

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Mateja MAVEC

**PREDLOG ZA NARAVOSLOVNO UČNO POT NA
JUŽNEM DELU RADENSKEGA POLJA**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2013

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA BIOLOGIJO

Mateja MAVEC

**PREDLOG ZA NARAVOSLOVNO UČNO POT NA JUŽNEM DELU
RADENKEGA POLJA**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**PROPOSITION FOR A NATURE TRAIL ON THE SOUTH REGION
OF RADENSKO POLJE**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2013

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija biologije. Opravljeno je bilo na Katedri za botaniko Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za biologijo je za mentorico diplomskega dela imenovala doc. dr. Simono Strgulc Krajšek.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: doc. dr. Iztok TOMAŽIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Mentorica: doc. dr. Simona STRGULC KRAJŠEK
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Recenzentka: doc. dr. Martina BAČIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

Datum zagovora: 25. 11. 2013

Diplomsko delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svoje naloge v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je naloga, ki sem jo oddala v elektronski obliki, identična tiskani verziji.

Mateja Mavec

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	UDK 58(497.4Radensko polje)(043.2)=163.6
KG	učna pot/naravoslovna učna pot/Radensko polje
AV	MAVEC, Mateja
SA	STRGULC KRAJŠEK, Simona (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek biologijo
LI	2013
IN	PREDLOG ZA NARAVOSLOVNO UČNO POT NA JUŽNEM DELU RADENSKEGA POLJA
TD	Diplomsko delo (Univerzitetni študij)
OP	X, 82 str., 1 pregl., 1 sl., 7 pril., 55 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Diplomska naloga je nastala z namenom, da bo postala strokovna podlaga za izdelavo naravoslovne učne poti, gradivo za praktični pouk v naravi za šolarje in njihove učitelje ter pripomoček za naključne obiskovalce pri spoznavanju in doživljanju krajinskega parka Radensko polje. Pregledali smo priporočila za izdelavo učnih poti in interpretacijo naravoslovnih vsebin, napisali predlog poteka učne poti, popisali rastline na izbranih mestih učne poti, izdelali strokovno besedilo za zastavljene točke in pripravili povzetke strokovnih besedil, namenjene obiskovalcem učne poti. Predlagali smo vrednotenje vsebine predvidene učne poti s testnimi vodenji obiskovalcev in vprašalniki za udeležence, nato pa prilagoditev vsebine v skladu z željami in potrebami tiste skupine obiskovalcev, ki pot največkrat uporablja.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dn
DC	UDC 58(497.4Radensko polje)(043.2)=163.6
CX	educational trail/nature trail/Radensko polje
AU	MAVEC, Mateja
AA	STRGULC KRAJŠEK, Simona (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 111
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of Biology
PY	2013
TI	PROPOSITION FOR A NATURE TRAIL ON THE SOUTH REGION OF RADENSKO POLJE
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	X, 82 p., 1 tab., 1 fig., 7 ann., 55 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	The aim of this graduation thesis was to create a basis for construction of a nature trail that could serve as a learning tool and as a material for outdoor school activities or biology field trips. It could also help random visitors discover and experience regional park Radensko polje and recognize its natural features. We reviewed recommendations for creating nature trails and recommendations for interpretation of natural science. We propose the course of the trail and how its points should be situated in Radensko polje. We cataloged plants species on trail points, wrote professional texts for all of the nine trail points and prepared summaries for trail visitors. We propose evaluation of the trail content with test tours and questionnaires for participants. The content should then be adapted according to the wishes and needs of those groups of visitors, which the trail is most visited by.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
KAZALO PRILOG	X
1 UVOD	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 OPIS OBMOČJA RADENKEGA POLJA	2
2.1.1 Geografske značilnosti pokrajine	3
2.1.2 Rastlinstvo in živalstvo Radenskega polja	4
2.1.3 Habitatni tipi.....	5
2.2 NARAVOSLOVNE UČNE POTI	7
2.2.1 Izraz učna pot	8
2.2.2 Priporočila za postavitev naravoslovnih učnih poti	8
2.2.3 Prednosti in pomanjkljivosti učnih poti	8
2.2.4 Interpretacija narave	9
2.2.5 Zakaj interpretirati naravo?	11
2.2.6 Načrtovanje interpretacije	12
2.2.7 Sporočilo in tema	12
2.2.8 Cilji	13
2.2.9 Občinstvo.....	15
2.2.10 Komunikacija z obiskovalci	15
2.2.11 Oblikovanje informacijskih tabel	17
2.2.12 Vodenje.....	18
2.2.13 Upravljanje in trženje naravoslovnih učnih poti	18
3 MATERIAL IN METODE	20
3.1 METODE	20
3.2 MATERIAL	21
4 REZULTATI.....	22

4.1	OPIS POTI.....	22
4.2	TEMA IN VODILNO SPOROČILO POTI	24
4.3	VSEBINA POTI.....	25
4.3.1	Točka 1: Kanal	25
4.3.1.1	Tipi vodnih in močvirskih rastlin	25
4.3.1.2	Zgradba vodnih in močvirskih rastlin.....	26
4.3.1.3	Zračno tkivo in njegova vloga	27
4.3.1.4	Prehajanje kisika in ogljikovega dioksida po rastlini	27
4.3.2	Točka 2: Rečni breg	31
4.3.2.1	Rastline ob reki Šici.....	31
4.3.2.2	Vrbe	32
4.3.2.3	Avksini	33
4.3.2.4	Brestovolistni oslad (<i>Filipendula ulmaria</i>)	34
4.3.3	Točka 3: Travniki.....	37
4.3.3.1	Evolucija cvetov	37
4.3.3.2	Obarvanost, oblika cvetov in njihovi opraševalci	38
4.3.3.3	Rastlinska barvila	40
4.3.4	Točka 4: Gozdni rob	43
4.3.4.1	Gozdni rob	43
4.3.4.2	Plodovi.....	44
4.3.4.3	Zorenje plodov.....	45
4.3.5	Točka 5: Listopadni gozd	49
4.3.5.1	Svetloba v gozdni podrasti	49
4.3.5.2	Transportni sistemi rastlin	49
4.3.5.3	Transpiracijsko-kohezijsko-tenzijska hipoteza	50
4.3.5.4	Izkoristek svetlobnih razmer v krošnji	51
4.3.6	Točka 6: Smrekov gozd.....	53
4.3.6.1	Razmnoževalne strukture golosemenk	53
4.3.6.2	Evolucijski razvoj cvetnih struktur.....	54
4.3.6.3	Smrekov med.....	55
4.3.7	Točka 7: Poseka.....	58
4.3.7.1	Razmere in viri v okolju	58
4.3.7.2	Dormanca semen	59

4.3.7.3	Kompeticija in nosilna kapaciteta okolja.....	59
4.3.7.4	Podrast iglastega gozda	60
4.3.8	Točka 8: Povzetek poti.....	64
4.3.9	Točka 9: Lazarjeva jama	66
4.3.9.1	Svetlobne razmere v jamah.....	66
4.3.9.2	Ponikanje reke Šice	67
4.3.9.3	Mahovi.....	67
4.3.9.4	Struktura in razmnoževanje mahov	68
4.3.9.5	Evolucija mahov	68
5	RAZPRAVA IN SKLEPI.....	71
5.1	TEMATIKA PREDVIDENE UČNE POTI	71
5.2	VODENJE PO UČNI POTI	71
5.3	CILJNA PUBLIKA	71
5.4	UPORABA STROKOVNIH IZRAZOV PRI VODENJU	72
5.5	UPORABLJENA LITERATURA.....	73
5.6	OPREMA PREDVIDENE UČNE POTI.....	73
5.7	VREDNOTENJE VSEBINE PREDVIDENE UČNE POTI.....	73
5.8	PREDLOGI ZA NADALJNJE DELO	74
6	POVZETEK.....	76
6.1	POVZETEK	76
6.2	SUMMARY	77
7	VIRI	78
	ZAHVALA	
	PRILOGE	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Habitatni tipi v okolici učne poti.....	22
---	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Zračni posnetek terena z vrisanimi predvidenimi točkami učne poti	23
---	----

KAZALO PRILOG

Priloga A: Seznam popisanih vrst rastlin na prvi točki (Kanal) predvidene učne poti

Priloga B: Seznam popisanih vrst rastlin na drugi točki (Most) predvidene učne poti

Priloga C: Seznam popisanih vrst rastlin na četrti točki (Gozdni rob) predvidene učne poti

Priloga D: Seznam popisanih vrst rastlin na peti točki (Listopadni gozd) predvidene učne poti

Priloga E: Seznam popisanih vrst rastlin na sedmi točki (Poseka) predvidene učne poti

Priloga F: Seznam popisanih vrst nekaterih travniških rastlin v okolici predvidene učne poti

Priloga G: Seznam popisanih vrst nekaterih gozdnih rastlin v okolici predvidene učne poti

1 UVOD

Diplomska naloga je nastala z namenom, da bi jo uporabljali kot strokovno podlago za izdelavo naravoslovne učne poti, kot gradivo za praktični pouk v naravi za šolarje in njihove učitelje ter pripomoček za naključne obiskovalce pri spoznavanju in doživljanju krajinskega parka Radensko polje.

Za Radensko polje smo se odločili, ker je na novo ustanovljen krajinski park (decembra leta 2011) in ker je njegovo vodstvo pokazalo zanimanje za pripravo izobraževalnih gradiv v zvezi z naravnimi znamenitostmi. Na severnem delu Radenskega polja je že postavljenih nekaj informativnih tabel, zato je vodstvo predlagalo, da bi se tokrat osredotočili na južni del.

V diplomski nalogi smo pripravili pregled priporočil za izdelavo učnih poti in interpretacijo naravoslovnih vsebin, predlog poteka učne poti, popisali rastline na izbranih mestih učne poti, izdelali strokovno besedilo za zastavljene točke in naredili povzetke strokovnih besedil, namenjene obiskovalcem učne poti.

2 PREGLED OBJAV

2.1 OPIS OBMOČJA RADENSKEGA POLJA

Radensko polje je veliko dobre štiri kvadratne kilometre in je najmanjše med devetimi izrazitejšimi kraškimi polji v Sloveniji (Peterlin, 2008). Leži sredi dolenjskega krasa, na skrajnem jugovzhodnem obronku Grosupeljske kotline, približno 20 kilometrov jugovzhodno od Ljubljane oziroma tri od Grosuplje.

Tja lahko pridemo iz dveh smeri. Če se peljemo skozi Grosuplje, ga zapustimo na južni strani, kjer prečkamo železnico. Po dveh kilometrih v vasi Veliko Mlačevo zavijemo desno in se peljemo tik ob zahodnem robu Radenskega polja vse do vasi Velika Račna. Če prihajamo z južne, dobropoljske strani, pridemo na Radensko polje iz Zdenke vasi in se skozi Čušperk pripeljemo do Velike Račne (Peterlin, 2008).

Radensko polje je dolgo 4,5 kilometra in široko le okoli kilometer. Nadmorska višina na severu je 325 metrov in 320 metrov na jugovzhodu polja. Relief je zelo raznolik, kar omogoča pestrost mikrohabitatov. Polje na vzhodu zapira gozdnati hrbet Reber, z nadmorsko višino 507 metrov, južno pa je omejeno z gričem Boršt ter z vrhovi Jelovec (666 m), Limberk (687 m) in Ostri vrh (675 m). Na severozahodu se odpira na Grosupeljsko polje. Na severnem delu Radenskega polja je grič Boštanj, na južnem delu pa leži osamelec Kopanj, ki je najlepši primer huma (osamljen ostanek višjega površja (Krušič, 1982)) dinarskih kraških polj v slovenskem merilu (Peterlin, 2008).

Krajinski park Radensko polje sta na podlagi *Zakona o ohranjanju narave* (Anon, 2004) ustanovili Vlada Republike Slovenije in Občina Grosuplje. Vlada Republike Slovenije je 15. 12. 2011 izdala *Uredbo o Krajinskem parku Radensko polje* (Anon, 2011). Uredba omogoča ohranjanje naravnih vrednot, biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti. V Krajinskem parku Radensko polje leži območje imenovano Radensko polje - Viršnica, z oznako SI3000171, ki ga uvrščamo v Evropsko omrežje Natura 2000 in ima status posebnega ohranitvenega območja (Anon, 2013).

2.1.1 Geografske značilnosti pokrajine

Tip pokrajine so dinarska podolja (širok dolinski svet na krasu, brez tekoče vode (Krušič, 1982)) in ravniki (zelo znižan in uravnan relief (Krušič, 1982)). Podnebni tip je zmerno celinsko podnebje osrednje Slovenije. Povprečna letna količina padavin med letoma 1961 in 1990 je znašala med 1200 in 1300 milimetri na kvadratni meter. Povprečna letna temperatura zraka, izmerjena med letoma 1961 in 1990, je znašala med osem in deset stopinj Celzija (Fridl in sod., 1998).

Radensko polje je nastalo z vzdolžnim prelomom v dinarski smeri (Peterlin, 2008). Tla sestavljajo klastične sedimentne kamnine, glina in melj, ki so nastale v kvartarju. Prevladujejo oglejene in obrečne prsti, ki nastajajo na slabo prepustnih glinenih in peščenih tleh. Relief tega območja geografsko uvrščamo v akumulacijski rečno-denudacijski relief, ki se pojavlja na ravninah, kotlinah in dnu širših dolin in kraških polj. Oblikovale so ga reke, ki so v tektonske udorine nanesele prod, pesek ali glino (Fridl in sod., 1998). Površina matične kamnine pada od zahoda proti vzhodu, zato tudi vse reke izvirajo na zahodnem delu in ponikajo v vzhodnem robu polja (Peterlin, 2008).

Radensko polje je kraško polje nizkega dinarskega krasa, zanj pa so značilne pogoste in dolgotrajne poplave (Fridl in sod., 1998). Odlikujejo ga vse značilnosti pravih kraških polj: višji kraški obod, kraški izviri, ponikalnice, ki tečejo čez polje, in kraški požiralniki s ponornimi jamami (Poboljšaj in sod., 2000). Nekateri ga po morfoloških merilih uvrščajo med robna polja (Peterlin, 2008). Ta so običajno pritočno-ponorniška polja, ki so periodično poplavljeni in imajo površinske pritoke z vododržnega sveta, ki na kraškem polju poniknejo (Gams, 2003).

Po hidroloških merilih je severni del pritočno-ponorniško polje, južni del pa lahko uvrstimo med izvirno-ponorniška polja z vodama Zelenko in Šico. Vodni režim Radenskega polja določa več vodotokov. Kraška ponikalnica reka Šica, ki vijuga skozi polje, izvira na južnem delu, blizu vasi Mala Račna, ponika pa v Zatočni jami v vzhodnem delu polja. Ob nizkem vodostaju reka ponikne, še preden doseže jamo, ob močnem deževju pa ponika tudi v bližnjo Lazarjevo jamo. Ob izdatnejših padavinah lahko na tem območju

nastane začasno kraško jezero. Vode z Radenskega polja se po razvejenem jamskem sistemu stekajo v izvir reke Krke (Peterlin, 2008).

V bližini Lazarjeve jame je udornica, na dnu katere je rov vodne jame Viršnice, ki odvaja vodo iz Lazarjeve in Zatočne jame. Vhod Lazarjeve jame je Krajski deželni zbor razširil in obzidal leta 1890. Zatočno jamo so poglobili in izravnali dno. Želeli so prodreti skozi jamo do izvira Krke in pospešiti odtok s polja, a jim to ni uspelo (Gams, 2003).

2.1.2 Rastlinstvo in živalstvo Radenskega polja

Potencialno naravna vegetacija na obravnavanem območju je gozd belega gabra in doba, realna vegetacija pa so zaradi naselij in obdelovalnih površin travišča naslednjih prevladujočih redov: *Arrhenatheretalia*, *Molinietalia* in *Brometalia erecti* (Fridl in sod., 1998).

Center za kartografijo favne in flore je leta 2000 izdelal *Inventarizacijo favne in flore na Radenskem polju* (Poboljšaj in sod., 2000). Inventarizacijo so opravili za prostorsko opredelitev habitatnih tipov, ki so dejansko ali potencialno ogroženi. Popisali so vrste flore, favne (dnevni metulji, kačji pastirji, dvoživke ptiči in vidra) in vegetacije ter podali oceno naravovarstvene vrednosti območja. Povzemam glavne ugotovitve poročila s poudarkom na ugotovitvah popisa flore Radenskega polja.

Pri inventarizaciji (Poboljšaj in sod., 2000) je bilo skupaj popisanih 445 vrst in podvrst praprotnic in semenk, med katerimi z naravovarstvenega vidika posebej izstopajo: boljši šaš (*Carex pulicaris*), močvirska logarica (*Fritillaria meleagris*), močvirski svišč (*Gentiana pneumonanthe*), navadna božja milost (*Gratiola officinalis*), sibirski perunika (*Iris sibirica*), močvirski ludvigija (*Ludwigia palustris*), navadni mrzličnik (*Menyanthes trifoliata*), močvirski ušivec (*Pedicularis palustris*), močvirski petoprstnik (*Potentilla palustris*), ostnati biček (*Schoenoplectus mucronatus*), česnov vrednik (*Teucrium scrodioides*) in južna mešinka (*Utricularia australis*). Večina omenjenih rastlin je vezana na mokrotne travnate površine, uspevajo v stoječih in počasi tekočih vodah ali pa so občutljive za gnojenje. Imajo poseben naravovarstveni pomen, ker so njihovi življenjski prostori ranljivi in se zaradi človekovega delovanja (izsuševanje, spreminjanje rečnih režimov) uničujejo.

Pri inventarizaciji (Poboljšaj in sod., 2000) so popisali tudi 27 vrst kačjih pastirjev, med njimi jih je kar pet uvrščenih na *Rdeči seznam kačjih pastirjev Slovenije* (Kotarac, 1997), štiri so ranljive vrste in ena ogrožena. Poleg vrstnega bogastva sta prednost Radenskega polja ugodna kombinacija in pestrost tako vodnih kot kopenskih habitatov.

V okviru študije (Poboljšaj in sod., 2000) je bilo zabeleženih 68 vrst dnevnih metuljev, kar je več kot tretjina vseh v Sloveniji živečih vrst. Od teh je 14 vrst na *Rdečem seznamu ogroženih metuljev* (Carnelutti, 1992a; 1992b) v Sloveniji, tri veljajo za ogrožene, dve sta blizu tej kvalifikaciji in dve zavarovani.

Tu živi tudi dvanajst od skupaj devetnajstih v Sloveniji živečih vrst dvoživk. Radensko polje je pomembno predvsem za razmnoževalne populacije dvoživk (Poboljšaj in sod., 2000).

Opaženih je bilo več kot 80 vrst ptic, od teh pa 78 verjetnih, možnih ali nedvomnih gnezdilk (Poboljšaj in sod., 2000). Pri gnezdilkah je 24 vrst na *Rdečem seznamu ogroženih ptic gnezdilk Slovenije* (Bračko in sod., 1994). Pet jih ima evropski status ranljivosti ali potencialne ranljivosti (Poboljšaj in sod., 2000).

Ugotovili so, da je na Radenskem polju vidra. Severni del bi bil lahko po predvidevanjih koridorska povezava z grosupeljsko kotlino in morda tudi z Ljubljanskim barjem (Poboljšaj in sod., 2000).

Kvalifikacijske vrste za območje Natura 2000, ki se pojavljajo na Radenskem polju so polž ozki vretenec (*Vertigo angustior*), hrošč drobnovratnik (*Leptodirus hochenwartii*), tri vrste metuljev: črtasti medvedek (*Callimorpha quadripunctaria*), travniški postavnež (*Euphydryas aurinia*) in močvirski cekinček (*Lycaena dispar*) ter tri vrste dvoživk: hribski urh (*Bombina variegata*), človeška ribica (*Proteus anguinus*) in veliki pupek (*Triturus carnifex*) (Anon, 2013).

2.1.3 Habitatni tipi

Habitatni tipi na Radenskem polju so bili znotraj inventarizacije (Poboljšaj in sod., 2000) določeni z metodo kombinacije kartiranja habitatnih tipov in strukturnih elementov ter rabe tal. Opredelitev habitatnega tipa večinoma sloni na rastlinskih združbah. Vsak habitat je

ovrednoten s šeststopenjsko lestvico (0-5), pri kateri višja številka označuje večjo naravovarstveno vrednost habitata.

Izsledki kartiranja in vrednotenja habitatov so pokazali, da ima več kot 40 odstotkov površin preiskovanega območja najvišji naravovarstveni oceni, to sta 4 ali 5. Površine z najvišjo naravovarstveno oceno dosegajo mokrotni travniki in nižinski hrastovo-gabrov gozd, ki prerašča predele okoli Radenskega polja. Naravovarstveno nižje ovrednoteni so gojeni travniki, ki v skoraj enakem deležu (več kot 40 odstotkov) pokrivajo Radensko polje (Poboljšaj in sod., 2000).

Kvalifikacijski habitati za območje Natura 2000, ki se pojavljajo na Radenskem polju so presihajoča jezera, travniki s prevladujočo stožko (*Molinia spp.*) na karbonatnih, šotnih ali glineno-muljastih tleh (*Molinion caeruleae*) in jame, ki niso odprte za javnost (Anon, 2013).

Razen osamelca Kopanj je celoten južni del polja spremenjen v intenzivne kmetijske površine. Večinoma so to gojeni travniki in njive. Izstopa le reka Šica z dobro ohranjeno obrežno vegetacijo (Poboljšaj in sod., 2000). Gojeni travniki na Radenskem polju so gnojni in večkrat na leto košeni. So na zmerno vlažnih tleh, ki jih redko zalijejo poplave. Rastlinstvo gojenega travnika sestavljajo visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*), travniški lisičji rep (*Alopecurus pratensis*), navadna pasja trava (*Dactylis glomerata*), travniška bilnica (*Festuca pratensis* agg.), volnata medena trava (*Holcus lanatus*) in druge. Od cvetnic prevladujejo navadni regrat (*Taraxacum officinale* agg.), ripeča zlatica (*Ranunculus acris*), travniška kozja brada (*Tragopogon pratensis*), navadna ivanjščica (*Leucanthemum vulgare*), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*), njivsko grabljišče (*Knautia arvensis*), navadna lakota (*Galium mollugo*), črna (*Trifolium pratense*) in plazeča detelja (*Trifolium repens*) ter travniški grahor (*Lathyrus pratensis*). Na suhih predelih se pojavljajo travniška bilnica (*Festuca pratensis*), navadni oslad (*Filipendula vulgaris*), navadna nokota (*Lotus corniculatus*), klobčasta zvončica (*Campanula glomerata*) in navadna kislica (*Rumex acetosa*) (Peterlin, 2008).

V plitvih jarkih je mogoče najti rumenocvetno močvirsko peruniko (*Iris pseudacorus*), navadni trst (*Phragmites australis*), jezerski biček (*Schoenoplectus lacustris*), širokolistni

rogoz (*Typha latifolia*), klobčasti (*Juncus conglomeratus*) in navadni loček (*Juncus effusus*). V predelih, kjer se dlje časa zadržuje voda, rastejo visoki šaši, ki se razraščajo v značilnih šopih. Taka sta recimo togi (*Carex elata*) in sinjezeleni šaš (*Carex flacca*). V plitvi stoječi vodi uspevajo navadni žabji las (*Callitriche palustris*), trpotčasti porečnik (*Alisma plantago-aguatica*), kalužnica (*Caltha palustris*), žgoča zlatica (*Ranunculus flammula*), močvirska spominčica (*Myosotis scorpioides*) in severna lakota (*Galium boreale*). Na prehodu med travnikom in jarkom rastejo visoke stebliki, ki jih poleg trsta, rogoza, ločkov in šašev sestavljajo še brestovolistni oslad (*Filipendula ulmaria*), navadna pijavčnica (*Lysimachia vulgaris*), navadna krvenka (*Lythrum salicaria*), navadni čistec (*Betonica officinalis*), zdravilna špajka (*Valeriana officinalis*) in mehki osat (*Cirsium oleraceum*) (Peterlin, 2008).

Ob strugi reke Šice raste pas drevja in grmovja. Tu običajno uspevajo rdeči dren (*Cornus sanguinea*), navadna trdoleska (*Euonymus europaea*), rdeča vrba (*Salix purpurea*) in črni trn (*Prunus spinosa*). Ob sotočju Zelenke in Šice bomo našli ostanke toploljubnih drevesnih vrst: brek (*Sorbus torminalis*), lesnika (*Malus sylvestris*), hruška drobnica (*Pyrus pyraster*) in hrast cer (*Quercus cerris*), vendar jih zdaj izrivajo jelka (*Abies alba*), beli gaber (*Carpinus betulus*), maklen (*Acer campestre*) in graden (*Quercus petraea*) (Peterlin, 2008).

