. **Andraž Stožer**, Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta
doc. dr. **Jurij Dolenšek**, Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta
prof. dr. **Janko Božič**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

Recenzenta:

Erika Jarič, Gimnazija Poljane, Ljubljana
Robert Zorc, Inštitut za patološko fiziologijo Medicinske fakultete v Ljubljani

Jezikovni pregled: Mira Turk Škraba

Izdala: Ministrstvo za izobraževanje, znanost in šport, Zavod RS za šolstvo
Za ministrstvo: dr. **Simona Kustec**
Za zavod: dr. **Vinko Logaj**

Prva spletna izdaja
Ljubljana, 2020

Sprejeto na 203. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 19. 12. 2019.

Objava na spletni strani:

http://eportal.mss.edus.si/msswww/programi2020/programi/gimnazija/ucni_nacrti.htm

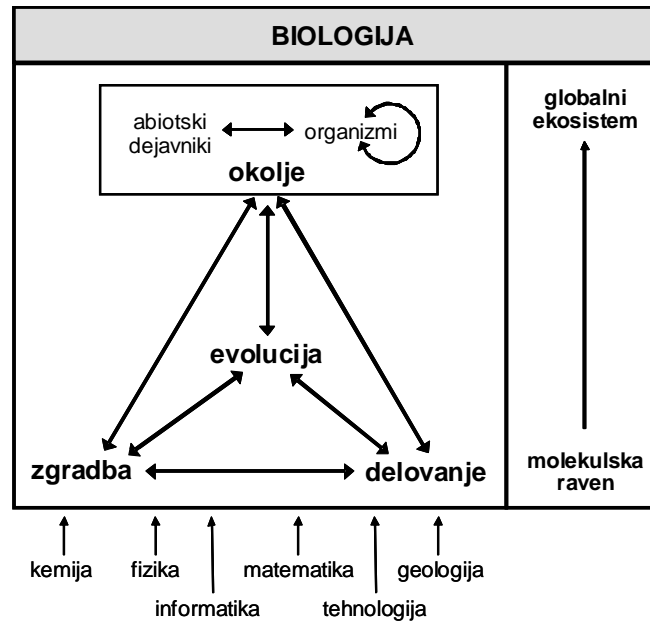
Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani
[COBISS.SI-ID=17377283](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:si:tb-0017377283)
ISBN 978-961-03-0500-2 (Zavod RS za šolstvo, pdf)

KAZALO

1	OPREDELITEV PREDMETA.....	1
2	SPLOŠNI CILJI	3
3	OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE	4
3.1	Obvezni del (50 ur).....	4
3.1.1	Uravnavanje delovanja organizma človeka in drugih živali	4
3.1.2	Na zgradbo in delovanje živčevja vplivajo geni in okolje.....	6
3.1.3	Možgani so biološka osnova razuma.....	7
3.2	Izbirni del (20/55 ur)	8
3.2.1	Nevroetologija (20 ur).....	8
3.2.2	Znanstveno raziskovanje vodi v razumevanje, ki je temelj razvoja zdravljenja motenj/bolezni živčnega sistema (20 ur).....	9
3.2.3	Bolezni živčevja (15 ur)	10
4	STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA	12
4.1	Vsebinska znanja	12
4.1.1	Obvezni del	12
4.1.2	Izbirni del.....	13
4.2	Proceduralna/procesna znanja	14
5	DIDAKTIČNA PRIPOROČILA	16
5.1	Predvidena organizacija in načrtovanje izvedbe učnega načrta.....	16
5.2	Povezave z osnovnim programom predmeta	17
5.3	Medpredmetne povezave.....	17
5.4	Uresničevanje ciljev in konceptov predmeta	18
5.5	Vrednotenje znanja	19
6	MATERIALNI POGOJI ZA IZVEDBO POUKA	20
7	ZNANJA IZVAJALCEV	21

1 OPREDELITEV PREDMETA

Izbirni predmet živčevje je zasnovan kot nadgradnja in poglobljanje učnega načrta za biologijo v osnovnem programu gimnazije. Izhaja iz celostnega razumevanja in povezovanja temeljnih bioloških konceptov (glej shemo Prikaz celostnega poučevanja biologije), ki jih dijakinje in dijaki v kompleksnejših primerih delovanja možganov in celotnega živčnega sistema smiselno povežejo, uporabijo, poglobijo in nadgradijo s problemsko obravnavo in raziskovalno dejavnostjo.



Prikaz celostnega poučevanja biologije (shema je objavljena v *Učni načrt*. *Biologija: gimnazija*; str. 62)

Razvijanje posameznih temeljnih konceptov biologije skozi vsebinsko vertikalo biologije je temelj za strukturiranje znanja in systemskega mišljenja o živem svetu. Systemsko razmišljanje omogoča dobro razumevanje vsakega dela le v relaciji z drugimi deli in celotnim sistemom (delovanje vsakega dela človeškega organizma je dobro razumljeno le v relaciji z delovanjem drugih delov in delovanjem celotnega organizma kot živega sistema).

Človek in druge živali z živčnim sistemom nadzorujejo svoje delovanje ter usmerjajo vedenje v budnem stanju in spanju. Interakcije in procesi v omrežjih živčnih celic živalim omogočajo usklajeno delovanje notranjih organov, čutilnega in gibalnega sistema na ravni perifernega živčnega sistema, reprezentacijo lastnega telesa in okolice, učenje, pomnjenje in anticipatorno vedenje ter znotrajvrstno in medvrstno komunikacijo. Pri človeku živčevje omogoča tudi govor, simbolno mišljenje in samozavedanje.

Nevroznanost raziskuje biotske mehanizme na ravni molekul, genov in celic, celičnih

omrežij ter kompleksne interakcije, ki so na ravni delovanja organizma prepoznavne kot vedenje.

Hiter razvoj nevroznanosti z novimi spoznanji na področju delovanja možganov prispeva k širjenju znanja za ohranjanje zdravja in izboljšanje zdravljenja bolezni živčevja. Izbirni predmet živčevje s prenosom znanstvenih spoznanj na mlajše generacije manjša vrzeli med hitrim razvojem nevroznanosti in prenosom znanja v javnost. S celostnim razumevanjem delovanja možganov in celotnega živčnega sistema v kontekstu fizioloških, psiholoških in kulturnih sistemov prispeva k razvijanju zmožnosti spoprijemanja z okoliščinami, s katerimi se srečujemo v osebni, poklicni in socialni življenju. To znanje bo prispevalo tudi k izboljševanju razumevanja mentalnega zdravja in zmanjševanju rabe stereotipov v zvezi z boleznimi živčevja ter s tem povezane socialne stigme bolnikov.

