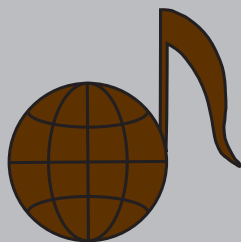


**MATJAŽ GERŠIČ
BLAŽ REPE
MATEJ BLATNIK
VALENTINA BREČKO GRUBAR
BOJANA KOVAČ
NEJC POZVEK
ANA SEIFERT**

**GEOGRAFIJA IN
RASTLINSKA
SUKCESIJA –
IZBRANI PRIMERI
IZ SLOVENSКИH
POKRAJIN**



GEORITEM 23

**GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA SUKCESIJA –
IZBRANI PRIMERI IZ SLOVENSКИH POKRAJIN**

Matjaž Geršič

Blaž Repe

Matej Blatnik

Valentina Brečko Grubar

Bojana Kovač

Nejc Pozvek

Ana Seifert



GEORITEM 23

**GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA
SUKCESIJA – IZBRANI PRIMERI
IZ SLOVENSКИH POKRAJIN**

Matjaž Geršič

Blaž Repe

Matej Blatnik

Valentina Brečko Grubar

Bojana Kovač

Nejc Pozvek

Ana Seifert

LJUBLJANA 2014

GEORITEM 23

GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA SUKCESIJA – IZBRANI PRIMERI IZ SLOVENSКИH POKRAJIN

Matjaž Geršič, Blaž Repe, Matej Blatnik, Valentina Brečko Grubar, Bojana Kovač, Nejc Pozvek, Ana Seifert

© 2014, Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Urednika: Drago Kladnik, Drago Perko

Recenzenta: Darko Ogrin, Matija Zorn

Avtorji poglavij: Matej Blatnik (Melišča), Valentina Brečko Grubar (Požarišča), Matjaž Geršič (Sukcesija, Prodišča), Bojana Kovač (Požarišča), Nejc Pozvek (Podorno gradivo), Blaž Repe (Prsti in sukcesija, Invazivne vrste), Ana Seifert (Gradbene jame)

Kartografa: Matej Blatnik, Jaka Ortar

Fotografi: Matej Blatnik, Valentina Brečko Grubar, Matjaž Geršič, Bojana Kovač, Nejc Pozvek, Blaž Repe, Ana Seifert

Prevajalec: Damjana Blatnik

Oblikovalec: Drago Perko

Izdajatelj: Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

Za izdajatelja: Drago Perko

Založnik: Založba ZRC

Za založnika: Oto Luthar

Glavni urednik: Aleš Pogačnik

Računalniški prelom: SYNCOMP d. o. o.

Tisk: Collegium Graphicum d. o. o.

Naklada: 250 izvodov

Digitalna verzija (pdf) je pod pogoji licence <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>
prosto dostopna: <https://doi.org/10.3986/9789610503491>

CIP – Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

911.2:581.52(497.4)

574.9(497.4)

GEOGRAFIJA in rastlinska sukcesija – izbrani primeri iz slovenskih pokrajin / Matjaž Geršič ... [et al.] ; [urednika Drago Kladnik, Drago Perko ; kartografa Matej Blatnik, Jaka Ortar ; fotografi Matej Blatnik ... [et al.] ; prevajalec Damjana Blatnik]. – Ljubljana : Založba ZRC, 2014. – (Georitem, ISSN 1855-1963 ; 23)

ISBN 978-961-254-670-0

1. Geršič, Matjaž 2. Kladnik, Drago, 1955–
272084992

GEORITEM 23

**GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA SUKCESIJA – IZBRANI PRIMERI
IZ SLOVENSКИH POKRAJIN**

AVTOR

Matjaž Geršič

matjaz.gersic@zrc-sazu.si

<http://giam.zrc-sazu.si/gersic>

Rodil se je leta 1983 na Jesenicah. Po končani osnovni šoli v Lescah se je vpisal na Gimnazijo Kranj, kjer je leta 2002 maturiral. Leta 2003 se je vpisal na študij geografije in zgodovine na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Leta 2009 je diplomiral z delom Pionirske rastlinske vrste na prodiščih v zgornjem toku reke Save, za katerega je prejel fakultetno Prešernovo nagrado. Leta 2010 je zaključil študij zgodovine. Po končanem študiju je opravil pripravništvo na Gimnaziji Kranj in strokovni izpit na Ministrstvu za šolstvo. Marca 2012 se je zaposlil na Geografskem inštitutu Antona Melika Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti ter pridobil naziv asistenta. Njegovi raziskovalni področji sta zemljepisna imena in fizična geografija.



AVTOR

Blaž Repe<http://geo.ff.uni-lj.si/node/18/index.php?q=sodelavci/blaz-repe>blaz.repe@ff.uni-lj.si

Rodil se je leta 1972 v Ljubljani. Leta 1991 je maturiral in se vpisal na študij geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Leta 2007 je na isti fakulteti doktoriral z disertacijo Pedogeografska karta in njena uporabnost v geografiji. Že leta 1996 se je zaposlil na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani, kjer je najprej delal kot kartograf, pozneje kot asistent in docent. Je nosilec predmetov Fizična geografija II, Pedo- in biogeografija, Osnove tematske kartografije in Geoinformatika I. Kot gost je predaval na drugih slovenskih fakultetah in univerzah, pa tudi na Hrvaškem, v Bosni in Hercegovini ter na Slovaškem. Aktivno je sodeloval pri nastanku več univerzitetnih učbenikov in priročnikov.



AVTOR

Matej Blatnikmatejblatnik@gmail.com

Rodil se je leta 1988 v Ljubljani. Osnovno in srednjo šolo je obiskoval v Ivančni Gorici, kjer je leta 2006 maturiral. Istega leta se je vpisal na enopredmetni študij geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2012 diplomiral z delom Vegetacijske značilnosti izbranih melišč v slovenskih Alpah, za katerega je prejel fakultetno Prešernovo nagrado. Med študijem se je v okviru Društva mladih geografov udeležil več geografskih raziskovalnih taborov in enega leta 2011 tudi organiziral. Leta 2010 je organiziral prvi interdisciplinarni geografsko-geološki tabor. Od leta 2011 je član Društva za raziskovanje jam Ljubljana, od leta 2013 je tudi član njegovega izvršnega odbora.



AVTORICA

Valentina Brečko Grubar

Valentina.brecko.grubar@fhs.upr.si

<http://www.fhs.upr.si/sl/o-fakulteti/zaposleni/pedagoski-sodelavci/valentina.brecko.grubar>

Rodila se je leta 1966 v Celju. Po maturi na tamkajšnji gimnaziji se je vpisala na študij geografije in sociologije kulture na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2006 doktorirala z disertacijo Trajnostno in sonaravno gospodarjenje z vodnimi viri v porečju Kamniške Bistrice. Med letoma 1996 in 2007 je bila zaposlena kot asistentka na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, od leta 2007 pa dela kot docentka na Fakulteti za humanistične študije Univerze na Primorskem. Njeno pedagoško in raziskovalno delo je povezano predvsem s hidrogeografijo in okoljsko geografijo ter s fizično geografijo. Dopolnilno je zaposlena tudi kot znanstvena sodelavka na Znanstveno-raziskovalnem središču Univerze na Primorskem.



AVTORICA

Bojana Kovač

kovac.bojana1@gmail.com

Rodila se je leta 1985 v Kopru, kjer je obiskovala tudi osnovno in srednjo šolo. Po maturi se je leta 2003 vpisala enopredmetni študij geografije kontaktnih prostorov na Fakulteti za humanistične študije Univerze na Primorskem v Kopru. Leta 2012 ga je pod vodstvom mentorice Valentine Brečko Grubar zaključila z diplomskim delom Sukcesija na izbranih požariščih v Slovenski Istri. Med študijem se je ukvarjala predvsem s fizično geografijo in z ekologijo.



AVTOR

Nejc Pozvek

nejc@pak.si

Rodil se je leta 1986 v Brežicah. Po končani osnovni šoli na Senovem se je vpisal na gimnazijo v Brežicah, kjer je leta 2004 maturiral. Nato se je vpisal na enopredmetni študij geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2013 diplomiral z delom Biogeografska problematika na območju podora pod Velikim vrhom. Strokovno se ukvarja predvsem z geografijo krasa in varstvom geografskega okolja. Bil je eden od vodij študentskega projekta Okoljski izzivi trajnostnemu razvoju Spodnjega Podravja, ki so ga uspešno izvedli in predstavili lokalnim skupnostim na Ptuj leta 2009. V prostem času je dejaven kot inštruktor športnega plezanja in alpinizma.



AVTORICA

Ana Seifert

ana.seifert@gmail.com

Rodila se je leta 1990 v Ljubljani. Po končani osnovni šoli se je vpisala na Škofijsko klasično gimnazijo v Šentvidu, kjer je leta 2009 maturirala. Leta 2010 se je vpisala na enopredmetni študij geografije na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani, kjer je leta 2013 zaključila prvo stopnjo bolonjskega študija z zaključno seminarsko nalogo Problematika zaraščanja gradbenih jam. Udeležila se je raz-

skovalnih taborov v Kočevju in Škofji Loki. Izobraževanje nadaljuje na drugostopenjskem magistrskem študijskem programu geografija na Filozofski fakulteti Univerze v Ljubljani. Od oktobra 2013 je ena od zastopnic mladinskega sveta CIPRA.



IZDAJATELJ

Geografski inštitut Antona Melika ZRC SAZU

gi@zrc-sazu.si

Inštitut je leta 1946 ustanovila Slovenska akademija znanosti in umetnosti in ga leta 1976 poimenovala po akademiku dr. Antonu Meliku (1890–1966). Od leta 1981 je sestavni del Znanstvenoraziskovalnega centra Slovenske akademije znanosti in umetnosti. Leta 2002 sta se inštitutu priključila Inštitut za geografijo, ki je bil ustanovljen leta 1962, in Zemljepisni muzej Slovenije, ustanovljen leta 1946. Ima oddelke za fizično geografijo, humano geografijo, regionalno geografijo, naravne nesreče, varstvo okolja, geografski informacijski sistem in tematsko kartografijo, zemljepisno knjižnico ter zemljepisni muzej. V njem je sedež Komisije za standardizacijo zemljepisnih imen Vlade Republike Slovenije.

Njegovi raziskovalci se ukvarjajo predvsem z geografskimi raziskavami Slovenije in njenih pokrajin ter pripravo temeljnih geografskih knjig o Sloveniji. Sodelujejo pri številnih domačih in mednarodnih projektih, organizirajo znanstvena srečanja, izobražujejo mlade raziskovalce, izmenjujejo znanstvene obiske. Inštitut izdaja znanstveno revijo *Acta geographica Slovenica*/Geografski zbornik ter znanstveni knjižni zbirki Geografija Slovenije in Georitem. V sodih letih izdaja knjižno zbirko GIS v Sloveniji, v lihh letih knjižno zbirko Regionalni razvoj, vsako tretje leto pa knjižno zbirko Naravne nesreče.

GEORITEM 23

GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA SUKESIJA – IZBRANI PRIMERI IZ SLOVENSКИH POKRAJIN

Matjaž Geršič, Blaž Repe, Matej Blatnik, Valentina Brečko Grubar, Bojana Kovač, Nejc Pozvek, Ana Seifert

UDK: 911.2:581.52(497.4)

COBISS: 2.01

IZVLEČEK

Geografija in rastlinska sukcesija – izbrani primeri iz slovenskih pokrajin

Ekološko sukcesijo ali ekološko zaporedje lahko razumemo kot časovno-prostorsko pojasnitev evolucijskega razvoja neke združbe od goli tal do ustaljene, s svojim okoljem uravnotežene združbe. Celoten proces sukcesije je sestavljen iz posameznih stadijev, ki se v biotopu medsebojno nadomeščajo – zadnji med njimi je ustaljena združba oziroma klimaks. Predstavniki klimaksnih vrst živijo v medsebojni soodvisnosti v stabilnem okolju, na dolgi rok pa so to vseeno zgoljčasne združbe, saj so izpostavljene evoluciji in geološkim spremembam.

Neporasila tla najprej kolonizirajo predstavniki pionirskih vrst, ki imajo široko ekološko amplitudo in niso preveč občutljivi na podnebne ekstreme, zato lahko uspevajo na mejah naravne razsežnosti avtohtonih vrst. Njihova vloga je priprava ugodnega rastišča za naslednike. Podobne lastnosti imajo tudi predstavniki invazivnih vrst, ki pa so brez tekmecev, plenilcev, boleznih ali zajedavcev. Zaradi tega zasedejo rastišče in jih je skorajda nemogoče odstraniti. V veliki meri so prisotni na prodiščih in v gradbenih jamah, medtem ko jih v gorskih okoljih in na požariščih nismo našli.

Rastiščne razmere okolij, ki jih porastejo pionirske vrste, so izjemno zahtevne. Prsti je malo, različni naravni in antropogeni procesi (poplave, erozija, padajoče kamenje, dosipavanje peska) so stalna ali občasna motnja za normalno rast rastlin. Zelo pomembno vlogo pri razrasti imajo mikrolokacija in njeni elementi: preperelost matične podlage, zavetna lega, nadmorska višina, ekspozicija, naklon, antropogeni vplivi (pretekla raba zemljišč). Odražajo se tudi v tvorbi različnih oblik rastlinskih formacij. Okolica je vir semen in korenin, kar je najbolj opazno na požariščih, kjer se pojavljajo večinoma identične vrste kot v združbah pred požarom.

Razumevanje koncepta sukcesije je plod približno dvestoletnega razvoja znanosti in opazovanja na tem področju, ki vendarle pušča številna odprta vprašanja. Med najzanimivejšimi je čas; govorimo lahko o razponu od nekaj let do nekaj tisočletij, pri čemer je sekundarna sukcesija bistveno hitrejša. Sočasno s (primarno) sukcesijo poteka pedogeneza, vendar precej počasneje. V začetnih stopnjah sukcesije, ki sledi litofitskim organizmom, je tipična oblika prsti kamnišče. Pri nas se v ekstremnih razmerah rastlinski klimaks uveljavi na manj razvitih prsteh, v zmernih pa na razvitih in zrelih prsteh. Tako se lahko v času razvoja prsti zamenja več klimaksnih oblik rastlinstva. Na prodiščih, podornem gradivu, meliščih in celo v gradbenih jamah, kjer poteka primarna sukcesija, so prsti skrajno plitve, močno skeletne, z neznatnimi količinami organske snovi in drobnih, predvsem glinenih delcev. Zelo slabo zadržujejo vodo in so nadpovprečno zračne, kar se odraža v pogostih sušnih razmerah. Tipičen primer sekundarne sukcesije so požarišča, kjer je odstranjen le rastlinski pokrov, sloj prsti pa je praktično nespremenjen.

KLJUČNE BESEDE

biogeografija, sukcesija, pionirska vrsta, klimaksna združba, invazivna vrsta, pedogeneza, prodišče, podor, melišče, gradbena jama, požarišče

GEORITEM 23

**GEOGRAFIJA IN RASTLINSKA SUKCESIJA – IZBRANI PRIMERI
IZ SLOVENSKIH POKRAJIN****Matjaž Geršič, Blaž Repe, Matej Blatnik, Valentina Brečko Grubar, Bojana Kovač,
Nejc Pozvek, Ana Seifert**

UDC: 911.2:581.52(497.4)

COBISS: 2.01

ABSTRACT

Geography and plant succession – selected examples from Slovene regions

Ecological succession or ecological sequence can be understood as a temporal-spatial clarification of the evolutionary development of a community from bare soil to a stable community which is balanced with its environment. The whole process of succession consists of individual stages which mutually replace each other in the biotope – the latest being a settled community or climax. Climax species live in mutual interdependence in a stable environment, while in the long run they are only temporary communities as they are exposed to the uninterrupted process of evolution and geological changes.

The first to colonize the bare soil are pioneer species which have wide ecological amplitude, are not too sensitive to climate extremes and can thrive on the very borders of the physical dimensions of native species. Their purpose is to prepare a favorable habitat for successors. Similar features are also typical of invasive species which however have no competitors, predators, diseases or parasites. That is why they occupy the habitat and are virtually impossible to remove. To a large extent they are present in gravel pits and construction pits, while in mountain areas and in burnt areas they were not found.