2.2 NARAVOSLOVNE UČNE POTI

Prve učne poti v Sloveniji so bile namenjene izobraževanju javnosti o gozdu in naravi. Leta 1974 sta bili postavljeni Gozdna učna pot na šmarnogorsko Grmado in Gozdna učna pot Bistra pri Vrhniku. Danes so gozdne učne poti v vseh predelih Slovenije. Po podatkih iz leta 2006 je na Zavodu za gozdove Slovenije (ZGS) evidentiranih 96 gozdnih učnih poti. Za 91 od teh je na voljo tudi podatek o dolžini. Povprečna dolžina gozdne učne poti je po podatkih ZGS 4,5 km (Lešnik, 2006b).

Iz poročil ZGS lahko razberemo, da so obiskovalci gozdnih učnih poti predvsem dijaki in učenci. Letno ga obiše med 15 000 in 20 000 obiskovalcev (Lešnik, 2006b).

2.2.1 Izraz učna pot

Izraz gozdna učna pot združuje vsa novejša poimenovanja učnih poti. V bazi podatkov o gozdnih učnih poteh Zavoda za gozdove Slovenije jih je nekaj, ki se pojavljajo tudi z drugimi imeni: naravoslovna, tematska, naravoslovno-zgodovinska, čebelarska ... (Lešnik, 2006b).

Izraz učna pot ni najprimernejši, saj se lahko razume, da je pot namenjena le populaciji v procesu izobraževanja: učencem, dijakom, študentom. V angleškem jeziku se zato uporabljajo izrazi »self-guided trails« oziroma »interpretative trails« (Ogorelec, 2002). Tudi Lešnik opozarja, da je izraz učna pot problematičen, saj je namen teh poti, da posredujejo znanje na drugačen (ne šolski) način. Novi nazivi poti so s tega vidika dobrodošli (Lešnik, 2006b). Danes poti obiskovalcem poleg razlag ponujajo tudi druge aktivnosti, zato se pogosto uporablja izraz doživljajske poti (Ogorelec, 2002).

2.2.2 Priporočila za postavitve naravoslovnih učnih poti

Lokacijo učne poti izberemo tako, da se izognemo najbolj ranljivim delom zaščitenega območja, saj bi lahko številni obiski negativno vplivali nanje. Informacijske table in druge oznake oblikujemo tako, da ne bodo v naravi preveč izstopale in tako povzročale vidnega onesnaževanja. Prednostno izbiramo lokalne materiale. Dobro načrtovanje je potrebno tudi z vidika varnosti obiskovalcev (Ogorelec, 2002).

Vsi elementi, vključeni v pot (sanitarije, okrepčevalnice in podobno), naj podpirajo osrednje sporočilo in bodo v skladu z obliko oziroma postavitvijo poti. Preprečiti moramo morebitne negativne posledice velikega števila obiskovalcev, ki bi kazile videz (parkirni prostor, zbiralniki odpadkov), in v programu predvideti tudi priložnosti za fotografiranje (Veverka, 2005a).

2.2.3 Prednosti in pomanjkljivosti učnih poti

Prednosti naravoslovnih učnih poti (Ogorelec, 2004a):

- Značilnosti narave prikazujemo tam, kjer so, v njihovem dejanskem okolju.
- Nagovorimo lahko širok krog obiskovalcev.

- Uporaba je enostavna.
- Hitrost obiska lahko ljudje prilagodijo svojim zmožnostim in zanimanju.
- So prilagodljive glede na tip območja in ciljno publiko.
- Kombiniramo sliko in besedilo.
- Prikažemo lahko podobo pokrajine v preteklosti.
- Opozarjajo na pojave, ki jih obiskovalec sicer ne bi opazil.
- Pomagajo pri orientaciji.
- Uredijo jih lahko tudi ljubitelji.
- So vedno na voljo.
- Ne zahtevajo prisotnosti osebja.
- Stroški ureditve in vzdrževanja so razmeroma nizki.

Pomanjkljivosti naravoslovnih učnih poti (Ogorelec, 2004a):

- So neosebne.
- Obiskovalci nimajo možnosti dvosmerne komunikacije, ne morejo postavljati vprašanj, sodelovati ali komentirati vsebine.
- Z njimi težko predstavljamo kompleksne procese ali pojme.
- Informacijske table si lahko hkrati ogleda le nekaj ljudi, zato so manj primerne za velike skupine.
- Lahko prihaja do zasičenosti s tem medijem.
- Velik obisk lahko povzroči erozijo ali motenje divjih živali.
- Oprema učne poti lahko negativno vpliva na videz pokrajine.
- Neprimerne so v območju skrajnih klimatskih razmer.
- Oprema se lahko uniči zaradi vandalizma.

2.2.4 Interpretacija narave

Vrednost naravnega okolja ni vedno za vse očitna. Da jo obiskovalec dojame, moramo snovalci poti naravo in njen pomen razložiti – interpretirati. Interpretacija naravne in kulturne dediščine poteka, kadar nekdo svoje znanje o naravi, zgodovini ali kulturi deli z drugimi. Pionir v tem je bil Američan Enos Mills s svojim delom *Adventures of a Nature*

Guide, v katerem je postavil standarde za poklicne vodnike po naravnih parkih (Benton, 2009).

Interpretacija je pojem, ki so ga poskušali pojasniti številni avtorji. Velikokrat se pojavljajo povsem preproste definicije:

- Interpretacija je prevod iz jezika strokovnjakov v laični jezik (Veverka, 2005b).
- Interpretacija je v osnovi proces oskrbovanja z uporabnimi, aktualnimi in privlačnimi informacijami o nekem prostoru. Cilj je obogatitev obiskovalčeve izkušnje (Ham, 2002).

Interpretacijo pogosto povezujejo s komunikacijo med vršilcem interpretacije (interpretom) in poslušalcem oz. obiskovalcem:

- Interpretacija je komunikacijski proces, ki s pomočjo izkustva z objekti ali pokrajinami razkriva pomen in povezavo med naravno ali kulturno danostjo in občinstvom (Veverka, 2005b).
- Interpretacija je komunikacijski proces, ki izzove, povezuje in razkriva sporočilo ali zgodbo obiskovalcem skozi medije (Veverka, 2005b).

Spet drugi so se osredotočili na njeno izobraževalno vlogo.

- Interpretacija je načrtovan poskus razlage, katere namen je poučevanje obiskovalcev o zgodovini in pomenu dogodkov, ljudi in objektov v zvezi z nekim področjem (Knudson in sod., 2003).

Poleg izobraževanja pa se interpretacijo povezuje tudi s čustvovanjem in doživljanjem poslušalca ter vplivi na njegovo vedenje.

- Z interpretacijo ne informiramo, ampak razkrivamo in s tem vplivamo na znanje pa tudi na čustva in vedenje obiskovalcev (Ogorelec, 2004b).

Definicije imajo nekatere podobnosti, vendar so kljub temu različne. Nekateri avtorji priznavajo, da kljub dolgoletnemu delu na področju interpretacije, številnim objavam in definicijam še danes ne vedo popolnoma, kaj interpretacija je (Novey, 2008). Novey (Novey, 2008) v svojem članku razpravlja, da je pravzaprav le komunikacija v neformalnem okolju in si zato ne zasluži posebnega imena. Njena posebnost je zgolj v tem,

da poskušamo posredovati le eno osrednje sporočilo in da komunikacijske strategije prilagajamo znanju, željam in interesom obiskovalcev, kadar je to mogoče in primerno. To pa so že znane komunikacijske strategije s področja oglaševanja in medijev. Izraz interpretacija je po njegovem mnenju neprimeren tudi zato, ker ni jasno, ali je to področje, poklic, disciplina, praksa ali le orodje.

2.2.5 Zakaj interpretirati naravo?

Da prepoznamo pomembnost nekega naravnega habitata in začutimo željo po ohranitvi takega prostora, je pogosto treba imeti veliko predznanja o procesih in vplivih na okolje. Z načrtovano razlago oz. interpretacijo želimo vplivati na obiskovalčev že izdelano idejo o obravnavanem okolju ali temi in ne želimo ponujati poglobljenih informacij, ki bodo namenjene samo dopolnitvi znanja že prepričanega strokovnega občinstva. Brez načrtovane interpretacije, ki je spretno posredovana obiskovalcem, da bi jim pokazala, kakšno dejansko ali simbolno vrednost ima prostor za strokovnjake, ne bomo nikoli vplivali na mnenje povprečnega obiskovalca (Ham, 2002).

Z obveščanjem obiskovalcev povečujemo ozaveščenost in vrednotenje zavarovanega območja. Spreminjamo njihov odnos do varstvenih ukrepov. Ta jih laže sprejema, ko razume, da so potrebni za ohranitev nekega območja. Pomembno je, da javnost podpira zavarovana območja, saj je del skupnega državnega premoženja namenjen financiranju projektov za njihovo ohranitev (Ogorelec, 2002).

Raziskave, narejene s pomočjo obiskovalcev zunanjih zgodovinsko-kulturnih razstav, so pokazale, da ti iščejo izkustva in zgodbo, s katero se bodo poistovetili in z njo sočustvovali. Podajanje informacij in klasična »ali ste vedeli« rubrika nista dovolj, da bi vzbudili skrb za določeno okolje, organizme, dogodke. Obiskovalec mora čutiti, da je del zgodbe (Ham, 2002).

Interpretacija prinaša ljudem smisel naravnega ali kulturnega okolja. Interpreti poskušajo pomagati svojim strankam pri razumevanju in doživljanju muzejev, pokrajin, mest, zgodovinskih, arheoloških ali naravnih območji, da bi laže razumeli in se zavedali lastnega okolja (Knudson in sod., 2003).

2.2.6 Načrtovanje interpretacije

Pri načrtovanju interpretacije in izboru vsebin se je dobro vprašati, zakaj bi obiskovalca neka informacija zanimala in kako bi jo lahko uporabil (Veverka, 2005b).

Lastnosti dobre interpretacije so (Veverka, 2005b):

- izzove interes obiskovalca,
- povezuje vsebino z vsakodnevnim življenjem občinstva,
- razkriva bistvo na edinstven način,
- poskuša predstavljati celoto obravnavane teme,
- ima rdečo nit.

Ta načela dobre interpretacije so podobna tistim, ki jih uporabljajo v trženju in oglaševanju (Veverka, 2005b).

Ko pripravljamo material za informiranje javnosti o naravnem območju, se moramo vprašati (Ogorelec, 2002):

- kakšna so naša sporočila in kaj naši cilji,
- katere so ciljne skupine,
- katera orodja ali medije bomo uporabili za informiranje in kako bomo ovrednotili rezultate.

Tematska interpretacija vključuje temo, kognitivni načrt, tranzicijske povedi in povzetek. Poslušalcu najprej razkrijemo temo predstavitve, nato predstavimo kognitivni načrt. To je niz stavkov, ki poslušalca usmeri in predstavi strukturo predstavitve. S tem naredimo prehod med temo in vsebino. Tranzicijske povedi opozarjajo poslušalca, da se predstavitev enega sporočila zaključuje in prehaja na razlago naslednjega sporočila, in povezujejo vsako sporočilo z glavno temo. Na koncu sledi povzetek, v katerem ponovimo sporočila predstavitve in jih znova povežemo z glavno temo (Tarlton in Ward, 2006).

2.2.7 Sporočilo in tema

Interpretativno sporočilo je ključna ideja predstavitve. Je bistvo, ki ga lahko obiskovalec po obisku interpretativne poti povzame v enem stavku. Oblikovanje sporočila je osnova za

dobro organizirano in jasno predstavitev. Glavni namen interpretativne predstavitve je podati to sporočilo (Veverka, b. l.).

Sporočilo naj bo (Veverka, b. l.):

- strnjeno v kratkem in preprostem stavku,
- naj vsebuje le eno glavno idejo,
- odkriva namen poti,
- zanimivo in motivacijsko izraženo.

Primeri: »V naših gozdovih uspeva mnogo zdravilnih rastlin« ali »Raziskovanje jam je čudovita izkušnja« (Veverka, b. l.).

Ključ do dobre interpretacije je sporočilo, ki ga želimo predati. Kakšen je naš namen? Zakaj je ta kraj pomemben za nas interprete? Sodobna interpretacija poskuša obiskovalcu odkriti bistvo oz. pomen prostora ter v njem vzbuditi empatijo do ljudi in organizmov. Pogosto vsebuje neko moralno lekcijo, ki pomaga iz informacij izluščiti smisel. Podatki, ki jih pridobimo z raziskavami, pa naj bodo le temelj za interpretacijo (Ham, 2002).

Teme interpretativne poti ne smemo zamenjevati z njenim sporočilom, saj le pojasni, s katerim področjem se pot ukvarja (Veverka, b. l.).

2.2.8 Cilji

Za uspešen interpretativen program nam mora biti jasno, kaj želimo z njim doseči. Zastavimo si lahko cilje. S preverjanjem, ali so bili ti doseženi, lahko ocenjujemo kakovost naše interpretacije ali interpretativne poti (Veverka, b. l.).

Primer: Z interpretacijo želimo doseči, da bodo znali obiskovalci na koncu naštetih tri koristi, ki jih imajo lahko ljudje z ohranjanjem vlažnih ekosistemov (Veverka, b. l.).

Zastavimo si lahko več različnih ciljev, ki jih lahko delimo v tri skupine (Veverka, b. l.):

- izobraževalni cilji: želimo, da bi se obiskovalci nekaj naučili;
- čustveni cilji: želimo, da bi obiskovalci nekaj občutili (željo po ohranitvi, navdušenje nad pokrajino);
- vedenjski cilji: želimo, da bi obiskovalci pot prehodili, si nekaj ogledali.

Izobraževalni, čustveni in vedenjski cilji so tisti, ki nas vodijo pri načrtovanju interpretativnega programa (Veverka, b. l.).

Interpretova naloga je, da pomaga obiskovalcu dobiti občutek za okolje, ki ga obdaja, da doživi lepote in začuti pomembnost kraja zaradi njegovega estetskega, naravnega, kulturnega ali zgodovinskega pomena (Knudson in sod., 2003).

V preteklosti je bilo interpretativno načrtovanje omejeno na spoznavanje pokrajine in ugotavljanje interpretativnega sporočila ter na glavno sporočilo in izbiro ustreznega medija na kraju samem. Danes to ni več dovolj. Z ocenjevanjem in ugotavljanjem, kaj z interpretacijo dejansko dosegamo, si danes prizadevamo, da bi koristili ne samo obiskovalcem, temveč tudi okolju, v katerem interpretiramo, ter tudi interpretu oziroma organizaciji, ki interpretacijo omogoča (Veverka, 2005a).

Okolje lahko z ustrezno interpretacijo o njegovem pomenu zaščitimo, interpreta obiskovalci lažje razumejo in podprejo njegova stališča ali projekte, obiskovalec pa z interpretacijo pridobi znanje in izkušnje. Pri načrtovanju interpretativne poti se moramo vprašati, kakšno korist bodo imeli od nje okolje, interpret in obiskovalec (Veverka, 2005a).

Posledica dobre interpretacije je, da obiskovalec postane dober amaterski interpret, ki je ozaveščen, obveščen in dober opazovalec, lahko pa postane tudi aktivist, ki razlaga in ozavešča druge ljudi okoli sebe (Knudson in sod., 2003).

Cilji interpretacije so lahko poleg izobraževalnih, čustvenih in vedenjskih tudi marketinški ali varstveni. Interpretacijo lahko neko zavarovano območje izkoristi za podporo domačinov in obiskovalcev pri ukrepih upravljanja parka ali za pridobitev finančne podpore prek donatorjev in s pobiranjem vstopnine v park. Pri zasnovi učnih poti je treba upoštevati načela interpretacije, ker lahko tako pri obiskovalcih vzbudimo navdušenje, ponos in občutek, da je treba pomagati. S tem povečamo javno podporo upravljavcu, obisk in prihodke. Učna pot tako postane sredstvo, s katerim lahko upravljamo park (Ogorelec, 2004b).

2.2.9 Občinstvo

Tema interpretacije je lahko za poslušalce zanimiva ali dolgočasna. To je odvisno od načina predstavitve. Informacije in medij, skozi katerega informacije sporočamo, morajo biti prilagojeni ciljni publiki (Ham, 2002).

Obiskovalci interpretativnih poti lahko pričakujejo različno (Veverka, 2005a):

- sprostitvev in zabavo (večerni program ob tabornem ognju),
- izobraževanje,
- doživeti lepoto narave in uživati v razgledu,
- umakniti se v naravo.

Pogosto si zaželi kombinacijo naštetih aktivnosti (Veverka, 2005a).

Obiskovalci se lahko na pot odzivajo različno (Veverka, 2005a):

- aktivni obiskovalci (aktivno sodelujejo pri interpretaciji in nalogah, ki jim jih ponuja pot) in
- pasivni obiskovalci (le opazujejo dogajanje ali interpretacijo).

2.2.10 Komunikacija z obiskovalci

Komunikacija je pomembno orodje interpretov, ki jo prilagajajo glede na poslušalce (Knudson in sod., 2003).

Lahko je enosmerna ali večsmerna. Vsaka ima svoje prednosti in slabosti, zato vodnik izbere ustrezno, glede na odzive in starostno skupino obiskovalcev. Primer enosmerne komunikacije je predavanje, pri katerem obiskovalci nimajo možnosti, da bi se aktivno vključevali v pogovor in običajno malo ali sploh ne postavljajo vprašanj. Pri vodenju brez vodnika oz. samostojnem vodenju (angl. self-guided trails) sporočilo poti posredujemo obiskovalcu z brošurami, knjigami, slikami in informativnimi tablami ali drugimi mediji. Obiskovalec ne more spraševati ali prositi za dodatna pojasnila. Pri večsmerni komunikaciji med seboj komunicirajo obiskovalci ter obiskovalci in vodnik. Obiskovalci sodelujejo pri vodenju in aktivnostih, več je tudi socialnih interakcij (Knudson in sod., 2003).

Za obveščanje javnosti o zavarovanem območju lahko uporabljamo več sredstev, kot so: televizija, radio, tisk, svetovni splet, interaktivni računalniški informacijski sistem, pisma, zemljevidi, govorjena beseda, lastne ali tuje publikacije (zloženke, brošure, knjige, časopisi), spominki, smerokazi in oznake, oglasne deske, učne poti in vodenje, razstave, gledališke predstave, umetnost in podobno (Ogorelec, 2002).

Pri interpretaciji pogosto uporabljamo tiskane medije: brošure, zloženke, knjige, informativne table in podobno. Interpretativni mediji lahko vsebujejo razstave, vodene ogleda, spletne strani, predavanja, šolske programe in publikacije, vendar nanje niso omejeni (Knudson in sod., 2003). Celotno temo bomo najlaže ponazorili s kombinacijo skrbno izbranih medijev (Veverka, b. l.). Dober interpret poskuša posredovati svoje sporočilo vsem obiskovalcem. Zato pogosto posežemo po različnih medijih, da se tako približamo čim večjemu številu obiskovalcev. Nekateri raje berejo, drugi imajo raje videoposnetke ali slikovni material, nekaterim pa so bliže razlage na terenu ali praktični prikazi. Informacije naj bodo na voljo tam, kjer se ljudje zbirajo, ne pa skrite nekje v neobljudenem gozdu (Knudson in sod., 2003).

Brošure ali zloženke naj obveščajo o aktivnostih in prednostih naše poti in naj bodo opremljene z jasnimi navodili in zemljevidi, kje točno je pot in kako poiskati vodnika za interpretativno vodenje (Veverka, 2005a).

Interpretativno pisanje zahteva nekaj spretnosti. Da bi pridobili in ohranili bralčevo pozornost, naj bodo besede, stavki in odstavki kratki. Izogibajmo se glagolu biti in vsem njegovim oblikam. Zamenjamo jih z aktivnimi glagoli. Spodbujajmo uporabo vseh čutov. Izražajmo se natančno, vendar preprosto in doživeto. Pri izbiri besed in oblikovanju stavkov pomislimo tudi na ritmičnost. Povedi naj ne vsebujejo več kot 20 besed in eno samo sporočilo. Odstavki naj ne bodo daljši od 15 vrstic (Knudson in sod., 2003).

Pomembno je, da ne pretiravamo z naštevanjem podatkov, temveč pomagamo obiskovalcu pokrajino doživljati. Pri sestavi besedila moramo paziti, da ne uporabljamo žargona in da so besedila kratka (Ogorelec, 2002).

2.2.11 Oblikovanje informacijskih tabel

Pri oblikovanju informacijskih tabel je dobro, da upoštevamo naslednja priporočila (Veverka, b. l.):

- Besedilo informacijske table oblikujemo tako, da si bo obiskovalec zlahka zapomnil glavno sporočilo.
- Besedilo zapišemo tako, da nagovarja poslušalce in je primerno znanju ciljnega občinstva.
- Sporočilo informacijske table naj dosega zastavljene cilje.
- Informacijske table naj vsebujejo informacije, ki bi jih obiskovalci želeli vedeti in ki jih lahko uporabijo v vsakodnevnem življenju.
- Razmislimo, kdaj, kje in kako bomo uporabili informacijsko tablo, iz kakšnega materiala bo, kakšni bodo stroški postavitve in vzdrževanja.
- Razmislimo tudi, ali so informacije sezonske narave ali aktualne vse leto ter ali obstaja verjetnost, da se bo vsebina v kratkem spremenila.
- Z anketo ali vprašalnikom preverimo kakovost vsebine že pred izdelavo informacijske table.

Priporočljivo je, da pojasnjevalna tabla ne vsebuje več kot 50 do 60 besed. V enem stavku naj ne bo več kot 15 besed, v odstavku od tri do pet stavkov, v vrstici le od sedem do osem besed oziroma 65 znakov s presledki. Velikost črk naj bo vsaj osem milimetrov ali 24 pik. Optimalno število točk na poti je med sedem in deset. V povprečju obiskovalec nameni posamezni informacijski tabli 40 sekund. Naslov naj zato vzbudi pozornost. Uporabljamo provokativna vprašanja. Jezik naj bo v tvorni obliki, ne uporabljamo trpnika. Uporabljamo primerjave, nasprotja, metafore, besedne igre, humor ali pa v besedilo vključimo zanimive krajevne legende. Večina bralcev najmanj skrbno bere vezano besedilo. Svojo pozornost pogosto usmerijo v branje alinej, podnaslovov in podnapirov slik. Grafični prikazi in slike naj zavzamejo vsaj tretjino površine, namenjene obveščanju. Informacije posredujmo tako, da jih lahko obiskovalci primerjajo z nečim, kar že poznajo (Ogorelec, 2004a).

2.2.12 Vodenje

Dopolnilo ali alternativa učnim potem v naravi, ki vsebujejo obveščevalne table in druge infrastrukture, so različni načini vodenja. Vodenje omogoča boljšo interpretacijo vsebin in večji nadzor nad vedenjem obiskovalcev. Poseben tip je doživljajsko vodenje, pri katerem vodnik strokovne osnove dopolnjuje s poglobljenim dožemanjem narave in drugimi vsebinami. Pot in vsebino poti lahko prilagaja vremenu, sezoni, željam in potrebam skupine ter namenu njihovega obiska. Takšne oblike vodenja niso vezane na postavitev infrastrukture in jih je lažje tržiti kot klasične učne poti (Kristanc, 2003). Voden ogled naj traja 45 minut (Ogorelec, 2004a).

Pogosto sta za strokovnjake, ki se ukvarjajo z vodenjem, pomembnejši količina in kakovost podanih informacij. Najbolj učinkovito vodenje pa vsebuje tudi čustvene komponente, ki jih vzbudimo v udeležencu (Lešnik, 2006a). Program naj vsebuje aktivnosti, ki bodo omogočale spoznavanje okolice z uporabo vseh petih čutov in aktivno sodelovanje obiskovalcev (Veverka, 2005a).

S tem v zvezi Novey (2008) opisuje, da se v nekateri literaturi in programih za razvoj interpretacije preveč zagovarja metode, ki dopuščajo, da si obiskovalci sami ustvarijo mnenje. Predlaga, da se neposrednemu navajanju dejstev, ki jih želimo sporočiti, ne bi smeli izogibati. Ko pa se te komunikacijske metode izkažejo za nerazumljive, dolgotrajne ali neučinkovite pri ohranjanju poslušalčevega interesa, je nedvomno zaželen drugačen pristop, ki dopolnjuje naše sporočilo, vendar ga ne nadomešča s predstavami, ki si jih obiskovalci skozi razpravo ali doživetje ustvarijo sami (Novey, 2008).