Dijakinje in dijaki pri tem izbirnem predmetu dobijo vpogled v bodoče poklice s področja hitro razvijajoče se nevroznanosti.

Izbirni predmet obsega 70 ali 105 ur in je zaključena celota povezanih tematskih sklopov. Učiteljica/učitelj biologije strokovno avtonomno načrtuje in izvede pouk izbirnega predmeta.

2 SPLOŠNI CILJI

Glavni cilji pouka izbirnega predmeta Fiziologija živčevja so:

- poglobljanje razumevanja bioloških konceptov in povezav med njimi ter uporaba znanja v različnih okoliščinah;
- nadgradnja znanja sklopov A, B, C in F iz učnega načrta za biologijo v obveznem programu;
- poglobitev osnovne zgradbe in delovanja človeških možganov ter primerjava z drugimi živalskimi skupinami;
- razumevanje učenja kot lastnosti živega na različnih organizacijskih ravneh od molekularne signalizacije do živčnih in socialnih mrež;
- razvijanje sposobnosti za uporabo biološkega znanja na področjih človekovega udejstvovanja, katerih napredek temelji na razvoju nevroznanosti;
- razvijanje sposobnosti za uporabo biološkega znanja pri reševanju problemov v zvezi z delovanjem organizma, njegovim vedenjem v različnih kontekstih in reševanjem problemov v zvezi z okvarami in boleznimi živčevja (sposobnost za aktivno državljanstvo);
- razvijanje sposobnosti za povezovanje in uporabo znanja medicine, biologije in drugih ved za odpravljanje stereotipov in stigme, ko gre za duševno zdravje in bolezni živčevja;
- kritično presojanje prednosti in zadržkov uporabe znanstvenih spoznanj v medicini, biologiji in podobnih področjih (npr. prednosti in omejitve pri poseganju v živčni sistem z vidika blaginje družbe in posameznika);
- aktivno vključevanje v družbene razprave in samostojno odločanje, ko gre za odnos do bolnic in bolnikov z okvarami in poškodbami možganov;
- spoznavanje in uporaba osnovnih metod raziskovanja v nevroznanosti ob upoštevanju etičnih načel;
- razumevanje duševnega zdravja ter pomena učenja skozi življenjska obdobja.

3 OPERATIVNI CILJI IN VSEBINE

Učni načrt obsega vsebinske sklope, koncepte in cilje. Vsebinski sklop obravnava širše področje nevroznanosti in obsega enega ali več konceptov. Koncepti zajemajo celostno razumevanje živčevja in povezave posameznih področij nevroznanosti. Posamezni cilji so podrejeni konceptu – cilji dijakinjo/dijaka vodijo do razumevanja koncepta. Pričakovani dosežki na področju vsebinskih znanj zajemajo razumevanje konceptov ob zaključku pouka izbirnega predmeta.

Didaktična navodila, ki se nanašajo na posamezne vsebinske sklope ali cilje, so navedena na ustreznih mestih v tem poglavju. Splošna didaktična priporočila so zbrana v razdelku 5.

Vsebinski sklopi obveznega dela zajemajo znanja, ki so pomembna za razumevanje bistvenih bioloških konceptov, povezanih z delovanjem živčevja. Za njihovo uresničevanje sta potrebna različen obseg in uporaba ustreznih pristopov. Učitelj strokovno avtonomno v letni pripravi in pripravah na učne enote predvidi obseg časa za njihovo doseganje glede na zmožnosti dijakin in dijakov ter izbrane načine poučevanja, preverjanja in ocenjevanja.

Vsebinski sklopi izbirnega dela zajemajo dodatna ali poglobljena znanja, ki jih učiteljica/učitelj izbere ter obravnava glede na zmožnosti in interese učencev. Izvedba predmeta je možna v obsegu **70 ali 105 ur** (v enem letu).

OBSEG PREDMETA	IZBIRNEGA	NAČRTOVANJE IZVEDBE
70 ur		Obvezni del (50 ur) + sklop izbirnega dela (20 ur)
105 ur		Obvezni del (50 ur) + izbirni del (55 ur)

V obsegu do 20 odstotkov pouka predmeta učitelj glede na aktualne teme in probleme v ožjem in širšem okolju strokovno avtonomno določi, katere koncepte in pripadajoče cilje bo obravnaval bolj poglobljeno.

3.1 Obvezni del (50 ur)

3.1.1 Uravnavanje delovanja organizma človeka in drugih živali

Živčevje je hiter sistem, ki nadzoruje delovanje organizma, se odziva na spremembe v organizmu in okolju ter uravnava vedenje živali.

Dijakinja/dijak:

- pojasni zakaj imajo mnogocelične živali živčni sistem, ki omogoča usklajeno delovanje organizma z zaznavanjem zunanjih in notranjih dražljajev, obdelavo oz. procesiranjem ter odgovorom na dražljaje;
- na primeru predstavi temeljno zgradbo živčne celice in poglobi razumevanje osnovnih mehanizmov delovanja živčne celice ter vretenčarskega živčnega sistema (osrednjega in obkrajnega);
- opiše mehanizme komunikacije med celicami (električna in kemična sinapsa);
- razume, da delovanje možganov temelji na procesih, ki jih izvajajo desetine milijard živčnih celic ali nevronov, strukturno in funkcionalno podprtih z delovanjem celic glia;
- razume, da vsak nevron komunicira z mnogimi drugimi nevroni in z njimi tvori omrežja, preko katerih si deli/izmenjuje in obdeluje informacije;
- nadgradi zgradbo živčnega sistema z razumevanjem, da optimalno delovanje živčnega sistema sloni na koordiniranem delovanju nevronov v različnih regijah možganov;
- se seznanj z evolucijsko zgodovino razvoja živčevja iz preprostejšega v zelo kompleksno ter ve, da evolucija nenehno poteka;
- se na primerih seznanj z možnimi napakami in vzroki za motnje v delovanju kompleksnega živčnega sistema, ki ima za posledico motnjo v čutilni in gibalni funkciji človeškega telesa, ter razume, da ima zdravljenje bolezni velike družbene in gospodarske vplive.