Habitat conditions of the environments where pioneer species grow are extremely demanding. Soils are very poor; various natural and anthropogenic processes permanently or occasionally interfere with normal plant growth. Microlocation and its elements have a very important role in the growth. Their role is also noticeable in the development of various types of plant formations. The environment is the source of seeds and roots; this is most evident on burnt areas which are mostly overgrown by identical species as in communities before the fire.

Understanding of the concept of succession is the result of about two hundred years of scientific development and observations on this field where there are still numerous outstanding issues. Among the most interesting ones is time where we can consider the range from a few years to a few millennia, and we should bear in mind that the secondary succession is considerably faster. Paedogenesis takes place at the same time as (primary) succession, yet much slower. In early stages of succession, the typical soils are lithosols. In Slovenia, in extreme conditions the plant climax develops on less developed soils, while in moderate conditions it develops on developed and mature soils. During the development of the soil, several climax types of vegetation can be replaced. In gravel pits, on rockfall material, on screes and even in the construction pits where primary succession takes place, soils are extremely shallow, highly skeletal, with insignificant amounts of organic matter and fine particles, especially clay particles. They retain water very poorly and contain above-average amount of air, which is noticeable especially in arid conditions. Burnt areas are a typical example of secondary succession where only vegetation cover was removed while the soil layer remained virtually unchanged.

KEYWORDS

biogeography, succession, pioneer specie, climax community, invasive specie, paedogenesis, gravel pit, rockfall area, scree, construction pit, fire area

Vsebina

Predgovor	13
1 Uvod	15
2 Metodologija	16
3 Sukcesija	17
3.1 Zgodovinski razvoj koncepta sukcesije	17
3.2 Procesi in mehanizmi sukcesije	19
3.3 Vrste sukcesij	20
3.4 Pionirske vrste	24
3.5 Klimaksna združba	25
4 Prsti in sukcesija	26
5 Invazivne vrste	34
6 Izbrani primeri	37
6.1 Prodišča	37
6.2 Podorno gradivo	52
6.3 Melišča	68
6.4 Gradbene jame	85
6.5 Požarišča	104
7 Sklep	119
8 Odprta vprašanja	121
9 Seznam virov in literature	121
10 Seznam slik	134
11 Seznam preglednic	136

Predgovor

Vpogled v relevantno tujo in domačo strokovno literaturo pokaže, da je sukcesija bolj poredko predmet raziskovalnega interesa, še redkeje pa predmet geografskega raziskovanja. Še bolj redko kot na svetovni ravni so znanstvene in strokovne razlage sukcesije zastopane v slovenski, še posebej geografski literaturi. Izpod peresa domačih avtorjev bi le s težavo našli ducat naslovov z obravnavo tega procesa, ki ga poznamo tudi kot ekološko sukcesijo ali ekološko zaporedje. Poenostavljeno ga lahko razumemo kot časovno-prostorsko pojasnitev evolucijskega razvoja neke združbe od golih tal do ustaljene, s svojim okoljem uravnotežene združbe.

Vrzel na tem geografskem in biogeografskem področju v zadnjih letih uspešno zapolnjujeta predavatelja fizične geografije na Oddelku za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani dr. Blaž Repe in Oddelku za geografijo Fakultete za humanistične študije Univerze na Primorskem dr. Valentina Brečko Grubar. Z lastnim raziskovalnim delom in mentorstvom raziskovalnega dela študentov za potrebe diplomskih in drugih del ob zaključku študija sta skupaj s študenti opisala in pojasnila sukcesijo na več primerih iz Slovenije in prispevala k pojasnitvi marsikaterega z njo povezanega problema.

V knjigi *Geografija in rastlinska sukcesija – izbrani primeri iz slovenskih pokrajin*, ki v strnjeni obliki prinaša rezultate tega dela, so v njenem drugem delu kot študije primerov iz različnih slovenskih pokrajin predstavljena izbrana okolja, kjer poteka sukcesija. Primarna sukcesija je obravnavana na treh primerih: na prodiščih v povirnih krakih in zgornjem toku Save, podornem gradivu v dolini Gebnovega potoka pod Velikim vrhom v Karavankah in dvanajstih meliščih v Kamniško-Savinjskih Alpah, Karavankah in Julijskih Alpah. Sekundarna sukcesija je analizirana na štirih, različno starih požariščih na prehodu kraškega v flišni del Slovenske Istre. Poseben primer je razčlenitev sukcesije v dveh gradbenih jamah v središču Ljubljane, kjer potekata tako primarna kot sekundarna sukcesija. Ker so izbrana okolja z ekološkega vidika zelo različna, so avtorji uporabili različne metodološke in tehnične prijeme; skupno vsem je terensko delo s kartiranjem.

Da je knjiga zaokrožena celota, veliko prispeva njen prvi, teoretični del, v katerem so pojasnjeni osnovni pojmi, povezani s sukcesijo. Opisan je zgodovinski razvoj koncepta sukcesije od prvih idej na začetku 19. stoletja do sodobnih modelov sukcesije. Predstavljeni so njeni mehanizmi in procesi, vključno z različnimi tipi sukcesije, od osnovne delitve na primarno in sekundarno sukcesijo do členitev glede na razloge za nastanek in prehranjevalne odnose. Pojasnjeni sta definiciji pionirskih vrst in klimaksne združbe kot končnega rezultata sukcesije. Poseben poudarek je namenjen tudi vlogi prsti in invazivnim vrstam rastlin v sukcesiji, ki so v poseljevanju neposeljenih območij veliko uspešnejše od domorodnih vrst.

Knjiga ponuja bralcu odgovore na mnoga vprašanja, odpira pa tudi nekaj novih. Nekatera med njimi izhajajo iz razmeroma kratkega obdobja spremljanja procesa sukcesije, zato za vsa obravnavana območja ni zadovoljivega odgovora na vprašanje o hitrosti tega procesa. Pri nekaterih primerih je neznan tudi čas nastanka novega okolja oziroma začetek sukcesije.

Naj uvodno seznanitev z okoliščinami nastanka knjige in njenim vsebinskim okvirjem sklenem s povabilom k branju tega geografskega dela, saj bo bralec med ostalim našel tudi odgovor na vprašanje: So bile prej prsti, da so lahko začele rasti rastline, ali so morale biti najprej rastline, da so dale gradivo za prst?

Darko Ogrin

1 Uvod

Zemlja je planet življenja. Povsod na njem je moč najti kakšno življenjsko obliko: v morju, na kopnem, v zraku. In kaj je tisto, kar Zemljo dela primerno za bivanje? Je bila primerna za bivanje, preden se je razvilo življenje na njej? Ali je bilo ravno obratno? Ali so življenjske oblike tiste, ki so odločilno vplivale na to, da je okolje na Zemlji postalo primerno za bivanje? Odgovore lahko najdemo v zgodovini razvoja našega planeta. Pred približno 4 milijardami let je bila njegova notranjost veliko bolj vroča, površje pa ognjeniško. Zemljo je dosegla tretjina manj sončne energije in nje-no površje bi moralo biti hladnejše, toda ognjeniški dimniki so v zrak bruhal pline in ustvarjali ozračje. Med plini sta bila tudi ogljikov dioksid in vodna para. Tako kot topla greda prepušča sončno svetlobo in ohranja toploto, so tudi Zemljo prekrili tako imenovani toplogredni plini in jo segrevali. Toda Sonce je postajalo vse močnejše in če bi se učinek tople grede nadaljeval, bi Zemlja postala prevroča za življenje. Zakaj se to ni zgodilo? Odgovor tiči v življenju samem. Prve oblike življenja so nastale pred približno tremi in pol milijardami let. Med prvimi živimi bitji so bile modrozeleni cepeljivke ali cianobakterije, ki so iz zraka črpale ogljikov dioksid in ustvarjale velike kupe karbonatov – stromatolitov. S spreminjanjem mešanice plinov v ozračju so ublažile podnebje in s tem preprečile pregrevanje planeta (Larison in Larison 1991).

Planetarni ekosistem se ni spreminjal le v preteklosti. Spreminjanje še vedno poteka in bo potekalo vse dotlej, dokler bo razpad radioaktivnih prvin v notranjosti planeta dovajal notranjo energijo za vulkanizem in tektoniko plošč in dokler bo Sonce dajalo dovolj energije za zunanje erozijske sile vetra, vode in ledu (Herlec 2006, 8).

Te tako imenovane abiotske sestavine okolja so hkrati dejavniki, ki s snovjo in energijo dajejo možnost obstoja organizmom, z ostalimi sestavinami pokrajine neločljivo povezanih v celoto (Lovrenčak 2003, 34).

Tako kot so pred milijardami let abiotski okoljski dejavniki omogočili obstoj cianobakterij, tudi v sodobnosti in določenih okoljih na novo nastaja sistem abiotskih dejavnikov, ki omogoča naselitev organizmov.

V zgodbo o razvoju življenja na kopnem se pred približno 470 milijoni let vpletajo tudi prsti, ki nenadomestljivo podpirajo življenje na kopnem. Vendar, kako je pravzaprav z dejanskim začetkom? So najprej nastale prsti, da so na njih lahko začele rasti rastline? Ali so najprej morale biti rastline, ki so dale gradivo, iz katerega nastaja prst? Razmerje je podobno večnemu vprašanju o kokoši in jajcu, saj eno brez drugega ne gre. Če močno poenostavimo definicijo prsti, gre za snov, na kateri rastejo kopenske rastline. V osnovi (in v naravi) torej velika večina rastlin ne more obstajati brez prsti. Na drugi strani, tudi po definiciji, prst poleg zraka in vode sestavlja večinski mineralni del in seveda obvezni organski. Torej tudi prsti brez organskega dela ni. Odgovor nam ponuja kar primarna sukcesija, med katero se uspešno vzpo-

stavi življenje na golih tleh, brez prsti, kajti skoraj zagotovo so bile prve preproste kopenske rastline litofitske. To pomeni, da so lahko črpale hranilne snovi neposredno iz kamnine, tako kot dandanes nekateri lišaji. Ko so te odmrle, so zagotovile prvo organsko gradivo, iz katerega so nastali zametki praprsti, ki so počasi, z razvojem omogočile uspevanje vedno zahtevnejšim rastlinskim vrstam.

S povečevanjem našega razumevanja Zemlje kot celovitega ekosistema v vsej njegovi zapletenosti se približujemo novemu razumevanju življenja na Zemlji. Proces, ki potekajo v živih bitjih na Zemlji, so tesno povezani s tistimi v zraku, na kopnem in v morju. Živa bitja so odvisna od teh sistemov in živahno sodelujejo v njihovem delovanju. Zdravje svetovnega okolja, bivališča ljudi in vseh drugih življenjskih oblik so močno odvisno od našega ravnanja v prihodnje. Da bi svoje dejavnosti usmerjali pametno, moramo nenehno širiti svoje vedenje o življenju na Zemlji v vseh njegovih veličastnih podrobnostih in obenem razumeti našo vlogo v njem (Larison in Larison 1991).

2 Metodologija

Monografija je sestavljena iz dveh delov. V prvem je sukcesija predstavljena na teoretični ravni. Pojasnjeni so razvoj njenega koncepta skozi zgodovino, njeni mehanizmi in procesi, ki potekajo v njej. Opisani so različni tipi sukcesij ter pionirske vrste in klimaksne združbe kot začetni in končni pol obravnavanega procesa. V ločenih poglavjih so obravnavane invazivne vrste ter prsti in njihova vloga v sukcesiji. V drugem delu monografije so predstavljena posamezna izbrana okolja (rečna prodišča, melišča, podorno gradivo, požarišča in gradbene jame), kjer prevladujeta glavna tipa sukcesije.

Ker so izbrana okolja ekološko zelo različna, so obravnavana z različnimi metodami. Za vsa smo najprej pregledali dozdajšnje raziskave in razpoložljivo literaturo. Sledilo je terensko delo, ki je vključevalo kartiranje, določanje vrst in merjenje izbranih lastnosti na terenu. Nato smo zbrano gradivo in terenske rezultate analizirali. Pri tem smo si pomagali z geografskimi informacijskimi sistemi in s statističnimi metodami. Pri določanju vrst smo uporabili različne določevalne ključne (Lippert 1987 in 1990; Seidel in Eisenreich 1992; Lippert in Wraber 2000; Godet 2002; Krese 2003; Aichele in Golte-Bechtele 2004; Eppinger in Hofmann 2006; Skoberne 2007; Schauer 2008; Jogan 2009; Kosmač 2010; Ravnik 2010; Eler, Jogan in Novak 2012; Lang 2013; medmrežje 1 in 2), med katerimi je za območje Slovenije najbolj natančen in uporaben Mala flora Slovenije (Martinčič s sodelavci 2007).

Na nekaterih izbranih območjih smo pri delu uporabili Braun-Blanquetovo metodo popisa rastlinstva, s katero se določajo pokrovnost, številčnost in gostota. Zaradi posebnosti izbranih okolij smo metodo mestoma nekoliko prilagodili.

Izbrane metode dela so nam omogočile rastlinstvo preučevati z biogeografskega zornega kota, za katerega so, kot navaja Lovrenčak (2003, 14), značilni naslednji koraki:

- opis aktualne vegetacije, ki vodi k izločitvi večjih ali manjših vegetacijskih formacij, katerih fiziognomijo lahko prikažemo s prerezi vegetacije,
- omejitvev oziroma lokalizacija tipov vegetacije na zemljevidih raznih meril,
- razlaga zdajšnje vegetacije.

3 Sukcesija

Sukcesija (tudi ekološka sukcesija ali ekološko zaporedje) je evolucijski razvoj neke združbe od golih tal do končne ustaljene združbe, ki je v dinamičnem ravnovesju s svojim okoljem. Celoten proces zaznamuje sukcesijski niz, ki ga sestavljajo posamezni stadiji. Ti se v danem biotopu medsebojno nadomeščajo. Končna razvojna stopnja, ki nastane kot rezultat sukcesije, je ustaljena združba oziroma klimaks (Tarman 1992; Petauer, Ravnik in Šuštar 1998). Z drugimi besedami lahko rečemo, da gre pri sukcesiji za sosednje rastlinskih in živalskih združb na določenem območju, ki tečejo po naravni poti (Šilc 2000; Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005).

Sukcesija sestavlja eno od treh vrst sprememb v rastlinstvu. Poleg nje sta zastopani še regeneracija oziroma rezultat odmiranja in ponovne rasti organizmov, in fluktuacija oziroma spremembe v biomasi v daljših in krajših časovnih ciklih (tudi sezonske spremembe). Bistvena razlika med sukcesijo in obema drugima spremembama je, da gre pri sukcesiji za nepovratne spremembe (Tivy 1993).

V sukcesijskem razvoju se vsaka naslednja združba pojavlja na višji stopnji organizacije. Pri tem se povečuje vrstna raznolikost, vezi med posameznimi členi so trdnjše, njihovi biotski odnosi pa bolj zapleteni. Istočasno se kaže usmerjenost k omejevanju ali zoževanju krogotoka osnovnih hranil, kot so dušik, ogljik, fosfor in kalcij, kar se doseže s kopičenjem organske snovi in njene vključitve v biotop. V začetnih sukcesijskih stadijih imajo pri poraščanju biotopa večjo verjetnost preživetja tiste vrste, ki se hitro razmnožujejo in rastejo. V njihovi sestavi je bolj malo vrst, a z velikim številom pripadnikov. V sklepnih stadijih sukcesije so v nasprotju s temi uspešnejše vrste z manjšimi rastnimi, vendar konkurenčno močnejšimi sposobnostmi. V sestavi je veliko vrst z majhnim številom pripadnikov. Značilna sukcesija v zmernem pasu od golih tal do listnatega gozda traja okrog 150 let (Lovrenčak 2003, 149–150).