2.2.13 Upravljanje in trženje naravoslovnih učnih poti

Danes se interpretacija osredotoča na izdelavo celostnega doživetja za obiskovalca. Pri obisku je pogled na pokrajino in travniške cvetlice prav tako pomemben element za obiskovalca, kot je vsebina poti (Veverka, 2005a). Privlačne in provokativne interpretativne dejavnosti, usmerjene k obogatitvi obiskovalčeve izkušnje, lahko močno prispevajo k trženju (Ham, 2002).

Funkcija učnih poti je lahko tudi doseganje turističnih gospodarskih rezultatov. Treba je zagotoviti celotno dejavnost: postavljanje in vzdrževanje poti ter ponudba, organizacija in izvedba vodenja obiskovalcev. Kakovostno vodenje se zelo verjetno dolgoročno pozna pri večjem obisku in prepoznavnosti poti ter s tem v večjem sprejemanju njenih sporočil (Lešnik, 2006a). Interpretacija lahko pomaga k nižanju stroškov vzdrževanja in ohranjanju stanja interpretativnega območja. Interpret lahko obiskovalce opozori in jih spodbuja k vedenju, ki ni uničevalne narave (Knudson in sod., 2003).

Izkušnje iz Slovenije kažejo, da je pri vzpostavljanju učnih poti slabo poskrbljeno za njihovo dolgoročno vzdrževanje in da so slabo vključene v turistično ponudbo. Gozdne učne poti, ki bi bile predmet turistične ponudbe, bi bile lahko sredstvo za popularizacijo gozdov in gozdarstva, izobraževanje in ozaveščanje javnosti o varstvu okolja, hkrati pa bi imele posreden gospodarski učinek (Lešnik, 2006b).

Za to bi bilo priporočljivo narediti analizo vseh gozdnih učnih poti, ki jih imamo v evidenci, preveriti mnenja obiskovalcev, zapisati podatke o številu dodatnih objektov (parkirišča, stranišča, koši za smeti) in prilagoditvah za osebe s posebnimi potrebami. Sistematično pa bi bilo treba zbrati tudi izkušnje z oblikovanjem, izbiro in vzdržljivostjo materialov ter njihovo prijaznostjo do okolja. Prenovo in vzdrževanje vseh gozdnih učnih poti, bi lahko dosegli le s sodelovanjem in povezovanjem organizacij in ustanov, ki skrbijo za njihov nastanek in upravljanje (Lešnik, 2006b).

Raziskave kažejo, da tuji gostje k nam prihajajo predvsem zaradi naravnih lepot Slovenije. Vendar so učne poti v turistično ponudbo precej slabo vključene in zato premalo izkoriščen potencial (Ogorelec, 2004a).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 METODE

Na začetku maja leta 2012 sva skupaj z mentorico prehodili južni del Radenskega polja. Določili sva, kje bi lahko potekala pot in kje so zanimive točke, ki bi jih bilo smiselno umestiti vanjo. Izbiro poti in vsebino točk sva določili pozneje v skladu z mojimi izkušnjami na terenu.

Popis rastlin sem opravila v okolici zastavljenih točk učne poti. Zunaj točk sem si zapisala le pogoste in zelo značilne travniške in gozdne rastline, ki bi utegnile vzbuditi pozornost obiskovalcev. Namen popisa ni bil popisati celotno floro Radenskega polja, ampak določiti najopaznejše in najbolj prepoznavne vrste v okolici točk učne poti. Te so tako podlaga, na katero se lahko navezujejo strokovna besedila o rastlinstvu Radenskega polja.

Pri načrtovanju, oblikovanju in pisanju vsebine učne poti sem upoštevala priporočila, opisana v poglavjih o interpretaciji. Najprej sem določila temo in glavno sporočilo, na terenu pa določila vsebino posamezne točke. Nato sem zbrala splošne podatke o obravnavani vsebini posamezne točke, pozneje pa vsebino konkretno prikazala na izbrani rastlinski vrsti. Vrste so bile izbrane s seznama popisa rastlinskih vrst, glede na splošno prepoznavnost, čas cvetenja in ujemanje z obravnavano temo.

V poglavju Vsebina poti je pripravljeno gradivo za vseh devet predvidenih točk naravoslovne učne poti. Besedilo je sestavljeno po načelu tematske interpretacije, opisane v poglavju Načrtovanje interpretacije. Opisu terena sledi sporočilo točke. To je rdeča nit in osrednja informacija, ki jo želimo predati obiskovalcu. Navedeni so tudi cilji, ki bi jih lahko v idealnih pogojih dosegli s skrbno in spretno razlago. Teoretična izhodišča posameznih točk so namenjena spremljevalcem obiskovalcev poti. Da bi ta besedila lažje razumeli, je priporočljivo imeti nekaj predznanja, ki ga imajo biologi in učitelji biologije. Uporabljajo pa jih lahko vsi, ki imajo namen voditi po učni poti. Sledi jim besedilo za obiskovalce, ki se lahko uporabi za zloženke oziroma tiskane vodnike. Pripisani so tudi predlogi za aktivnosti in drugi interpretativni dodatki, ki so lahko v pomoč vodnikom oziroma spremljevalcem pri komunikaciji s poslušalci.

Vsebino poti smo poskušali prilagoditi znanju učencev osnovnih šol. Hkrati smo želeli narediti pot primerno in dovolj zanimivo za starejše učence, dijake in naključne obiskovalce.

3.2 MATERIAL

Za izkopavanje in shranjevanje rastlin sem uporabljala daljši nož, manjšo lopatko in plastične vrečke. Nekatere rastline sem določila že na terenu. Pri določanju sem uporabljala ročno lupo, pisalo, beležko in določevalni ključ.

Rastline, težavnejše za določanje, sem izkopala in shranila v plastični vrečki skupaj z datumom in lokacijo nabrane rastline. Na Katedri za botaniko Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete sem rastline herbarizirala ter jih določila s pomočjo stereolupe in določevalnih ključev. Vse rastline so določene s pomočjo določevalnega ključa *Mala flora Slovenije* (Martinčič in sod., 2007), pri določanju na terenu in v laboratoriju pa sem si pomagala tudi s slikovnim priručnikom *Kaj neki tu cveti* (Spohn in sod., 2011) in slikovnim ključem *Flora Helvetica* (Lauber in Wagner, 2007). Za določanje na podlagi drobnejših struktur sem uporabljala stereolupo, iglo in pinceto. Pri tem sem se posvetovala z mentorico doc. dr. Simono Strgulc Krajšek, doc. dr. Martino Bačič in prof. dr. Nejcem Joganom. Herbarizirane rastline so vložene v diplomski herbarij in shranjene v herbariju LJU Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Popisi izbranih lokacij so potekali od začetka maja do konca avgusta leta 2012. Uvrstitev rastlin v sistem in imena taksonov ustrezajo imenom in uvrstitvi v določevalnem ključu *Male flore Slovenije* (Martinčič in sod., 2007).

Za potrebe proučevanja terena in postavitve točk učne poti sem uporabila fotoaparata, napravo GPS in program Google Earth za obdelavo koordinatnih točk.

Preglednice popisanih vrst so v prilogah.

4 REZULTATI

4.1 OPIS POTI

Diplomska naloga je nastala kot predlog za postavitve naravoslovne učne poti na južnem delu Radenskega polja, ki bi obravnavala rastlinski svet s področja biologije in ekologije rastlin ter hkrati vključevala točke, kjer so lepo vidni značilni kraški pojavi in druge posebnosti polja.

Pot je umaknjena z osrednjega dela Radenskega polja, kjer so habitati najbolj ranljivi. Vendar je načrtovana v želji, da bi bila dovolj zanimiva in reprezentativna in bi obiskovalcu kljub temu omogočila pravo predstavo o posebnostih Radenskega polja. Preglednica 1 prikazuje, kateri habitatni tipi se pojavljajo v okolici učne poti in kako so bile ocenjene njihove naravovarstvene vrednosti.

Preglednica 1: Habitatni tipi v okolici učne poti. Vrednost habitata je določena s šeststopenjsko lestvico (0-5), pri kateri višja številka označuje večjo naravovarstveno vrednost (oznake, opisi in ocenjene vrednosti povzete po Kotorac in sod., 2000: 19, 20).

Oznaka	Opis	Vrednost habitata	Nahajališče
TV	Gojeni travniki z vlagoljubnimi vrstami (<i>Carex</i> spp., <i>Juncus</i> spp.)	3	Na začetku predvidene poti
T	Nižinski gojeni travniki (<i>Arrhenatheretalia</i>)	2	Prevladuje vzdolž celotne poti
MC	Visoko šašje (<i>Magnocaricion</i>)	5	Ob kanalu na prvi točki poti
OLV	Obrežna lesna vegetacija ob potokih	4	Ob vodotoku reke Šice
N	Njive	1	Južno od struge reke Šice
TD	Vlažni zmerno gojeni travniki z rušnato masnico (<i>Deschampsia caespitosa</i>)	4	Pri betonskem mostičku
KS	Sistem kotanj, ponikev, občasne struge (mozaik združb močvirskih in amfibijskih vrst)	5	V bližini Zatočne jame
QC	Nižinski hrastovo-gabrov gozd (<i>Quercus-Carpinetum</i>)	5	V bližini Lazarjeve jame

Pot se začne pri gasilskem domu v vasi Velika Račna, kjer je urejen parkirni prostor in imamo možnost uporabe stranišča. Na bližnji avtobusni postaji si lahko na informacijski tabli preberemo splošne informacije o Radenskem polju. Na pot se odpravimo peš ali z gorskimi kolesom, če smo izkušeni kolesarji. Pot začnemo po utrjenem makadamu, ki se čez travnik pred vstopom v gozd zoži, kjer se nadaljuje kot gozdna pot. Za obisk in ogled vseh točk potrebujemo vsaj uro in deset minut. Pri tem naredimo 2,3 kilometra dolgo pot in slabih 50 metrov vzpona. Od zadnje točke nas čaka še 15 minut hoje oziroma dober kilometer do izhodišča.



Slika 1: Zračni posnetek terena z vrisanimi predvidenimi točkami učne poti. Slika je bila narejena s pomočjo naprave GPS in programa Google Earth.

Za celoten obisk si tako vzamemo vsaj uro in pol časa. Pot zahteva primerno pohodno obutev, ob daljših deževjih pa svetujemo nepremočljive gumijaste škornje. Obisk je priporočljiv spomladi ali zgodaj poleti, da se obiskovalci izognejo pikom komarjev. Svetujemo tudi uporabo repelentov, ki varujejo pred piki komarjev, obadov in klopotov, ter sončne kreme, pokrivala in zaščitnega vrhnjega oblačila, ki bodo obiskovalce ščitili pred sončnimi opeklinami.

Pot je sestavljena iz devetih točk. Začne se na travnikih z vlagoljubnimi vrstami, nadaljuje ob vodotoku reke Šice, vodi čez gojene travnike, nato pa skozi listopadni in smrekov gozd do manjše poseke. Od tam se spusti nazaj proti reki Šici. Pot dovoljuje obiskovalcu, da si ogleda ponor v Zatočni jami in slikoviti vhod Lazarjeve jame.

4.2 TEMA IN VODILNO SPOROČILO POTI

Tema: Pester rastlinski svet Radenskega polja

Sporočilo: Rastlinske vrste se v stiku z drugimi organizmi aktivno odzivajo in prilagajajo razmeram v okolju. Zgradba in delovanje rastline sta tesno povezana z živim in neživim okoljem, v katerem se je rastlinska vrsta razvijala skozi dolgo evolucijsko zgodovino.

Obiskovalci na poti spoznajo različna življenjska okolja in evolucijske prilagoditve rastlin na razmere v njih. Pot poučuje o rastlinski biologiji in ekologiji. Tako po svoje približuje obiskovalcu navidezno statičen svet rastlin in poskuša ponazarjati, da rastline so aktivne, vendar v okviru svoje časovne lestvice.

4.3 VSEBINA POTI

Pot nas vodi mimo devetih točk. Obiskali bomo različna življenjska okolja in spoznali, kako prilagodljive so rastline, da lahko uspevajo v njih. V vsakem habitatu najdemo druge vrste z drugačno strategijo preživetja. Zgradba in delovanje rastline sta tesno povezana z živim in neživim okoljem, v katerem se je skozi evolucijo rastlinska vrsta razvijala. Ogledali si bomo, kako se to kaže na njihovi zgradbi ter kako rastline same vplivajo na okoljske razmere.

4.3.1 Točka 1: Kanal

Opis terena: Od izhodišča nas makadamska cesta vodi vzhodno proti travnikom Radenskega polja. Po 250 metrih se ustavimo ob plitkem ozkem kanalu na desni strani ceste, ki ga obdajajo gojeni travniki. Na travniku uspeva mnogo vlagoljubnih zelnatih in lesnatih rastlin. Iz kanala potegnemo vodne rastline. Pomagamo si z vejo.

Seznam popisanih rastlinskih vrst te točke najdete v prilogi A.

Sporočilo: Vodne in močvirske rastline so prilagojene na življenje v vodi.

Cilji:

- Spoznavamo, kakšni so izzivi življenja v vodnih habitatih.
- Spoznavamo vodne in močvirske rastline, ki so prilagojene na življenje v vodi ali vlažnih tleh, in njihove značilne anatomske in fiziološke posebnosti (zračno tkivo ali aerenhim).
- Prepoznavamo njihove prednosti pred rastlinami brez teh prilagoditev in se sprašujemo, kako bi uspevale v suhih habitatih.
- Razmišljamo o problematiki izsuševanja mokrišč.

Teoretična izhodišča:

4.3.1.1 Tipi vodnih in močvirskih rastlin

Med vodne rastline uvrščamo močvirske rastline, katerih deli segajo nad vodno gladino, plavajoče rastline, katerih listi plavajo na vodi in popolnoma potopljene rastline (Sedej,

2005). Večjim vodnim rastlinam, ki so vidne s prostim očesom, pravimo makrofiti (Petauer in sod., 1998). Potopljeni makrofiti so lahko ukoreninjeni, kot so dristavci (*Potamogeton*) in klasasti rmanec (*Myriophyllum spicatum*), ali pa prosto plavajo v vodnem stolpcu, denimo nekateri predstavniki iz rodu rogoolistov (*Ceratophyllum*) in trožilna vodna leča (*Lemna trisulca*). Plavajoči makrofiti imajo plavajoče liste in niso ukoreninjeni v substrat. Mednje spadajo mala vodna leča (*Lemna minor*), navadna žabja leča (*Spirodela polyrhiza*) in druge (Sedej, 2005).

Rastlinam, ki lahko uspevajo tako na kopnem kot v vodi, pravimo amfibijske rastline. Zanje je značilno, da se na vodne razmere odzivajo s spremembo tipov listov in rastne oblike (Sedej, 2005). Na isti rastlini se lahko razvijeta dve različni obliki listov – eni so prilagojeni uspevanju v vodi, drugi pa uspevanju na kopnem (zraku) (Raven in sod., 1999). Temu pojavu pravimo heterofilija (Petauer in sod., 1998). Potopljeni listi so ozki, močno razcepljeni in pogosto brez listnih rež. Nadvodni pa imajo običajno strukturo listov kopenskih rastlin (Raven in sod., 1999).

4.3.1.2 Zgradba vodnih in močvirskih rastlin

Za vse vodne rastline so značilne hidromorfoze – anatomske in morfološke prilagoditve na vodno okolje. Večina vodnih rastlin privzema mineralne snovi iz vode skozi svojo celotno površino. Zato so nekatere vrste v evoluciji popolnoma izgubile korenine. Potopljeni listi vodnih rastlin imajo zaradi oblike listne ploskve veliko razmerje med površino in prostornino, kar jim omogoča boljše sprejemanje plinov, mineralnih snovi in vode. Ti listi so pogosto tanki, lasasti in drobno razcepljeni. Listna povrhnjica je tanka, kutikula pa slabo razvita in prepustna za vodo. Na listih so razvite posebne žleze, imenovane hidropote, ki so namenjene privzemu (absorpciji) ionov iz vode. Listne reže niso razvite ali pa so prisotne, vendar niso funkcionalne. Sredico potopljenega lista sestavlja manj plasti celic kot sredico »zračnega« lista iste rastline, tkivo pa ni diferencirano v stebričasto in gobasto. Celice so oblikovane tako, da čim bolj prepuščajo svetlobo. Kloroplasti so tudi v povrhnjici, kar pri kopenskih rastlinah ni običajno. Prevajalno in oporno tkivo vodnih rastlin je slabo razvito, zato so stebila prožnejša kot pri kopenskih rastlinah (Sedej, 2005).

Plavajoči listi so nekoliko debelejši, imajo dobro razvito povrhnjico in so prekriti z debelo kutikulo in voski. To jim omogoča, da voda z njihove površine hitro odteče. Listne reže so le na zgornji strani listne ploskve, hidropote pa le na spodnji strani lista. Listna sredica je diferencirana v stebričasto in gobasto tkivo, prevajalno in oporno tkivo pa sta, tako kot pri potopljenem listu, slabo razviti (Sedej, 2005).

4.3.1.3 Zračno tkivo in njegova vloga

Vodne rastline imajo za prehajanje plinov razvito posebno zračno tkivo, ki ga imenujemo aerenhim. Najdemo ga v vseh delih rastline: listih, listnih pecljih, stebelu in koreninah (Sedej, 2005). V aerenhimu so med seboj povezani zračni prostori, ki omogočajo gibanje plinov znotraj rastline. Kisik iz zraka in kisik, ki se sprošča pri fotosintezi, z difuzijo prehajata po njem do celic potopljenih tkiv. Nekateri plini, denimo etilen ali metan, pa se iz korenin po aerenhimu dvigajo in zapuščajo rastlino (Gurevitch in sod., 2002). V aerenhim prehaja tudi ogljikov dioksid, ki nastaja pri celičnem dihanju in se porablja v procesu fotosinteze (Sedej, 2005).

Zračno tkivo je poleg prevajanja plinov namenjeno tudi povečanju vzgona rastlinskih delov. S tem je bistveno zmanjšana potreba po opornem tkivu potopljenih rastlin. Aerenhim plavajočim listom omogoča plavanje na vodi (Sedej, 2005).

4.3.1.4 Prehajanje kisika in ogljikovega dioksida po rastlini

Kisik, tako kot vsi drugi plini, prehaja iz zraka v vodo z difuzijo, v vodo pa ga s procesom fotosinteze vnesejo tudi zelene vodne rastline. V vodi ga je približno 20-krat manj kot v zraku, pri čemer njegova topnost pada z naraščanjem temperature vode, pa tudi z naraščanjem slanosti. Kisik uporabljajo organizmi v procesu celičnega dihanja, pri čemer je končni prejemnik elektronov pri razgradnji organskih snovi. Ker ga je v vodi malo, vodne rastline čez dan za respiracijo porabljajo predvsem tistega, ki nastaja pri fotosintezi (Tome, 2006). V temi se lahko vzdržujejo relativno visoke koncentracije kisika zaradi anatomskih prilagoditev vodnih rastlin, ki omogočajo bistveno boljši prevzem plinov iz vode v primerjavi s kopenskimi. Koncentracije kisika znotraj poganjka vodnih rastlin so tako ob prisotnosti svetlobe ter tudi v temi dovolj visoke, da lahko zagotovijo celično

dihanje (aerobno respiracijo) poganjka. Verjetno pa lahko s kisikom preskrbujejo tudi večji del koreninskega sistema (Mommer in Visser, 2005).

Kopenske rastline kot vir anorganskega ogljika uporabljajo ogljikov dioksid. Difuzijski koeficient plinov je v vodi za 10^4 nižji kot v zraku (Mommer in Visser, 2005). Prehajanje ogljikovega dioksida v rastlino je v vodi veliko počasnejši proces kot v zraku. Razcepljenost in tanjša povrhnjica potopljenih listov omogočajo boljši sprejem ogljikovega dioksida (Gurevitch in sod., 2002).

Čeprav je ogljikov dioksid 28-krat bolj topen v vodi kot kisik, je zaradi nizkega difuzijskega koeficienta privzem tega plina pri potopljenih rastlinah močno zmanjšan. Dostopnost plinov otežuje tudi mejna plast vode, ki obdaja listno površino. Uspevanje rastlin v vodnem okolju je zato pogosto odvisno od vira ogljika. V vodi pa ta ni prisoten le v prosti obliki (CO_2), temveč tudi v obliki bikarbonatnega (HCO_3^-) in karbonatnega iona (CO_3^{2-}). Vodne rastline so se v evoluciji prilagodile tako, da lahko kot vir ogljika izkoriščajo tudi bikarbonatni ion (HCO_3^-). Ta sposobnost je ena izmed pogostejših fizioloških prilagoditev rastlin, ki jim omogoča privzem ogljikovega dioksida iz vode. Nekatere vodne rastline s CAM-metabolizmom (*Lobelia dortmanna*, *Littorella uniflora*), lahko privzemajo ogljikov dioksid tudi iz sedimenta. Ta z difuzijo vstopa v rastlino in skozi aerenhim prehaja v poganjke rastline (Mommer in Visser, 2005).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Vodne in močvirske rastline so prilagojene na življenje v vodi.

Vodno ali močvirno okolje se zdi človeku na prvi pogled zelo negostoljuben kraj. Vendar tu uspeva mnogo vrst organizmov. Obdajajo nas vlažni travniki, na katerih uspevajo vlagoljubne vrste rastlin.

Vse žive rastlinske celice tako kot živalske za življenje potrebujejo kisik za celično dihanje, zeleni deli rastlin pa tudi ogljikov dioksid za fotosintezo, s katero si rastline izdelujejo hrano.

Kako vodne rastline preskrbujejo svoje celice s kisikom?

Kisik je v vodi prisoten, vendar ga je približno 20-krat manj kot v zraku. Zato se zdi življenje organizmov, ki ga potrebujejo za svoj obstoj, v vodi nemogoče.

V vodi je malo kisika, zato popolnoma potopljene rastline čez dan porabljajo tistega, ki v zelenih delih rastline nastaja pri fotosintezi. Močvirske rastline, ki se dvigajo nad vodno gladino, pa ga sprejemajo kar skozi listne reže nadvodnih delov. Kisik prehaja v zračno tkivo in potuje do rastlinskih celic vse do korenin. Zračno tkivo ima tudi močvirska sita, značilna rastlina močvirij.

Op.: Predvideno slikovno gradivo močvirske site (*Eleocharis palustris*)

Zračno tkivo je značilno za vodne in močvirske rastline.

Zračno tkivo je sestavljeno iz velikih zračnih prostorov, ki omogočajo prehajanje plinov po rastlini. Najdemo ga v vseh delih rastline: listih, listnih pecljih, stebelu in koreninah.

Op.: Predvideno slikovno gradivo, s katerega bi bila razvidna struktura zračnega tkiva.

Po zračnem tkivu prehajajo tudi drugi plini. Ogljikov dioksid nastaja pri celičnem dihanju v vseh celicah, torej tudi v koreninah, od koder po zračnem tkivu prehaja v druge dele rastline. Tam se porablja v procesu fotosinteze ali pa se skozi listne reže sprošča v ozračje.

Zračno tkivo torej prezračuje potopljene dele rastlin, hkrati pa povečuje tudi vzgon rastlinskih delov. S tem je zmanjšana potreba po opornem tkivu v potopljenih delih rastlin.

V primerjavi z zrakom je v vodnem okolju dostopnega manj kisika in ogljika, ki ju rastline nujno potrebujejo za življenje.

Resničen problem vodnih rastlin je precej nenavaden. Uspevanje v vodnem okolju ni odvisno samo od vira kisika, temveč so pogosto omejene tudi z virom ogljika. Ogljik je potreben za gradnjo organskih spojin, iz katerih so zgrajena njihova telesa in ki jih potrebujejo kot vir energije. V vodi je sprejemanje prostega ogljikovega dioksida za kar 10.000-krat težje kot v zraku. V vodi ogljik ni le v prosti obliki (CO₂), ampak je pogosto vezan v obliki ionov. Tak pa je za večino rastlin nedostopen. Zato so v prednosti rastline,

ki lahko izrabljajo tudi takšen ogljik. Ta sposobnost je ena izmed pogostejših prilagoditev rastlin na življenje v vodi.

Močvirske rastline v tekmi za življenjski prostor.