Nevroni komunicirajo s pomočjo električnih in kemičnih signalov. Osnovni princip delovanja živčnih celic so električni fenomeni, ki nastajajo zaradi delovanja ionskih kanalov in črpal ter s tem povezanega pretoka in porazdelitve ionov skozi celično membrano.

Dijakinja/dijak:

- razume, da čutila pretvarjajo fizikalne in kemijske dražljaje iz okolice v električno vznurjenje, preko katerega podatke o dražljajih posredujejo osrednjemu živčnemu sistemu, in poglobi razumevanje mehanizma pretvorbe dražljaja v električne signale;
- poglobi razumevanje pasivnih električnih lastnosti celične membrane kot temelja za seštevanje (integracijo) in pasivno prevajanje električnih sprememb;
- poglobi razumevanje mehanizma pasivnega (elektrotoničnega) prenosa potenciala vzdolž dendritov živčnih celic po eni strani in aktivnega prenosa akcijskega potenciala vzdolž aksona živčnega vlakna po drugi strani;
- razume zgradbo kemične sinapse in znanje dopolni z razumevanjem zgradbe in delovanja električne sinapse; sinapso razume kot prilagodljivo (plastično) strukturo, ki omogoča nastavljiv prehod električnega signala iz nevronov na sosednje celice;

- razume, da električni signali motoričnih nevronov centralnega živčnega sistema s prenosom na mišične celice organizirajo krčenje mišičnih celic in posledično premikanje;
- na primeru razišče in razume, da spremembe v obsegu aktivnosti na sinapsah lahko začasno ali trajno spremenijo njihovo delovanje ter s tem omogočajo učenje, pomnjenje in pozabljanje;
- na primerih razišče in razume, da komunikacijo med nevroni lahko spremenijo tako naravna aktivnost (npr. učenje, telesna vadba, stres) in toksične substance (naravni in umetni toksini) kot tudi vnos psihoaktivnih substanc (zdravil, drog), in razume glavne mehanizme njihovega delovanja in zlorabe;
- razume, da je vedenje živali posledica procesov v živčnem sistemu, in razume, da vedenje vodijo vzorci delovanja nevronov, povezanih v mreže;
- spozna, da je bolj ali manj kompleksno živčevje podlaga za različne kompleksne ravni vedenja, razumevanja in zavedanja živali: od zapletene integracije in uskladitve čutilnomotorične povratne zanke prek notranje reprezentacije živali v njenem okolju, pomnjenja in usklajenega napovednega vedenja do reprezentacije živali v socialni skupini, pojava znotrajvrstne in medvrstne komunikacije ter vznika simbolnega mišljenja kot temelja za pojav kulture.

3.1.2 Na zgradbo in delovanje živčevja vplivajo geni in okolje

Zgradba in delovanje živčnega sistema je skozi celotni življenjski cikel/krog živalskega organizma odvisna od genskih informacij in okolja. Živčni sistem je zgrajen iz omrežij živčnih celic. Genski zapis vsebuje zgolj osnovna navodila za izgradnjo celic in omrežij, ki se z uporabo spreminja (plastičnost živčevja).

Dijakinja/dijak:

- razume, da se v embrionalnem razvoju nevronske mreže tvorijo na podlagi systemskega izražanja genskih informacij in se modificirajo v interakcijah v notranjem in zunanjem okolju;
- na primeru motoričnega nevrona spozna funkcionalno polarizacijo živčne celice, ki temelji na lokalnih anatomskih razlikah in lokalnem naboru membranskih beljakovin;
- na primerih najenostavnejših omrežij živčnih celic za motorične reflekse poglobi razumevanje principa delovanja živčevja in ga nadgradi s spoznavanjem kompleksnejših interakcij v omrežjih centralnega živčnega sistema;
- na primerih razišče in razume, da senzorna omrežja (npr. za vid, tip, sluh, vonj in okus) posredujejo informacije živčnemu sistemu, iz katerega motorična nevronska omrežja pošiljajo informacije do mišic in žlez;
- na primeru spozna, da z možgani tvorimo kompleksne odzive, tedaj ko za tvorbo odgovora integrirajo informacije iz mnogih nevronskih mrež/omrežij;

- spozna, da enostavne in kompleksne interakcije med nevroni nastajajo v časovnem razponu od milisekund do mesecev;
- razume, da so živčne celice v možganih organizirane v funkcionalna omrežja tako, da z njimi zaznavamo, sprožamo vedenja, pomnimo in aktiviramo spomine, ki lahko trajajo vse življenje;
- razume, da so živčne mreže tako zelo kompleksne, da genski zapis ne more vsebovati natančnega in dobesednega načrta za njihovo izgradnjo, in da razvoj živčnih mrež temelji na naboru preprostih navodil, ki vodijo celice pri izraščanju, izogibanju in iskanju celičnih partnerjev, ter da se povezave med celicami v centralnem živčnem sistemu z uporabo spreminjajo (primer razvoja beline in sivine človekovih možganov).

3.1.3 Možgani so biološka osnova razuma

Možgani so najkompleksnejši organ živalskega organizma, s katerim se živali učijo, pomnijo, načrtujejo, rešujejo probleme in usmerjajo svoje delovanje v socialnih okoljih. Nekateri živali v živčevju kažejo tudi vzorce dejavnosti, ki so temelj za vznik samozavedanja. Od preprostih živali do človeka lahko spremljamo nepretrgan razvojni lok kompleksnosti zgradbe in delovanja možganov; človek se od drugih vrst loči po sposobnosti simbolnega mišljenja.