3.1 Zgodovinski razvoj koncepta sukcesije

Zamisel o sukcesiji sega v začetek 19. stoletja. Prvi, ki je izraz sukcesija uporabil za opis razvoja rastlinstva na območju popolnega poseka gozda, je bil francoski nara-

voslovec Adolphe Dureau de la Malle. V šestdesetih letih 19. stoletja je Henry David Thoreau napisal študijo *The Succession of Forest Trees and Wild Apples*, ki je v knjižni obliki izšla leta 1887. V njej opisuje sukcesijo v hrastovo-borovem gozdu (Thoreau 1887; medmrežje 3). Sukcesija kot koncept je bila opredeljena konec 19. stoletja v delu Henryja Chandlerja Cowlesa *The Ecological Relations of the Vegetation on the Sand Dunes of Lake Michigan*. Povod za Cowlesovo delo je bila študija danskega botanika Eugena Warminga o rastlinstvu na danskih sipinah. Cowles je v svojem doktorskem delu rastlinstvo preučeval na sipinah na obrežju Michiganskega jezera. Ugotovil je, da lahko rastlinstvo na različno starih sipinah razložimo kot različne stadije v splošnem razvoju vegetacije. Leta 1899, ko je končal disertacijo, je v reviji *Botanical Gazette* o tej tematiki objavil članek in v njem opredelil pojma primarna sukcesija in sukcesijski stadij (medmrežje 3; Cowles 1899).

Med letoma 1900 in 1960 je pri razumevanju sukcesije prevladovala deterministična teorija Cowlesovega sodobnika Frederica Clementsa, ki je trdil, da so združbe med seboj ločene, vrste vezane na določeno združbo, sukcesija pa napovedljiv in usmerjen proces. Za uspeh prvih naključnih naseljencev, torej predstavnikov pionirskih vrst, so ključni neživi dejavniki okolja, končna oziroma klimaksna združba pa je odvisna izključno od makroklimatskih razmer, ne glede na začetne razmere v sukcesiji. Tako lahko iz različnih začetnih stanj dobimo dokaj omejeno izbiro klimaksnih stanj. V okviru deterministične teorije so Clements in sodobniki razvili sistematično združb in sukcesijskih poti (Tarman 1992; Tivy 1993; medmrežje 3 in 4).

Skoraj sočasno, na začetku dvajsetih let 20. stoletja, je ameriški ekolog in botanik Henry Allan Gleason razvil individualistični model, ki zagovarja načelo samostojnega in naključnega razporejanja osebkov v združbo. Združbe naj bi ena v drugo prehajale brez meja, proces pa naj ne bi bil predvidljiv in napovedljiv, zato tudi klimaksna združba ne more biti določena vnaprej. Gleason večjo vplivno moč pripisuje več različnim dejavnikom. Uveljavitev posamezne vrste in možnost njene naselitve sta odvisni od trenutnih okoliščin ter reakcij kolonistov in nista napovedljivi. Gleason je svoje ideje prvič objavil leta 1926, a je bil večinoma prezrt do poznih petdesetih let (Tarman 1992; medmrežje 3 in 4).

Raziskovanje sukcesije, kot jo razume sodobna znanost, se je začelo v petdesetih in šestdesetih letih prejšnjega stoletja z deli Roberta Whittakerja in Johna Curtisa. Pri raziskavah sukcesijskih modelov in združb sta uporabljala metodologijo DDT (*data driven testing*) testiranja. S tem je teorija sukcesije postala manj enoznačna in bolj zapletena (medmrežje 3).

Leta 1977 sta Joseph Connell in Ralph Slatyer razvila tri različne modele sukcesije: model spodbujanja, model strpnosti in model oviranja. Model spodbujanja predvideva, da vrste v določenem sukcesijskem stadiju s svojimi ekosistemskimi funkcijami omogočajo uspevanje vrst v poznejših stadijih, tako da bodisi oplemenitijo prsti bodisi rastlinam nudijo fizično zaščito pred soncem in vetrom ter jim omogočijo rast

in razvoj. Modelu spodbujanja je nasproten model oviranja, ki predvideva, da vrste na začetku sukcesijskega niza na različne načine (zaradi velikosti, alelopatskih učinkov ali velike tekmovalnosti) onemogočajo oziroma zavirajo naseljevanje in rast predstavnikov drugih vrst. Tretji model predpostavlja ničelno hipotezo. Gre za model tolerance, v katerem pionirske vrste niti ne ovirajo niti ne spodbujajo naseljevanja novih vrst (medmrežje 4 in 5).

Britanski in ameriški ekologi so zamisel o obstoju klimaksnih združb večinoma opustili, sukcesijo pa so začeli dojemati manj deterministično ter polno naključij. Razprava o procesu sukcesije se nadaljuje v smeri splošne predvidljivosti sukcesijske dinamike in pomena ravnovesnih procesov (medmrežje 3).

3.2 Procesi in mehanizmi sukcesije

»Možnosti za preživetje priseljenega organizma ali vrste so odvisne od dejavnikov okolja in ustrezne ekološke valence organizma oziroma vrste. Ker organizmi s svojo dejavnostjo spreminjajo dejavnike, spreminjajo tudi lastne možnosti za preživetje. Če so spremembe tolikšne, da ne nudijo več življenjskih možnosti prvotnim priseljencem, le-ti propadejo in se namesto njih naselijo drugi. Pogosto prav prihod novih povzroči dokončen »umik« prejšnjih prebivalcev. V sukcesiji namreč delujejo tudi živi dejavniki, posebno tekmovalnost in plenilstvo. Zaporedje sprememb, katere povzročajo prihajajoči organizmi, ki izločajo že naseljene vrste, ustreza prihodu in naseljevanju drugih. Proces teče zvezno do zrele družbe...« (Tarman 1992, 341).

Koncept sukcesije je bil sprva zasnovan izključno na spremembah rastlinskih vrst. Raziskovanje sprememb v živalskem svetu je bilo dolgo časa zanemarjeno. Pozneje je bilo ugotovljeno, da imajo v začetnih fazah največjo vlogo žuželke, v poznejših pa ptice in majhni sesalci (Brown in Southwood 1987 v Tivy 1993). Pestrost vrst v zgodnjih sukcesijskih stadijih hitro narašča. Čeprav rastlinska pestrost v poznih stadijih nekoliko upade, se živalska, predvsem žuželk, obdrži na visoki ravni. Skupaj s pestrostjo in zapletenostjo rastlinskih struktur narašča tudi število mikrohabitatov. Nekateri avtorji opisujejo, da imajo žuželke v zgodnjih stadijih kratko življenjsko dobo in odlične sposobnosti letenja, tako med vretenčarji kot žuželkami pa prevladujejo rastlinojedci, kar nakazuje na preprosto prehransko verigo (Tivy 1993, 159).

Pri sukcesiji prihaja do oblikovanja značilnih prepoznavnih združb, ki jih imenujemo sukcesijski niz, posamezno enoto v nizu pa sukcesijski stadij. Posamezen stadij ima značaj združbe, saj ima svojsko sestavo. Posamezni stadiji so lahko različno dolgi. V grobem v celotnem sukcesijskem nizu razlikujemo predzrelostno in zrelostno stanje. Predzrelostnega naseljujejo pionirske oziroma zgodnje sukcesijske vrste (vrste z r-strategijo). Pripadniki te vrste se začnejo zgodaj razmnoževati, imajo manjše telo in veliko potomcev, za razmnoževanje porabijo veliko energije, imajo nizko raven starševske skrbi za potomce in visoko stopnjo umrljivosti, preden dosežejo zrelost.

Pri teh vrstah gre evolucija v smeri produkcije številčnih potomcev (Batič in Košmrlj - Levačič 2011; medmrežje 6 in 7). Zrelostno stanje predstavljajo pozne sukcesijske vrste (vrste s K-strategijo). Njihovi pripadniki se razvijajo počasneje, imajo večje telo, so tekmovalni in se začnejo pozno razmnoževati, imajo malo potomcev, za razmnoževanje porabijo malo energije in imajo nizko stopnjo umrljivosti v mladosti. Učinkovitejši so pri rabi virov za rast populacije (Batič in Košmrlj - Levačič 2011; medmrežje 6 in 7). Življenjska doba pripadnikov vrst na koncu sukcesijskega niza je v primerjavi s pripadniki pionirskih vrst daljša, njihova semena so večja, veter pa jih ne raznaša tako daleč naokrog kot semena pionirskih vrst (medmrežje 8).

Celoten sukcesijski niz lahko razdelimo na več faz, ki jih je poimenoval in opisal Frederic Clements leta 1916 v svoji teoriji sukcesije. Ta je imela močan vpliv na klasično ekološko miselnost. V zaporedju si sledijo faza razgaljanja (začetek sukcesije na golih tleh, v okolju, kjer še ni živih bitij), faza naselitve (transport semen, plodov, brstov ...), faza uveljavitve (začetek rasti posameznih organizmov), faza tekmovanja (vrste med seboj tekmujejo za hranila, svetlobo, prostor), faza odzivanja (okolje se zaradi ekoloških funkcij posameznih vrst spremeni, kar se kaže v naseljevanju novih združb) in faza stabilizacije (razvoj sukcesije) (medmrežje 3).

Na podlagi mnogih preučevanih sukcesij lahko povzamemo nekatere glavne težnje tega procesa, kot jih navaja Tarman (1992, 339):

- postopno naraščanje celotne organske snovi v združbi,
- nabiranje hranilnih snovi iz neživega okolja v živih organizmih,
- zadrževanje hranil v okolju se povečuje zaradi zmanjševanja izgub z erozijo in drugimi pojavi odplakovanja,
- zaradi povečevanja organske proizvodnje se kopiči opad (mrtvi organski ostanki), povečujeta se raznovrstnost in številčnost razkrojevalcev (edafona) in njihova vloga pri nastajanju prsti,
- povečujeta se vrstna diverziteteta združbe in s tem tudi njena funkcionalna raznovrstnost,
- narašča raznovrstnost interspecifičnih razmerij, kar vodi k večjemu populacijskemu ravnovesju,
- združba pridobiva prostorsko raznoličnost,
- kompleksnost združbe narašča v celoti, saj se med vrstami spletajo različne soodvisnosti, kar se kaže v mnogovrstnosti prehranjevalnega spleta,
- kroženje snovi se bolj ali manj zapira, tako da ekosistem zmanjšuje izgube in postaja varčnejši.

3.3 Vrste sukcesij

Ekologija pozna različne vrste sukcesij. Sukcesija lahko poteka v **vodnih** ali **kopen-skih** ekosistemih. Vodni ekosistemi, predvsem stoječe vode, so tista okolja, kjer se

v daljšem časovnem obdobju celoten ekosistem močno spremeni. Jezera, nastala zaradi naravnih dejavnikov ali človekovih posegov, se počasi zasipavajo in postajajo plitvejša. Spreminjajo se v močvirja in barja, v končni fazi pa popolnoma posušijo. Med zasipanjem jezera se ekološke razmere v njem spreminjajo: spreminja se osvetljenost dna, ki je vedno bližje gladini, spreminjajo se značilnosti vode, koleba količina hranilnih snovi (Tarman 1992).

Temeljna členitev sukcesije je na primarno in sekundarno sukcesijo. **Primarna** se pojavlja na območjih, kjer je površje nastalo na novo in je zgrajeno iz kamnin, lave, vulkanskega pepela, peska, gline in nekaterih drugih mineralov (medmrežje 9). Za okolje, kjer poteka, je značilna odsotnost posameznih rastlin, rastlinskih združb, živali, žuželk, semen. Prav tako ni prsti kot mešanice mineralnih in organskih delcev ter živih organizmov. Če so bile na tem območju prej že prisotne združbe, sta zdaj rastlinstvo in sloj prsti popolnoma odstranjena ali prekrita, tako da imajo pionirske združbe na razpolago le mineralni substrat. Rečemo lahko, da gre za sterilno okolje. Prisotno je neravnovesje v virih, na primer obilje enega dejavnika, pomanjkanje drugega (veliko svetlobe, malo hranil). Primeri okolij, kjer se pojavlja primarna sukcesija, so območja vulkanskih izbruhov, obsežna kamnita in peščena območja (sipine in podobno), območja, kjer se umikajo ledeniki (medmrežje 4, 8 in 9). Med okolja, kjer poteka primarna sukcesija, uvrščamo tudi novonastala kopenska zemljišča, kot so otoki, prodišča in podobno (medmrežje 8). Primarna sukcesija lahko traja od 50 do 1500 let (Miles 1987 v Tivy 1993).

Primer primarne sukcesije je zaraščanje območja v okolici ognjenika po njegovem izbruhu. Lava v pokrajini uniči vse živalstvo in rastlinstvo. Ko se ohladi in strdi, je zaradi odsotnosti prsti naselitev rastlin onemogočena. Organizmi, ki kolonizirajo takšna območja, so takšnim razmeram prilagojeni. Gre za lišaje, organizme, kjer v simbiozi bivajo alge in glive. Povzročajo razpad matične kamnine in tvorijo tanko plast prsti. Ta omogoča naselitev drugim organizmom, na primer mahovom, ki lišaje pozneje izrinejo (medmrežje 9). Podobno poteka sukcesija na neporaslih skalnatih območjih po umiku ledenika. Tudi tu so prvi organizmi lišaji, prilagojeni skrajnim razmeram, posebej občasnemu pomanjkanju vode in hranilnih snovi. Število živalskih vrst med steljki lišajev je majhno. Tanko plast prsti tvorijo iztrebki drobnih živali (praživali, tardigradi, pršice), ki jim lišaji dajejo zavetje in hrano, ter lišaji z izločanjem kislin, ki delujejo na kamninsko podlago skupaj z mineralnimi delci, ki jih prinašajo vetrovi. V nekaj desetink milimetra debeli prsti pa že lahko vzkljuje trosi mahov. V blazinicah mahov je bolj vlažno, več je tudi hrane, to pa so ugodnejše mikroklimatske razmere za naselitev živali. Število živalskih vrst narašča, priselijo se pršice, pražuželke, skakači, stonoge, strige, gliste, deževniki in podobno. Z živalskimi iztrebki, odmrli deli rastlin, poginulimi živalmi in mineralnimi delci karbonatne kamninske osnove nastaja debelejša plast prsti, imenovana protorendzina. Reakcija karbonatnih tal se iz bazične počasi spreminja v kislo. Debelina

humoznega horizonta se povečuje, kar omogoča ukoreninjenje brstnic (vresje, borovničevje). Plast prsti se zaradi povečanega opada rastlin in razkrojevalnega delovanja edafonskih organizmov debeli, v tleh pa narašča količina organsko vezanega ogljika in dušika. Nekatere rastlinske vrste, na primer iz rodu jelša (*Alnus*), zaradi simbiotskih mikrobov v koreninskih nodulih obogatijo tla z dušikom, kar pozneje izkoristijo druge drevesne vrste. Slednjič se prvotno gola površina spremeni v gozd z razvitim mahovnim, zeliščnim, grmovnim in drevesnim slojem (Tarman 1992, 337–338). Podoben primer primarne sukcesije je spreminjanje severnoameriških peščenih sipin v stepe in gozdove. Sipine kolonizirajo trave, na primer vrste iz rodu *Ammophila*, jih utrdijo in tako omogočijo naselitev severnoameriškega topola (*Populus deltoides*). Organski ostanki obeh vrst bogatijo prst z dušikom in organskimi delci, nastane tanka plast prsti in območje začno poraščati zahtevnejše vrste (medmrežje 8).