Rastlinam, ki lahko uspevajo tako na kopnem kot v vodi, pravimo amfibijske. Imajo sposobnost, da preživijo daljša obdobja suše. Vendar bi jih ob trajni izgubi vlažnih rastišč z njihovega mesta izrinile rastline suhih habitatov. Znanstveniki danes opažajo, da je z izsuševanjem in spreminjanjem rečnih tokov človek izsušil mnogo močvirji. Zato so nekatere močvirske rastline izjemno redke.

Op.: Predvideno slikovno gradivo močvirskih rastlin Radenskega polja, katerih življenjski prostori so ranljivi: močvirski petoprstnik (*Potentilla palustris*), sibirski perunika (*Iris sibirica*), navadni mrzličnik (*Menyanthes trifoliata*), južna mešinka (*Utricularia australis*).

Zračno tkivo torej vodnim in močvirskim rastlinam omogoča prezračevanje tkiv. Poleg tega so sposobne privzemati ogljik, ki je v vodi vezan v ionih. Te prilagoditve pa so lahko razlog za propad vodnih in močvirskih rastlin, če bomo ljudje izsušili močvirja. Kmalu bi jih zamenjale rastline suhih travnikov, ki jih bomo spoznali na tretji točki.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: Obiskovalce prosimo, da s pomočjo slik poiščejo močvirsko sito in druge vodne rastline. Povabimo jih k ogledu vzdolžnega prereza stebela močvirske site, kjer je s prostim očesom vidno aerenhimsko tkivo. Iz kanala povlečemo žabji las, kjer je lepo opazno, da rastlina nima opornih tkiv, saj ji oporo zagotavlja vzgon. Njen videz primerjamo s kopensko rastlino. Obiskovalcem ponudimo, da lahko otipajo rastline. Odtrgano kopensko in vodno rastlino pustimo ob cesti in si ju znova ogledamo ob vrnitvi na izhodišče. Ob primerjavi omenimo tudi druge prilagoditve vodnih rastlin (tanki povrhnjica, absorpcija skozi celotno površino ...), ki niso omenjene v gradivu za obiskovalce.

Na stebričku ali obveščevalni tabli, ki bi označevala točko, bi bilo lahko pritrjeno ročno povečevalno steklo, ki ga obiskovalci lahko uporabijo za ogled aerenhima in drugih drobnih struktur.

4.3.2 Točka 2: Rečni breg

Opis terena: Ustavimo se pri betonskem mostu ter si ogledamo strugo reke in obrežne rastline na desni strani mostu. Sprehodimo se ob pasu obrežnih rastlin, ki mejijo na gojen travnik, in posebej opozorimo na vrbe in brestovolistni oslad (*Filipendula ulmaria*).

Seznam popisanih rastlinskih vrst te točke najdete v prilogi B.

Sporočilo: Obrežne rastline s svojimi koreninami utrjujejo bregove rek in dajejo življenjski prostor drugim organizmom.

Cilji:

- Spoznavamo različne lesne vrste.
- Spoznavamo pomen obrežne vegetacije.
- Spoznavamo vrbe in njihove značilnosti.
- Sprašujemo se, kako vrbe privabljajo opraševalce.
- Spoznavamo snovi v lubju vrb in cvetovih brestovolistnega oslada.
- Omenjamo pojme: enodomne rastline, pionirska vrsta, domorodne (avtohtone) in invazivne tujerodne vrste.

Teoretična izhodišča:

4.3.2.1 Rastline ob reki Šici

Vzdolž reke Šice se razteza strnjen pas obvodnih grmovnih rastlin. Med njimi najdemo tudi vrbe.

Obvodne, vodne in močvirske rastline prispevajo k nastanku in pestrosti življenjskih prostorov. S svojimi koreninami utrjujejo dna in bregove reke, upočasnjujejo hitrost in spreminjajo smer vodnega toka ter blažijo učinke valovanja. Iz vode rastline privzemajo mineralne snovi in so zato neposredno vključene v proces njenega čiščenja. Vode, v katerih je veliko rastlin, imajo več in bolj pestro vrstno sestavo nevretenčarjev. Večina vodnih in obvodnih živali se skriva prav med stebli ali koreninami rastlin. Tam si ptice

spletajo gnezda, se skrivajo pred plenilci, ribe pa se drstijo. Poleg tega so rastline za številne organizme pomemben vir hrane (Sedej, 2005).

4.3.2.2 Vrbe

Vrbe (*Salix*) so dvodomni listopadni grmi ali drevesa (Bačič, 2007). Dvodomne rastline so vrste, ki imajo moške in ženske cvetove na ločenih rastlinah (Petauer in sod., 1998). Cvetovi vrbovk so enospolni in združeni v pokončna ali viseča socvetja, ki jih imenujemo mačice. Cvetno odevalo je preobraženo v medovnike (Bačič, 2007). To so žleze, ki izločajo medičino. Mačice imajo pri dnu vsakega cveta en ali dva medovnika, ki privabljata opraševalce, zlasti čebele in vešče (Heywood in sod., 1995).

Žužkocvetke so rastline, pri katerih oprašitev opravijo žuželke. Rastline na svoje cvetove najpogosteje privabljajo čebele, čmrlje, ose ali metulje. Privabljajo jih z razmeroma velikimi, barvitimi in dišečimi cvetovi, s cvetnim prahom ter s sladko medičino, ki se izloča pri dnu cvetnih listov (Petauer in sod., 1998).

Lubje vrb vsebuje salicilno kislino, snov, ki je podobna sintetično pridobljeni acetilsalicilni kislini v aspirinu. Zato se vrbovo lubje pogosto uporablja kot analgetik pri zdravljenju glavobolov. Po vrbah je salicilna kislina dobila tudi svoje ime. Odkrili so jo leta 1839 v cvetnih popkih brestovolistnega oslada (*Filipendula ulmaria*), najdemo pa jo tudi v številnih drugih vrstah rastlin (Petauer, 1993). Suho vrbovo lubje so včasih uporabljali tudi za zdravljenje revme, artritisa, različnih vnetij in driske (Brus, 2008).

Na bregovih reke Šice je strnjen pas obvodnih rastlin, med katerimi je pogosta pepelnato siva vrba (*Salix cinerea*). To so običajno gosto razrasli in široki grmi, ki zrastejo do pet metrov visoko. Več grmov skupaj lahko tvori strnjene skupine. Poganjki so sivkasto dlakavi. Pod lubjem so v lesu dobro opazne vzdolžne proge. Listi so enostavni, nameščeni premenjalno, podolgovati do narobejajčasti, dolgi med 5 in 12 centimetri. Cvetovi so enospolni. Pepelnato siva vrba je dvodomna in žužkocvetna vrsta, ki največkrat raste na vlažnih do mokrih, občasno poplavnih ali močvirnih tleh in nabrežjih v nižinah po vsej Sloveniji. Slabo prenaša sušo in zasenčenje. Cveti pred olistanjem, marca in aprila. Je naša avtohtona vrsta in raste skoraj po vsej Evropi in tudi v severni Afriki. Ima močno razvite korenine, s katerimi utrjuje rečne bregove in preprečuje erozijo. Njena gosta razrast ponuja

prostor za gnezdenje pic in daje zavetje tudi drugim živalim. Ker njena semena dobro in hitro kalijo, je pogosto pionirska vrsta (Brus, 2008).

Pionirske rastline se prve naselijo na goli podlagi. S tvorbo prsti izboljšajo rastne razmere in omogočijo rast zahtevnejših vrst. Nekateri med pionirske vrste vključujejo tudi rastline, ki znova naseljujejo ogolele površine z že razvito prstjo. Tak primer površine je gozdna poseka. Združbi takih rastlin pravimo pionirska združba (Petauer in sod., 1998).

V vlažnih predelih Nove Zelandije in Avstralije je pepelnato siva vrba invazivna tujerodna vrsta. S svojim intenzivnim in bujnim razraščanjem namreč izpodriva naravno vegetacijo, spreminja habitate, zarašča rečne struge in ovira normalen pretok vode (Brus, 2008).

V literaturi najdemo podatek, da naj bi ekstrakt iz vrbovega lubja vplival na uspešnost ukoreninjenja potaknjencev. Vrbovi poganjki vsebujejo namreč hormon, indolocetno kislino (IAA), ki spada med avksine, ti pa spodbujajo rast korenin (Cox, 1998). Da ekstrakt vrbovih vej resnično vpliva na uspešnost ukoreninjenja, študentom v raziskavi, opravljeni na Biotehniški fakulteti, pri pouku fiziologije ni uspelo povsem dokazati. Tako komercialni pripravek za ukoreninjanje kot ekstrakt vrb sta spodbujala zakoreninjanje le v zgodnji fazi tvorbe korenin, pozneje pa se je njun učinek izgubil (Kokalj in sod., 2006).

4.3.2.3 Avksini

Rastlinski hormoni so kemični signali, ki sporočajo informacije o razvoju ali fiziološkem stanju celic, tkiv ali tudi organskih sistemov. So kemični regulatorji, ki uravnavajo rast rastlin. Učinkujejo že v zelo nizkih koncentracijah. Rastlinski fiziologi so preračunali, da je masa hormona v primerjavi z maso rastline kot masa igle v primerjavi z 20 tonami sena (Raven in sod., 1999).

Prvi odkrit rastlinski hormon je pripadal skupini avksinov. Ti nastajajo v vrhovih rastlinskih poganjkov pa tudi v koleoptili trav (zaščitni ovoj zasnove poganjka v kalčku enokaličnic (Petauer in sod., 1998)). Od tu se transportirajo v koreninske poganjke, cvetove, plodove in semena. Avksini učinkujejo tako, da zavirajo rast stranskih poganjkov. Spodbujajo nastanek nadomestnih (adventivnih) korenin pri potaknjencih, zato se jih

veliko uporablja v komercialne namene. Nanos visoke koncentracije avksinov na že rastoče korenine pa običajno zavre njihovo rast (Raven in sod., 1999).

Raziskava, narejena na potaknjencih afriške vijolice (*Saintpaulia ionantha*), je pokazala, da so tisti, katerih steblo je bilo potopljeno v raztopino z dodanim sintetičnim avksinom (auxin naphthaleneacetic acid (NAA)), razvili nadomestne korenine prej kot kontrolni vzorec brez dodanega hormona (Raven in sod., 1999).

4.3.2.4 Brestovolistni oslad (*Filipendula ulmaria*)

Brestovolistni oslad (*Filipendula ulmaria*) je zelnata trajnica, iz družine rožnic, z rdečkastorjavim stebлом in belim češuljastim socvetjem na vrhu stebela. Stranski poganjki so pokončni. Listi so pernato deljeni in nameščeni premenjalno. Brestovolistni oslad uspeva v jarkih in obrežjih, mokrih travnikih, ob potokih in studencih. Najdemo ga na mokrih z minerali bogatih tleh. Pri nas je pogosta vrsta. Cvetovi brestovolistnega oslada imajo sladkoben vonj, zato so jih v preteklosti uporabljali za odišavljanje pijač. Vsebujejo salicilate in flavonoide, ki delujejo podobno kot aspirin. Del imena tega zdravila (spirin) izvira iz starega znanstvenega imena za brestovolistni oslad *Spiraea ulmaria* (Spohn in sod., 2011).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Obrežne rastline s svojimi koreninami utrjujejo bregove rek in dajejo življenjski prostor drugim organizmom.

Učna pot vodi skozi južni del Radenskega polja, ki je večinoma spremenjen v intenzivne kmetijske površine. Med gojenimi travniki in njivami izstopa reka Šica z dobro ohranjeno obrežno vegetacijo.

Ob reki Šici lahko opazimo vrsto obvodnih dreves in grmov, ki utrjujejo njene bregove. Med njimi bomo našli tudi vrbe. Njihova socvetja zagotovo poznate. Imenujejo se mačice. Mačice vrb so pokončne ali viseče. Gradijo jih enospolni cvetovi. Vrbe so dvodomne rastline, zato so tudi mačice različne: na moških rastlinah so mačice z moškimi cvetovi, ki izdelajo obilico cvetnega prahu, na ženskih pa takšne z ženskimi cvetovi, iz katerih se po opraitvi razvije plod z mnogo semeni.

Kako vrbe privabljajo opraševalce?

Vrbe nimajo barvitnega cvetnega odevala. To je namreč preobraženo v medovnike. Zaradi tega večina ljudi misli, da so vrbe vetrocvetke. V resnici so žužkocvetke, saj privabljajo žuželke z vonjem po sladkem.

Med vrbami, ki rastejo ob Šici, je zelo pogosta pepelnato siva vrba (*Salix cinerea*). Ta vrsta raste na mokrih tleh po nižinah v vsej Sloveniji. Ima močno razvite korenine, s katerimi utrjuje rečne bregove in preprečuje erozijo. Njena gosta razrast ponuja prostor za gnezdenje ptic in daje zavetje tudi drugim živalim.

Naše avtohtone vrste so lahko v tujini prava nadloga.

Pri nas je pepelnato siva vrba domorodna (avtohtona) ter raste skoraj po vsej Evropi in tudi v severni Afriki. Ljudje so jo prinesli na Novo Zelandijo in Avstralijo, kjer pa je v tamkajšnjih vlažnih predelih postala invazivna vrsta. S svojim intenzivnim in bujnim razraščanjem namreč izpodriva tamkajšnjo naravno vegetacijo, spreminja habitate, zarašča rečne struge in ovira normalen pretok vode.

Divji aspirin

Op.: Predviden slikovni material brestovolistnega oslada (*Filipendula ulmaria*).

Ob vrbah uspeva brestovolistni oslad. V času cvetenja ga lahko prepoznamo po belih cvetovih. Ti imajo sladkoben vonj, zato so jih v preteklosti uporabljali za odišavljanje pijač. Cvetovi vsebujejo salicilno kislino, ki učinkuje podobno kot aspirin. Del imena tega zdravila (spirin) izvira iz starega znanstvenega imena za brestovolistni oslad *Spiraea ulmaria*.

Tudi lubje vrb vsebuje salicilno kislino. Suho vrbovo lubje so včasih uporabljali za lajšanje glavobola, zdravljenje revme, artritisa, različnih vnetij in driske.

Med rastlinami, ki uspevajo ob reki, najdemo še številne druge lesnate in zelnate rastline, ki s svojimi vonjem, cvetovi ali plodovi privabljajo živali in ljudi. Nekatere so uporabne in cenjene tudi zaradi svojih zdravilnih učinkovin. Poleg tega s svojimi koreninami

preprečujejo erozijo bregov. Kako pomembni so cvetovi za privabljanje opraševalcev, si bomo pogledali na naslednji točki.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: Ekstrakt vrbe naj bi spodbujal ukoreninjanje potaknjencev. Ali je to res, lahko poskusijo obiskovalci sami. Obiskovalcem predlagamo, naj odrežejo nekaj vrbovih vejic in jih doma dajo v posodo z vodo, v kateri potem vzgojijo potaknjence rastlin, ki jih želijo razmnožiti. Prehajanje hormona iz vejic v vodo lahko pospešimo tako, da jih nekoliko stremo (Cox, 1998: 55). Čas, ki ga potaknjenci potrebujejo za razvoj korenin, lahko primerjajo s kontrolnim vzorcem, ki mu ne dodajo vrbovih vejic.

4.3.3 Točka 3: Travniki

Opis terena: 250 metrov naprej od betonskega mostu se pot približa gozdu, nato pa spet pride na travnike. Izkoristimo priložnost in se z obiskovalci ustavimo v hladnem in senčnem prostoru, kjer jim predstavimo vsebino točke. Na 340 metrov dolgi poti čez travnike do Zatočne jame pokažemo in opozorimo na rastlinske vrste, ki podpirajo sporočilo te točke. Obiskovalcem damo priložnost, da si rastline ogledajo tudi sami.

Seznam nekaterih travniških rastlinskih vrst najdete v prilogi F.

Sporočilo: Rastline so z obliko in barvo cvetov prilagojene svojim opraševalcem.

Cilji:

- Obravnavamo različno obarvanost in obliko cvetov.
- Spoznavamo, kako je nastala takšna raznovrstnost.
- Razmišljamo o vlogi opraševalcev.
- Spoznavamo rastlinska barvila.
- S pomočjo slikovnega materiala določamo travniške rastline.
- Spoznavamo raznovrstnost travniških rastlin (rast, videz, otip, vonj ...).

Teoretična izhodišča:

4.3.3.1 Evolucija cvetov

Rastline so pritrjene in imajo zato omejeno gibanje v prostoru ter omejene možnosti pri iskanju hrane, vode, mineralnih snovi, zavetja ali partnerjev za spolno razmnoževanje. Za iskanje partnerjev so razvile nekatere zanimive prilagoditve (Raven in sod., 1999).

Kritosemenke s svojimi cvetovi privabljajo žuželke in druge živali, ki sodelujejo pri njihovem spolnem razmnoževanju. Cvetovi in njihovi opraševalci so se skozi evolucijo razvijali skupaj (temu procesu pravimo koevolucija). Prve semenke so bile vetrocvetne. Njihove razmnoževalne strukture in strategije so bile podobne kot pri današnjih golosemenkah (več o tem v poglavju Razmnoževalne strukture golosemenk). Številne žuželke so se začele hraniti s pelodom in tekočino opraševalnih kapljic. Pri hranjenju so nehote prenesle pelod z ene rastline na drugo. Ta sistem prenosa peloda je učinkovitejši od

pasivnega opraševanja z vetrom. Žuželke so cvetove rastlin, ki so bili zanje privlačnejši, pogosteje obiskovale in te rastline so se hitreje in uspešneje razmnoževale. Vsaka sprememba rastlin, ki je povečala pogostost obiskov žuželk na cvetu, je pomenila selekcijsko prednost pred rastlinami, ki teh lastnosti niso imele (Raven in sod., 1999).

Skozi evolucijo so se razvile naslednje prilagoditve žužkocvetnih rastlin:

- užitnost cvetnih delov, peloda, tekočin ob plodnici in nektarja,
- zaprtost plodnice (preprečuje objedanje semenskih zasnov),
- pojav dvospolnih cvetov (povečana učinkovitost opraševalcev, saj z vsakim obiskom na cvetu opraševalec hkrati prevzame pelod s prašnikov in ga odloži na brazdi pestiča) (Raven in sod., 1999).

Razvoju vrst in diverzitete znotraj skupine insektov je sledil razvoj kritosemenk. Če je rastlinsko vrsto opraševalo le nekaj ali ena sama vrsta žuželke, je naravna selekcija favorizirala specializacijo rastline v povezavi z lastnostmi njenih opraševalcev. Pri številnih rastlinskih vrstah je šel razvoj v smeri specifičnega privabljanja točno določene vrste opraševalca (Raven in sod., 1999). Takšno strategijo imajo na primer nekatere vrste kukavičevk. Cvetovi vrst iz rodu mačje uho (*Ophris sp.*) so videti kot samice os. Tudi kemikalije v vonju cveta so podobne vonju, ki ga izločajo osje samice za privabljanje samcev. Cvetove teh kukavičevk oprašujejo samci os, ki jih videz in vonj cvetov zavedeta. Samci obišejo cvetove, misleč, da se bodo parili s samicami (Dermastia, 2007).

4.3.3.2 Obarvanost, oblika cvetov in njihovi opraševalci

Cvetovi imajo različno oblikovana mesta za pristanek opraševalca, različna mesta, kjer je shranjena medicína, različno nameščene prašnike, so različno obarvani in podobno (Grad in sod., 2010).

Cvetovi, ki jih oprašujejo hrošči, so pogosto veliki, blede obarvani in imajo močan vonj. Čebelarje samice in samci se na cvetovih prehranjujejo z nektarjem in njihova telesa so prilagojena za nabiranje ter prenašanje nektarja in peloda. Čebele ne zaznavajo rdeče barve, zaznavajo pa UV-spekter. Cvetovi, ki privabljajo čebele, so opazni, svetlo obarvani in pogosto modre ali rumene barve (Raven in sod., 1999), imajo pa tudi barvila, ki absorbirajo, ter barvila, ki odbijajo UV-svetlobo. S tem ustvarjajo temne lise in bleščeče

vzorci, ki jih vidijo le čebele (Dermastia, 2007). Cvet je pogosto prilagojen obliki ustnih delov čebel, zato je nektar dostopen le njim. Dnevni in nočni metulji imajo sesalo v obliki dolgega, tankega rilčka. Zato imajo cvetovi, ki jih privabljajo, nektarije pogosto na dnu dolge venčne cevi (Raven in sod., 1999).

Opraševalci navadno obiskujejo le nekaj vrst rastlin (Grad in sod., 2010). Izbirajo takšne z najbogatejšim virom medicine ali mane (Golob in sod., 2008). Obiskovanje ene vrste cvetov pomeni torej večjo uspešnost, čeprav morajo morda opraševalci zato preleteti večje razdalje. S pašo pa prenašajo cvetni prah le ene ali nekaj vrst rastlin, kar poveča možnost, da je cvetni prah prenesen na rastlino ustrezne vrste (Grad in sod., 2010).

Da se cvetovi v daljših obdobjih evolucijsko prilagajajo svojim opraševalcem tudi z obliko, je očitno pri cvetu travniške kadulje (*Salvia pratensis*). Žuželke, ki obiščejo njen cvet, premaknejo prašnika, ki sta pod zgornjo ustno cveta. Prašnika udarita po hrbtu žuželke in nanjo se odloži cvetni prah. Tako ga odnese na naslednji cvet, kjer se s hrbtom podrgne po brazdi pestiča. Čmrlji so dovolj težki, da pri pristanku na cvetu travniške kadulje sprožijo ta opraševalni mehanizem. Venčni listi cvetov kukavičje lučce (*Lychnis flos-cuculi*) so močno razcepljeni, kar je za žuželke zelo privlačno, zato ima ta vrsta veliko različnih opraševalcev (Spohn in sod., 2011).

Nektar se pri navadnem gabezu (*Symphytum officinale*) izloča na dnu cvetne cevi. Oprašujejo jih žuželke z daljšim rilčkom. Čmrlji s kratkim rilčkom pa le nagrižejo cvetove od strani, da dosežejo medovnike. Tako pridejo do medicine, ne da bi pri tem oprašili rastlino (Spohn in sod., 2011).

Rjavi, kimasti cvetovi navadnega kopitnika (*Asarum europaeum*) smrdijo in delujejo kot cvetna past (Jogan, 2001). Z vonjem privabljajo mušice gobarice (*Mycetophilidae*), ki jajca odlagajo v cvetove namesto v gobe, pri tem pa jih oprašijo (Spohn in sod., 2011).

Žuželk ne privablja samo barva cvetov, temveč tudi čas cvetenja. Beli slizek (*Silene latifolia*) odpre svoje cvetove pozno popoldne in so odprti čez noč vse do jutra. Imajo močan vonj in privabljajo nočne metulje. Bršljan (*Hedera helix*) cveti jeseni (Jogan, 2001). Nenavadni čas cvetenja in velika količina medicine privabljata veliko opraševalcev, zlasti

muhe in ose (Spohn in sod., 2011). Čas cvetenja in zorenja plodov kaže na tropski izvor vrste (Jogan, 2001).

4.3.3.3 Rastlinska barvila

Obarvanost cvetov je določena s prisotnostjo rastlinskih barvil. Ta niso prisotna le pri kritosemenkah, temveč jih najdemo tudi pri drugih rastlinskih skupinah. Posebnost kritosemenk pa je v kopičenju teh barvil v cvetnem odevalu. Rdečo, oranžno in rumeno barvo tvorijo barvila iz skupine karotenoidov. Topni so v olju in so v plastidih rastlinskih celic. Barvo določajo tudi flavonoidi, ki jih najdemo tudi v listih, kjer ščitijo rastlino pred poškodbami, ki jih povzroča UV-sevanje. Antociani so rdeča in modra rastlinska barvila. Topni so v vodi in jih najdemo v vakuoli rastlinskih celic. Njihov odtenek določa kislost vakuolnega soka (Raven in sod., 1999). Modrim cvetovom klobčaste zvončice (*Campanula glomerata*) dajejo barvo antociani. Kislost celičnega soka je pri večini naših vrst razmeroma nizka. Zato se njeni cvetovi obarvajo rdeče, ko na cvetni venec naneseemo kislo tekočino (limonov sok ali kis) (Spohn in sod., 2011). Cvetovi nekaterih rastlin po opraitvi povečajo produkcijo antocianov in spremenijo barvo cvetov tako, da so ti za žuželke manj opazni (Raven in sod., 1999).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Rastline so z obliko in barvo cvetov prilagojene svojim opráševalcem.