Dijakinja/dijak:

- spozna, da sodobna znanost uporablja objektivne in izredno močne analitske metode, s katerimi lahko preučuje delovanje možganov, od ravni molekul do mrež in vedenja;
- razume, da z možgani ustvarjamo pogled na svet (razumevanje realnega sveta) ob uporabi vseh dostopnih informacij, čutil, čustev, instinktov in izkušenj; pri tem možgani obdelujejo nevzdržno veliko količino čutilnih podatkov, ki jih sproti prebirajo na podlagi usmerjanja pozornosti, prepoznave vzorcev in optimalnih približkov;
- razume, da živali pri vedenju ženejo nagoni in čustva;
- razume, da se možgani učijo na podlagi filogenetskega spomina (instinktov, prirojenih vzorcev obdelave in prepoznave podatkov) in iz izkušenj; sproti pripravlja odbrane odzive in jih nato tudi vrednoti;
- razume, da je samozavedanje pojav običajne aktivnosti (zdravih) človekovih možganov; pri tem spozna, da poznamo precej znakov, ki nakazujejo, da imajo tudi mnoge živali določeno sposobnost zavedanja, vendar te njihove sposobnosti zaenkrat še ne znamo preučevati z dovolj pronicljivimi metodami;
- razume, da so spremembe sinaptičnih povezav skozi čas, ki nastajajo na podlagi intenzitete dejavnosti na sinapsah, vzorca dejavnosti v živčni mreži in spremembe števila sinaptičnih povezav, molekularna podlaga kratkoročnega in dolgoročnega spomina ter učenja;

- razišče učenje in vedenje pri drugih živalih in razume, da sta čas in vsebina vedenja uravnana z raznolikimi mehanizmi in sta ključna za naravno selekcijo.

3.2 Izbirni del (20/55 ur)

3.2.1 Nevroetologija (20 ur)

Vedenje živali sloni na delovanju živčnega sistema, drugih organskih sistemov in okolja.

Dijakinja/dijak:

- poglobi razumevanje mehanizmov in pomena zaznave pri živalih za enostavna in kompleksna vedenja (npr. za orientacijo, iskanje hrane, lov, umik, beg);
- razišče in razume delovanje refleksnih odzivov (npr. pri žuželkah in človeku);
- razišče vpliv hormonalnega in živčnega sistema na delovanje organizma in vedenje (npr. spolno vedenje pri živalih);
- razišče in razume sporazumevanje živali (npr. oglašanje, razkazovanje) in to primerja z načini komunikacije pri drugih skupinah organizmov;
- razume, da so različne oblike sporazumevanja (npr. kemična, vibracijska, akustična idr.) ključno prispevale k evolucijskemu nastanku sodelovalnih mehanizmov za nastanek družno živečih skupnosti, ki na ta način učinkoviteje izkoriščajo omejene življenjske vire;
- kot primer sodelovanja v skupini opazuje medsebojno čistilno vedenje čebel in čebelji ples ter razume njun pomen v kontekstu sodelovanja znotraj čebelje družine;
- razume, da tudi zelo kompleksna vedenja lahko nastajajo v naravni selekciji, ki temelji na izboru spolnega partnerja z najočitnejšimi spolnimi znaki;
- na podlagi študij izbranih primerov spozna sodobne metode v nevroetologiji in načrtuje ter opravi raziskavo (samostojno ali v skupini) vedenja izbrane živalske vrste in predstavi ugotovitve;
- razišče učenje živali (npr. prostorsko, socialno, asociativno, instrumentalno, z vpogledom) in razume, da učenje vzpostavlja povezavo med izkušnjo in vedenjem živali v socialnem okolju (npr. na primeru čebel, laboratorijskih živali ali izbrane vrste domačih živali);
- razume, da je razvoj človeške kulture del kontinuuma nenehne evolucije živali in človeške vrste, ki skupaj z drugimi vrstami organizmov v soodvisnih omrežjih biotskih interakcij vršijo delovanje biosfere; pri tem lahko številne elemente človeški podobne rabe orodij in vpogleda najdemo tudi pri drugih vrstah sesalcev in ptic.

3.2.2 Znanstveno raziskovanje vodi v razumevanje, ki je temelj razvoja zdravljenja motenj/bolezni živčnega sistema (20 ur)

Delovanje možganov omogoča našo radovednost in željo po razumevanju delovanja realnega sveta.

Dijakinja/dijak:

- razume, da delovanje živčnega sistema lahko preučujemo na različnih ravneh organizacije od kompleksnih vedenj, kot sta govor ali učenje, do interakcij med posameznimi molekulami;
- spozna, da z neinvazivnimi raziskavami na človeku lahko pridobimo informacije o različnih miselnih funkcijah, duševnem stanju in zavesti;
- spozna, da lahko na živalskih modelih kompleksne vzorce dejavnosti v živčevju preučujemo z neprimerljivo močnejšimi, vendar invazivnimi eksperimentalnimi orodji;
- razume, da nas radovednost vodi v nepričakovana presenetljiva odkritja, ki lahko koristijo dobrobiti človeka;
- razume, da razlike v vedenju osebkov izvirajo iz interakcije dednosti in izkušenj – učinek obeh je vzajemno odvisen, tudi instinktivno vedenje se ne razvije ustrezno, če osebek ni izpostavljen razmeram v naravnem okolju;
- razume, da genska navodila za izgradnjo živčevja niso natančna in dobresedna in se zato živčevje razvija s čutilno, čustveno in socialno izkušnjo osebkov ter prehaja skozi kritična obdobja, zunaj katerih normalen razvoj ni mogoč (učinek čutilne, socialne in čustvene deprivacije ali zlorabe na duševni razvoj in zdravje);
- razume, da pričakovanja, razpoloženje, volja in predhodne izkušnje ljudi lahko vplivajo na to, kako dojemajo in interpretirajo nove zaznave ali teme (teorije);
- razume, da ostaja živčevje plastično, prilagodljivo in učljivo v vseh življenjskih obdobjih, razen v primeru bolezni.

Temeljna odkritja v nevroznanosti pomagajo pri širjenju znanja za ohranjanje zdravja in zdravljenje bolezni.

Dijakinja/dijak:

- razume, da so poskusi na živalih osrednjega pomena za ustvarjanje vpogleda v delovanje človekovih možganov in v podporo pri ohranjanju zdravja ter preprečevanju bolezni ter iskanju terapij za motnje;
- razume, da je raziskovanje človeških možganov nujen korak pri uvajanju novih načinov preventive ali zdravljenja motenj;
- spozna, da je raziskovanje v nevroznanosti postavilo temelje za pomemben napredek v zdravljenju velikega števila motenj;

- razume, da imajo spoznanja (ugotovitve/odkritja) na področju zdravljenja motenj v delovanju živčnega sistema izredno velik socialni pomen;
- spozna, da so raziskave v medicinski nevroznanosti izredno drage, vendar zelo upravičene, saj bolezni in propad živčevja prizadenejo zelo velik delež populacije in povzročajo poslabšanje kakovosti življenja ter izjemno trpljenje pri bolnikih in svojcih.