Na območjih, kjer je bilo zaradi različnih vzrokov rastlinstvo popolnoma ali le deloma uničeno, sloj prsti pa je ostal, govorimo o **sekundarni sukcesiji**. Vzroki za uničenje rastlinstva so lahko različni: požari, orkanski vetrovi, suše, poplave, invazivne vrste, erozija in različni človekovi posegi v naravno okolje (kmetijska obdelava, razni tehnični posegi v prostor, degradacija rastlinstva, na primer steljarjenje) (Tivy 1993, 157; medmrežje 8). Če so naravne nesreče ali drugi posegi tako intenzivni, da je odstranjena tudi prst, nastopi primarna sukcesija. Sekundarna sukcesija je precej bolj razširjena kot primarna. Velik del aktualnega naravnega rastlinstva je produkt sekundarne sukcesije. Večina zdajšnjih gozdov na planetu je sestavljena iz rastlinja, ki uspeva tudi na pred tem zaradi kmetijske rabe ali drugih vzrokov s požiganjem in izsekovanjem očiščenih območjih (Tivy 1993, 157). Sekundarna sukcesija je hitrejša kot primarna, od 10 do 1000 let (Miles 1987 v Tivy 1993), in je močno odvisna od podnebja in količine hranil v prsteh. Najhitreje poteka na prej obdelanih tleh, po opustitvi kmetovanja. V Severni Ameriki nekdanja kmetijska zemljišča gozd preraste v okrog 100 do 250 letih. V vlažnem podnebju je ta čas precej daljši. Gozdovi v okolici kamboškega templja Angkor Wat so bili uničeni pred približno 500 do 600 leti, a se še vedno razlikujejo od gozdov v okolici, ki jih požar ni prizadel (Tivy 1993, 160). Za razliko od primarne sukcesije je pri sekundarni sukcesiji sprostitve virov večja in enakomernejša, kar proces pospeši (medmrežje 4).

Kot je bilo že omenjeno, dandanes primarna sukcesija ni zelo pogosta, saj tudi naravni pojavi, ki vodijo do nje, niso prav pogosti. In vendar so nekateri človekovi, predvsem negativni vplivi na pokrajino takšni, da poznejši razvoj rastlinstva močno spominja na primarno sukcesijo. Tovrsten primer so gradbene jame. Čeprav je bilo rastlinstvo v njih popolnoma odstranjeno, prav tako sloj prsti, so v tleh ostala in preživela semena prvotnega rastlinstva (Seifert 2013).

Glede na vzrok nastanka razlikujemo avtogeno in alogeno sukcesijo. Pri **avtogeni** so vzroki za začetek sukcesije spremenjene interakcije med organizmi, ki gradijo združbo, ali spremembe lastnosti prsti (kopičenje organskega materiala v organskem

horizontu, spremembe količine hranil in reakcije (pH) prsti). Takšen primer so gozdne združbe, kjer se zaradi sence, ki jo povzročajo krošnje starih dreves, namesto nekaterih vrst, ki sicer sestavljajo takšno gozdno združbo, pojavljajo druge, sencoljubne vrste (Tarman 1992; medmrežje 3). **Alogena sukcesija** se pojavi zaradi zunanjih okoljskih dejavnikov, kot so na primer erozija prsti, sprememba vsebnosti hranil in vode v ekosistemi, sprememba populacije rastlinojedcev, oprashačevalcev in podobno. Drug pomemben dejavnik alogene sukcesije so podnebni razlogi (temperaturne spremembe, spremembe padavinskih vzorcev). Primera alogene sukcesije sta preraščanje ledeniških sedimentov in tundrskega rastlinja z mešanim gozdom po končani ledeni dobi. V naslednjih stoletjih bo občutne spremembe povzročil povečan učinek tople grede. Znanilci alogene sukcesije so tudi naravne nesreče, kot so ognjeniški izbruhi, potresi, plazovi, padci meteoritov, poplave, požari, orkanski vetrovi (medmrežje 3; Tarman 1992).

Glede na prehranjevalne odnose ločimo avtotrofno, heterotrofno in degradacijsko sukcesijo. Pri **avtotrofni** nastopajo zelene rastline, ki hrano proizvajajo s pomočjo sončne svetlobe, pri **heterotrofni** pa rastline, ki se prehranjujejo s snovmi, nastajajočimi v drugih organizmih. Lahko se prehranjujejo tudi z avtotrofnimi ali drugimi heterotrofnimi rastlinami. Kot heterotrofno sukcesijo označujemo tudi sukcesijo v jezeru ali reki po močnem organskem onesnaženju. Nekoliko samosvoj proces je **degradacijska sukcesija**, kjer gre za naselitev dekompozitorjev, organizmov, ki se hranijo z organskimi ostanki. Primer je naselitev razkrojevalcev v mrtvem lesu. Nekateri avtorji tovrstno sukcesijo uvrščajo k heterotrofnim sukcesijam, drugi jo navajajo ločeno (Tarman 1992; Kroflič 2006; medmrežje 6).

Za okolja s stalnimi obdobjnimi motnjami, kakršne so na primer suše, požari in zmrzali, prehod v klimaksno stanje ni mogoč, zato v teh primerih govorimo o **zadržani sukcesiji**. Značilen primer so savane v Afriki, kjer zaradi pogostih požarov razvoj gozdnih združb ni mogoč. Zadržek v razvoju klimaksne združbe lahko povzročajo tudi živali, na primer sloni, ki lomijo debela dreves iz rodu baobab (*Adansonia*) in tako pridejo do vlažnega lesa, s katerim se napojijo. Zaradi stalnega uničevanja drevesnega sloja vzpostavitev klimaksne združbe ni mogoča (Tarman 1992).

Pri opisovanju razvoja in nadomeščanja vrst v planetarni evoluciji lahko poleg ekološke sukcesije govorimo tudi o **geološki sukcesiji**. Za razliko od ekološke, ki traja od nekaj dni do več kot tisoč let, pri geološki sukcesiji čas merimo v milijonih let (Tarman 1992). Kadar opisujemo sukcesijo iz geološke preteklosti in jo lahko preučujemo na podlagi ostankov rastlin in živali, govorimo o **paleosukcesiji**. Podnebne spremembe in ostali vzroki, ki botrujejo začetku sukcesije, so se namreč dogajali tudi v geološki preteklosti. Sukcesijski nizi so veliko daljši, kot je to značilno za sukcesijo v holocenu (medmrežje 6).

Če se zaradi sprememb, ki jih povzroči razvoj združbe, ta obdobjno vrne na zgodnejši sukcesijski stadij, govorimo o **obdobjni ali ciklični sukcesiji**. Tak primer je sukcesi-

ja na planinskih vresiščih (Watt 1947). Podobno velja za združbe puščavskega grmičevja (*Larrea tridentata*) in kaktej (*Opuntia leptocaulis*), kjer pri širjenju semen sodelujejo ptiči in mali glodavci (Tarman 1992, 343).

V nekaterih okoljih zaradi svojih razmer sukcesijski niz ni sestavljen iz različnih sukcesijskih stadijev, ampak pionirski in klimakсни stadij sestavljajo enake združbe. V tem primeru govorimo o **avtosukcesiji**, značilni za bolj sušna območja s sredozemskim podnebjem, ki jih porašča nizko trnasto grmičevje. V različnih delih sveta je takšna vegetacija različno poimenovana. Na polotoku Nizka Kalifornija jo imenujejo čaparal, v Sredozemlju makija, v osrednjem delu Čila matoral, na jugu Afrike finbos, v jugozahodni Avstraliji pa kvongan (medmrežje 4, 6 in 10).

3.4 Pionirske vrste

Rastline pionirskih vrst so prve, ki naselijo še neporasla, gola, ogolela kamnita ali peščena tla, nastala kot posledica različnih geomorfnihi procesov (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005; Jogan 2000).

Kolonizacija pionirskih vrst pomeni začetek sukcesije (Fenner 1985 in Grubb 1987 v Tivy 1993). Običajno imajo tovrstne rastline majhna semena, ki jih raznaša veter, ter sposobnost preživetja v odprtem, podnebno stresnem okolju, na pogosto s hranili revni in nestabilni prsti (Grubb 1986 in 1987 v Tivy 1993).

Vloga predstavnikov pionirskih vrst je bogatitev prsti z dušikom, dvig sposobnosti zadrževanja vlage, zaščita pred erozijo, stabilizacija rastišč in podobno (medmrežje 9). Za ta namen so se rastlinam razvile dolge korenine, na koncu koreninskih laskov pa bakterije, ki vežejo dušik iz zraka, ter listi, ki omogočajo transpiracijo. Tako kolonizacija kot reprodukcija potekata hitro. Lišaji in nekatere druge rastlinske vrste povzročajo razpad kamnine in prispevajo organski material za nastanek prsti. To omogoča lažjo naselitev novih organizmov v okolju, kjer lahko preživijo in konkurirajo pionirskim vrstam. V naslednji fazi sukcesije ti organizmi prevzamejo habitat od pionirskih vrst (medmrežje 8).

Kolonizacija je odvisna od prevladujočih podnebnih razmer, razpoložljivosti in sposobnosti širjenja semen (medmrežje 11). Med rastlinami pionirskih vrst so najpogostejši lišaji, mahovi, trave in šaši, pogostokrat pa tudi bakterije, ki so lahko prisotne tudi v končni fazi združbe (medmrežje 8). Pri sekundarni sukcesiji o pionirskih vrstah v pravem pomenu besede težko govorimo, saj območje običajno prerastejo rastline, ki so bile tamkaj že pred uničenjem in se razvijejo iz semen, korenin in gomoljev, ki so ostali v prsti (Grubb 1986 in 1987 v Tivy 1993). Za pionirske vrste ni nujno, da spadajo med nižje taksonomske enote – nastopajo lahko tudi grmovne in drevesne vrste (medmrežje 8). Pri sekundarni sukcesiji je v različnih stadijih pogosto težko ločiti med pionirskimi vrstami, ki so že prej poraščale določeno območje, ter invazivnimi vrstami, ki so na določenem območju zmožne preživeti zaradi tekmovalne sposobnosti (Tivy 1993, 157).

Ena od pomembnih lastnosti pionirskih vrst je prilagoditev na svetlobo. Svetloljubne rastline so v konkurenčnem boju sicer na slabšem, saj jih sencoljubne z zasenčenjem lahko zatrejo. Vendar ima tudi ta pomanjkljivost določene prednosti, ki tovrstnim rastlinam omogočajo preživetje. Prenašajo polno osvetlitev in lahko uspevajo na odprtih površinah, tudi v slabši mikroklimi, ker je tam bolj toplo in bolj suho. Mnoga svetloljubna drevesa rodijo veliko količino drobnih semen, ki jih veter raznaša na velike razdalje; značilni predstavniki so vrbe, topoli, breze. To jim omogoča naselitev na novih rastiščih. Zato se svetloljubne rastline uveljavijo predvsem v začetnih sukcesijskih stadijih (Lovrenčak 2003).

3.5 Klimaksna združba

Končni rezultat sukcesije so združbe v stanju dinamične stabilnosti. Rastline živijo v medsebojni soodvisnosti v okolju, ki je z izjemo sezonskih in okoljskih sprememb stabilno. Kljub temu so klimaksi – kot imenujemo ustaljene končne združbe – na dolgi rokčasne združbe, četudi se okolje stabilizira in ni nikakršnih motenj, ki bi jih povzročali človek, invazivne vrste ali bolezni. Evolucija namreč poteka neprekinjeno, ravno tako pokrajinske spremembe. Tako je sukcesija del naravnega stanja ekosistema, manjše spremembe pa se vseeno dogajajo, četudi je že prišlo do klimaksa (medmrežje 8 in 12). Za razliko od začetnih sukcesijskih stadijev se v klimaksu organska snov ne kopiči. To pomeni, da sta letna produkcija in prtok enaka letni porabi in odtočku. Pestrost vrst je velika, število pripadnikov posamezne vrste pa majhno. Prehranska veriga v klimaksnem stanju je sklenjena. Odmrle pripadnike posamezne vrste nadomestijo istovrstni pripadniki (medmrežje 8 in 3).

Zaradi različnih vzrokov za sukcesijo in posledično njenih različnih vrst poznamo različna klimaksna stanja. Glede na naravne razmere ločimo klimatski in edafski klimaks. **Klimatski** je združba, ki je v ravnovesju z makroklimo, **edafski** pa nastane z močnim delovanjem nepodnebni naravnogeografskih dejavnikov v določeni regiji, kar omogoči soobstoj različnih klimaksnih združb. Ti dejavniki so lahko razlike v površju (različne nadmorske višine in nakloni), razlike v količini hranil v prsti, živalska aktivnost in podobno, kar vse lahko prepreči nastanek klimatskega klimaksa. Zaradi vzdrževanja razmer v združbi pod vplivom človeka in njegovih dejavnosti nastane **disklimaks**, ki je lahko posledica neposrednega ali posrednega človekovega vpliva na rastlinstvo (Lovrenčak 2003, 150; medmrežje 3).

Katastrofični ali ciklični klimaks je rezultat avtosukcesije. Prevladujoče vrste v njem so na občasne motnje (na primer požari) prilagojene na različne načine. Značilen primer je rastlinstvo čapral, v katerem požari odstranijo zrelo rastlinje in razkrojevalce. Sledi hiter razvoj zeliščnih vrst, dokler ponovno ne prevladajo grmovne vrste (medmrežje 13).

Kadar je v okolju prisotna stalna motnja, na primer stalna košnja, ki sukcesijski niz zadržuje na določenem sukcesijskem stadiju, govorimo o **pseudoklimaksu** (medmrežje 4).

S pojmom **subklimaks** opisujemo podaljšan sukcesijski stadij, preden se vzpostavi podnebni klimaks. Ločimo še **predklimaks** in **postklimaks**. Gre za klimaksni združbi, ki se razvijata v enakih podnebnih razmerah, pri čemer v predklimaksni združbi sodelujejo nižje življenjske oblike rastlin, kot bi jih pričakovali v podnebnem klimaksu, v postklimaksni združbi pa višje. Predklimaksi se običajno razvijejo na manj vlažnih in bolj vročih območjih, postklimaksi pa glede na okolico na bolj vlažnih in hladnejših (medmrežje 3).

Med raziskovalci je več razlag koncepta klimaksa. Zagovorniki **monoklimaksa** trdijo, da sukcesija v določenih podnebnih razmerah lahko vodi k nastanku enega samega klimaksa. Osnova je avtogeni razvoj združbe, ki ne dopušča zunanjih dejavnikov in pogojev. Na drugi strani zagovorniki **poliklimaksa** trdijo, da na določenem podnebnem območju lahko sobiva več različnih klimaksnih združb, saj so preostale naravogeografske razmere lahko tako različne, da povzročijo drugačno vrstno sestavo združbe. Vmesno rešitev je predlagal Eugene Odum, ki razlikuje med enim teoretičnim podnebnim klimaksom in več različnimi realnimi edafskimi klimaksi (Lovrenčak 2003, 150–151).

Pri sukcesiji gre torej za preprosto zasnovo, ki je zelo pomembna za razumevanje medsebojne prepletenosti vrst in ohranjanje zdravega ekosistema. S sukcesijo na določenem ozemlju brez življenja postopoma nastanejo stabilne združbe (medmrežje 8).

4 Prsti in sukcesija

Zaradi neločljivega součinkovanja in soodvisnosti rastlinstva ter prsti, tudi sukcesija in pedogeneza hodita skupaj z roko v roki in sta vsebinsko gledano sorodna procesa (Kruckeberg 2004; medmrežje 14). Če poenostavimo, gre za razvoj od začetka do ... ne moremo reči ravno konca, ker gre sicer za zelo dinamičen in spremenljiv, a še vedno samovzdržen proces.

V tem poglavju so obravnavani odnosi med prstmi in rastlinami v povezavi s pedogenezo, zato je govora predvsem o primarni, avtotrofni sukcesiji. Primarna sukcesija se namreč začne v okolju brez prsti in poteka hkrati s pedogenezo. Pri sekundarni sukcesiji so prsti do neke stopnje že razvite in v pedogenezi pride le do manjše ali večje motnje.

Sukcesijo v naravi ustavi oziroma vrne povsem na začetek le izjemen, enkratni dogodek ali nek drug, zelo ali precej hiter proces (Yadav 2010). Med enkratne dogodke bi lahko uvrstili požare, ognjeniške izbruhe, podore, pojav novega škodljivca, jedrske



BLAŽ REPE

Slika 1: Kamnišče.