Pot vas od tu vodi skozi gojene travnike. Pestrost rastlinskih vrst, ki uspevajo na njih, je resnično neverjetna. Cvetovi privabljajo žuželke in druge živali, ki sodelujejo pri spolnem razmnoževanju rastlin. Žuželke se na cvetovih hranijo z nektarjem, cvetnim prahom ali cvetnimi deli in pri tem z vsakim obiskom prevzamejo pelod s prašnikov in ga odložijo na brazdi pestiča naslednje rastline. Prenosu cvetnega prahu na brazdo pestiča pravimo opráševanje.

Kako pride pelod na cvet druge rastline iste vrste?

Vsaka vrsta opráševalca navadno obiskuje le nekaj vrst rastlin. Vendar niso vse rastline prilagojene le eni vrsti opráševalca. V resnici se na brazdi cvetov znajdejo pelodna zrna številnih različnih vrst rastlin. Poleg opráševalcev jih na brazdo odloži tudi veter, ki

raznaša pelod vetrocvetk. Oploditev nato poteče samo s tistimi pelodnimi zrnji, ki so prišla s cvetov iste rastlinske vrste.

Rastline imajo obliko in barvo cvetov prilagojeno svojim opraevalcem.

Na travniku boste zagotovo opazili travniško kaduljo (*Salvia pratensis*). Čmrlj, ki obiskuje njen cvet, je dovolj težak, da ob pristanku premakne prašnika, ki sta oblikovana kot vzvod in imata prašnici nameščeni tik pod zgodnjo ustno cveta. Prašnici udarita po čmrljevem hrbtu in nanj se odloži cvetni prah. Tako cvetni prah odnese na naslednji cvet, kjer se s hrbtom podrgne po brazdi pestiča.

Ob robu travnika poskušajte poiskati beli slizek (*Silene latifolia*). Svoje cvetove odpre pozno popoldne. Ti ostanejo odprti čez noč in tako privabljajo nočne metulje.

Zelo veliko različnih opraevalcev privabijo močno razcepljeni venčni listi kukavičje lučce (*Lychnis flos-cuculi*).

Barva cvetov privablja le določene opraevalce.

Cvetovi, ki jih opraeujejo hrošči, so pogosto veliki, blede obarvani in imajo močan vonj. Ker čebele ne zaznavajo rdeče barve, so cvetovi, ki jih privabljajo, pogosto modri ali rumeni.

Barva cveta je odvisna od rastlinskih barvil, ki jih rastline nakopičijo v cvetno odevalo. Odtonek nekaterih barv določa tudi kislost celičnega soka.

Rastline torej privabljajo le določene opraevalce, ki jih vabijo z vonjem, njim prilagojeno obliko in barvo cvetov. Vsak opraevalec pa je nagrajen z nektarjem. Kako rastline prepričujejo raznašalce semen, pa bomo spoznali na naslednji točki.

Op.: Predviden slikovni material naštetih vrst.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: Z limonovim sokom ali kisom poštopimo cvet klobčaste zvončice (*Campanula glomerata*) in opazujemo spremembo obarvanosti. Če sprememba ni takoj opazna, med prsti zmečkamo cvet.

Z obiskovalci poiščemo tudi druge cvetoče rastline, omenjene v poglavju Obarvanost, oblika cvetov in njihovi oprasovalci ter razložimo posebnosti oprasovanja ali privabljanja oprasovalcev. Cvetove kopitnika (*Asarum europaeum*) bomo našli v gozdni podrasti (točka 5), bršljan (*Hedera helix*) pa na gozdnih obronkih (točka 8). Navadni gabez (*Symphytum officinale*) se ob travnikih pojavlja na celotni poti. V preglednicah v prilogah preverite čas cvetenja, preden se odpravite na pot, da boste vedeli, katere rastline boste lahko pokazali obiskovalcem.

Obiskovalcem predlagamo, naj se ozrejo okoli sebe in poskušajo prešteti, koliko različnih vrst rastlin jih obdaja. Pri tem naj bodo pozorni na barvo cvetov, njihovo obliko, način rasti in velikost rastline. Rastline si lahko ogledajo od blizu, primerjajo, kako so listi nameščeni pri travah, kako pri regratu in kako pri klobčasti zvončici. Primerjajo, kakšni so listi in steblo na otip (gladki, dlakavi, srhki ...), kakšen vonj imajo cvetovi in kako so zgrajeni.

4.3.4 Točka 4: Gozdni rob

Opis terena: Na desni strani poti bomo zagledali obveščevalno tablo, ki označuje vhod v Zatočno jamo. Od tu nadaljujemo pot na levo ob gozdnem robu, dokler pot ne zavije v gozd. Ogledamo si cvetoče in plodeče rastline gozdnega roba.

Seznam popisanih rastlinskih vrst te točke najdete v prilogi C.

Sporočilo: Pri zorenju plodov se razgrajuje zeleno barvilo klorofil, nastajajo pa številna druga barvila, ki spreminjajo obarvanost plodov, da postanejo privlačni za raznašalce semen.

Cilji:

- Spoznavamo strukturo gozdnega roba in njegov pomen.
- Ogledamo si požiralnik Zatočne jame in omenjamo ponikalnico (več o tem v poglavju Geografske značilnosti pokrajine).
- Govorimo o prilagoditvah rastlin na razširjanje semen.
- Spoznavamo pomen plodov, njihove oblike in postopek zorenja plodov.

Teoretična izhodišča:

4.3.4.1 Gozdni rob

Rob je prehodno območje dveh različnih sosednjih habitatov. Prehode imenujemo tudi ekoton ali ekotonska območja (Forman, 1995), kjer najdemo vrste iz obeh stičnih habitatov, pa tudi vrste, ki so samo v tem območju (Lawrence, 2005).

Gozdni rob je robno območje gozda. Hitrost vetra je na njem veliko večja kot v notranjosti gozda, zato so rastline bolj izpostavljene izsuševanju in lomljenju vej ali drugim poškodbam. Delež poškodb in umrljivost rastlin sta kar trikrat večja kot v notranjosti gozda. Izrazitejše so tudi sevalne razmere in zato so dnevno-nočna temperaturna nihanja večja. Razlike so tudi v zračni vlažnosti in koncentraciji ogljikovega dioksida. Na gozdnem robu je običajno prisotnih in aktivnih več herbivorov, oprasovalcev in raznašalcev semen kot v notranjosti gozda, vendar je to zelo odvisno od velikosti gozda (Gurevitch in sod., 2002).

Gozdni robovi imajo tri značilne višinske ravni: rob, plašč in zaveso. Rob sestavljajo zelnate trajnice. Za robom uspevajo grmovje in manjša drevesa, ki sestavljajo plašč gozdnega roba. Sloj vzpenjalk povezuje plašč in krošnje odraslih dreves in tvori zaveso gozdnega roba. Gozdni rob, ki meji na travnate površine, ima izrazit vpliv na kroženje zraka, stopnjo sončnega sevanja, odlaganje delcev in odlaganje mineralnih snovi. Pomemben pa je tudi kot skrivališče živali (Forman, 1995).

Gozdni rob je lahko zaščita pred vdorom semen vetrocvetnih invazivnih vrst v notranjost gozda. To je potrdila tudi raziskava, v kateri so ugotovili, da v notranjost gozda, kjer gozdni rob ni dobro razvit, veter zanaša semena tujerodnih invazivnih vrst v zelo velikem številu. V gozdu z ohranjeno in razraslo vegetacijo gozdnega roba, pa je ta delovala kot prepreka za vnos semen z vetrom. Semena, najdena v notranjosti gozda z razvitim gozdnim robom, so bila veliko bližje gozdnemu robu kot pri gozdovih, ki so imeli pravkar posekan gozdni rob (Gurevitch in sod., 2002).

Na gozdnem robu se čuti vpliv obeh stičnih ekosistemov. Je območje izjemne vrstne pestrosti in visoke gostote biomase različnih skupin rastlin, sesalcev, ptic in nevretenčarjev. Vrste, ki ga naseljujejo, imenujemo robne vrste. Te so običajno generalisti, saj niso občutljive za pogoste motnje in okoljsko stanje obeh robnih habitatov (Forman, 1995). Generalisti so organizmi ali vrste, ki imajo zelo široko ekološko nišo (Lawrence, 2005) in so strpni do sprememb v okolju (Štrus in sod., 2001).

4.3.4.2 Plodovi

Plodovi nastanejo iz cveta in jih imajo le kritosemenke. So evolucijska prilagoditev rastlin na zaščito in razširjanje semen. Plodovi so iz različnih delov, ki imajo različne naloge – zaščita semen, privabljanje raznašalcev, lajšanje kalitve semen, omogočajo razširjanje semen. Rastline razširjajo svoja semena z vetrom, vodo ali živalmi. Potomci rastlin, katerih plodovi se niso raznesli stran od starševske rastline, bodo z njo in med seboj tekmovali za prostor in vire. Rastline z razširjanjem semen tako povečujejo preživitvene možnosti svojih potomcev (Dermastia, 2007).

Tako kot so se cvetovi v evoluciji razvijali v povezavi s svojimi opraševalci, so se tudi plodovi razvijali v povezavi z raznašalci semen. Lahki plodovi in semena se razširjajo z

vetrom. Nekateri imajo izrastke in strukture podobne krilom, ki jim omogočajo, da dlje časa ostanejo v zraku. Nekateri plodovi imajo kavljaste izrastke ali lepljive dele, ki se oprimejo dlak in perja živali (Raven in sod., 1999).

Plodovi imajo semena obdana z osemenjem ali perikarpom. To se razvije iz stene plodnice, lahko pa tudi iz cvetišča ali drugih delov. Poznamo suho ali sočno (mesnato, mehko) osemenje (Petauer in sod., 1998). Semena plodov, ki imajo sočno osemenje, jedo živali skupaj z njihovimi semeni (Raven in sod., 1999). Zato imajo ta pogosto trde semenske lupine ali razvit trd, olesenel endokarp (notranja plast osemenja, ki pri koščičastem plodu otrdi v koščico (Petauer in sod., 1998)). Tako skozi prebavila živali preidejo nepoškodovana. Odporna so proti prebavnim encimom in prenesejo visoke koncentracije amoniaka in fekalij. Izločijo se z iztrebljanjem, kar pomeni, da vzklijejo v mikrookolju, bogatem z organskimi gnojili (Dermastia, 2007). Pri mnogih semenih delna prebava oslabi semenski ovoj in tako spodbudi kaljenje (Raven in sod., 1999).

Semena ozkolistnega trpotca (*Plantago lanceolata*) ob prisotnosti vode sluzasto nabreknejo. Sluz jim omogoča, da se prilepijo na dlake živali, oblačila ali obutev ljudi in na kolesa vozil. Tako se širijo na nova rastišča (Spohn in sod., 2011).

Plod maklena (*Acer campestre*) je sestavljen iz dveh krilatih plodičev. Plodiča sta nameščena pravokotno na pecelj (Spohn in sod., 2011). Ob zrelosti plodiča posamično odpadeta, krilata struktura pa jima omogoča, da ju odnese veter (Raven in sod., 1999).

Plodiči dlakavega skrečnika (*Ajuga genevensis*) vsebujejo maščobno telesce, zato se z njimi rade hranijo mravlje, ki so pomembne raznašalke semen (Spohn in sod., 2011). Odstranijo oljna telesca, semena pa pustijo nepoškodovana v bližini mravljišča (Dermastia, 2007).

Pri navadnem repiku (*Agrimonia eupatoria*) se plodovi raznašajo s kaveljčki, ki se obesijo na dlako in perje živali ali na obleko (Spohn in sod., 2011).

4.3.4.3 Zorenje plodov

Med zorenjem mesnatih plodov se razgrajuje klorofil, tvorijo pa se številna druga barvila, ki spreminjajo obarvanost plodov. Hkrati se zaradi encimatske razgradnje pektina (osnovne

komponente osrednje lamele rastlinske celice) meso plodov mehča. Škrob, organske kisline in olja se pretvarjajo v sladkorje. Plodovi s tem postajajo opazni, okusni in zato vabljeni za živali, ki jih jedo in razširjajo njihova semena (Raven in sod., 1999).

Barva plodov se spreminja od zelene do rdeče, rumene, modre ali črne. Nezreli plodovi so zeleni in zato neopazni med zelenim listjem. Nekako so skriti pred pticami, sesalci in insekti. Poleg neopaznosti imajo pogosto neprijeten okus. Zreli plodovi z barvo sporočajo, da so pripravljene na zaužitje, semena v njih pa dozorela in pripravljena na raznos (Raven in sod., 1999).

To, da so zreli plodovi pogosto rdeče barve, ni naključje. Žuželke večinoma ne zaznavajo rdeče barve, zato zanje niso opazni. Rastline jih ne privabljajo, saj so žuželke premajhne, da bi lahko raznašale velika semena. Rdečo barvo pa zelo dobro zaznavajo vretenčarji, ki se hranijo s plodovi in pomagajo pri razširjanju njihovih semen (Raven in sod., 1999).

Pri večini rastlin zorenje omogoča hormon etilen. Komercialno ga uporabljajo za pospeševanje zorenja paradižnikov, orehov in grozdja. Etilen pospešuje tudi odpadanje listja, cvetov in plodov, zato ga uporabljajo pri mehanskem obiranju češenj, robid, grozdja in borovnic (Raven in sod., 1999).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Pri zorenju plodov se razgrajuje zeleno barvilo klorofil, nastajajo pa številna druga barvila, ki spreminjajo obarvanost plodov, da postanejo privlačni za raznašalce semen.

Kraško polje in ponikalnica

Radensko polje je kraško polje, za katero so značilni kraški izviri, ponikalnice, ki tečejo čezenj, in kraški požiralniki s ponornimi jamami. Reka Šica je kraška ponikalnica, ki izvira blizu izhodišča poti v vasi Mala Račna in ponika v Zatočni jami.

Ob nizkem vodostaju reka ponikne, še preden doseže jamo, ob močnem deževju pa ponika tudi v bližnjo Lazarjevo jamo. Vode z Radenskega polja se od tu stekajo po razvejenem jamskem sistemu v izvir reke Krke.

Na vaši levi strani se ob gozdu razrašča mnogo zelišč, grmovij, vzpenjalk in manjših dreves. To je gozdni rob, ki je prehodno območje med dvema povsem različnima okoljema – travnikom in gozdom.

V gozdnem robu uspevajo zeli, grmi, drevesa in vzpenjalke

Gozdni rob gradijo trije značilni višinski nivoji: rob, plašč in zavesa. Rob sestavljajo zelnate trajnice. Plašč je pas grmovja in manjših dreves. Zavesa gozdnega roba so vzpenjalke, ki se vzpenjajo po rastlinah ter povezujejo plašč in krošnje odraslih dreves.

V gozdnem robu najdemo veliko različnih plodov

Lahki plodovi in semena se razširjajo z vetrom. Poiščite maklen in njegove plodove, ki so sestavljeni iz dveh krilatih plodičev. Naberite jih nekaj, vrzite jih v zrak in opazujte kako dolgo se obdržijo v zraku.

Nekateri plodovi se s kavljastimi izrastki ali lepljivimi deli oprimejo dlak in perja živali. Na hlačnicah imate morda že pripete plodove navadnega repika, ki se s kaveljčki obesijo na obleko ali na dlako in perje živali. Morda pa so se na vašo obutev prilepila semena ozkolistnega trpotca, ki ob prisotnosti vode sluzasto nabreknejo.

Semena rastlin s sočnimi in barvitimi plodovi razširjamo ljudje in živali. Takšni so na primer plodovi šipka, robide, maline in drugi. Plodovi dlakavega skrečnika imajo maščobni privesek, zato se z njimi rade hranijo mravlje. Pojedle bodo oljnat priboljšek, semena pa pustile nepoškodovana v bližini mravljišča.

Op.: Predvidene so fotografije naštetih vrst oz. njihovih plodov.

Kako to, da so plodovi tako barviti

Plodovi se obarvajo med zorenjem. Pri tem se razgrajuje zeleno barvilo klorofil, nastanejo pa številna druga barvila, ki spreminjajo obarvanost plodov od neopazne zelene do živo rdeče, rumene, modre ali črne. Zorenje nadzoruje rastlinski hormon, imenovan etilen. Sočni del plodov med zorenjem postaja vedno bolj mehak in sladek. Plodovi z barvo sporočajo, da so dozoreli, semena v njih pa pripravljena na raznos.

To, da so zreli plodovi pogosto rdeče barve, ni naključje

Žuželke večinoma ne zaznavajo rdeče barve, zato zanje rdeči plodovi niso opazni. Rastline s plodovi ne privabljajo žuželk, saj so te premajhne, da bi lahko raznašale velika semena. Rastline z barvitimi plodovi privabljajo predvsem vretenčarje, ki se s plodovi hranijo in pomagajo pri razširjanju njihovih semen.

Kaj se zgodi s semeni v prebavilih živali? Zaradi debele semenske lupine, ki obdaja nekatera semena, se ta izločijo nepoškodovana. Pri nekaterih semenih pa delna prebava oslabi semensko lupino in tako spodbudi kalitev.

Maja in junija poskušajte poiskati plodove enovratega gloga. V bližini lahko opazujete čudovite dišeče cvetove kovačnika. Julija pa boste lahko opazili rdeče glogove plodove in plodove divje hruške (hruška drobnica).

Op.: Predvidene so fotografije naštetih vrst oz. njihovih plodov.

Gozdni rob torej sestavljajo zeli, grmi, drevesa in vzpenjalke. Na njem najdemo mnogo plodov, ki omogočajo raznašanje semen s pomočjo vetra ali živali.

4.3.5 Točka 5: Listopadni gozd

Opis terena: Po 50 metrih hoje navkreber skozi listopadni gozd se teren nekoliko izravna in razširi. Obiskovalce opozorimo na količino svetlobe in pestro podrast. Ogledamo si lahko tudi, kaj je na trohnečih panjih in pod odpadlimi vejami.

Seznam popisanih rastlinskih vrst te točke najdete v prilogi D.

Sporočilo: Izhlapevanje vode iz listov omogoča premikanje vode po rastlini.

Cilji:

- Spoznavamo, v čem so drevesa drugačna od zelnatih (travniških) rastlin in zakaj.
- Govorimo o vlogi in zgradbi lesa.
- Sprašujemo se, kako listi krošnje dobijo vodo in mineralne snovi.
- Spoznavamo gozdna tla in rastline podrasti.

Teoretična izhodišča:

4.3.5.1 Svetloba v gozdni podrasti

Do rastlin v podrasti pride skozi krošnje dreves le nekaj svetlobe. V krošnjah se svetloba odbija, absorbira, nekaj pa je skozi liste prehaja. Koliko svetlobe bo doseglo gozdna tla, je odvisno od :

- letnega časa,
- vrste gozdnega sestoja (iglasti, listopadni, mešani),
- gostote gozdnega sestoja,
- razporeditve listov v krošnji in
- naklona listov v krošnji (Sedej, 2005).

4.3.5.2 Transportni sistemi rastlin

Les rastlini daje oporo in ji omogoča, da sega proti svetlobi. Lesnate rastline pa imajo prednost tudi pri razširjanju semen. Plodovi, ki se razvijejo v krošnjah visoko nad tlemi, so namreč bolj opazni za živali, veter jih lažje raznese in tudi padejo lahko dlje od starševske rastline (Dermastia, 2007).

Razvoj nekaterih kopenskih rastlin je zaradi boljšega sprejetja svetlobe potekal v smeri rasti v višino. Pri tem so morale rastline poiskati dodatno oporo in razviti učinkovit sistem prevajanja vode na dolge razdalje, vse do listov v krošnji, ter sistem za transport organskih snovi po rastlini. Zato sta se razvila ksilemski in floemski transportni sistem (Dermastia, 2007).

Za prevajanje vode in v njej raztopljenih snovi od korenin do krošnje je odgovoren ksilem. Poleg učinkovitega transporta služi rastlini za shranjevanje vode in kot mehanska opora. Ksilem je nastal iz traheid, ki so se specializirale za oporo. Celice, ki gradijo ksilemska vlakna, uvrščamo med sklerenhimske celice, ki so odebelile sekundarno steno. Sekundarni ksilem je skrajna oblika spremenjene traheide, z zelo debelimi stenami in enostavnimi pknjami, ki gradijo les (Dermastia, 2007).

Floem je sestavljen iz parenhimskih in sklerenhimskih celic, iz sitastih celic (golosemenke, praprotnice in izvirne skupine kritosemenk) in sitastih cevi pri kritosemenkah (Dermastia, 2007). Omogoča transport produktov fotosinteze iz fotosintetsko aktivnih tkiv po celotni rastlini (Raven in sod., 1999). V floemskem soku je največ vode, v njej pa so raztopljeni ogljikovi hidrati (od teh večinoma saharoza), aminokisljine, amidi, rastlinski hormoni, nukleidni fosfati, proteini in ioni.

4.3.5.3 Transpiracijsko-kohezijsko-tenzijska hipoteza

Prenos vode vse do krošnje je mogoč zaradi edinstvenih lastnosti vode. Vodne molekule so povezane z vodikovimi vezmi, kar pomeni, da so molekule med seboj zelo tesno povezane in se težko ločijo. Tej lastnosti pravimo kohezija. Vodne molekule se vežejo tudi na številne druge molekule, ki jih obdajajo, čemur pravimo adhezija. Voda ima sposobnost, da opravi delo, in to opišemo z izrazom vodni potencial. Prehaja z območja z višjim potencialom v območje z nižjim vodnim potencialom. Lahko bi rekli, da prehaja z območja, kjer je bolj koncentrirana, v območje, kjer je manj koncentrirana. Ker je v zraku zelo malo vodnih molekul v primerjavi s številom vodnih molekul v sredici lista, vodne molekule uhajajo skozi listne reže ali pa kar skozi kutikulo lista. Temu pravimo transpiracija. Listne celice se tako vedno bolj sušijo in vodne molekule prehajajo iz prevodnih elementov v sredico lista. Ker pa imajo vodne molekule tesne povezave, se s

prehajanjem molekul v list navzgor potegne ves vodni stolpec, ki neprekinjeno sega vse do korenin. Osušene korenine imajo zato nižji vodni potencial kot vlažna tla in molekule vode iz tal vstopajo v korenine (Dermastia, 2007).

Tako izhajanje molekul skozi list povzroči vlek vodnih molekul po rastlini navzgor in vstopanje vode iz tal v korenine (Dermastia, 2007).

4.3.5.4 Izkoristek svetlobnih razmer v krošnji

Svetloba se razlikuje glede na kakovost (valovno dolžino sevanja), jakost (amplituda valovanja) in trajanje osvetljevanja (fotoperiodiko). Zgornji listi zelo visoke rastline mečejo senco na liste iste rastline, ki so nameščeni nižje. Rastlina zato zgornje liste nekoliko nagiba, tako da lahko več svetlobe prodre do spodnjih. Ti imajo svoje listne ploskve nameščene pravokotno na Sončevo sevanje (Tome, 2006).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Izhlapljanje vode iz listov omogoča premikanje vode po rastlini.

Rastline med seboj tekmujejo za vodo, mineralne snovi, prostor in svetlobo. V tekmi za svetlobo so lesnate rastline nedvomne zmagovalke.

Les lesnatim rastlinam daje oporo in jim omogoča, da segajo proti svetlobi. Visoke rastline imajo prednost pred zelnatimi tudi pri opravevanju cvetov in razširjanju semen, ki se razvijejo v krošnjah visoko nad tlemi. Plodovi in cvetovi so tam bolj opazni za živali, veter plodove lažje raznese in tudi padejo lahko dlje od starševske rastline.

Z visoko rastjo pa se je pojavil problem prevajanja vode in snovi po rastlini. V evoluciji se je razvil učinkovit sistem prevajanja vode in mineralnih snovi na velike višine, vse od korenin do listov, cvetov in plodov v krošnji, in to brez črpalke.

Za prenos vode in snovi po rastlini skrbi transportni sistem.

Voda in v njej raztopljene mineralne snovi se po rastlini od korenin do listov prevajajo po tankih vodovodnih ceveh, imenovanih ksilem. Ta poleg učinkovitega transporta služi

rastlini tudi za shranjevanje vode in kot mehanska opora. Ksilem lesnatih rastlin je les, katerega trdnost je posledica debelih celičnih sten ksilemskih celic.

Voda z raztopljenimi sladkorji, ki nastajajo pri fotosintezi v zelenih delih rastline, po rastlini potuje po floemu. Ta poleg sladkorja po rastlini prenaša tudi proteine, aminokislino, hormone, ione in druge snovi. Pri lesnatih rastlinah je floem v notranjem, živem delu lubja.

Kako drevo spravi vodo visoko v krošnjo?