Razumevanje delovanja človekovega živčnega sistema sloni na bazičnih raziskavah in odkritjih o delovanju živčevja modelnih živali (črvov, muh, rib in glodavcev) in na računalniških simulacijah.

Dijakinja/dijak:

- razume temelje električne vzdražnosti, integracije in prevajanja impulzov;
- preuči nekatera načela delovanja človeških možganov z uporabo in razumevanjem čutilnih iluzij;
- razišče zmožnosti in razume molekularne mehanizme tvorbe spomina;
- razišče različne strategije in pristope učenja (kako možgani delujejo v kompleksnih kontekstih/okoljih, kot je npr. oddelek/razred na šoli, in kateri pristopi k učenju so v določenem kontekstu najbolj učinkoviti);
- s pomočjo virov razišče vpliv nasilnega vedenja, trpinčenja na delovnem mestu ali med vrstniki ter stresa in strahu na delovanje živčevja (npr. uspešnost učenja) in drugih organskih sistemov;
- razume vpliv psihoaktivnih snovi na delovanje živčnega sistema in posledično na delovanje celotnega organizma;
- spozna prenatalni in postnatalni razvoj živčnega sistema in razume pomen učenja za kognitivni razvoj;
- spozna sodobne metode preučevanja zgradbe in delovanja možganov;
- spozna delovanje različnih področij v možganih in razume vlogo hipokampusa pri učenju in spominu;
- primerja evolucijsko zgodovino razvoja možganov človeka in drugih živali;
- spozna, da različni predeli možganov sodelujejo pri tvorbi različnih oblik spomina;
- spozna fiziološke spremembe in spremembe v strukturi med procesom tvorbe kratkoročnega in dolgoročnega spomina;
- spozna adaptivne spremembe v strukturi in funkciji živčnih celic ali skupin celic po poškodbah živčnega sistema ali sprememb v vzorcih njihove rabe ali nerabe.

3.2.3 Bolezni živčevja (15 ur)

Delovanje možganov se spreminja in nanj delujejo vplivi, ki so fiziološke, psihološke in kulturne narave. Če vplivi presegajo običajne okvire, se lahko razvijejo procesi, ki vodijo v bolezni živčevja. Zdravo živčevje nam omogoča

zmožnosti spoprijemanja z okoliščinami, ki jih doživljamo v svojem osebem, poklicnem in socialnem življenju.

Dijakinja/dijak:

- s pomočjo virov razišče nova spoznanja o delovanju možganov, pogostih motnjah in obolenjih (npr. degenerativna obolenja v starosti) in vplivu na vsakdanje življenje ter o možnostih preventive in razvoja zdravljenja;
- razišče odnos vrstnikov in družbe do bolnikov z motnjami v delovanju živčnega sistema in razume, da reakcije drugih ljudi na posameznikovo motnjo v delovanju žičnega sistema lahko povečajo njen učinek in ovirajo okrevanje;
- na podlagi virov spozna najpogostejše znake kroničnega stresa, anksioznosti, depresije in shizofrenije, pozna ustrezno ravnanje ob njihovem pojavu, zaveda se pojava demence kot velikega javnozdravstvenega problema starajoče se populacije;
- razume funkcionalno povezanost vseh organskih sistemov in pojasni, zakaj na prizadetih delih možganov zaradi kapi ali tumorjev lahko odmirajo živčne celice; pozna posledice pri delovanju predelov organizma, ki so jih te celice kontrolirale;
- razume, da je poznavanje delovanja živčnega sistema in učinkov bolezni živčevja na življenje bolnikov pomembno za odpravljanje stereotipov in socialne stigme bolnikov z motnjami v delovanju živčnega sistema.

4 STANDARDI ZNANJA IN MINIMALNI STANDARDI ZNANJA

Ob zaključku pouka izbirnega predmeta dijakinje in dijaki izkažejo poglobljeno razumevanje ter sposobnost povezovanja in uporabe bioloških konceptov s področja živčnega sistema in drugih temeljnih bioloških konceptov osnovnega programa.

Standardi znanja izhajajo iz vsebinskih konceptov in ciljev izbirnega predmeta. Glede na sposobnosti je želeno doseganje znanja na čim višji zahtevnostni ravni. **Minimalni standard znanja**, ki je pogoj za napredovanje v višji razred, je, da dijakinje in dijaki vsaj na **zahtevnostni ravni 1*** izkažejo razumevanje v učnem načrtu navedenih standardov znanja (glej tabelo z opisi zahtevnostnih stopenj doseganja standardov znanja, str. 19).

4.1 Vsebinska znanja

Dijakinje in dijaki po zaključku pouka predmeta razumejo biološke koncepte, jih znajo med seboj povezati in znanje uporabiti v različnih kontekstih.

4.1.1 Obvezni del

Uravnavanje delovanja organizma človeka in drugih živali.

Dijakinja/dijak:

- razume, da je živčevje hiter sistem, ki nadzoruje delovanje organizma, se odziva na spremembe v organizmu in okolju ter uravnava vedenje živali;
- razume, da nevroni komunicirajo s pomočjo električnih in kemičnih signalov;
- ve, da so osnovni princip delovanja živčnih celic električni fenomeni, ki nastajajo zaradi delovanja ionskih kanalov in črpalk ter s tem povezanega pretoka in porazdelitve ionov skozi celično membrano.

Na zgradbo in delovanje živčevja vplivajo geni in okolje.

Dijakinja/dijak:

- razume, da sta zgradba in delovanje živčnega sistema skozi celotni življenjski cikel/krog živalskega organizma odvisna od genskih informacij in okolja;
- ve, da je živčni sistem zgrajen iz omrežij živčnih celic;
- razume, da genski zapis vsebuje zgolj osnovna navodila za izgradnjo celic in omrežij, ki se z uporabo spreminja (plastičnost živčevja).

Možgani so biološka osnova razuma.