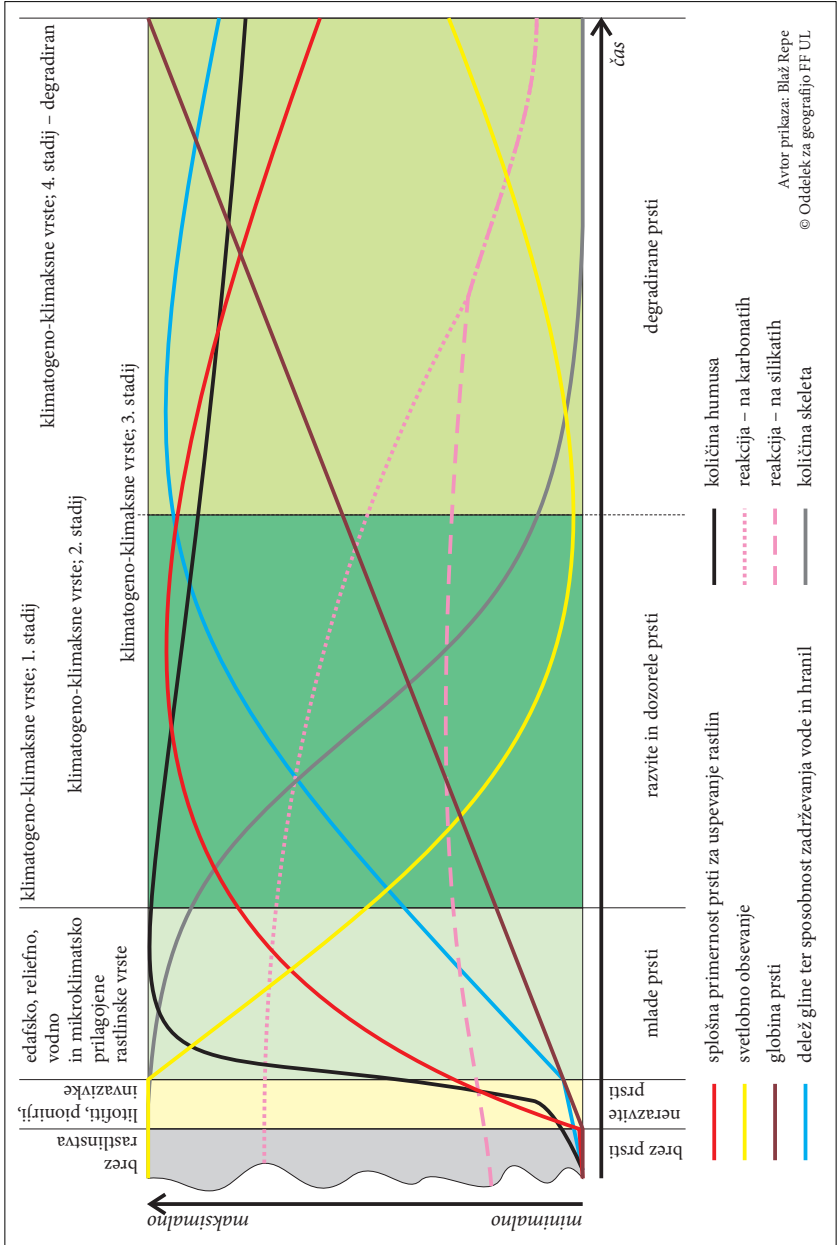
nesreče (Šercelj 1996, 12), med hitre procese pa spremembe meje med vodo in kopnim (umikanje morja ali ledenika, sprememba rečnega toka) in hitro akumulacijo kamninskega gradiva (melišča, rečna akumulacija proda in peska, vetrne sipine, akumulacijske morske obale in podobno). Vzrok so lahko tudi različni človekovi posegi v naravno okolje. Kjerkoli torej pride do popolne odstranitve rastlinskega pokrova, se ob enem popolnoma odstrani ali fosilizira odeja prsti (prekrije z drugim gradivom in prst nima več stika z zunanji dejavniki). Gola, nepreperela ali slabo preperela matična podlaga se izpostavi pedogenezi oziroma delovanju pedeogenetskih dejavnikov. Geološko gledano je trajanje pedogeneze (nekaj 100.000 let) (Stritar 1991; Vidic Jaecks in Lobnik 1996) in še bolj sukcesije (nekaj 100 let) zelo kratko in oba procesa sta se v Zemljini zgodovini ponovila ničkolikokrat (Tome 2006, 296). Gledano z vidika človeka pa sta razmeroma dolga in tudi zgoraj omenjeni izjemni dogodki niso tako zelo pogosti, niti razširjeni na večjih površinah. In vendar je uveljavljanje obeh procesov in njuno postavljanje na začetek dandanes zelo pogosto. Vzrok za to je pestra paleta človekovih dejavnosti, ki vodijo v degradacijske procese. Lahko gre za neposredne negativne učinke na rastlinstvo in prsti ali posredne vplive prek nekega drugega dejavnika okolja (Oldeman, Hakkeling in Sombrock 1991; Hugget 1998;

Kugonič s sodelavci 1998; Wheeler 1999; Cox in Moore 2005; Tome 2006; Zorn in Komac 2009; Yadav 2010; Anand 2011):

- Popolna odstranitev rastlinskega pokrova, ki prek vodne ali vetrne erozije vodi v огоlitev površja. Neposredno gre lahko za golosek kot posledico gozdarjenja, odstranitev rastlinskega pokrova zaradi pridobivanja kmetijskih zemljišč, čezmerno pašo in podobno. Posredno gre na primer za spreminjanje vodnih razmer, ki vodijo v izsuševanje ali zaslanjevanje in posredno v dezertifikacijo.
- Onesnaževanje, pri čemer onesnažen zrak in/ali voda lahko neposredno povzročita propad rastlin, lahko pa se kemične lastnosti prsti spremenijo do te mere (strupečnost), da rastline ne morejo več uspevati.
- Zbijanje prsti lahko povzroči takšno poslabšanje vodnih in zračnih razmer, da rast rastlin ni mogoča. Mehanske lastnosti zbitih prsti preprečujejo pronicanje vode skozi profil, ki tako bodisi zastaja na površju bodisi odteka po njem in povzroča erozijo.
- Požari, ki jih namerno (požigalništvo) ali nenamerno povzročita človek, so veliko pogostejši kot naravni.
- Posegi človeka, ki naravno rabo tal oziroma pokrovnost neposredno spreminjajo v antropogeno, ta pa se pozneje opusti. V mislih imamo gradnjo objektov, prometnic in urejanje začasnih poti, razna (nedokončana) izkopavanja, pridobivanje mineralnih surovin in podobno. Tovrstne posege vselej spremlja popolna odstranitev rastlinstva in prsti, ali vsaj njuno uničenje.
- Vse omenjene negativne vplive hkrati pogosto združujejo posledice vojaškega delovanja.

Odnos med pedogenezo in v nekem smislu sukcesijo je opisal Lovrenčak (1994, 65). Golo, živo skalo poselijo mikroorganizmi, na primer bakterije in alge, še preden začne mehansko preperevati. Ti organizmi delujejo na kamnine z različnimi izločki, ki razgrajujejo minerale. Pri njihovem dihanju in razpadanju njihovih teles se sprošča CO₂, ki raztopljen v vodi pospešuje razpad mineralov. Za mikroorganizmi se na skali naselijo litofitski lišaji in mahovi, ki še pospešijo potek prvotne pedogeneze. Sčasoma se na kamnini debeli sloj prsti, ki omogoča življenje tudi višje razvitim in zahtevnejšim rastlinskim vrstam (Stritar 1991). Genetski tipi prsti so časovno razporejeni od najmlajših surovin in nerazvitih (kamnišča, obrečne prsti), mladih (rendzine, ranckerji), razvitih (evtrične, distrične rjave rjave), dozorelih (rjave pokarbonatne prsti) do degradiranih (izprane prsti). Časovni razvoj prsti je mogoče opisati s kronosekvencami (Vreeken 1975 v Vidic Jaecks in Lobnik 1996; Gerrard 1996), kjer gre za zaporedje skupin prsti, ki so se razvijale v večinoma enakih razmerah (matična podlaga, podnebje, relief, vodne razmere), a so različno stare. To pomeni, da je edina razločevalna funkcija čas. Vidičeva za razvoj prsti na karbonatnih ledeniško-rečnih terasah Ljubljanske kotline postavlja časovni okvir od 5000 do 1,8 milijona let in obenem ugo-

Slika 2: Odnos med pedogenezo in sukcesijo. ►



tavlja, da razvoj narašča z logaritemsko potenco starosti prsti. Po drugi strani se hitrost razvoja s časom zmanjšuje.

Temu približno sledi tudi rastlinstvo. Primarna sukcesija se vedno začne s pre-raščanjem pionirskih vrst, ki pripravljajo ustrezne razmere za zahtevnejše klimaksne vrste in hkrati povzročijo lasten umik. To pomeni predvsem čedalje večji vnos organskega gradiva v prst, ki je tudi bolj ustrezno preperelo. Debelina prsti se ves čas povečuje, zmanjšuje se njena skeletnost in povečuje delež glinastih delcev, izboljšuje se njena sposobnost zadrževanja vode in hranil, ne glede na matično podlago se njena reakcija s staranjem znižuje, zmanjšuje se osvetljenost površja ... Značilno je, da so na začetku sukcesije rastline ozko prilagojene razmeram, ki vladajo v prsteh, zato so izrazito povezane z lastnostmi matične podlage ter seveda s svetlobnimi, toplotnimi in vodnimi razmerami. Zatem začne ta soodvisnost slabeti, vedno bolj se uveljavljajo podnebni dejavniki in z razvojem prsti se lahko zamenja več klimaksnih oblik rastlinstva. Prve, še posebej na ekstremnih rastiščih, se lahko pojavijo že na manj razvitih oblikah prsti (na primer rušje v visokogorju), v naših zmernih razmerah pa se klimaksne rastlinske združbe pojavljajo večinoma na razvitih in zrelih kambičnih prsteh.

V začetnih stopnjah sukcesije, ki sledi litofitskim organizmom, je ne glede na vzrok za razgaljenje matične podlage (tudi v primeru antropogenih vzrokov) tipična obli-



BLAŽ REPE

Slika 3: Kamnišče ob Savi.

ka prsti kamnišče. Četudi gre za rečno akumulacijo proda in peska ter začetno stopnjo obrečnih prsti, je v veliki meri podobna kamniščem (slika 3). Ljudsko ji ponekod pravijo borovina (Stritar 1957) in je lahko peščeno-mivkasta ali prodnata. Izjema so antropogeni nanosi, kjer človek navaža in odlaga naravno oziroma polnaravno gradivo. V tem primeru v urbanem ali industrializiranem okolju gre za tehnogene prsti.

V Sloveniji naravna kamnišča uvrščamo v oddelek avtomorfnih prsti. Značilno je, da nanje vpliva zgolj padavinska voda, ki v nobenem delu profila ne zastaja niti stalno niti občasno, zato ni nikjer znakov redukcije. Nadalje jih uvrščamo v razred nerazvitih prsti, katerim je skupno, da gre za zelo plitve in zelo mlade prsti na zgodnji razvojni stopnji. V edinem horizontu nad matično podlago je razmeroma malo organskega gradiva. V horizontu prevladuje matična podlaga, pogosto v obliki večjih skeletnih delcev. Barva je določena z barvo matične podlage, ki jo organska snov malenkostno potemni. Humus je surov, s prepoznavnimi ostanki vejic, korenin, iglic in listov. Pri naravnih kamniščih je površje zelo strmo ali razgibano. Rastlinstvo je največkrat pionirsko, grmovno ali zeliščno, prilagojeno sušnim razmeram. V Sloveniji so genetska, torej naravno pogojena kamnišča na izrazito trdi matični podlagi, najpogosteje apnencu ali dolomitu. Skelet je jasno viden in ostrorob (grušč) ali zaobljen (prod); absolutno prevladuje tako v masnem kot prostorninskem deležu. Biološka



Slika 4: Visokogorsko rastišče.

aktivnost je majhna, prsti so tople in izjemno slabo zadržujejo vodo. Genetsko so tipične gorske prsti, nad zgornjo gozdno mejo (Repe 2010 in 2011a), kjer se pri nas prepletajo predvsem z rendzinami. Na njih uspevajo varovalne združbe, kot je rušje (*Rhodotamno-Pinetum mugo*), bazofilni borovi gozdovi (*Genisto januenis-Pinetum*, *Fraxino orni-Pinetum nigrae*), na skalnatih podorih, meliščih, ledeniških morenah, subalpskih rastlinskih pasovih in v kraških vrtačah smrekovi gozdovi (*Adenostylo glabrae-Piceetum*, *Ribeso alpini-Piceetum*, *Asplenio-Piceetum*), na skalovju pa jelovja (*Neckero-Abietetum*) in grmičasti gozdovi termofilnih listavcev (*Seslerio autumnalis-Ostyretum*, *Ostryo-Quercetum pubescentis*, *Ostryo carpinifoliae-Fraxinetum orni*). Na eroziji izpostavljenih mestih in tam, kjer je velika površinska kamnitost in skalnatost, se v sledovih pojavljajo tudi na rastiščih drugih gozdov, kot so alpska in subalpska bukvojva (*Anemono trifoliae-Fagetum*, *Polysticho lonchitis-Fagetum*) ter bukvojva na eroziji izpostavljenih strminah in grebenih (*Ostryo-Fagetum*, *Arunco-Fagetum*). Zaradi zmernega, za rast rastlin dokaj ugodnega podnebja in zadostne količine padavin se na bolj razvitih prsteh (rendzine in višje razviti tipi) že kmalu razvijejo vsaj polpionirske (*Ostryo-Fagetum*, *Ostryo-Quercetum*) ali celo nekatere klimaksne združbe (*Hacquetio-Fagetum*, *Omphalodo-Fagetum*, *Anemono trifolie-Fagetum* in druge) (Urbančič s sodelavci 2005).

Marsikje, še posebej tam, kjer je matična podlaga izrazito kompaktna (v Sloveniji na karbonatih), se pojavljajo tudi protorendzine (drugod po svetu tudi protorankerji). Gre za sila tanek, črn, povsem organski A-horizont neposredno na matični podlagi, v katero prehaja ostro, brez prehoda. Najpogosteje se pojavlja pod litofitskimi mahovi (Stritar 1957; Urbančič s sodelavci 2005; Repe 2011b), ki so tudi znanilci ene od začetnih faz sukcesije.

Glede na nekdanjo jugoslovansko klasifikacijo (Škorić 1977) se pri nas kamnišča pojavljajo na apnencih in dolomitih ter na drugih bazičnih in tudi kislih kamninah. Po prvotni FAO-UNESCO-vi svetovni klasifikaciji prsti (1974) so sestavljala lastno skupino litosolov, v katero so spadale slabo razvite, skeletne prsti, nastale na »trdi« matični, karbonatni ali silikatni podlagi. Profil gradi ne več kot 20 cm globok (A)-horizont (Lovrenčak 1994). Po novi FAO WRB klasifikaciji (2007) kamnišča spadajo med leptosole, kamor najpogosteje uvrščamo tudi rendzine in rankerje. Po novi definiciji jih naprej razvrstimo v niz, kjer je z globino močno omejen razvoj korenin (kot tudi pri kriosolih). Skupino leptosolov nadalje označujeta plitvost in močna skeletnost: trda matična podlaga se pojavi manj kot 25 cm pod površjem, v prvih 75 cm oziroma do matične podlage je manj kot 20 % drobnih (glinenih) frakcij. Naša kamnišča v večini primerov izpolnjujejo obe merili. Slovenskim kamniščem pogosto dodajamo še naslednje kvalifikatorje:

- litični: trda, nepreperela matična podlaga se pojavi do 10 cm pod površjem;
- nudilitični: trda, nepreperela matična podlaga se pojavi na površju;
- skeletični: imajo več kot 40 prostorninskih odstotkov skeleta oziroma grobih frakcij;



BLAŽ REPE

Slika 5: Tehnosol.

- hiperskeletični: v prvih 75 cm oziroma do matične podlage imajo manj kot 20 % drobnih (glinenih) frakcij;
- rendzični: imajo molični horizont, ki leži neposredno na karbonatni matični podlagi.