Prehajanje vode vse do krošnje je mogoče zaradi edinstvenih lastnosti vode. Vodne molekule so med seboj povezane z vodikovimi vezmi, kar si lahko poenostavljeno predstavljamo kot verigo ljudi, ki se močno držijo za roke.

Voda prehaja v rastlino iz tal skozi korenine, po ksilemu potuje vse do listov, kjer iz rastline izstopa skozi listne reže. Izhlapevanje vode iz listov je posledica tega, da je v zraku vode precej manj kot v listih in zato iz listov ves čas uhaja. Ker pa so molekule vode med seboj povezane, izhlapevanje vode iz listov vleče navzgor ves vodni stolpec. Način je podoben kot pri srkanju pijače s slamico.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: V gozdni podrasti poiščemo cvetove kopitnika (*Asarum europaeum*), o katerem smo govorili na tretji točki. Obiskovalce opozorimo na jakost svetlobe in količino rastlin v podrasti, da ju bodo lahko primerjali s svetlobo in podrastjo v iglastem gozdu.

Namesto klasične informacijske table bi lahko postavili takšno s prozornim zaslonom, na katerem bi bila obrisana silhueta zadaj rastočega drevesa in dodane skice njegove notranje sestave ali delovanja prevodnih sistemov in opisan proces transpiracije. Delovala bi po načelu prosojnice, ki se projicira na dejanski objekt proučevanja oz. kot nekakšen drevesni rentgen. Prozoren zaslon bi bil lahko dvodelen, vmes pa bi bil lahko vstavljen prečni prerez drevesnega debla, kjer bi se s povečevalnim steklom lahko opazovalo traheje, zgradbo lesa in lubja.

4.3.6 Točka 6: Smrekov gozd

Opis terena: Na križišču zavijemo levo, na pot, ki vodi skozi gost in temen smrekov gozd. Pot je senčna, položna in lepo prehodna. Edina drevesna vrsta tukaj je smreka (*Picea abies*). Razmnoževalnih struktur na mladih smrekah ne bomo našli, na starih pa so za opazovanje nameščene previsoko. Pokažemo lahko zrele olesenele storže, ki ležijo na tleh, in razložimo, kako nastanejo.

Sporočilo: Smreka je vetrocvetka, ki ima ločene moške cvetove in ženska socvetja (storžke).

Cilji:

- Opazujemo spremembo vrstne sestave na učni poti.
- Primerjamo količino svetlobe in podrast z listopadnim gozdom.
- Spoznavamo smreko kot predstavnico iglavcev in se sprašujemo, kako smreka cveti.
- Učimo se o razmnoževanju golosemenk in o tem, kako je zgrajen storž.
- Spoznavamo evolucijski razvoj cveta.
- Spoznamo, kako nastane smrekov med.

Teoretična izhodišča:

4.3.6.1 Razmnoževalne strukture golosemenk

Razmnoževalne strukture golosemenk so moški cvetovi in ženski cvetovi, združeni v socvetja, ki jih imenujemo storžek. V moškem cvetu se razvijejo mikrosporangiji in v njih pelodna zrna, v ženskem storžku pa megasporangiji s semenskimi zasnovami (Dermastia, 2007; Jogan, 2001). Obdobje cvetenja je od vrste do vrste različno, smreka (*Picea abies*) denimo, cveti od aprila do junija (Martinčič in sod., 2007).

Večina iglavcev ima moške cvetove in storžke na isti rastlini, vendar se razvijejo iz različnih meristemov (Dermastia, 2007; Jogan, 2001). Pri nekaterih predstavnikih se razvijejo na isti veji, pri čemer se storžki razvijejo bližje vrhu poganjkov. Ker veter

običajno ne raznaša peloda navpično navzgor, se storžki oprášijo s pelodom drugih dreves. S tem je omogočena navzkrižna oploditev (Raven in sod., 1999).

V moškem cvetu se razvijejo prašniki (mikrosporofili). Njihova oblika je različna, značilna za družino ali rod. Pogosto je na enem mikrosporofilu le par sporangijev. V njih z mejotsko delitvijo nastanejo pelodna zrna (mikrospore). V pelodnem zrnu se razvije mikrogametofit. Ko pelodna zrna dozori, se prašnica odpre in veter jih lahko raznese. Nekatera pelodna zrna pristanejo na storžkih, kjer se oprimejo oprášitvene kapljice (Dermastia, 2007; Jogan, 2001).

Posamezen ženski cvet storžka je sestavljen iz krovne in plodne luske. Na dnu plodne luske sta nameščeni dve semenski zasnovi. Semenska zasnova je megasporangij, obdan z zaščitnim integumentom. V megasporangiju z mejotskimi delitvami nastanejo megaspore, vendar se le iz ene razvije megagametofit. Zdaj je semenska zasnova zrela.

Pelodna zrna z razvitim mikrogametofitom se ujamejo na oprášitvene kapljice semenskih zasnov. V stiku z oprášitveno kapljico začne pelodno zrno kaliti in spodbudi razvoj megagametofita. Ta razvoj traja približno eno leto od uspešne oprášitve. Med tem časom mikrogametofit počasi mehča tkivo semenske zasnov. Tik pred oploditvijo v mikrogametofitu nastane mikrogameta oz. spermalna celica, ki je negibljiva. Pri oploditvi se spermalna celica zlije z jajčno. Nastane seme, ki ga sestavljajo zarodek (kalček), hranilno tkivo in semenska lupina. Zreli storži nato olesenijo in sprostijo seme. Kako dolgo bo trajalo, da od oploditve pride do sprostitve semen, je odvisno od vrste golosemenke. Pri nekaterih vrstah lahko pretečeta tudi dve leti (Dermastia, 2007; Jogan, 2001).

4.3.6.2 Evolucijski razvoj cvetnih struktur

Vmesnih fosilnih oblik, ki bi povezovale golosemenke in kritosemenke in bi razkrivale mehanizem nastanka cvetu podobne strukture, žal ni. S tem je oteženo iskanje homologij med razmnoževalnimi strukturami obeh skupin. O razvoju cveta najdemo številne hipoteze. Klasičen evolucijski razvojni model predvideva (Dermastia, 2007):

- cvet je zbit strobilus,
- cvetni deli so spremenjeni listi.

Dober primer, ki podpira to teorijo, je cvet magnolije, ki ima liste cvetnega odevala na bazi strobila, prašnike in karpele pa bolj terminalno. Kritosemenke imajo večinoma močno skrajšano cvetno os, tako da so deli cveta zblížani (Dermastia, 2007).

4.3.6.3 Smrekov med

Med je naravna sladka snov, ki jo izdelujejo čebele in čmrlji iz nektarja ali mane. Nektar (medičina) je izloček oz. sladek sok cvetov žužkocvetnih rastlin. Mana pa je sladka, lepljiva vodna raztopina, ki jo izločajo drevesne ušice, kaparji in škržati (Golob in sod., 2008). Te žuželke sesajo drevesne sokove na stikih med dvema vejicama, med iglicami in na spodnji strani iglic ali vej. S sesalom prodrejo v rastlinsko tkivo do sitastih cevi, ki po drevesu prevajajo rastlinske sokove (produkte fotosinteze in druge snovi). Sitaste celice so v notranjem lubju drevesa. Pri prodiranju skozi drevesno tkivo žuželke iz rilčka izločajo slino, ki se strdi in vzdolž rilčka oblikuje nekakšen kanalček. Rastlinski sok se po sitastih ceveh pretaka pod precej visokim pritiskom in zato samodejno prehaja skozi rilček prisrane žuželke. Ker je pritisk tako velik, prehaja skozi žuželko veliko večja količina sokov, kot jih lahko prebavi. Večino sladkih sokov zato izločijo neprebavljeno kot mano. Rastlinski sok se ob prehodu skozi telo žuželk spremeni. Saharoza se pretvori v enostavnejši obliki – fruktozo in glukozo (Rihar, 2003).

Čebele na smrekah, jelkah ali borih nabirajo mano, iz katere dobimo manov med ali manovec. Mano pa izločajo žuželke, ki so vmesni člen med gostiteljskim drevesom in čebelami nabiralkami. Čebele nabirajo mano na iglavih le takrat, kadar se te žuželke pojavijo v velikem številu (Rihar, 2003). Nabrano mano čebele v panju obdelajo, zgostijo, ji dodajo izločke svojih žlez in shranijo v celice satja. Če med pretežno sestavlja mana ene rastlinske vrste, ga imenujemo sortni med (smrekov, hojev med in podobno). Gozdni med pa vsebuje mano različnih rastlinskih vrst (Golob in sod., 2008): mano bora, smreke, jelke, macesna pa tudi mano listavcev (hrast, lipa, pravi kostanj in druge lesnate in zelinate rastline) (Rihar, 2003).

Med cvetličnim in temnim manovim (gozdnim) medom je precejšnja razlika. V gozdnem medu je več rudninskih snovi in več fruktoze, zato počasneje kristalizira. Vsebuje lahko tudi spore in hife gliv, alge in pelodna zrna trav (Rihar, 2003).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Smreka je vetrocvetka, ki ima ločene moške cvetove in ženska socvetja (storžke).

Ali tudi smreka cveti? Kakšen je njen cvet?

Smreke so golosemenke in njihove razmnoževalne strukture so ženski storžki in moški cvetovi. Iz storžkov se razvijejo storži.

Op.: Predvidena fotografija moškega cvetu in storžka smreke.

Moški cvetovi in storžki so pri večini iglavcev nameščeni na isti rastlini.

Moški cvet sestavljajo prašniki, v katerih se razvijajo pelodna zrna. Ko ta dozori, se prašnice odpro in pelodna zrna se sprostijo v zrak. Veter jih odnese in z nekaj sreče jih varno odloži na oprašitvenih kapljicah ženskih storžkov druge smreke, ki raste nekje v bližini.

Op.: Predvidena skica strukture storžka.

Prenosu peloda z moškega na ženski del cveta rečemo oprašitev. Šele nato lahko pride tudi do oploditve, ki vodi v razvoj semena. Toda preden se bo razvilo seme, bo trajalo kar nekaj časa. Medtem bodo storži oleseneli, dozorela semena pa se bodo pri smreki sprostila šele dve leti po uspešni oploditvi.

Če so smreke vetrocvetne in ne izločajo nektarja, kako čebele naredijo smrekov med?

Med izdelujejo čebele in čmrlji iz nektarja ali mane. Nektar (medičina) je sladek sok cvetov žužkocvetnih rastlin. Smreke in drugi iglavci so vetrocvetne rastline, ki za oprašitev ne potrebujejo žuželk in zato ne izločajo nektarja. Žuželke na iglavcih nabirajo mano.

Mana je sladka, lepljiva vodna raztopina, ki jo izločajo ušice, kaparji in škržati, ki se hranijo z drevesnimi tekočinami. Rastlinski sok se po oleseneli rastlini pretaka po notranjem delu lubja pod precej visokim pritiskom in zato samodejno prehaja skozi rilček

prisesane žuželke. Ker je pritisk tako velik, prehaja skozi prebavila žuželke veliko večja količina sokov, kot jih lahko prebavi. Zato jih izloči v obliki sladkih kapljic – mane.

Op.: Predvidena fotografija smrekovega kaparja.

Iglavci so vetrocvetne rastline. Imajo moške cvetove, njihovi ženski cvetovi pa so združeni v storžke. Čebele na iglavcih nabirajo mano kaparjev, škržatov in ušic. Nabrano mano čebele zgostijo, ji dodajo izločke svojih žlez in shranijo v celice svojega satja.

4.3.7 Točka 7: Poseka

Opis terena: Ustavimo se na poseki, kjer uspeva le nekaj večjih smrek, tla pa so gosto porasla z mladimi smrečicami, raznim grmovjem in zelnatimi rastlinami. Do naslednje točke pot nadaljujemo levo, po bregu navzdol, kjer so v blatni poti občasno opazne stopinje srnjadi in drugih živali.

Seznam popisanih rastlinskih vrst te točke najdete v prilogi E.

Sporočilo: Organizmi iste vrste, ki si delijo življenjski prostor z omejenimi viri, med seboj tekmujejo.

Cilji:

- Spoznavamo, kako zraste novo drevo.
- Govorimo o tekmovanju za naravne vire: vodo, minerale, svetlobo in prostor.
- Spoznamo pojma nosilna kapaciteta okolja in znotrajvrstna kompeticija.
- Opazujemo osvetljenost tal.
- Spoznavamo prilagoditve rastlin na šibke jakosti svetlobe.
- Razmišljamo, ali se po izsekavanju rastline podraščajo obdržijo na pripekajočem soncu. V zvezi s tem omenjamo problematiko izsekavanja.
- Primerjamo, koliko prostora potrebuje odraslo drevo in koliko mladih dreves uspeva na enem kvadratnem metru. Sprašujemo se, koliko mladih dreves bo na tej površini preživelo.

Teoretična izhodišča:

4.3.7.1 Razmere in viri v okolju

Organizmi tekmujejo v izkoriščanju življenjskih dobrin. Rastline med seboj tekmujejo za svetlobo, vodo, mineralne snovi in prostor. Nekatere rastline s hitro in košato rastjo zasenčijo druge. S tem zavirajo rast sosednjih rastlin (Sedej, 2005).

Organizmi nenehno vzdržujejo stabilno notranje okolje, obdaja pa jih zunanje okolje, ki ga lahko zaznavajo s svojimi čutili. Razmere zunanjega okolja (v nadaljevanju okolje) določajo živi in neživi dejavniki. Okolje organizmu ponuja življenjske razmere in vire.

Razmere se v prostoru in času spreminjajo (kislost tal, slanost medija, prisotnost vetrov, temperatura, vlaga ...). Na njih vplivajo tudi organizmi – spreminjajo vlažnost, temperaturo in podobno. Viri pa so dobrine okolja, ki jih organizem porablja. To so na primer hrana, svetloba, prostor, minerali, voda ipd. Rastline potrebujejo za svoj razvoj približno od 20 do 30 različnih virov, ki so zanje nenadomestljivi. Ko starševska rastlina semeni, lahko odpadlo seme vzklije, propade ali pa počaka na ugodnejše okoljske razmere v stanju mirovanja (anabioze). Okoljske razmere so neugodne bodisi zaradi biotskih bodisi abiotskih dejavnikov. V kvadratnem metru tal na kalitev čaka tudi nekaj 10.000 semen. Temu pravimo semenska banka (Tome, 2006).

4.3.7.2 Dormanca semen

Primarna oz. endogena dormanca omogoča časovni zamik med sproščanjem semen in njihovo kalitvijo. S tem se zagotovi boljše razširjanje semen. Nastopi zaradi strukture in snovi v semenski ovojnici, zaradi nerazvitosti ali nedokončane rasti embria (Likar in Regvar, 2003).

Semena, sposobna takojšnje kalitve, lahko znova zapadejo v dormantno stanje zaradi dejavnikov okolja. Temu pravimo sekundarna oz. inducirana dormanca. Ta preprečuje, da bi seme kalilo v neugodnih življenjskih razmerah. Vzroki so lahko fizikalni, mehanski ali kemijski. Sprememba v zunanjih dejavnikih pa lahko seveda prekine dormanco semen. Kateri zunanji dejavnik bo sprožil prekinitev dormance, je odvisno od vrste. Pri nekaterih vrstah semena začnejo semena kaliti, kadar se izmenjujejo sušna in vlažna obdobja. Pri semenih žajblja (*Salvia officinalis*) pa je ob visoki vlagi kalitev inhibirana. Seme je namreč obdano z ovojnicjo, ki zadržuje vlago. Posledica kalitve ob visoki vlagi zato lahko vodi v pomanjkanje kisika. Pogosto lahko dormanco semen prekinejo nizke temperature (semena iz rodov *Malus*, *Pyrus*, *Polygonum*, *Prunus* ...) ali pa mora biti okoliška temperatura med 0 in 10 °C. Nekatera prekinejo stanje mirovanja, kadar so dobro namočena ali v prisotnosti svetlobe (Likar in Regvar, 2003).

4.3.7.3 Kompeticija in nosilna kapaciteta okolja

Semena rastline, ki vzklijejo, lahko zrastejo v nove rastline. Vendar vse mlade rastline ne preživijo, ker za vse ni dovolj prostora in virov. Večino svetlobe in mineralnih snovi iz tal

bodo dobile tiste rastline, ki bodo najhitreje rase. S tem bodo zasenčile preostale mlade rastline, mineralnih snovi v tleh bo zanje zmanjkalo in bodo propadle. To je primer znotrajvrstne kompeticije. Organizmi iste vrste, ki si delijo življenjski prostor z omejenimi viri, zanje med seboj tekmujejo (Tome, 2006).

Pri rastlinah, ki imajo omejene možnosti raznašanja semen, pogosto prihaja do prevelike gostote populacije glede na dostopnost in količino mineralnih snovi v okolju. Ko se to zgodi, se poveča kompeticija, posledica česar je manjša rodnost in večja umrljivost. S tem se uravnavajo velikosti populacij v naravi. Populacije, ki so presegle določeno velikost, se s tem zmanjšujejo in ustalijo pri vrednosti, ki ji pravimo nosilna kapaciteta okolja, značilna za določeno populacijo. To je zgornja meja, do katere se lahko populacija trajno poveča. Na njeno vrednost vplivajo abiotski in biotski dejavniki pa tudi potrebe in zmožnosti prilagajanja vrste. V območju nosilne kapacitete okolja ima populacija izenačene vrednosti rodnosti in umrljivosti in tako je stabilna (Tome, 2006).

Raziskava na navadnem lanu (*Linum usitatissimum*) je pokazala, da kalice, ki uspevajo v isti posodi, uspevajo enako hitro, dokler ne začne virov v gojišču primanjkovati. Ko je dobrin vedno manj, močni kompetitorji zrastejo, druge kalice pa ostanejo majhne oziroma lažje, vendar lahko kljub temu preživijo. Ker so zrasle manjše, imajo tudi manj potomcev in manjše možnosti za nadaljevanje vrste. Pri rastlinah so uspešnejši tisti osebki, ki prej vzklijejo. To pa so semena, ki so večja, ali tista, ki padejo na ugodnejša rastišča (Tome, 2006).

4.3.7.4 Podrast iglastega gozda

V gostem iglastem gozdu sevanje v podrasti ne presega niti odstotka polne jakosti Sončevega sevanja. V listopadnem gozdu poleti gozdna tla osvetli od tri do deset odstotkov, pozimi in spomladi pa do 70 odstotkov polne jakosti sevanja. Rastline, ki uspevajo v podrasti, so na slabe svetlobne razmere prilagojene in jih dobro izrabljajo. Močna jakost sevanja jih lahko poškoduje. Rastline, prilagojene na senčna rastišča, imenujemo senčne rastline ali skiofiti. Uspevajo na območjih s šibko jakostjo svetlobe. Nekatere rastline pa lahko učinkovito izkoriščajo energijo sončnih lis (Sedej, 2005).

Fotosinteza se povečuje s povečevanjem jakosti svetlobe. Toda pri določeni jakosti svetlobe se fotosinteza ustali in povečevanja fotosintetske aktivnosti več ne zaznamo. To imenujemo točka zasičenja. Proces fotosinteze je poleg drugih dejavnikov namreč odvisen tudi od ogljikovega dioksida. Če ga ni dovolj, se fotosinteza kljub večanju jakosti svetlobe ne more povečevati. Točka zasičenja je različna za različne vrste pa tudi za različne dele iste rastline. Spodnji listi krošnje, ki so večinoma slabo osvetljeni, dosežejo točko zasičenja pri manjših jakostih svetlobe kot listi iste rastline, ki so na vrhu krošnje in so močno osvetljeni. Vrste, ki dosežejo točko zasičenja že pri majhnih jakostih svetlobe, so večinoma rastline podrasti in jih imenujemo senčne rastline. To pomeni, da učinkovito opravljajo fotosintezo, tudi če so nekoliko zasenčene. Od sončnih rastlin se razlikujejo tudi v zgradbi listov in kloroplastov (Tome, 2006).

Hitro povečanje sončnega obsevanja lahko pri senčnih vrstah povzroči zmanjševanje fotosinteze in fotosintetsko inhibicijo ali pa pride celo do poškodb. Če pa se jakost sevanja spreminja postopoma in skozi daljše časovno obdobje, so se nekatere vrste na nove sevalne razmere sposobne prilagoditi in tako postanejo sončne rastline (Tome, 2006).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Organizmi iste vrste, ki si delijo življenjski prostor z omejenimi viri, med seboj tekmujejo.

Ali rastline iste vrste med seboj tekmujejo?

Smrečice pred vami so zrasle preblizu druga drugi. Med seboj tekmujejo za prostor, svetlobo, vodo in minerale. Večina jih bo propadla, ostale bodo le najmočnejše.

Rastline potrebujejo za svojo rast in obstoj približno od 20 do 30 različnih virov (mineralne snovi, svetlobo, prostor, vodo ...). Če jih je na majhnem območju preveč, nekatere ne dobijo dovolj potrebnih virov, zato slabo rastejo in semenijo in imajo manj potomcev ali pa propadejo, še preden se jim uspe razmnožiti. S tem se samodejno uravnavajo velikosti populacij v naravi. Populacije, ki so presegle številčnost, ki jo okolje še lahko prenese, se zmanjšajo in ustalijo pri velikosti, ki ji pravimo nosilna kapaciteta okolja.

Rastline potrebujejo za preživetje tudi ugodne okoljske razmere (ustrezno kislost ali bazičnost tal, temperaturo, vlago ...).

Op.: Predvidena fotografija v besedilu omenjenih semen.

Kako semena »vedo«, kdaj lahko vzkalijo?

Semena rastlin pogosto čakajo v stanju mirovanja na razmere, ugodne za kalitev. Tako lahko v kvadratnem metru tal na kalitev čaka tudi več 10.000 semen. Semena različnih vrst imajo za določanje primerne kalitvenega časa različne strategije:

- Nekatera semena kalijo, kadar so dobro namočena ali v prisotnosti svetlobe.
- Druga semena vzkalijo, kadar se izmenjujejo sušna in vlažna obdobja.
- Semena žajblja (*Salvia officinalis*) ob visoki vlagi ustavijo kaljenje.
- Mirovanje semen jablan in hrušk se prekine, kadar se temperature gibljejo med nič in deset stopinj Celzija itd.

Močna svetloba lahko poškoduje senčne rastline.

Nekatere razmere v okolju se zelo hitro spreminjajo. Oglejmo si poseko. Ob izsekavanju dreves so senčna, hladna in vlažna mesta pod drevesi naenkrat postala močno osvetljena, vroča in suha.

Rastline, ki uspevajo v gozdni podrasti, so prilagojene na slabe svetlobne razmere in so sposobne šibko svetlobo dobro izkoristiti. Imenujemo jih senčne rastline. Od sončnih rastlin se razlikujejo v zgradbi listov. Močna jakost sevanja lahko senčne rastline poškoduje.

Rastline imajo večinoma precej natančne zahteve glede okolja, ki jih obdaja. Zato na posekah zaradi premočnega sevanja propade večina senčnih rastlin, ki so pred sečnjo rastle v podrasti. Če pa se jakost sevanja spreminja postopoma in skozi daljše časovno obdobje, so se nekatere vrste na nove sevalne razmere sposobne prilagoditi in sčasoma razvijejo liste, ki so prilagojeni na bolj sončne razmere.

Op.: Predviden slikovni material rastlin podrasti.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: Na točki z vrvjo in lesenimi nizkimi količki ogradimo površino enega kvadratnega metra na območju odraslih dreves in podobno na območju z mladimi drevesi. Obiskovalci lahko primerjajo, koliko odraslih in koliko mladih dreves je na kvadratnem metru površine.

4.3.8 Točka 8: Povzetek poti

Opis terena: Ustavimo se, preden nas pot spet popelje na gojene travnike v bližini reke Šice. Ponovimo, o čem smo se danes pogovarjali, in izpostavimo sporočila, ki smo jih spoznali na vseh osmih točkah. Tukaj se lahko obiskovalci odločijo za nadaljevanje poti do Lazarjeve jame ali vrnitev proti izhodišču.

Gradivo za obiskovalce:

Sedem sporočil, ki ste se jih danes zagotovo naučili:

1. Vodne in močvirske rastline so prilagojene na življenje v vodi.
2. Obrežne rastline s svojimi koreninami utrjujejo bregove rek in dajejo življenjski prostor drugim organizmom.
3. Rastline so z obliko in barvo cvetov prilagojene svojim opraševalcem.
4. Pri zorenju plodov se razgrajuje zeleno barvilo klorofil, nastajajo pa številna druga barvila, ki spreminjajo obarvanost plodov, da postanejo privlačni za raznašalce semen.
5. Izhlapljanje vode iz listov omogoča premikanje vode po rastlini.
6. Smreka je vetrocvetka, ki ima ločene moške cvetove in ženska socvetja (storžke).
7. Organizmi iste vrste, ki si delijo življenjski prostor z omejenimi viri, med seboj tekmujejo zanje.