Dijakinja/dijak:

- ve, da so možgani najkompleksnejši organ živalskega organizma, s katerim se živali učijo, pomnijo, načrtujejo, rešujejo probleme in usmerjajo svoje delovanje v socialnih okoljih;
- razume, da nekatere živali v živčevju kažejo tudi vzorce dejavnosti, ki predstavljajo podlago za vznik samozavedanja;
- razume, da od preprostih živali do človeka lahko spremljamo nepretrgan razvojni lok kompleksnosti zgradbe in delovanja možganov; človek se od drugih vrst loči po sposobnosti simbolnega mišljenja.

4.1.2 Izbirni del

Nevroetologija

Dijakinja/dijak:

- razume, da vedenje živali sloni na delovanju živčnega sistema, drugih organskih sistemov in okolja.

Znanstveno raziskovanje vodi v razumevanje, ki je osnova razvoja zdravljenja motenj/bolezni živčnega sistema.

Dijakinja/dijak:

- razume, da delovanje možganov omogoča našo radovednost in željo po razumevanju delovanja realnega sveta;
- razume, da temeljna odkritja v nevroznanosti pomagajo pri širjenju znanja za ohranjanje zdravja in za zdravljenje bolezni;
- ve, da razumevanje delovanja človekovega živčnega sistema sloni na bazičnih raziskavah in odkritjih o delovanju živčevja modelnih živali (črvov, muh, rib in glodalcev) in računalniških simulacijah.

Bolezni živčevja

Dijakinja/dijak:

- ve, da se delovanje možganov spreminja in da nanj delujejo vplivi, ki so fiziološke, psihološke in kulturne narave;
- razume, da se – če vplivi presegajo običajne okvire – lahko razvijejo procesi, ki vodijo v bolezni živčevja;

- ve, da nam zdravo živčevje omogoča zmožnosti spoprijemanja z okoliščinami, na katere naletimo v svojem osebnem, poklicnem in socialnem življenju.

4.2 Proceduralna/procesna znanja

Dijakinje in dijaki pri pouku izbirnega predmeta razvijajo poglobljeno sistemsko znanje, kompleksno mišljenje, zmožnost uporabe znanstvenega pristopa in kritične refleksije, oblikovanja in uporabe modelov, metodologije nevroznanosti, samostojnega in skupinskega dela ter komuniciranja (urejanja in izmenjave znanstvenih informacij) ter razvijajo odgovoren odnos.

Dijakinje in dijaki so ob zaključku pouka izbirnega predmeta zmožni:

- samostojno ali v skupini načrtovati in opraviti biološke raziskave delovanja živalskega živčnega sistema ter varno uporabiti ustrezne metode nevroznanosti, jih analizirati in v maternem strokovnem jeziku predstaviti ugotovitve ter kritično ovrednotiti biološko raziskavo in ugotovitve (lastne raziskave in raziskave, ki so jih opravili in opisali drugi);
- v različnih socialnih okoliščinah ustrezno komunicirati, argumentirati in ustrezno navajati vire ter uporabiti ustrezne sheme, diagrame in simbolni jezik;
- kritično ovrednotiti, kdaj ugotovitve raziskave lahko posplošijo (npr. glede na izbor, velikost in število vzorcev, variabilnost, število ponovitev poskusa oziroma opazovanja, možne vire napak, rezultat analize podatkov);
- poiskati relevantne in verodostojne informacije (ločiti znanstveno oziroma strokovno besedilo od poljudnega oziroma laičnega);
- prepoznati stereotipe v zvezi z boleznimi živčevja in se aktivno vključevati v prizadevanja za odpravo socialne stigme bolnikov;
- znanje nevrologije uporabiti v različnih kontekstih za vrednotenje lastnega ravnanja in ravnanja drugih ter kritično presoditi preventivne ukrepe za ohranjanje lastnega zdravja in zdravja drugih;
- predvidevati možne posledice neposrednih in posrednih posegov v človekovo socialno in psihično življenje in se zavzemati za sistemske strokovne rešitve;
- z vidika blaginje družbe in posameznika presoditi znanstvena spoznanja in njihovo uporabo.

Ravni izkazanega znanja

	Zahtevnostna raven 1* <i>Sposobnost za reproduciranje strokovnega znanja in za ponovno uporabo metod in spretnosti</i>	Zahtevnostna raven 2 <i>Sposobnost za uporabo strokovnega znanja, metod in spretnosti v novih kontekstih (vključno z uporabo strokovnega znanja, pridobljenega zunaj predmeta biologija)</i>	Zahtevnostna raven 3 <i>Sposobnost za samostojno obdelavo in vrednotenje novih strokovnih vsebin in problemov na podlagi prej pridobljenega znanja; sposobnost za samostojno razlaganje, raziskovanje, izdelavo modelov in zavzemanje stališč o problemih na podlagi strokovnih argumentov</i>
Strokovno znanje	<i>Razumevanje temeljnih bioloških konceptov v povezavi s poznavanjem živih sistemov, bioloških pojavov, strokovnih izrazov, principov in dejstev</i>		
	Poznavanje temeljnih bioloških konceptov in njihova razlaga na osnovi znanih primerov Reprodukcija strokovnega znanja in povezovanje tega znanja s koncepti	Uporaba biološkega znanja v preprostih novih kontekstih Opisovanje in razlaganje novih bioloških vsebin v povezavi z biološkimi koncepti Razlaganje bioloških vsebin na različnih ravneh organizacije živih sistemov Razlaganje znanih bioloških pojavov v povezavi s temeljnimi koncepti in znanimi dejstvi	Samostojna uporaba biološkega znanja v kompleksnih kontekstih Razlaganje novih strokovnih vsebin z različnih bioloških in naravoslovnih vidikov Samostojna uporaba, povezovanje in prehajanje na različne ravni organizacije bioloških sistemov pri razlaganju pojava
Raziskovanje	<i>Opazovanje, primerjanje, izvajanje poskusov, uporaba modelov in različnih metod dela</i>		
	Izvedba poskusa oz. raziskave na podlagi navodil Strokovno ustrezno pisanje poročil o izvedbi poskusa oz. raziskave Ustrezna uporaba osnovnih metod dela Poznavanje in uporaba raziskovalnih metod in modelov Primerjava na podlagi postavitve ustreznih kriterijev Izdelava modelov	Postavljanje bioloških raziskovalnih vprašanj in hipotez Načrtovanje, izvedba in razlaga rezultatov poskusov oz. raziskav Analiza zbranih podatkov Uporaba bioloških metod dela v novih okoliščinah Analiza podobnosti in razlik na podlagi postavitve ustreznih kriterijev Razlaga bioloških vsebin na podlagi modelov	Samostojno iskanje in postavljanje bioloških vprašanj oz. hipotez Interpretacija podatkov v povezavi z vprašanjem oz. hipotezo in z možnimi viri napak Samostojna izbira in priredba metod dela Kritično vrednotenje prednosti in omejitev modelov kot orodja za ponazoritev naravnih pojavov
Komuniciranje	<i>Urejanje in izmenjava strokovnih informacij</i>		
	Poročanje drugim o lastnih spoznanjih in rezultatih dela Uporaba strokovnega jezika Ekstrakcija informacij iz lahko razumljivih besedil, shem in drugih virov ter predstavitev tako pridobljenih informacij drugim	Uporaba različnih načinov prikazovanja pri strokovnem komuniciranju v pisni oz. ustni obliki Uporaba strokovnega jezika v novih kontekstih Prevajanje strokovnega jezika v vsakdanji jezik in obratno Razlikovanje med predstavami iz vsakdanjega življenja in naravoslovnimi znanstvenimi razlagami	Samostojno iskanje in uporaba različnih virov informacij pri učenju novih bioloških vsebin in reševanju bioloških problemov Samostojno argumentirano razpravljanje z uporabo strokovnega znanja in strokovno utemeljevanje predlogov za rešitev bioloških problemov