V primeru urbanih in industrijskih zemljišč (gradbene jame, gramoznice, opuščene zgradbe, razni kopi ...), kjer je gradivo antropogenega izvora, lahko večino kamnišč, na katerih poteka sukcesija, opredelimo kot tehnične leptosole. To pomeni, da v globini 100 cm od površja vsebujejo vsaj 10 (prostorninskih ali masnih) odstotkov snovi, ki niso naravnega izvora (artefakti).

Na odlagališčih rudniških, industrijskih in energetskih ostankov prihaja do tvorjenja tehnogenih prsti ali prsti deponij. Gre za prsti, ki jih sestavljajo povsem tuje ali zaradi človeka povsem spremenjene snovi (žlindra, opeka, saje, organski odpadki ...) bodisi anorganskega bodisi organskega izvora. Obenem se lahko pojavljajo tudi povsem jasno izražene plasti, ki niso genetski horizonti, temveč so posledica nasipavanja navedenih materialov. Po FAO WRB klasifikaciji gre za tehnosole, skupino, ki je bila v klasifikacijo vključena najpozneje. Vsebovati morajo vsaj 20 % tujih snovi ali geomembrano, ki otežuje oziroma onemogoča pronicanje vode, ali antropogeno trdno kamnino, ki se začne do 5 cm pod površjem in prekriva 90 % površine prsti.

5 Invazivne vrste

Domorodna vrsta je vrsta, podvrsta ali nižji takson, ki je razvita na območju svoje običajne (pretekle ali sodobne) naravne razširjenosti, tudi če se tamkaj pojavlja le občasno. Tovrstna območja so pripadniki vrste lahko dosegli sami, bodisi s hojo, z letenjem, s prenosom z vodo ali vetrom bodisi z drugimi načini razširjanja. Tujerodne vrste so torej različne vrste organizmov, ki v nekem okolju v preteklosti niso bile prisotne (Kus Veenvliet 2009). Opredelitev invazivnih vrst je veliko. Vse so enotne v spoznanju, da so njihov vpliv in posledice negativni. Skorajda edino, kar lahko v povezavi z invazivnimi vrstami počnemo (in bi tudi morali početi!), je omejevanje njihovega vnosa in preprečevanje širjenja (Jogan 2007).

Evropska komisija v uredbi invazivne tujerodne vrste opredeljuje kot vrste, ki jih človek s svojim delovanjem prek ekoloških ovir prenese iz njihovih naravnih območij razširjenosti na nova območja, kjer preživijo, se razmnožujejo in širijo, s čimer tako zelo negativno vplivajo na ekologijo njihovih novih lokacij, da se na njih pojavljajo resne gospodarske in družbene posledice (Uredba Evropskega parlamenta ... 2013). Ocenjuje se, da je mogoče v evropskem okolju najti več kot 12.000 tujerodnih vrst, med katerimi se jih je od 10 do 15 % tako zelo razmnožilo in razširilo, da povzročajo okoljsko, gospodarsko in družbeno škodo.

Pri sukcesiji, naj bo primarna ali sekundarna, je bistvena poselitev neposeljenih območij, pri čemer gre za širjenje organizmov na območja s prosto ekološko nišo. Širjenje je v bistvu pomembno za vse organizme (Cox in Moore 2005); v tem pogledu se invazivne vrste prav nič ne razlikujejo od ostalih vrst, le da so pri tem veliko uspešnejše. V marsičem so povsem enake avtohtonim pionirskim vrstam. Tako bi na primer učinke velikega pajesena (*Ailanthus altissima*) (slika 7), ki ne le pri nas, ampak tudi v svetovnem merilu velja za eno najbolj problematičnih invazivnih vrst, lahko označili kot dobrodošle, če ne bi bil vnesen (Brus in Dakskobler 2001). V svojem izvornem okolju na severovzhodu Kitajske in v njenem osrednjem delu velja za hitrorastočo, dobro prilagodljivo pionirsko vrsto (Russel, Cutler in Walters 2007), ki ima dovolj naravnih sovražnikov, da njeno populacijo ohranjajo v okviru, ki ne povzroča težav v okolju. Podobno lahko rečemo za navadni octovec (*Rhus typhina*) (slika 9), vnesen iz Severne Amerike.

Rastline pionirskih vrst imajo široko ekološko amplitudo. Na podnebne ekstreme niso preveč občutljive in lahko uspevajo na mejah naravne razsežnosti avtohtonih vrst. Glede toplote, vode, prsti in v njih dostopnih hranil imajo izrazito skromne zahteve; zelo dobro prenašajo mrz (pozebe) in vročino (suša in pripeka). Vse po vrsti so svetloboljubne, z visoko stopnjo fotosinteze, kar jim omogoča preživetje na neporaslih območjih. Pogosto so anemohorne, semenijo zgodaj, obilno, redno in pogosto; imajo izrazito majhna in lahka semena. Imajo tudi sposobnost vegetativne regeneracije, zaradi hitre rasti v mladosti so razmeroma odporne proti konkurenci trav in



BLAŽ REPE

Slika 6: Mlad japonski dresnik (*Fallopia japonica*).



BLAŽ REPE

Slika 7: Veliki pajesen (*Ailanthus altissima*).



MATIJAŽ GERŠIČ

Slika 8: Žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera* Royle).



BLAŽ REPE

Slika 9: Octovec (*Rhus typhina*).

plevelov. Večinoma imajo kratko življenjsko dobo. Imajo zelo močan, razvejan in/ali globok koreninski sistem. Mikoriza za uspevanje ni nujno prisotna; izjemno so uspešne v mehanskih odnosih, pri čemer fizično ali z alelopatijo odstranjujejo konkurenco. Degradacijske vplive okolja zelo dobro prenašajo (Cojzer 2011; Obojnik 2011).

Vse te lastnosti imajo tudi rastline invazivnih vrst, kot pomemben dodatek pa še odsotnost tekmecev, plenilcev, boleznih in parazitov, ki populacijo naravno ohranjajo v ekološkem ravnovesju (Maynard in Nowell 2009). Poleg tega za pionirske rastline velja, da osvojenega prostora ne zmorejo trajneje zadržati. Nadomestijo jih rastline drugih vrst, katerih način življenja bolj ustreza ekološkim razmeram, ki jih ustvarijo pionirske rastline. Te se v sestojih, ki so jih zgradile, ne obnavljajo, ali pa se obnavljajo le v omejenem obsegu; sencozdržnim drevesnim vrstam niso konkurenčne (Cojzer 2011). Kot kažejo primeri povsod po Evropi in svetu, to za invazivne vrste ne velja (Handbook of Alien ... 2008). Če je vloga pionirskih vrst ekološka, kot zgolj stopnja v sukcesiji z namenom priprave ugodnejših razmer (organska snov, voda in hranila v prsteh, zasenčenost ...) za prehodne ali klimaksne rastlinske skupine, pa invazivne vrste »osvojenega rastišča ne izpustijo več iz rok«.

Ob naselitvi tujih vrst se v naravi vzpostavljajo nova razmerja, katerih izid je velikokrat popolna uganka. Sprva so vplivi majhni, komaj opazni in neizmerljivi, ko pa jih zaznamo, smo »vojno že izgubili« (Gorza 2011). Kot je videti na primeru japonskega dresnika (*Fallopia japonica*) (slika 6), rastočega na bregovih Ljubljane in Save ter na robovih vseh manjših in večjih mestnih parkov, tudi na opuščeni vrtičkih (denimo v Črnučah), opustelih gradbiščih, brežinah ljubljanskega avtocestnega obroča in drugod, smo bitko z njim že izgubili. Srečamo ga namreč tako rekoč vsepovsod (Petkovšek 2012a) in se še vedno nezadržno širi.

6 Izbrani primeri

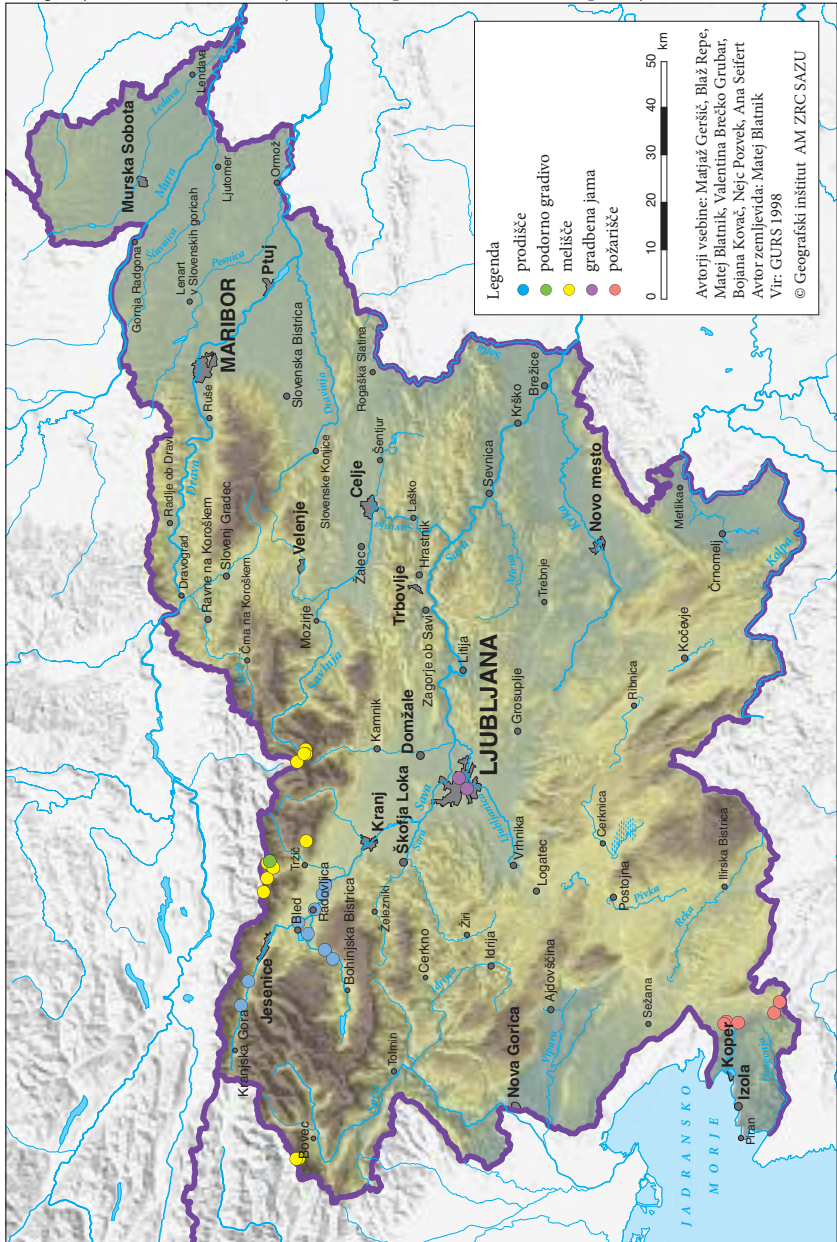
Izbrana okolja, kjer smo preučevali sukcesijo, so razpršena po zahodni polovici Slovenije. Obravnavana prodišča so v povirnih krakih Save in njenem zgornjem toku, melišča v Kamniško-Savinjskih Alpah, Julijskih Alpah in Karavankah, podorno gradivo pod grebenom Košute v Karavankah, gradbene jame v Ljubljani, požarišča pa v Slovenski Istri.

6.1 Prodišča

Padavinska voda pod vplivom sile teže teče po pobočjih navzdol in se postopoma zbira v potoke, ti pa se praviloma stekajo v večje potoke in reke. Tekoča voda hkrati

Slika 10: Obravnavana območja. ► str. 38

Geografija in rastlinska sukcesija – izbrani primeri iz slovenskih pokrajin



s tokom opravlja tudi geomorfno delo (erozija, prenašanje in odlaganje gradiva), za katerega porablja del svoje potencialne energije (Natek 2004, 103; Zorn 2008). Prenášanje gradiva lahko poteka v raztopini, v suspenziji ali s kotaljenjem po dnu struge. Večji del raztopljenega sedimenta v vodo prinese podzemna voda. Padavinska voda, ki skozi tla pronica do neprepustne matične podlage, v prsti in kamninskih razpokah raztaplja različne minerale. Del te z minerali nasičene vode priteče v vodotok. Hitrost toka na količino raztopljenih snovi v vodi ne vpliva, pač pa vpliva na kemične lastnosti vode oziroma njihove spremembe. Večina vodotokov glavnino gradiva transportira v suspenziji. Najboljši pokazatelj velikega deleža gradiva v suspenziji je motnost vode. Tako se prenašajo glina, melj in droben pesek, med poplavami pa tudi večji delci. Količina gradiva v suspenziji je odvisna od hitrosti vode in velikosti posameznega delca. Večji kot je delec, hitreje se ob zmanjšani hitrosti vode znajde na dnu struge. Poleg velikosti sta pomembni tudi oblika in specifična teža delca, ki vplivata na hitrost posameznega delca v suspenziji. Ploski delci tonejo skozi vodo počasneje kot zaobljeni, delci z večjo specifično težo hitreje kot tisti z manjšo. Največji delci se po dnu struge premikajo s kotaljenjem, drsenjem in poskakovanjem. Medtem ko transport v suspenziji in raztopini poteka stalno, se večji delci premikajo le občasno, kadar je moč vodnega toka zadostna za premikanje takšnih delcev. Količina prenesenega gradiva v suspenziji in s kotaljenjem po dnu struge je odvisna od količine vode v strugi ter hitrosti rečnega toka. Sposobnost vodnega toka za prenašanje gradiva narašča s kvadratom njegove hitrosti (Tarbuck in Lutgens 2002, 275–276).

Prodinate in peščene rečne naplavine, ki prekrijejo zemljišča, navadno ob rečnem toku ali v strugi sami, imenujemo prodišča (Kladnik, Lovrenčak in Orožen Adamič 2005, 319). Gradivo na prodiščih je sortirano, tako da so lepo vidne posamezne plasti. Pomanjkanje plastovitosti kaže na vrtinčenje toka ali poznejše presortiranje gradiva. Najbolj plastovito so odloženi najbolj drobni delci (Schaeztl in Anderson 2005, 629). Prodišča sočasne oblike, saj reke ob visoki vodi delce odnašajo dolvodno, na istem mestu pa odlagajo novo gradivo. Nastanejo lahko na različne načine. Največkrat nastajajo na notranjih delih rečnih zavojev, kjer se tekoči vodi zaradi fizikalnih zakonov zmanjšata hitrost in transportna moč. Na zunanjem delu zavoja pa se vodi hitrost poveča in tamkaj erodira. Gradivo se lahko začne odlagati tudi na dnu sredi struge. To povzroči, da se rečni tok razcepi v več manjših strug (Tarbuck in Lutgens 2002, 277). Tok, ko reka teče v številnih strugah med prodišči, imenujemo pramenast tok. Značilen je za reke v visokogorju ter subpolarnem in puščavskem okolju (Natek 2004, 125). V visokogorju nastane na območjih, kjer v reke pritekajo manjši hudourniški potoki. Zato se jim zmanjšata hitrost in s tem transportna moč. Odloži se precej gradiva, v katerega reka vreže pramena, po katerih teče. Reka lahko pramena vreže tudi v gradivo, ki ob večjih deževjih splazi iz rečnih bregov, tako da delno zajezi reko. Pramenast tok je značilen tudi za območja, kjer se stikata vlažno in sušno podnebje. Na območju sušnega podnebja se močno poveča izhlapevanje

in s tem zmanjša transportna zmogljivost reke. V subpolarnem okolju se reke, ki pritekajo izpod ledenikov, pramenasto vrezujejo v morensko gradivo, ki ostaja ob umikanju ledenika, in tako nastajajo pramenasti tokovi (Tarbuck in Lutgens 2002, 277). Poleg naravnih vzrokov za nastanek prodišč so pomembni tudi antropogeni, denimo različni infrastrukturni objekti ob ali v sami strugi (Geršič 2010a in 2010b).

Obrežni pasovi rek, potokov, jezer ali ribnikov so mejna območja med vodo in kopnim. Tamkaj je odločujoč dejavnik za oblikovanje habitatnih tipov voda, ki s svojo dinamiko ustvarja izjemno pestre ekološke razmere (Seliškar 2000, 128).