Obiščite tudi vhod Lazarjeve jame, kjer se bomo naučili naslednje:

8. Prve kopenske rastline so bile podobne mahovom. Ti lahko uspevajo tudi v zelo slabih svetlobnih razmerah.

Predlagane aktivnosti in interpretativni dodatki: Prostor je primeren za počivališče oziroma skupen prostor za obiskovalce, šolarji pa lahko izpolnjujejo delovne liste ali pomalicaajo. Lokacija je blizu odprtega travnika in dovolj umaknjena v gozd, da je prostor senčen in hladen.

4.3.9 Točka 9: Lazarjeva jama

Opis terena: Pot nas ob robu travnikov vodi do Lazarjeve jame. Če si želimo od blizu pogledati vhod jame, moramo sestopiti po strmem in zaraščenem bregu. Predlog o ureditvi dostopa do vhoda jame je zapisan v poglavju Predlogi za nadaljnje delo.

Sporočilo: Prve kopenske rastline so bile podobne mahovom. Mahovi lahko uspevajo tudi v zelo slabih svetlobnih razmerah.

Cilji:

- Spoznavamo posebnosti jamskih vhodov.
- Sprašujemo se, kaj se zgodi z rastlinami, ki jih v jamo zanese voda.
- Spoznamo, kako so videti rastline, ki nimajo na voljo dovolj svetlobe.
- Govorimo o značilnostih, zgradbi in razmnoževanju mahov.
- Spoznamo pojem bioindikatorji.
- Poučimo se o evolucionem razvoju kopenskih rastlin.

Teoretična izhodišča:

4.3.9.1 Svetlobne razmere v jamah

Svetloba je šibka, kadar ima jakost manjšo od deset odstotkov polne dnevne svetlobe. Vhod v kraško jamo je dober primer življenjskega prostora, kjer je Sončevo sevanje zmanjšano. Proti notranjosti jame se poleg svetlobnih razmer spremenita tudi temperatura in vlažnost. Tudi dnevno-nočna nihanja svetlobe in temperature so veliko manjše kot zunaj jame. Od vhoda proti notranjosti se spreminja vrstna sestava rastlin. Lesnate rastline potrebujejo veliko svetlobe, nekoliko manj zelnate cvetnice, globlje v jami najdemo praprotnice in mahove, ob najmanjši jakosti svetlobe pa uspevajo le še alge in modrozeleni bakterije. Rastline so lahko na slabe svetlobne razmere prilagojene. Listi imajo večjo površino. Kutikula na njihovi površini je tanka, da lahko svetloba prehaja čim globlje v sredico lista. Steblo se zaradi iskanja svetlobe močno podaljša (Sedej, 2005).

4.3.9.2 Ponikanje reke Šice

Reka Šica ob močnih deževjih precej naraste in v jamo s seboj odnese cele rastline, njihove dele ali semena. Tam lahko rastline nekaj časa še živijo, vendar so zaradi odsotnosti svetlobe močno razraščene in obledele. Temu pojavu pravimo etiolacija (Presetnik in sod., 2002). To je pojav obledelosti in podaljšanja rastlin zaradi pomanjkanja svetlobe (Petauer in sod., 1998).

Ob močnem deževju ponika reka Šica tudi v Lazarjevo jamo (Peterlin, 2008). Pol kilometra v notranjosti jame Viršnice, kamor vodi tudi Lazarjeva jama, so raziskovalci našli razraslo vodno kugo (*Elodea canadensis*) ter močno obledele, tanke in podaljšane poganjke močvirske spominčice (*Myosotis palustris*) (Presetnik in sod., 2002).

Kamnite zidove ob vhodu v Lazarjevo jamo obraščajo mahovi.

4.3.9.3 Mahovi

Mahovi so rastline, ki pogosto uspevajo na vlažnih rastiščih v gozdovih zmerne in tropskega pasu ali poraščajo močvirja in bregove rek. Najdemo pa jih tudi v suhih puščavah. So izredno prilagodljivi in lahko pridobivajo vodo iz vlažnega zraka. Veliko jih najdemo na kamnitih pobočjih nad gozdno mejo in v gorah. Pogosto tvorijo goste blazine in preproge. Sposobni so preživeti dolga obdobja nizkih temperatur, zato veliko vrst najdemo na Antarktiki. Nekaj je tudi vodnih vrst, nekateri uspevajo celo na obalnih skalah, kjer jih ves čas obliva morska voda. Mahovi bistveno pripevajo k diverziteti rastlin, njihova vloga pa ni zanemarljiva niti pri skladiščenju ogljikovega dioksida. Nekateri so občutljivi za onesnaženost zraka in so, podobno kot lišaji, pokazatelji stopnje onesnaženosti zraka (Raven in sod., 1999). Indikatorji oz. bioindikatorji so vrste, ki s svojim pojavljanjem ali spremembami odražajo določene lastnosti rastišča (Petauer in sod., 1998).

Okoljski dejavniki povzročajo nastanek posebnih rastnih oblik mahov. Trajno nizke temperature povzročijo zakrnele in goste blazine mahov. Šibka svetloba povzroči nastanek jamskih oblik (kriptomorfoz), za katere so značilni blede in močno podaljšani poganjki. Premočna svetloba inducira odebelitev kutikule, pomanjkanje vode pa mahovi preživijo v

stanju mirovanja (anabioze). Ko jih namočimo, lahko znova oživijo, četudi so bili več let shranjeni v herbariju (Hönigsfeld Adamič, 1988).

Mahovi so pionirske rastline. Zatočišče dajejo številnim drobnim živalim, kot vir hrane pa so nepomembni, saj so za večino živali neužitni. Človek jih je uporabljal predvsem za kurjavo. Šota so pravzaprav šotni mahovi, ki na trajno vlažnih in kislih tleh tvorijo obsežne blazine. Rastejo lahko nepretrgoma več tisočletji. Odmrle rastline se ne razkrojijo, saj v okolju z visoko kislostjo ni bakterij. Novi mahovi rastejo nad odmrlimi in tako lahko nastanejo več metrov debele plasti šote. Pri nas uspeva več kot 20 vrst šotnih mahov, ki jih najdemo predvsem na barjih (Jogan, 2001).

4.3.9.4 Struktura in razmnoževanje mahov

Mahovi so rastline, ki ne cvetijo in nimajo semen, niti nimajo razvitih pravih rastlinskih organov. Sestavljeni so iz preprostih listkov (filoidi), stebelca (kavloid) in rizoidov – odrastkov, ki so podobni koreninam (Hönigsfeld Adamič, 1988).

V nasprotju z višjimi rastlinami nimajo prevajalnih tkiv (ksilema in floema). Nekateri ga imajo, vendar celice teh tkiv niso lignificirane kot pri višjih rastlinah. Tako pri mahovih kot pri višjih rastlinah se v razmnoževalnem ciklu menjavata sporofitska in gametofitska generacija. Oploditev poteče v arhegoniju gametofita. Pri mahovih je dominantnejša gametofitska generacija, zato listki mahov niso iste strukture kot listi višjih rastlin. Gametofit mahov je prostoživeč in veliko večji od sporofitske rastline. Sporofit je majhen, trajno pritrjen na starševski gametofit, prostorsko in prehransko povsem odvisen od gametofitske rastline. Je nerazvejen in nosi le en sporangij. Pri višjih rastlinah je dominantnejša sporofitska generacija, sporofit pa pogosto zelo razvejen, s številnimi sporangiji. Sporofiti višjih rastlin proizvedejo torej veliko več spor kot sporofiti mahov (Raven in sod., 1999).

4.3.9.5 Evolucija mahov

Prehod rastlin iz vode na kopno se je začel v silurju, pred 400 milijoni let. Prve kopenske rastline so bili mahovi. Sporangiji se podaljšujejo z delitvijo apikalne celice na vrhu in delitvijo interkalarne celice na bazi sporangija. Iz teh celic naj bi se razvil poganjek in

korenina kopenskih rastlin, ki imajo prevladujočo sporofitno generacijo. Pri postopnem prevladovanju sporofitne generacije se je manjšala gametofitska. Apikalne in interkalarne celice najdemo tudi pri praprotilih, pri katerih se iz njih razvije celoten poganjek in celotna korenina praproti (Dermastia, 2007).

Znanstvene raziskave so razkrile, da imajo mahovi in višje rastline skupnega prednika, nakazujejo pa tudi, da so bile prve kopenske rastline verjetno zelo podobne današnjim mahovom. Ti nam dajejo vpogled, kako je potekal razvoj od zelenih alg do višjih rastlin (*vascular plants*). Razkrivajo nam, kako so bile verjetno videti najzgodnejše višje rastline in kako je potekal njihov razvoj (Raven in sod., 1999).

Pri mahovih lahko opazujemo, kako je potekala evolucijska prilagoditev rastlin na življenje na kopnem. Vsi organizmi so se s prehodom na kopno soočali z nešteto težavami. Največji izziv pa je bil seveda problem izsuševanja. Mahovi zato zadržujejo in ščitijo svoje gamete v večceličnih ovojih – anteridijih in arhegonijih. Vendar za uspešno oploditev še vedno potrebujejo vodo (Raven in sod., 1999).

Gradivo za obiskovalce:

Sporočilo: Prve kopenske rastline so bile podobne mahovom. Ti lahko uspevajo tudi v zelo slabih svetlobnih razmerah.

Vhod v kraško jamo je dober primer življenjskega prostora, kjer je Sončevo sevanje zmanjšano. Proti notranjosti jame se spreminjata temperatura in vlažnost. Dnevno-nočna nihanja svetlobe in temperature so veliko manjša kot zunaj jame.

Mahovi lahko uspevajo tudi v zelo slabih svetlobnih razmerah.

Od vhoda proti notranjosti jame se spreminja vrstna sestava rastlin. Lesnate rastline potrebujejo veliko svetlobe, nekoliko manj zelnate cvetnice, globlje v jami najdemo praprotnice in mahove, ob najmanjši jakosti svetlobe pa uspevajo le še alge in modrozelenе bakterije. Rastline so lahko na slabe svetlobne razmere prilagojene. Listi senčnih rastlin imajo večjo površino, kutikula na njihovi površini je tanka, da lahko svetloba prehaja čim globlje v sredico lista. Steblo med listi se lahko močno podaljša, ker se rastlina steguje proti svetlobi.

Stene vhoda so preraščene z mahovi. To so rastline, ki jih najdemo na vlažnih rastiščih, kjer pogosto tvorijo goste blazine in pomembno sodelujejo pri nastanku prsti. Najdemo jih tudi v suhih puščavah in na Antarktiki, saj so sposobni preživeti dolga obdobja suše ali nizkih temperatur. Nekaj mahov je tudi vodnih, nekateri celo uspevajo na obalnih skalah, kjer jih ves čas obliva morska voda.

Mahovi so izredno zanimivi, saj so rastline, ki ne cvetijo in nimajo semen. Za uspešno oploditev nujno potrebujejo vodo. Razmnožujejo in razširjajo se s trosi, iz katerih se razvijejo nove rastline.

Op.: Predvidena fotografija mahu, kjer so lepo vidni in označeni deli rastline (stebelce, listki, rizoidi, sporangiji).

Mahovi so podobni prvim kopenskim rastlinam.

Znanstvene raziskave so razkrile, da imajo mahovi in višje rastline skupnega prednika, nakazujejo pa tudi, da so bile prve kopenske rastline verjetno zelo podobne današnjim mahovom. Ti nam dajejo vpogled, kako je potekal razvoj od zelenih alg do višjih rastlin.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 TEMATIKA PREDVIDENE UČNE POTI

Ali je tematika, obravnavana v tej predlagani učni poti, pogosta tema naravoslovnih učnih poti, je težko oceniti. Vsebine poti namreč niso dostopne na enem mestu pa tudi sezname upravljavcev učnih poti niso popolni. Iz evidence naslovov gozdnih učnih poti Zavoda za gozdove Slovenije iz leta 2006 (Lešnik, 2006a) jih približno 20 odstotkov še nima vodnika v obliki brošure in zgibanke. Zato je o njihovi vsebini težko govoriti.

Lahko pa temo primerjamo s temo poti, ki je urejena v bližnji okolici. Na severnem delu Radenskega polja je že urejena pešpot z informacijskimi tablami. Te obravnavajo predvsem značilnosti Radenskega polja, kraške pojave in hidrologijo, omenjajo pa tudi značilne vrste živali (dvoživke, ptice, jamske živali, metulje) in značilne rastline mokrotnih travnikov. Predlagana učna pot na južnem delu polja bi lahko bila dobra dopolnitev in poglobitev vsebin pešpoti severnega dela.

5.2 VODENJE PO UČNI POTI

Za polno doživetje poti je besedilo, ki je namenjeno obiskovalcem, morda preskopo in preveč suhoparno. Da bi dosegli zastavljene cilje, je najbolje, da imajo obiskovalci izkušenega vodnika, besedila pa so jim lahko v pomoč v pripravi na vodenje.

5.3 CILJNA PUBLIKA

Poročila Zavoda za gozdove Slovenije kažejo, da so obiskovalci gozdnih učnih poti predvsem dijaki in učenci (Lešnik, 2006b). Zato smo vsebino poskušali prilagoditi znanju učencev osnovnih šol. Nekateri cilji posameznih točk učne poti so v skladu s splošnimi cilji učnega načrta osnovnih šol za šesti in sedmi razred pri predmetu naravoslovje (Vilhar in sod., 2011a) ter za osmi in deveti razred pri predmetu biologija (Vilhar in sod., 2011b). Hkrati smo si želeli narediti pot dovolj interdisciplinarno, da je primerna tudi za starejše učence in dijake, tematiko, ki jo obravnavamo, pa dovolj kompleksno, da je zanimiva za vsakega naključnega obiskovalca.

5.4 UPORABA STROKOVNIH IZRAZOV PRI VODENJU

V želji, da bi besedila za obiskovalce prilagodili znanju in razumevanju mlajših obiskovalcev poti, smo se morali izogniti nekaterim strokovnim izrazom ali izrazom, ki lahko vzbudijo napačno predstavo o opisovanem procesu. Odločitev o uvajanju strokovnih izrazov je prepuščena vodniku. Ta pa naj svojo odločitev sprejme glede na starost in predznanje najmlajših v skupini. Tu so zapisani nekateri primeri, s katerimi bi radi spodbudili vodnike, naj premišljeno uporabljajo besede, s katerimi opisujejo naravne strukture in procese:

- Izraz dihati smo pri opisovanju rastlinskega dihanja zamenjali z ustrežnejšo besedo prezračevati (rastline prezračujejo svoja tkiva ...). Beseda dihanje namiguje namreč na aktivno vdihavanje in izdihavanje plinov in bi lahko ob njej pomislil tudi na dihala (lahko pa tudi na celično dihanje).
- Besedo sadež smo zamenjali z besedo plod. Sadež je namreč užiten, sočen del rastline, ki obsega seme in osemenje. Zato je neprimeren izraz za vse suhe, neužitne ali strupene plodove rastlin.
- Namesto izraza difuzija smo uporabili glagol prehajati, ki dovolj jasno označuje, da gre za pasiven proces (plini prehajajo, voda prehaja ...).
- Besedo aerenhim smo nadomestili z izrazom zračno tkivo.
- Oznake molekul smo zapisali z besedo in ne s kemijsko formulo.
- Pri poimenovanju snovi, ki jih rastline pridobijo iz tal, smo besedo hranila nadomestili z izrazom mineralne snovi. Hranila lahko povezujemo z besedo hrana, torej predvsem z organskimi snovmi, zato je ustrežnejše, če uporabljamo izraz mineralne snovi. Ta izraz pogosteje uporabljamo tudi na drugih področjih (mineralna gnojila ...).
- Skorja je strokovni izraz, ki ga lahko uporabljamo za zunanje lubje. V splošni rabi pa se za ta del olesenelega stebela pogosteje uporablja izraz lubje. Zaradi lažjega razumevanja smo v besedilu za obiskovalce izraz skorja zamenjali z lubjem.

5.5 UPORABLJENA LITERATURA

Pri posameznih točkah se pojavlja literatura, ki smo jo temeljito pregledali in v sklopu obravnavane teme večkrat citirali. Branje priporočamo vsem vodnikom, ki imajo namen večkrat ali daljše obdobje voditi po zastavljeni učni poti:

- *Biology of Plants* (Raven in sod., 1999)
- *Pogled v rastline* (Dermastia, 2007)
- *The Ecology of Plants* (Gurevitch in sod., 2002)
- *Ekologija rastlin: priročnik za vaje* (Sedej, 2005)
- *Ekologija: organizmi v prostoru in času* (Tome, 2006)

5.6 OPREMA PREDVIDENE UČNE POTI

Že Nataša Volčanjk (2010) v svojem diplomskem delu ugotavlja, da lahko velike pojasnjevalne table kazijo naravno podobo poti. Za obiskovalce so lahko informacije na voljo le v obliki tiskanih vodnikov ali strokovno vodenega ogleda. Pot pa je lahko označena le z lesenimi količki s številko posamezne točke, ki služijo obiskovalcem tudi za orientacijo. Tako se izognemo pretiranim stroškom vzdrževanja in morebitnim priložnostim za vandalizem. Seveda morajo biti tiskani vodniki ali brošure na voljo v bližini poti ali na najbližjem turističnoinformacijskem centru. Na voljo so lahko tudi na spletu in si jih lahko obiskovalci natisnejo sami doma.

Kljub temu smo v poglavju Oblikovanje informacijskih tabel zbrali nekatera priporočila za izdelovanje tabel, če se bodo upravljalci poti odločili za tovrstno podajanje informacij. Besedila posameznih točk, namenjena obiskovalcem, niso bila pripravljena za informacijske table, temveč za brošure in tiskane vodnike. Lahko pa jih vodniki uporabljajo tudi kot osnovo za vodenje.

5.7 VREDNOTENJE VSEBINE PREDVIDENE UČNE POTI

Preden bi se predlog tega diplomskega dela začel izvajati, bi ga bilo treba ustrezno ovrednotiti. Zasnovo in vsebino predvidene učne poti bi lahko ocenili s testnimi vodenji obiskovalcev. Udeleženci bi na koncu izpolnili premišljeno sestavljene vprašalnike. Z njimi bi preverjali, kdo obiskuje to učno pot, s kakšnim namenom, kako učinkovito

dosegamo zastavljene cilje ter kakšne so želje in pričakovanja obiskovalcev. Vsebinsko bi potem lahko prilagodili željam in potrebam tiste skupine obiskovalcev, ki pot največkrat uporablja. Šele nato bi bilo smiselno vlagati v infrastrukturo.

5.8 PREDLOGI ZA NADALJNJE DELO

Pot bi lahko oblikovno uskladili in združili s potjo, ki je že v uporabi v severnem delu Radenskega polja. S tem bi zadovoljili potrebe zahtevnejših obiskovalcev ali rekreativcev. Pot bi lahko obogatili s pripravo posebnega programa za rekreativne športnike (telesna vadba, joga, tek, nordijska hoja, kolesarjenje ...) in jo dopolnili tudi z duhovnimi vsebinami (meditacija, sproščanje). Predstavili bi jo na spletnem portalu Geopedija, kjer lahko med vsebinskimi sklopi najdemo interaktivni atlas učnih poti.

Urediti bi bilo treba dostop do vhoda Lazarjeve jame in ograditi zgornji del, kjer je nevarnost zdrsa. Dostop bi lahko uredili podobno kot stopnišče do bližnjega vhoda v jamo Viršnico. Na osmi točki poti je prostor primeren za počivališče, ki bi se ga lahko opremilo s preprostimi klopami.

V prihodnje bi lahko izdelali in izdali splošni priročnik za izdelovanje učnih in pohodnih poti v slovenskem jeziku, ki bi bil narejen na podlagi tuje literature, domačih diplomskih nalog in strokovnih člankov. To bi lahko prevzeli ali podprli zavodi in organizacije, ki se s tem že ukvarjajo (Zavod Republike Slovenije za varstvo narave, Zavod za gozdove Slovenije, Planinska zveza Slovenije, Lovska zveza Slovenije, Turistična zveza Slovenije in drugi).

Načrtovanje in upravljanje poti bi bilo veliko lažje, če bi imeli spletno stran, na kateri bi izvedeli, koliko je pri nas poti, njihove lokacije oz. zemljevide. Ob njih bi bili kontakti upravljavcev in vodnikov ter informacije o tem, kaj na poti potrebujemo, kako zahteven je teren in kako dobro je urejena. Zbrane bi bile tudi informacije o bližnjih turistično-informacijskih centrih ali drugih turistično zanimivih točkah, gostinski ponudbi in podobno. Morda bi se lahko uporabnik spletne strani registriral in zapisoval, katere poti je že obiskal. O teh bi lahko podal oceno in predlagal, kaj bi lahko popravili ali vključili v dodatno ponudbo. S tem bi dobili vpogled, katere poti so bolj obiskane, s katerimi so

obiskovalci zadovoljni in katere potrebujejo dodatno vzdrževanje. Na spletu bi lahko obiskovalci našli in si natisnili tudi zloženke in drugo učno ali informativno gradivo.

6 POVZETEK

6.1 POVZETEK

Diplomska naloga je nastala z namenom, da bi postala strokovna podlaga za izdelavo naravoslovne učne poti, gradivo za praktični pouk v naravi za šolarje in njihove učitelje ter pripomoček za naključne obiskovalce pri spoznavanju in doživljanju krajinskega parka Radensko polje.

Pregledali smo priporočila za izdelavo učnih poti in interpretacijo naravoslovnih vsebin, napisali predlog poteka učne poti, popisali rastline na izbranih mestih, izdelali strokovno besedilo za zastavljene točke in pripravili povzetke strokovnih besedil, namenjene obiskovalcem učne poti.

Celotna učna pot je dolga 3,5 kilometra in vsebuje devet točk. Po dogovoru z vodstvom krajinskega parka Radensko polje smo jo načrtovali na njegovem južnem delu. Pot vodi skozi predele, kjer so vidni značilni kraški pojavi, in je umaknjena od osrednjega dela, kjer so habitati najbolj ogroženi. Obravnava vsebine s področja biologije in ekologije rastlin.

Začne se na travnikih z vlagoljubnimi vrstami, nadaljuje ob vodotoku reke Šice, nas vodi skozi gojene travnike, nato pa skozi listopadni gozd in smrekov gozd do manjše poseke. Od tam se spusti nazaj proti reki Šici. Vključuje ogled ponora v Zatočni jami in opaznega vhoda Lazarjeve jame.

Predlagali smo vrednotenje vsebine predvidene učne poti s testnimi vodenji obiskovalcev in vprašalniki za udeležence, nato pa prilagoditev vsebine v skladu z željami in potrebami tiste skupine obiskovalcev, ki pot največkrat uporablja.

6.2 SUMMARY

The aim of this graduation thesis was to create a basis for construction of a nature trail that could serve as a learning tool and as a material for outdoor school activities or biology field trips. It could also help random visitors discover and experience regional park Radensko polje and recognize its natural features.

We reviewed recommendations for creating nature trails and recommendations for interpretation of natural science. We propose the course of the trail and how its points should be situated in Radensko polje. We cataloged plants species on trail points, wrote professional texts for all of the nine trail points and prepared summaries for trail visitors.

The entire trail is 3.5 km long and contains nine trail points. After consultation with the managers of regional park Radensko polje, we planned the trail in the southern part of the field through areas where the characteristic karst features of Radensko polje are visible. It is designed to avoid the central part of the field where habitats are most vulnerable. The content of the trail includes topics from biology and ecology of plants.

The trail starts at wet meadows, continues near Šica river, then on to hay meadows, through deciduous forest and through spruce forest to a small deforested area. From here, the trail descends back to the Šica river. The trail also approaches the entrance of inflow cave Zatočna jama and ends at cave Lazarjeva jama with a very prominent entrance.

We propose evaluation of the trail content with test tours and questionnaires for participants. The content should then be adapted according to the wishes and needs of those groups of visitors, which the trail is most visited by.