* Zahtevnostna raven 1 je minimalni standard znanja.

5 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Izbirni predmet izhaja iz systemskega pristopa osnovnega programa predmeta in omogoča poglobljanje ter uporabo znanja osnovnega programa na kompleksnejših, poglobljenih primerih.

Na izvedbeni ravni predvidimo ustrezen delež pristopov za izvedbo čim več neposrednega raziskovanja in spoznavanja postopkov in metodologij s področja preučevanja delovanja živčnega sistema.

5.1 Predvidena organizacija in načrtovanje izvedbe učnega načrta

Področje nevroznanosti je široko razvejeno. Zato je učni načrt za izbirni predmet zasnovan po sklopih, kar omogoča strokovno avtonomen izbor ciljev za poglobljanje bioloških konceptov osnovnega programa, spoznavanje konceptov, metodologij raziskovanja ter postopkov v nevroznanosti in pomena za delovanje dinamičnih družbenih sistemov in celotne človeške družbe.

Izvedba pouka predmeta je možna v obsegu **70 ali 105 ur** (v enem letu).

OBSEG PREDMETA	IZBIRNEGA	NAČRTOVANJE IZVEDBE
70 ur		Obvezni del (50 ur) + sklop izbirnega dela (20 ur)
105 ur		Obvezni del (50 ur) + izbirni del (55 ur)

V obeh primerih načrtovanja izvedbe (70 ali 105 ur izbirnega predmeta) je obravnavo treba v luči evolucije navezati na systemske učinke motenj v delovanju živčnega sistema. Glede na možnosti vzpostavimo sodelovanje s strokovnimi ustanovami, ki se ukvarjajo z nevroznanostjo, in ob tem tudi spoznavanje sodobnih poklicev s tega področja.

Izvedba naj bo v čim večji meri zastavljena tako, da bodo cilji predmeta doseženi pretežno z raziskovalnim pristopom, samostojnim in skupinskim delom ter smiselno kombinacijo pristopov za doseganje pričakovanih dosežkov/rezultatov (eksperimentalno delo, raziskovalne naloge, projektno delo idr.).

Obvezni vsebinski sklopi zajemajo temeljne koncepte in cilje, ki jih učiteljica/učitelj biologije strokovno avtonomno razporedi in poveže z obravnavo izbirnih sklopov (oz. področij) nevroznanosti, ki jih vključi v obravnavo, ter glede na zahtevnost načrtovane metodologije, trajanje raziskovanja in postopkov, predznanje in zmožnosti dijakinj in dijakov.

Izbirni sklopi zajemajo splošne mehanizme in specifične metodologije in znanja.

Učiteljica/učitelj biologije strokovno avtonomno načrtuje izvedbo pouka izbirnega predmeta (v obsegu 70 ali 105 ur) ter za obravnavo lahko izbere tudi področja nevroznanosti, ki sicer v učnem načrtu niso navedena.

Pri tem naj nameni dovolj časa za skupno načrtovanje obravnave vsebin z dijakinjami in dijaki ter izvedbo vseh faz raziskovanja (ob upoštevanju predznanja, zmožnosti, materialnih pogojev za izvedbo, trajanja biotskih procesov in biotehnoloških postopkov ipd.).

V izvedbenem delu pri raziskovalnih dejavnostih posebno pozornost nameni varnosti, odgovornemu ravnanju, rabi biometričnih podatkov, ranljivosti uporabljenih organizmov in etiki.

Učiteljica/učitelj biologije glede na izbor področij nevroznanosti, predznanje, zmožnosti dijakinj in dijakov, raziskovalna vprašanja in trajanje raziskovanja strokovno avtonomno smiselno razporedi koncepte ter pripadajoče cilje in ustrezno kombinira raziskovalni pristop z drugimi pristopi.

5.2 Povezave z osnovnim programom predmeta

Izbirni predmet omogoča razvijanje in poglobljanje systemskega znanja o delovanju živčnega sistema človeka in drugih živali v luči evolucije ter spoznavanje dela in sodobnih metodologij na področju nevroznanosti. Nadgradi obravnavo vsebinskega sklopa Zgradba in delovanje človeka in drugih živali iz veljavnega učnega načrta za biologijo v obveznem programu in povezave med njimi. Z uporabo biološkega znanja v različnih kontekstih omogoča povezovanje in nadgradnjo temeljnih bioloških konceptov. Omogoča veliko možnosti za krepitev sposobnosti povezovanja in uporabe systemskega znanja biologije z drugimi vedami o življenju ter reševanju kompleksnih problemov.

5.3 Medpredmetne povezave

Biologija pri obravnavi živih sistemov smiselno integrira znanja drugih ved. Zato tako kot v obveznem, osnovnem programu tudi pri izbirnem predmetu dijakinje in dijaki spoznajo interdisciplinarno naravo znanosti in sodelovanje različnih disciplin ter spoznavajo odnos med znanostjo in družbo.