Poseben habitatni tip so tudi prodišča, izrazito dinamični življenjski prostori, najbolj razširjeni predvsem ob vodotokih, za katere je značilno veliko nihanje vodostaja. Ob porastu vodostaja, običajno spomladi in jeseni, so poplavljeni, poleti pa so izrazito sušna, saj ima prod zelo slabo sposobnost zadrževanja vode (Šilc 2000, 185). Prodišče sestavljajo različno veliki prodniki, ki sta jim primešana pesek in mivka, zato je prodišče običajno zelo heterogeno. Ob naslednjih poplavnih dogodkih se produ in pesku pridruži mulj, ki prodišče dodatno organsko obogati in poveča zmožnost zadrževanja vode (Meznarič 2008, 3). Pomembna je tudi globina gladine talne vode (Šilc 2000, 185). Suša je najbolj izrazita v višjih delih prodišča in je veliko bolj omejujoč dejavnik kot rastlinojedci, ki obžirajo rastline ali se na njih zadržujejo kot zajedavci (Meznarič 2008, 4).



MATJAŽ GERŠIČ

Slika 11: Prodišče ob Savi Dolinki.

Po klasifikaciji EUNIS (*European University Information Systems Organization*) so prodišča uvrščena v habitate obrežnega pasu celinskih voda. Znotraj te skupine se rastlinski pokrov uvršča med efemerno rastlinstvo občasno poplavljenih bregov in v redko porasle obale na mehkih ali neustaljenih usedlinah. Glede na tip vodotoka lahko slovenska prodišča razčlenimo na alpska, nižinska in sredozemska. Po ključu jih lahko uvrstimo tudi v skupino organsko-naplavinskih habitatov z redkim rastlinstvom ali brez njega (Šilc 2000, 185–187; medmrežje 15 in 16).

Navadno je prodišče sestavljeno mozaično, z zelo raznolikim rastlinstvom in s prepletajočimi habitatnimi tipi (Šilc 2000 v Meznarič 2008, 4). Na raznolikost rastlinskih vrst vplivajo različni geomorfni procesi, na primer poplavljanje, erozija in sedimentacija (Cui, Zhong in Chen 2000; Vervuren, Blom in Kroon 2003 v Meznarič 2008, 4), fizikalni stres, denimo suša ali prepojenost z vodo (Ernst 1990; Capon 2003 v Meznarič 2008, 4) in biotske interakcije, kot so znotrajvrstno tekmovanje za svetlobo ali hranila (Menges in Waller 1983; Willby, Pulford in Flowers 2001 v Meznarič 2008, 4), rastlinojedstvo (Elger s sodelavci 2004 v Meznarič 2008, 4) in populacijska dinamika (Marston s sodelavci 1995; Hughes 1997; Abernethy in Willby 1999 v Meznarič 2008, 4). Kot sta ugotovila Gilvear in Willby (2006 v Meznarič 2008, 4), je pokrovnost rastlin na prodišču odvisna od sezonske vode (izvor vlage in pomanjkanje hranil), starosti prodiščne površine, značilnosti usedlin, njihovega razmerja ter njihove stanovitnosti in bioloških lastnosti potencialnih rastlinskih naseljencev. V odvisnosti od teh dejavnikov se novo nastalo prodišče postopoma kolonizira in zaraste.

Na golem produ se najprej naseljujejo pionirske vrste. Prevladujejo predvsem cvetnice, katerih semena, ob poplavih pa tudi cele rastline in njihove dele, prenašata voda in veter. Prav tako je za širjenje semen že dolgo znan pomen rastlinojedcev (Anderson in Nilsson 1999; Jansson, Nilsson in Renofalt 2000; Goodson s sodelavci 2002 v Meznarič 2008, 4). Prinos diaspor (del organizma, s katerim se ta razširja) je odvisen predvsem od razdalje materinskih rastlin in njihovih razširjevalnih značilnosti, kot sta velikost in morfologija diaspor (Ehrlén in Eriksson 2000; Nathan in Muller-Landau 2000; Bischoff 2002 v Meznarič 2008, 4). Diaspore pogosto ponovno odstrani poplavna voda (drugotna disperzija) (Schneider in Sharitz 1988; Skoglund in Hytteborn 1990; Nilsson, Gardfjell in Grelsson 1991 v Meznarič 2008, 4) ali pa propadejo (zgnijejo) (Hölzel in Otte 2004 v Meznarič 2008, 4) zaradi nizke vsebnosti kisika v poplavljeni podlagi (Murdoch in Ellis, 1992 v Meznarič 2008, 4). Če seme vzkali, se lahko kalice zaradi poznejših poplav utopijo, saj so veliko bolj občutljive kot odrasle rastline (Voesenek 1990; Sman, Joosten in Blom 1993 v Meznarič 2008, 5).

Število pionirskih vrst narašča v sorazmerju s količino mulja, ki ima sposobnost zadrževanja vode. Število vrst se naglo zmanjša takrat, ko se delež mulja povzpne nad določeno največjo vrednost. Velik delež mulja namreč pripomore k tvorbi skorje na površini tal, ki lahko rastline ovira pri kaljenju. Naslednja poplava pokoplje diaspore pod usedline, kar pojasni zmanjšanje vrst na prodišču (Langlade in Decamps 1995 v Meznarič 2008, 5).

Rast pionirskega rastlinstva na prodiščih lahko ovira tudi s poplavami naneseeni sloj organskega gradiva, ker zasenči kaleče rastline in deluje kot pregrada (Langlade in Decamps, 1994 v Meznarič 2008, 5).

Motnje in okoljski dejavniki, ki lahko povzročajo izgubo rastlinskih delov ali propad cele rastline (Grime 1979; Tilman 1988 v Meznarič 2008, 5) so ključni pri določanju časovne in prostorske omejenosti vrste. Ker so šibkejši tekmeči (stres – tolerantne vrste) tolerantnejši do motenj, jih najdemo na stresnim razmeram najbolj izpostavljenih območjih. Zmanjšana motenost poveča tekmovalnost, pri čemer pridejo v ospredje močno tekmovalne vrste, in tako je v okolju brez motnje šibkejšim tekmečem omogočeno povečanje relativne abundance (Grime 1979; Huston 1979; Keddy 1990 v Meznarič 2008, 5). Šibki tekmeči so tako močno odvisni od rednih motenj, ki omogočajo njihov obstoj (Huston 1979 v Meznarič 2008, 5). Tekmovalnost na prodišču se poveča, ko se z naraščanjem višine prodišča vpliv poplavljanja zmanjša (Menge in Sutherland 1976 v Meznarič 2008, 5).

Lenssen, Steen in Kroon (2004 v Meznarič 2008, 6) so potrdili, da sta toleranca na poplave in tekmovalna sposobnost v obratnem sorazmerju in da se sposobnost preživetja vrst v poplavah dobro ujema z njihovim pojavljanjem vzdolž poplavnega gradienta. Poplave so namreč ključni dejavniki, ki vpliva na razširjenost in sestavo vrst vzdolž poplavnega gradienta (Sykora, Scheper in Van der Zee 1988; Andrews in Pomeroy 1989; Carter in Grace 1990; Squires in Van der Valk 1992; Klimešová 1994; Siebel 1998; Steeg in Blom 1998; Silvertown s sodelavci 1999; Johansson in Nilsson 2002 v Meznarič 2008, 6). V nižjih legah se naselijo vrste, ki lahko preživijo krajše ali daljše obdobje potopljenosti pod vodo (Grace in Wetzel 1981; Bertness 1991; Shipley, Keddy in Lefkovich 1991; Pennings in Callaway 1992; Castillo s sodelavci 2000; Johansson in Nilsson 2002; Vervuren, Blom in Kroon 2003; Lenssen, Steeg in Kroon 2004; Eck s sodelavci 2004a v Meznarič 2008, 6), medtem ko so poplavno manj tolerantne vrste omejene na višje poplavne dele (Eck s sodelavci 2004b; Lenssen in Kroon 2005 v Meznarič 2008, 6).

Kljub hujšim vplivom in posledicam poletnih poplav na preživetje rastlin lahko tudi zimske poplave pripomorejo k vzdrževanju razmeroma stabilnih florističnih vzorcev, saj omogočijo naseljevanje netolerantnih vrst v nižje predele poplavnega gradienta v obdobju, ko poletne poplave izostanejo (Bischoff 2000 v Meznarič 2008, 6). Na poplave tolerantne vrste imajo po končani poplavi veliko sposobnost regeneracije, medtem ko so poplavno bolj občutljive vrste pokazale majhno zmogljivost regeneriranja poškodb (Eck s sodelavci 2004a v Meznarič 2008, 6). Rastline teh vrst po vsej verjetnosti trpijo za posledicami kisikovega stresa in očitno nimajo razvitih prilagoditev, kot sta nemotena fotosinteza v vodi (Vervuren, Beurskens in Blom 1999 v Meznarič 2008, 6) in aerenhim (zračno tkivo v stebelu) (Visser s sodelavci 1997; Jackson in Armstrong 1999 v Meznarič 2008, 6), ki omogočata oskrbo s kisikom in ogljikovimi hidrati tudi med poplavami (Meznarič 2008, 6).

Za večino poplavno tolerantnih vrst ostaja enaka sposobnost obnavljanja po končani poplavi, ne glede na čas njenega trajanja. Rastline določenih tolerantnih vrst lahko med poplavljanjem izgubijo razmeroma velike količine biomase, kar je verjetno posledica spremembe aerobnega metabolizma v anaerobnega, ki je energijsko manj učinkovit in izrazito zmanjša količino ogljikovih hidratov (Crawford in Braendl 1996; Vartapetian in Jackson 1997 v Meznarič 2008, 7). Spet druge vrste med poplavlami svojo biomaso ohranijo. Takšna je na primer vrsta *Rumex crispus*, ki lahko dveletno poplavljenost preživi zgolj z majhno izgubo biomase (Vervuren, Blom in Kroon 2003 v Meznarič 2008, 7). Rastline te vrste lahko opravljajo fotosintezo v vodi in lahko kisik prevajajo do vseh tkiv (Vervuren, Beurskens in Blom 1999 v Meznarič 2008, 7). Toleranca vrste na poplave pa se lahko tudi spremeni, na primer zaradi vpliva usedlin ali spremembe temperature (Klimešová 1994; Siebel 1998; Nabben, Blom in Voeselek 1999; Vervuren, Blom in Kroon 2003 v Meznarič 2008, 7) in posegov v rečni sistem (Maltby 1991; Nilsson, Gardfjell in Grelsson 1991; Knox 2000; Crawford, Jeffree in Rees 2003 v Meznarič 2008, 7).

Vse večje zanimanje za koriščenje naravnih znamenitosti v turistične in gospodarske namene se v zadnjih letih kaže tudi v neprimernih posegih na prodišča naših rek, pri čemer je najbolj izpostavljeno prav prodiščno rastlinstvo (Čušin 2001, 67). Hidroelektrarne in jezovi onemogočajo prestavljanje proda in peska, zato so glavna motnja naravnega toka in kolebanja vodne gladine. Prav tako onemogočajo odnašanje semen alpskih rastlin iz višjih leg, ki bi lahko vzkli na nižinskih prodiščih (Šilc 2000, 185). Izgradnja jezu trajno uniči prodišča, ki so nastala na območju za jezom, ki ga preplavi akumulacijsko jezero. Problematičen gradbeno-tehnični poseg v strugo je tudi gradnja prodnih zadrževalnikov. Poleg njih ima neposredni vpliv na prodišča tudi čezmerno kopanje proda, s čimer se znižujeta rečna struga in raven talne vode, zato se prod preveč izsušuje (Šilc 2000, 185). Zaradi tega bi izkop gramoza morali omejiti na zimske mesece, med več prodišči pa bi ga smeli pridobivati le na enem (Geister 1990, 16). Velik vpliv na prodišča imajo tudi regulacije vodotokov. V kanalizirani strugi ni več prostora za odlaganje plavja in nastanek prodišč (Šilc 2000, 185).

Pretočni režim, ki zmanjša prenos plavja dolvodno, omeji niše za majhne ruderalne rastlinske vrste, še posebej, če nov pretočni režim omogoči intenzivnejši nanos organskih snovi in skladiščenje hranil, kar bolj ustreza tekmovalnim vrstam (Gilvear in Willby 2006 v Meznarič 2008, 4).

Na stanje v vodotoku pomembno vpliva tudi raba tal prispevnega območja, saj sta od njega odvisna tako pretok kot količina sedimentov (Vrhovšek s sodelavci 2008).

Prodišča so lahko tudi divje plaže, prostori za piknike in primerna mesta za ribolov. Zanimarjiva ni niti vloga kmetov, ki prodišča uporabljajo kot dovozne poti do rek, od koder črpajo vodo v cisterne, s katerimi zalivajo poljščine na nižjih rečnih terasah, ali pa tamkaj čistijo in izpirajo traktorske škropilnice, s katerimi so pred tem z različnimi zaščitnimi sredstvi škropili bližnja polja. Posreden vpliv na prodiščne

habitate ima tudi raznovrstno onesnaževanje rek, ki pa se z izgradnjo čistilnih naprav za komunalne in industrijske vode postopoma vendarle zmanjšuje (Geršič 2009).

Za ohranitev prodiščnih habitatov je nujna hitra dinamika spreminjanja habitata, vendar mora do nje priti zaradi naravnih razlogov (rečne dinamike). S tem so omogočene povratne spremembe, medtem ko človekovi posegi v kompleksnem prepletu prodiščnih habitatov povzročajo nepovratne spremembe (Jogan s sodelavci 2004); pokrajina se poenostavi in mnoge vrste izginejo (Šorgja 1997).

Naravno obrežno rastlinstvo, torej rastlinstvo, ki raste na bregovih voda in je deloma v vodi ali občasno poplavljeno, daje bivališča in hrano številnim vrstam žuželk, rib, dvoživk, plazilcev in sesalcev, med katerimi so tudi redke in ogrožene vrste (Vrhovšek s sodelavci 2008). Najopaznejša žival prodišč je mali deževnik (*Charadrius dubius*), ptica, ki so ji prodišča nenadomestljiv življenjski prostor (Geister 1990, 16).

Z naravnim rastlinstvom poraslo obrečno območje poleg zagotavljanja naravnega življenjskega prostora mnogim vrstam omogoča tudi filtracijo in absorpcijo sedimentov ter vpijanje odvečne vode ob nalivih in poplavah. Tako obrečni predeli pripomorejo k naravnemu ravnovesju vodotokov in bližnjih kopenskih habitatov. Dobro razvito naravno rastlinstvo preprečuje zaraščanje z adventivnimi (tujimi ali domačimi) rastlinskimi vrstami (Vrhovšek s sodelavci 2008).

Veliko število uspešnih neofitov (tujih vrst, ki jih je na določeno območje zanesel človek) je namreč vezanih na vlažna rastišča. Epekofiti (tuje vrste, naturalizirane le na sekundarnih rastiščih) se množično pojavljajo na prodiščih, ki so naravna pionirska rastišča, mnogi agrofiti (rastlinska vrsta, ki uspeva predvsem na obdelovalnih zemljiščih) pa so prav tako vezani na vlagoljubno rastlinstvo, ki se razvija ob vodah. Neofiti so očitno tudi konkurenčno razmeroma močne vrste, kar pa je precej težko izmeriti (Jogan 2000, 32).

Zakonska podlaga za ohranitev habitatov na prodiščih je četrti odstavek 31. člena Zakona o ohranjanju narave (Uradni list 22/2003). Leta 2003 je bila izdana uredba o habitatnih tipih, ki določa habitatne tipe, ki so glede na druge habitatne tipe prednostno prisotni na celotnem območju Republike Slovenije. Ureja tudi usmeritve za njihovo ohranjanje. Med habitatne tipe te uredbe spadajo tudi rečna prodišča in bregovi, ki so razdeljeni na pionirske združbe prodišč gorskih rek in potokov ter visoka steblikovja prodišč sredogorskih rek in potokov. Posebna enota so enoletne združbe muljastih rečnih bregov.

Prvi in tretji spadajo med habitatne tipe sladkih voda, drugi med habitatne tipe grmišč in travišč.