7 VIRI

- Anon 2004. Zakon o ohranjanju narave (uradno prečiščeno besedilo). (ZON-UPB2) Ur.l. RS, str. 96/2004, 8/10-ZSKZ-B
- Anon 2011. Uredba o Krajinskem parku Radensko polje. Ur.l. RS, št. 104/11
- Anon 2013. Naravovarstveni atlas. Zavod Republike Slovenije za varstvo narave.
<http://www.naravovarstveni-atlas.si/nvajavni/profile.aspx?id=N2K@ZRSVNJ> (5. nov. 2013)
- Bačič T. 2007. Salicaceae – vrbovke. V: Mala flora Slovenije. Švigelj B., Rejc T. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 454–455
- Benton G. M. 2009. From Principle to Practice: Four Conceptions of Interpretation. *Jurnal of Interpretation Research*, 14, 1: 7–31
- Bračko F., Sovinc A., Štumberger B., Trontelj P., Vogrin M. 1994. Rdeči seznam ogroženih ptic gnezdilk Slovenije. *Acrocephalus*, 15, 67: 166–180
- Brus R. 2008. Sto grmovnih vrst na Slovenskem. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 215 str.
- Carnelutti J. 1992a. Rdeči seznam ogroženih metuljev (Macrolepidoptera) v Sloveniji. *Varstvo narave*, 17: 61–104
- Carnelutti J. 1992b. Popravki (Errata): Rdeči seznam ogroženih metuljev (Macrolepidoptera) v Sloveniji. *Varstvo narave*, 18: 189–190
- Cox J. 1998. *Jeff Cox's One Hundred Greatest Garden Ideas*. New York, Rodale Press, Inc.: 245 str.
- Dermastia M. 2007. *Pogled v rastline*. Ljubljana, Nacionalni inštitut za biologijo: 237 str.
- Forman R. T. T. 1995. *Land Mosaics: The Ecology of Landscapes and Regions*. Cambridge, Cambridge University Press: 632 str.
- Fridl J., Kladnik D., Orožen Adamič M., Perko D., Pogačnik A., Belec B., Drozg V. 1998. *Geografski atlas Slovenije: država v prostoru in času*. Ljubljana, DZS: 360 str.
- Gams I. 2003. *Kras v Sloveniji v prostoru in času*. Ljubljana, Založba ZRC, ZRC SAZU: 516 str.
- Golob T., Jamnik M., Bertonec J., Kropf U., Kandolf A., Božič J., Zdešar P., Meglič M., Goljat A. 2008. *Med: značilnosti slovenskega medu*. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 84 str.

- Grad J., Gogala A., Kozmus P., Jenič A., Bevk D. 2010. Pomembni in ogroženi opraševalci: čmrlji v Sloveniji. Lukovica, Čebelarska zveza Slovenije: 123 str.
- Gurevitch J., Scheiner S. M., Fox G. A. 2002. *The Ecology of Plants*. Sunderland, Massachusetts, Sinauer Associates Inc.: 522 str.
- Ham S. H. 2002. Meaning Making – The Premise and Promise of Interpretation. V: Scotland's First National Conference on Interpretation, Edinburgh, 4. april 2002. Royal Botanic Gardens, Edinburgh: 19 str.
- Heywood V. H., Moore D. M., Richardson I. B. K., Stearn W. T. (ed.) 1995. *Cvetnice, kritosemenke sveta*. Ljubljana, DZS: 335 str.
- Hönigsfeld Adamič M. (ur.) 1988. *Rastlinski svet Evrope, ilustrirana enciklopedija*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 374 str.
- Jogan N. 2001. *Navodila za vaje iz sistematske botanike*. Ljubljana, samozaložba: 110 str.
- Knudson D. M., Cable T. T., Beck L. 2003. *Interpretation of cultural and natural resources*. State College, Pennsylvania, Venture Publishing, Inc.: 411 str.
- Kokalj B., Dragič I., Rejec N., Herbaj M., Jakopin J., Papež A., Verbole N., Mirt M. 2006. Koreninjenje potaknjencev. *Collectanea Studentium Physiologiae Plantarum*, 1, 2: 7–10
- Kotarac M. 1997. *Atlas kačjih pastirjev (Odonata) Slovenije; z Rdečim seznamom : projekt Slovenskega odonatološkega društva*. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 205 str.
- Kristanc J. 2003. Možnosti trženja učnih poti in doživljajsko vodenje. V: *Zavarovana območja in njihov pomen za turizem: Morska učna pot Mesečev zaliv in njegovi zakladi*: zbornik, Strunjan, 28.–29. nov. 2003. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 2 str.
- Krušič M. (ur.) 1982. *Leksikoni Cankarjeve založbe: Geografija*. Ljubljana, Cankarjeva založba: 272 str.
- Lauber K., Wagner G. 2007. *Flora Helvetica*. 4th edition. Bern, Stuttgart, Wien, Haupt Verlag: 1632 str.
- Lawrence E. (ed.) 2005. *Henderson's dictionary of biology*. 13th edition. Harlow, Pearson Education Limited: 748 str.
- Lešnik A. 2006a. Doživljajski vidik vodenja obiskovalcev gozdnih učnih, turističnih in drugih tematskih poti. V: *Doživeti in spoznati gozd, Bistra pri Vrhniku*, 9. nov. 2006. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Tehniški muzej Slovenije, Turistična zveza Slovenije: 9 str.
<http://www.interpretacija.si/arhiv/lesnik.pdf> (19. dec. 2012)

- Lešnik A. 2006b. Razvoj gozdnih učnih poti in njihov pomen za turizem. V: Stanje in perspektive razvoja turizma v gozdnem prostoru: zbornik, Ljubljana, 28. mar. 2006. Faletič M., Djutovič B. (ur.). Ljubljana, Državni svet Republike Slovenije: 78–94
- Likar M., Regvar M. 2003. Praktikum fiziologije rastlin. Ljubljana, Študentska založba: 94 str.
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B., Ravnik V., Frajman B., Strgulc Krajšek S., Trčak B., Bačič T., Fischer M. A., Eler K., Surina B. 2007. Mala flora Slovenije: ključ za določanje praprotnic in semenk. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Mommer L., Visser E. J. W. 2005. Underwater Photosynthesis in Flooded Terrestrial Plants: A Matter of Leaf Plasticity. *Annals of Botany*, 96, 581–589
- Novy L. 2008. Why We Should Communicate, Rather Than Interpret: A Call to Arms. *Journal of Interpretation Research*, 13, 1: 51–58
- Ogorelec B. 2002. Naravni praki: informiranje, interpretacija, izobraževanje. V: Pomen učnih poti za vrednotenje in varovanje naravne in kulturne dediščine v prarih in zavarovanih območjih. Okrogla miza revije Kras in javnega zavoda Park Škocjanske jame, Matavun, 26. nov. 2002. (Kras, revija o Krasu in krasu, 58–59: 35–37)
- Ogorelec B. 2004a. Interpretacija narave – od doživljanja do doživetja. V: Tematske poti na Krasu: zbornik, Dutovlje, 23. okt. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 6 str.
- Ogorelec B. 2004b. Zakaj zavarovana območja potrebujejo interpretativne poti? V: Turistične gozdne poti in varstvo narave, Radovna, 22. sep. 2004. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 5 str.
http://www.gov.si/aplikacije/mop/interpretacija_narave/arhiv/pomen_ucnih_poti.pdf
(13. dec. 2012)
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. 1. izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 684 str.
- Petauer T., Ravnik V., Šuštar F. 1998. Mali leksikon botanike. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 390 str.
- Peterlin S. 2008. Radensko polje. Grosuplje, Občina Grosuplje: 134 str.
- Poboljšaj K., Kotarac M., Leskovar I., Lešnik A., Rebeušek F., Šalamun A., Grobelnik V., Jakopič M., Rozman B., Polak S., Hönigsfeld Adamič M., Verovnik R. 2000. Inventarizacija flore in favne na Radenskem polju: poročilo. Miklavž na Dravskem polju, Center za kartografijo favne in flore: 102 str.

- Presetnik P., Dular M., Koselj K. 2002. Opazovanja dvoživk v jamah. *Temporaria*, 6, 1: 30–33
- Raven P. H., Evert R. F., Eichhorn S. E. 1999. *Biology of Plants*. 6th edition. New York, Worth Publishers: 944 str.
- Rihar J. 2003. *Mana iglavcev, napovedovanje gozdnega medenja*. 2., dopolnjena izdaja. Ljubljana, Pansan: 136 str.
- Sedej T. T. 2005. *Ekologija rastlin: priročnik za vaje*. Ljubljana, Študentska založba: 81 str.
- Spohn M., Aichele D., Lovka M. 2011. *Kaj neki tu cveti? S fotografijami: zanesljivo prepoznavanje po barvi*. Založba Narava: 447 str.
- Štrus J., Zrimec A., Polak S. 2001. *Mali leksikon zoologije*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 335 str.
- Tarleton J. L., Ward C. J. 2006. The Effect of Thematic Interpretation on a Child's Knowledge of an Interpretive Program. *Jurnal of Interpretation Research*, 11, 1: 7–33
- Tome D. 2006. *Ekologija: organizmi v prostoru in času*. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 344 str.
- Veverka J. A. 2005a. Interpretativ planning for the next millennium – The "product of the product" – "outcome based planning" and the "experience economy". V: *Interpretacija narave in turizem: seminar*, Ljubljana, 26. sep. 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor in Ministrstvo za gospodarstvo: 9 str.
<http://www.heritageinterp.com/interp1.htm> (17. dec. 2012)
- Veverka J. A. 2005b. Exactly what is "Interpretation"? V: *Interpretacija narave in turizem: seminar*, Ljubljana, 26. sep. 2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor in Ministrstvo za gospodarstvo: 4 str.
http://www.gov.si/aplikacije/mop/interpretacija_narave/arhiv/exactly.pdf (17. dec. 2012)
- Veverka J. A. b. 1. Using interpretive themes and objectives will make your program planning easier and more effective. (9. okt. 2012)
<http://www.heritageinterp.com/interpre3.htm> (17. dec. 2012)
- Vilhar B., Zupančič G., Berdnik D. G., Vičar M. 2011a. *Program osnovna šola: Naravoslovje, učni načrt*. Ljubljana, Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo: 37 str.
http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_naravoslovje.pdf (16. okt. 2013)

- Vilhar B., Zupančič G., Berdnik D. G., Vičar M., Zupan A., Sobočan V., Devetak B., Sojar A. 2011b. Program osnovna šola: Biologija, učni načrt. Ljubljana, Ministrstvo RS za šolstvo in šport, Zavod RS za šolstvo: 43 str.
http://www.mizs.gov.si/fileadmin/mizs.gov.si/pageuploads/podrocje/os/prenovljeni_UN/UN_Biologija.pdf (16. okt. 2013)
- Volčanjek N. 2010. Elaborat izdelave učne poti o zdravilnih in strupenih rastlinah v okolici Bovca. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za farmacijo: 88 str.

ZAHVALA

Iskreno se zahvaljujem mentorici doc. dr. Simoni Strgulc Krajšek za podporo, strokovne nasvete, spodbude in veliko dobre volje.

Hvala moji mami, ki mi je omogočila študij in me podpirala. Brez nje nič ne bi bilo mogoče.

Hvala Žigi za motivacijo, nasvete in pomoč pri oblikovanju. Lari za pomoč pri izbiri čudovite lokacije učne poti ter za vse sprehode in pogovore. Hvala tudi mojim prijateljicam, ki so poskrbele, da so bile počitnice res počitnice.

Zahvaljujem se tudi sestrični Tei za lektoriranje ter drugim družinskim članom, kolegom in prijateljem, ki so me spremljali na poti izobraževanja.

Priloga A

Seznam popisanih vrst rastlin na prvi točki (Kanal) predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Filipendula ulmaria</i>	Brestovolistni oslad	junij–julij
<i>Callitriche palustris</i>	Navadni žabji las	
<i>Equisetum palustre</i>	Močvirska preslica	junij–avgust
<i>Myosotis scorpioides</i>	Močvirska spominčica	maj–avgust
<i>Typha latifolia</i>	Širokolistni rogoz	julij–avgust
<i>Caltha palustris</i>	Navadna kalužnica	marec–april
<i>Ranunculus acris</i>	Ripeča zlatica	junij–oktober
<i>Rumex acetosa</i>	Navadna kislica	maj–julij
<i>Trifolium pratense</i>	Črna detelja	maj–september
<i>Lychnis flos-cuculi</i>	Kukavičja lučca	maj–junij
<i>Veronica chamaedrys</i>	Vrednikov jetičnik	(april) maj–avgust
<i>Stellaria graminea</i>	Travnata zvezdica	maj–julij
<i>Galium mollugo</i>	Navadna lakota	junij–oktober
<i>Ajuga genevensis</i>	Dlakavi skrečnik	april–julij
<i>Cornus sanguinea</i>	Rdeči dren	maj–junij
<i>Taraxacum officinale</i>	Navadni regrat	marec–maj (november)
<i>Leucanthemum ircutianum</i>	Navadna ivanjščica	maj–junij
<i>Medicago lupulina</i>	Hmeljna meteljka	maj–september
<i>Dactylis glomerata</i>	Navadna pasja trava	(april) maj–julij (september)
<i>Plantago lanceolata</i>	Ozkolistni trpotec	april–oktober
<i>Salix cinerea</i>	Pepelnato siva vrba	april–maj
<i>Salix triandra</i>	Mandljasta vrba	marec–junij
<i>Valeriana officinalis</i>	Zdravilna špajka	junij–avgust
<i>Alopecurus pratensis</i>	Travniški lisičji rep	april–maj
<i>Arrhenatherum elatius</i>	Visoka pahovka	(april) maj–julij (oktober)
<i>Lolium perenne</i>	Trpežna ljulka	junij–avgust
<i>Bromus hordaceus</i>	Ječmenasta stoklasa	
<i>Schoenoplectus lacustris</i>	Jezerski biček	junij–september
<i>Eleocharis palustris</i>	Močviska sita	maj–avgust
<i>Luzula campestris</i>	Poljska bekica	marec–maj
<i>Carex elongata</i>	Podaljšani šaš	april–junij
<i>Briza media</i>	Navadna migalica	maj–julij
<i>Carex flacca</i>	Sinjezeleni šaš	maj–junij
<i>Carex pallescens</i>	Bledi šaš	april–julij
<i>Carex hirta</i>	Dlakavi šaš	april–junij
<i>Carex vesicaria</i>	Mehurjasti šaš	maj–junij
<i>Trifolium repens</i>	Plazeča detelja	maj–oktober
<i>Allium schoenoprasum</i>	Drobnjak	junij–avgust
<i>Solanum dulcamara</i>	Grenkoslad	junij–avgust

se nadaljuje

Seznam popisanih vrst rastlin na prvi točki (Kanal) predvidene učne poti

nadaljevanje

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Bellis perennis</i>	Navadna marjetica	marec–november
<i>Lotus corniculatus</i>	Navadna nokota	maj–september
<i>Phalaris arundinacea</i>	Pisanka	(maj) junij–avgust
<i>Salix rosmarinifolia</i>	Rožmarinolistna vrba	april–maj
<i>Crepis biennis</i>	Dvoletni dimek	maj–avgust (september)
<i>Lamium maculatum</i>	Lisasta mrtva kopriva	april–oktober
<i>Lythrum salicaria</i>	Navadna krvenka	junij–september
<i>Epilobium hirsutum</i>	Dlakavi vrbovec	(maj) junij–september
<i>Centaurea macroptilon</i>	Veleperesasti glavinec	junij–avgust
<i>Bupthalmum salicifolium</i>	Vrbovolistni primožek	junij–september
<i>Salix purpurea</i>	Rdeča vrba	marec–april

Priloga B

Seznam popisanih vrst rastlin na drugi točki (Most) predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Salix purpurea</i>	Rdeča vrba	marec–april
<i>Crataegus monogyna</i>	Enovrati glog	maj–junij
<i>Acer campestre</i>	Maklen	maj–junij
<i>Euonymus europaea</i>	Navadna trdoleska	maj–julij
<i>Cruciata laevipes</i>	Navadna dremota	april–junij
<i>Campanula glomerata</i>	Klobčasta zvončica	junij–julij
<i>Filipendula ulmaria</i>	Brestovolisni oslad	junij–julij
<i>Colchium autumnale</i>	Jesenski podlesek	avgust–september
<i>Rosa canina</i>	Navadni šipek	maj–julij
<i>Rhamnus catharticus</i>	Čistilna kozja češnja	maj–junij
<i>Quercus robur</i>	Dob	april–maj
<i>Quercus cerris</i>	Cer	april
<i>Pyrus pyraster</i>	Hruška drobnica	april–maj
<i>Cornus sanguinea</i>	Rdeči dren	maj–junij
<i>Salix cinerea</i>	Pepelnato siva vrba	april–maj

Priloga C

Seznam popisanih vrst rastlin na četrti točki (Gozdni rob) predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Prunus spinosa</i>	Črni trn	marec–maj
<i>Corylus avellana</i>	Navadna leska	februar–april
<i>Colchicum autumnale</i>	Jesenski podlesek	avgust–september
<i>Stellaria holostea</i>	Velecvetna zvezdica	maj–junij
<i>Rubus sp.</i>	Robida	
<i>Ligustrum vulgare</i>	Navadna kalina	junij–avgust
<i>Acer campestre</i>	Maklen	maj–junij
<i>Euonymus europaea</i>	Navadna trdoleska	maj–julij
<i>Mentha sp.</i>	Meta	
<i>Pyrus pyraster</i>	Hruška drobnica	april–maj
<i>Cornus sanguinea</i>	Rdeči dren	maj–junij
<i>Rosa arvensis</i>	Njivni šipek	junij–julij
<i>Fragaria moschata</i>	Muškatni jagodnjak	maj–junij
<i>Cruciata laevipes</i>	Navadna dremota	april–junij
<i>Lonicera caprifolium</i>	Kovačnik	maj–junij
<i>Humulus lupulus</i>	Navadni hmelj	junij–september
<i>Carpinus betulus</i>	Navadni gaber	junij
<i>Clematis vitalba</i>	Navadni srobot	julij–avgust
<i>Crataegus monogyna</i>	Enovrati glog	maj–junij
<i>Erigeron annuus</i>	Enoletna suholetnica	junij–oktober
<i>Stellaria alsine</i>	Potočna zvezdica	junij–avgust
<i>Achillea millefolium</i>	Navadni rman	junij–september
<i>Dianthus barbatus</i>	Brkati klinček	junij–september
<i>Crepis biennis</i>	Dvoletni dimek	maj–avgust (september)
<i>Centaurea macroptilon</i>	Veleperesasti glavinec	junij–avgust
<i>Silene latifolia</i>	Beli slizek	maj–oktober
<i>Lamium maculatum</i>	Lisasta mrtva kopriva	april–oktober
<i>Filipendula ulmaria</i>	Brestovolistni oslad	junij–julij
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Navadni repik	junij–avgust
<i>Cichorium intybus</i>	Navadni potrošnik	julij–oktober
<i>Vicia cracca</i>	Ptičja grašica	junij–avgust
<i>Malva alcea</i>	Ostrolistni slezenovec	julij–september
<i>Quercus cerris</i>	Cer	april
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	Sladki grahovec	april–julij
<i>Rudbeckia lanciniata</i>	Deljenolistna rudbekija	julij–oktober
<i>Buphthalmum salicifolium</i>	Vrbovolistni primožek	junij–september
<i>Galinsoga ciliata</i>	Vejicati rogovilček	maj–oktober
<i>Physalis alkekengi</i>	Volčje jabolko	maj–avgust

Priloga D

Seznam popisanih vrst rastlin na peti točki (Listopadni gozd) predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Aposeris foetida</i>	Navadna smrdljivka	april–avgust
<i>Pteridium aquilinum</i>	Orlova praprotnica	julij–september
<i>Picea abies</i>	Navadna smreka	april–junij
<i>Glechoma hirsuta</i>	Dlakava grenkuljica	maj–julij
<i>Cardamine bulbifera</i>	Brstična konopnica	april–junij
<i>Pulmonaria officinalis</i>	Navadni pljučnik	marec–maj
<i>Lamium orvala</i>	Velecvetna mrtva kopriva	maj–julij
<i>Hacquetia epipactis</i>	Tevje	april–maj
<i>Melittis melissophyllum</i>	Navadna medenika	maj–junij
<i>Asarum europaeum</i>	Navadni kopitnik	marec–april
<i>Omphalodes verna</i>	Spomladanska torilnica	april–junij
<i>Fagus sylvatica</i>	Bukev	april–maj
<i>Sanicula europaea</i>	Navadni ženikelj	maj–julij
<i>Carpinus betulus</i>	Navadni gaber	junij
<i>Polypodium vulgare</i>	Navadna sladka koreninica	junij–september
<i>Erigeron annuus</i>	Enoletna suholetnica	junij–oktober
<i>Mycelis muralis</i>	Navadni zajčji lapuh	julij–september
<i>Prenanthes purpurea</i>	Škrlatnordeča zajčica	julij–september
<i>Erythronium dens-canis</i>	Navadni pasji zob	marec–april
<i>Campanula glomerata</i>	Klobčasta zvončica	junij–julij
<i>Gentiana asclepiadea</i>	Svilničevolistni svišč	julij–september

Priloga E

Seznam popisanih vrst rastlin na sedmi točki (Poseka) predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Pteridium aquilinum</i>	Orlova praprotnica	julij–september
<i>Oxalis acetosella</i>	Navadna zajčja deteljica	marec–maj
<i>Picea abies</i>	Navadna smreka	april–junij
<i>Ajuga genevensis</i>	Dlakavi skrečnik	april–julij
<i>Lotus corniculatus</i>	Navadna nokota	maj–september
<i>Vaccinium myrtillus</i>	Borovnica	april–julij
<i>Vicia sepium</i>	Obplotna grašica	maj–avgust
<i>Fragaria viridis</i>	Zeleni jagodnjak	maj–junij
<i>Sanicula europaea</i>	Navadni ženikelj	maj–julij
<i>Acer campestre</i>	Maklen	maj–junij
<i>Erigeron annuus</i>	Enoletna suholetnica	junij–oktober
<i>Mycelis muralis</i>	Navadni zajčji lapuh	julij–september
<i>Prenanthes purpurea</i>	Škrlatnordeča zajčica	julij–september

Priloga F

Seznam popisanih vrst nekaterih travniških rastlin v okolici predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Salvia pratensis</i>	Travniška kadulja	maj–julij
<i>Tragopogon pratensis</i>	Travniška kozja brada	maj–junij
<i>Cruciata laevipes</i>	Navadna dremota	april–junij
<i>Campanula glomerata</i>	Klobčasta zvončica	junij–julij
<i>Crepis biennis</i>	Dvoletni dimek	maj–avgust (september)
<i>Symphytum officinale</i>	Navadni gabez	maj–julij
<i>Knautia drymeia</i>	Ogrsko grabljišče	
<i>Centaurea macroptilon</i>	Veleperesasti glavinec	junij–avgust
<i>Erigeron annuus</i>	Enoletna suholetnica	junij–oktober
<i>Cichorium intybus</i>	Navadni potrošnik	julij–oktober
<i>Agrimonia eupatoria</i>	Navadni repik	junij–avgust
<i>Trifolium incarnatum</i>	Inkarnatka	april–september
<i>Vicia cracca</i>	Ptičja grašica	junij–avgust
<i>Achillea millefolium</i>	Navadni rman	junij–september

Priloga G

Seznam popisanih vrst nekaterih gozdnih rastlin v okolici predvidene učne poti

Latinsko ime	Slovensko ime	Čas cvetenja
<i>Quercus robur</i>	Dob	april–maj
<i>Fagus sylvatica</i>	Bukev	april–maj
<i>Carpinus betulus</i>	Navadni gaber	junij
<i>Corylus avellana</i>	Navadna leska	februar–april
<i>Lonicera alpigena</i>	Planinsko kosteničevje	maj–julij
<i>Ajuga genevensis</i>	Dlakavi skrečnik	april–julij
<i>Sanicula europaea</i>	Navadni ženikelj	maj–julij
<i>Asarum europaeum</i>	Navadni kopitnik	marec–april
<i>Hacquetia epipactis</i>	Tevje	april–maj
<i>Lamium orvala</i>	Velecvetna mrtva kopriva	maj–julij
<i>Pulmonaria officinalis</i>	Navadni pljučnik	marec–maj
<i>Cardamine bulbifera</i>	Brstična konopnica	april–junij
<i>Aposeris foetida</i>	Navadna smrdljivka	april–avgust
<i>Pteridium aquilinum</i>	Orlova praprot	julij–september
<i>Picea abies</i>	Navadna smreka	april–junij
<i>Carex sylvatica</i>	Gozdni šaš	april–maj
<i>Melampyrum nemorosum</i>	Podlesni črnilec	maj–september