Pri izvedbi pouka izbirnega predmeta smiselno vključimo predznanje drugih predmetov, npr. pri obravnavi in poglobljanju izbranih bioloških konceptov in mehanizmov ter reševanju kompleksnih vprašanj, povezanih z nevroznanostjo. Dobra priložnost za razvijanje procesnih znanj oz. zmožnosti in smiselno povezovanje z drugimi predmeti ter kroskurikularnimi področji je načrtovanje in izvedba bioloških raziskav (npr. z uporabo projektnega pristopa).

Izbirni predmet razvija poglobljeno razumevanje in kompleksnejši vpogled v biotske procese v živčnem sistemu. S tem odpira veliko možnosti smiselnega povezovanja znanja z drugimi vedami o življenju (tudi družboslovnimi in humanističnimi) in razvijanja sistemskega mišljenja.

Omogoča sistemsko razumevanje bioloških vprašanj, povezanih z delovanjem živčevja in vplivi na življenje.

Tako kot osnovni program biologije tudi izbirni predmet vključuje pristope, postopke in znanstveni način razmišljanja, ki segajo čez disciplinarne meje (npr. sistemski pristop, uporaba modelov, konstant in spremenljivk ter velikostnih razponov, merjenje, preučevanje vzorcev vedenja sistemov, pojav emergenc na višjih ravneh organizacije živih sistemov).

Z raziskovalnim pristopom odpiramo veliko možnosti za krepitev sposobnosti povezovanja in uporabe sistemskega znanja biologije na vseh ravneh organizacije živih sistemov in z drugimi vedami. Omogoča postavljanje znanja v kontekst vrednot, etike in odgovornega ravnanja (npr. z biometričnimi podatki ali pri odpravljanju stereotipov in stigme, ko gre za bolezní živčevja). Izvedba pouka vključuje varnost pri delu, skrb za zdravje in zdrave življenjske razmere ter uporabo znanja za aktivno državljanstvo.

5.4 Uresničevanje ciljev in konceptov predmeta

Izbirni predmet temelji na znanstvenih spoznanjih. Izvedba pouka naj bo v čim večji meri zastavljena z neposrednim raziskovanjem obravnavanih področij nevroznanosti.

Dijakinje in dijaki naj opravijo vse faze raziskovanja in raziskave predstavijo tako, da bodo na podlagi poročil mogoče ponovitve. Učiteljica/učitelj biologije pri obravnavi izbranih ciljev in poglobljanju razumevanja bioloških konceptov v izbirnem predmetu izhaja iz znanstvenih vprašanj in razvijanja razumevanja delovanja znanosti in tehnologije. Obravnava naj bo razumljiva, čim bolj zanimiva, aktualna in privlačna.

Na podlagi pridobljenega znanja bodo dijakinje in dijaki znali prepoznati ponudbo terapij, ki temeljijo na psevdoznanosti, ter prikrite zlorabe, zavajanja in manipulacije v tržne namene, ki lahko vodijo v škodo za zdravje in kršitve človekovih pravic. Lažje bodo prepoznavali stereotipe v zvezi z motnjami delovanja živčnega sistema in se zavzemali za odpravo socialne stigme bolnikov z motnjami v delovanju žičnega sistema ter ravnali v skladu z znanjem, vrednotami, etiko in civilizacijskimi normami in se samostojno odločali (aktivno državljanstvo).

Za dijakinje in dijake s posebnimi potrebami po veljavni zakonodaji načrtujemo ustrezne pristope poučevanja glede na njihove zmožnosti.

5.5 Vrednotenje znanja

Glede na razvoj bioloških ved, pedagoške stroke in sodobnega biološkega izobraževanja učiteljica/učitelj biologije strokovno avtonomno spremlja napredek dijakinj in dijakov pri razumevanju vsebinskih konceptov izbirnega predmeta, doseganju spretnosti in veščin ter razvoju vrednot.

Zahtevnostno raven doseganja pričakovanih dosežkov (glej preglednico Ravni izkazanega znanja, str. 19) preverja in vrednoti v skladu z izvedenimi pristopi pri pouku. Izkazane dosežke naj čim bolj celostno preveri in oceni. Pri tem strokovno avtonomno uporabi ustrezne načine preverjanja izkazanega systemskega znanja (systemske razumevanje mehanizmov delovanja živčnega sistema ter s tem povezano razumevanje, povezovanje in uporaba temeljnih bioloških konceptov v različnih kontekstih) v skladu z zmožnostmi in individualno raznolikostjo dijakinj in dijakov.

Spremljanje doseganja procesnih (proceduralnih) ciljev naj bo usmerjeno v razumevanje delovanja znanosti, znanstveno utemeljevanje, varno uporabo tehnologij, rabo ustreznih virov in kritično presojo njihove strokovne korektnosti, zmožnost predstavitve bioloških informacij v strokovnem jeziku, odgovoren odnos in podobno.

6 MATERIALNI POGOJI ZA IZVEDBO POUKA

Za izvedbo pouka izbirnega predmeta živčevje uporabimo že obstoječo učilnico za biologijo v osnovnem obveznem programu predmeta biologija, z obstoječo opremo in učnimi pripomočki (računalnik, povezan s projektorjem in dostopom do interneta, demonstracijski mikroskop s kamero in drugi sodobni učni pripomočki v učilnici).

Za izvedbo eksperimentalnega laboratorijskega dela, pri katerem dijakinje in dijake delimo v skupine po veljavnih standardih in normativih, uporabimo ustrezno specializirano biološko učilnico z obstoječo ustrezno opremo za izvedbo osnovnega programa biologije, prostor za pripravo na izvedbo laboratorijskega dela pouka ter shranjevanje opreme in ustrezen prostor za varno skladiščenje kemikalij (skladno z veljavnimi predpisi).

Laboratorijsko raziskovanje je podlaga za razvijanje ciljev izbirnega predmeta. Glede na možnosti jih v urnik vključimo kot blok ure ali delno fleksibilno načrtujemo del izvedbe pouka, ki traja več kot dve uri.

7 ZNANJA IZVAJALCEV

PREDMET	IZVAJALEC	ZNANJA s področij
Fiziologija živčevja	Učitelj	S katerih mora imeti znanja učitelj biologije
	Laborant	Srednješolskega izobraževanja biologije