Za habitatne tipe sladkih voda so predvideni naslednji varstveni cilji:

- ohranitev ustreznih fizikalnih in kemijskih lastnosti, količine in letne razporeditve vode ali izboljšanje stanja, če so fizikalne in kemijske lastnosti ali količina vode in njena letna razporeditev neustrezni,
- ohranitev ustrezne struge, obrežja in dna sladkih voda,

- ohranitev ustrezne dinamike voda (vijuganje, prenašanje in odlaganje proda, občasne naravne poplave mrtvic in drugo) ter hidrološke raznolikosti vodotokov (tolmuni, hitro ali počasi tekočih odseki, brzice, slapišča in drugo),
- ohranitev ločenosti voda po porečjih,
- ohranitev povezanosti vodnega toka,
- ohranitev za habitatni tip značilne sestave biocenoze, brez tujerodnih vrst in gensko spremenjenih organizmov (Uredba o habitatnih tipih 2003).

Sukcesijo na prodiščih smo raziskovali na devetih prodiščih v povirnih krakih Save in njenem zgornjem toku.

Geološka sestava sondnega območja je raznolika. Julijske Alpe, kamor segata povirja Save Dolinke in Save Bohinjke, je zgrajeno iz kamnin triasne starosti, večinoma apnenca in dolomita. Mestoma so tu tudi kamnine jurske starosti, kot so glinavci, apnenci in roženci. Zaradi kamninske zgradbe ima površje izrazit kraški značaj. Del povirja Save Dolinke sega tudi v Karavanke. Od Julijskih Alp so ločene s savskim prelomom, ki poteka v smeri SZ–JV (Geološka karta Slovenije 2000). V Karavankah je starostna in vrstna sestava kamnin precej bolj pestra kot v Julijskih Alpah. Poleg mezozojskih plasti so tamkaj zastopani tudi permokarbonski skrilavi glinavci, kremenovi peščeni jaki, konglomerati in apnenci ter kamnine paleocenske starosti. Kamninska zgradba v spodnjih delih južnih karavanskih pobočij onemogoča podzemsko pretakanje vode, zato so razčlenjena s številnimi potoki in grapami (Buser 1980).

Sava je najdaljša slovenska reka (njen tok v Sloveniji je dolg 220 km), vanjo se odvajajo vode z več kot polovice ozemlja Slovenije. Ima povirna kraka Savo Bohinjko in Savo Dolinko. Od Lancovega v bližini Radovljice, ker se oba savska kraka združita, se tok Save drži jugozahodnega roba Ljubljanske kotline. Struga je večinoma vrezana v terase iz sipkega ali sprijetega proda (konglomerata), ki ga je Sava s pritoki nanesele v pleistocenu (Zupan 1996, 407–408).

Sava Dolinka izvira v vzhodnem delu dolinskega rateškega razvodja na nadmorski višini 837 metrov (Melik 1954). Vsa voda, ki podzemno priteka iz Planice, pride na plan v obliki velikega števila malih izvirkov na mestu, imenovanem Struge, na stiku z slabo prepustno čelno moreno. Ob obilni vodnatosti se izvirkovi združijo v potoček, ki teče proti vzhodu, kjer se razširi v sistem tolmunčkov oziroma jezerc (Maher 1993, 21–22). Največja med njimi se zaradi izrazite zelene barve imenujejo Zelenci. Gre za ostanek nekdanjega Korenskega jezera (Bohinec 1935). Ostali izviri podzemne vode so v širši okolici. Največji med njimi je slap Nadiža v dolini Tamar, ki velja za primarni izvir Save Dolinke. Podzemna voda iz Planice sočasno teče tudi proti Ratečam in tam napaja občasno jezero v Ledinah, imenovano tudi Rateško jezero. Iz njega voda podzemno odteka proti Zelencem, ob močnejših padavinah pa tudi na italijansko stran, tako da se pojavlja viličenje ali bifurkacija (Maher 1993, 21–22). V Rateško jezero priteka tudi voda potoka Trebiže, ki izvira v Karavankah in teče skozi Rateče (Melik 1954). Porečje Dolinke meri 521 km² (Bricelj 1988, 121). Dolga je

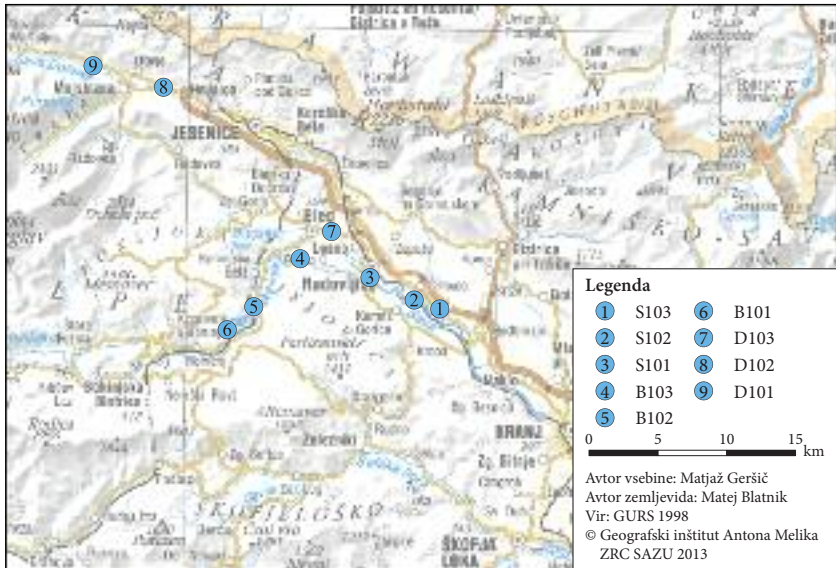
44 km in ima povprečni strmec 9,6 ‰ (Vodnogospodarske osnove ... 1978 v Bricelj 1988, 121). Sava Dolinka ima vsega 10 stalnih pritokov, daljših od 1 km. Bolj kot v Julijskih Alpah je površinska rečna mreža razvita v Karavankah, tako da je število levih pritokov bistveno večje kot število desnih (Veselič 1979).

Vznožja Karavank in Julijskih Alp v Zgornjesavski dolini spadajo med območja z najmočnejšo erozijo v porečju Save. V Julijskih Alpah nad Mojstrano erozija letno v povprečju odnese 1606 m^3 gradiva na kvadratni kilometer, v Karavankah pa $797 \text{ m}^3/\text{km}^2$. Več kot polovica erodiranega gradiva ostane na mestu samem in ne zaide v struge (Vodnogospodarske osnove ... 1978 v Bricelj 1988, 121). Dolinka ima hudourniške poteze zaradi velike odtočnosti padavin (67 ‰), velikega povprečnega specifičnega odtoka (44 l/s/km^2) ter precejšnjega strmca (Rainer in Pintar 1972 v Bricelj 1988). Povprečni letni pretok Save Dolinke na vodomerni postaji Kranjska Gora je $1,26 \text{ m}^3/\text{s}$, na vodomerni postaji Blejski most pa $21,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (medmrežje 17).

Sava Bohinjka je nadaljevanje Savice in kot jezernica odtoka iz Bohinjskega jezera na nadmorski višini 525 metrov (Zupan 1996, 407–408). Savica, ki velja za izvir Save Bohinjke, izvira v steni Komarče 805 metrov nad morsko gladino (Melik 1954). Sava Bohinjka je dolga 37 km, njen povprečni strmec pa je 3,1 ‰. Njeno porečje meri 381 km^2 in je za dobro četrtino manjše kot porečje Dolinke. Sava Bohinjka je bolj vodnata kot Sava Dolinka (Bricelj 1988, 122), saj območja v njenem povirnem delu dobijo bistveno več padavin kot območja v povirnem delu Dolinke (medmrežje 20). Povprečni letni pretok na vodomerni postaji Sveti Janez je $8,01 \text{ m}^3/\text{s}$, na vodomerni postaji Bodešče pa $23,3 \text{ m}^3/\text{s}$ (medmrežje 17). V primerjavi z Dolinko sta v porečju Bohinjke šibkejša erozija in transport rečnega gradiva. To gre pripisati predvsem njenemu manjšemu strmecu, zlasti v apniškem povirju, saj znaten del vode priteka skozi votlikavo notranjost Bohinjskih gora, Jelovice in Pokljuke (Bricelj 1988, 122).

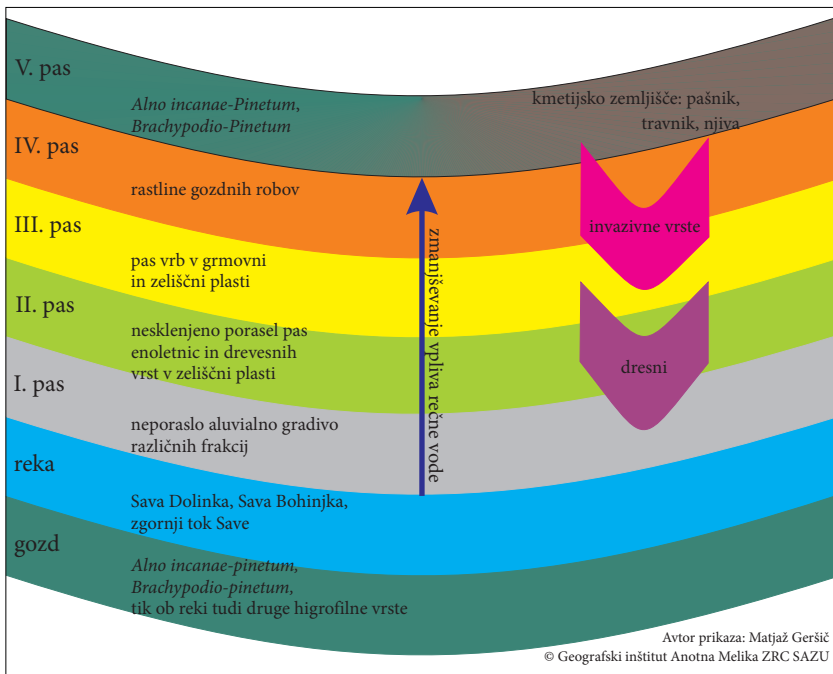
Sotočje Save Dolinke in Save Bohinjke je na Lancovem pri Radovljici (Zupan 1996, 407–408). Hidrološke značilnosti Save v njenem skrajnem zgornjem toku so v glavnem rezultat značilnosti obeh glavnih pritokov. Na vodomerni postaji Radovljica je povprečni letni pretok $45,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (medmrežje 17).

Bolj kot površinska rečna mreža je v porečju vseh treh tokov razvita podzemna, ki se končuje z močnejšimi kraškimi izviri. Ta mreža je nosilec tako stalnih kot občasnih vodnih tokov. Nanje opozarjajo številni občasni kraški izviri (Veselič 1979). Glede na pretočne značilnosti vsi trije obravnavani vodotoki spadajo med takšne z alpskim visokogorskim snežno-dežnim (nivo-pluvalnim) rečnim režimom. Takšen režim je značilen za reke, katerih porečja segajo v visokogorje in je zato pri njih posebej izrazit vpliv večmesečnega snežnega zadržka. Zato glavni, primarni pretočni višek nastopi aprila ali maja, redkeje junija, sekundarni pa novembra. Zaradi manjše količine padavin in padavin v obliki snega v visokogorju je primarni nižek februarja, sekundarni pa poleti, avgusta in septembra (Frantar in Hrvatin 2005, 117–119).



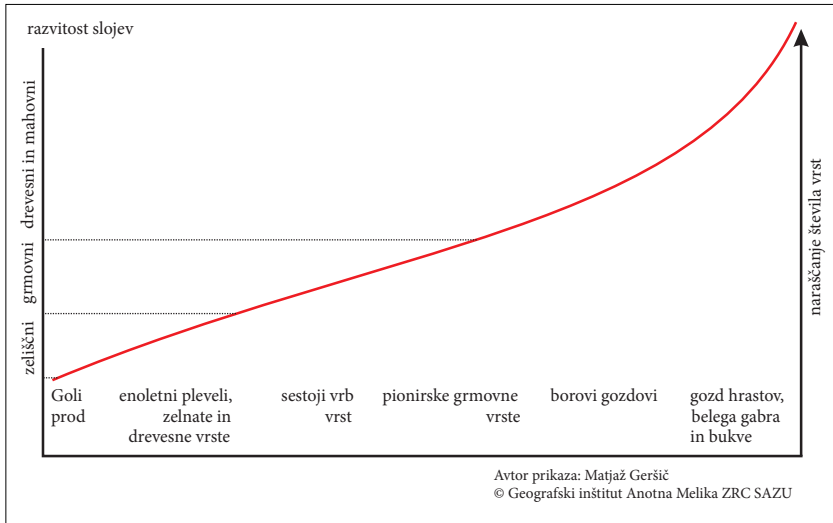
Slika 12: Raziskovana območja z označenimi sondnimi prodišči.

Prodišča na obravnavanem območju so različno porasla z rastlinstvom. Nekatere so gola in neporasla, druga porasla z različnim rastlinjem. Izbrana prodišča rastlinstvo porašča v pasovih, ki se jasno ločijo drug od drugega. Če rezultate raziskovanja posplošimo, dobimo teoretični model prodišča. Celotno območje prodišča, od rastlinskih vrst v drugem pasu, vključno z vrstami v nadaljevanju navedenih gozdnih združbah, spada v prvi sukcesijski stadij, torej gre za pionirske vrste. Glede na jasno delitev rastlinstva na posamezne pasove znotraj niza smo prvi stadij razdelili na več **sukcesijskih mikrostadijev** oziroma pasov. Posamezen sukcesijski mikrostadij se glede na kombinacijo rastlinskih vrst in značilnosti poraščanja (sklenjenost, plasti) jasno loči od sosednjega, vendar so za vse na prodiščih opisane mikrostadije značilne pionirske rastlinske vrste. Število mikrostadijev se med posameznimi prodišči malenkostno razlikuje. Odvisno je od več dejavnikov, predvsem od površine prodišča, njegovih tipa in naklona, frakcij rečnega sedimenta, pogostosti poplav, količine svetlobe in podobno. Večina pasov je najbolj izražena v osrednjih delih prodišč, kar pa ne velja za neporasel prvi pas. Ta pas je običajno najširši v začetnem delu prodišča, kjer je moč naraščajoče vode največja. V začetnih in končnih delih se pasovi združujejo v obrečni pas, kjer so zastopane različne vlagoljubne vrste. V teoretičnem modelu je predstavljenih pet pasov, ki si sledijo v smeri od reke proti gozdnemu pasu.



Slika 13: Model sukcesijskih mikrostadijev na prodiščih.

V **prvi pas** spada neporaščeno rečno gradivo različnih frakcij. Običajno je neporaščen tudi del prodišča na stiku z dovozno potjo. **Drugi pas** nesklenjeno poraščajo različne rastline, vendar le v zeliščni plasti. Ostale plasti niso razvite. Med rastlinskimi vrstami prevladujejo navadni repuh (*Petasites hybridus*), rdeča vrba (*Salix purpurea*), črni topol (*Populus nigra*), navadna krvenka (*Lythrum salicaria*), gozdna potočarka (*Rorippa sylvestris*), dolgolistna meta (*Mentha longifolia*), črni glavinec (*Centaurea nigra*), pisana preslica (*Equisetum variegatum*), navadna milnica (*Saponaria officinalis*), navadni regrat (*Taraxacum officinale*), plavajoča sladika (*Glyzeria fluitans*), trstična pisanka (*Phalaris arundinacea*), pasja šopulja (*Agrostis canina*), na prodiščih D101 in S102 (slika 12) tudi ozkolistno ciprje (*Epilobium angustifolium*), prodiščna hrustavka (*Chondrilla chondrilloides*), trebušasta zvončnica (*Campanula cochlearifolia*) in ciprastni mleček (*Euphorbia cyparissias*). V prvem, drugem ali tretjem pasu se na mestih, kjer se je odložilo drobnejše gradivo, pogosto razraščajo **dresni** – ščaveljstna (*Polygonum lapathifolium*) in breskova (*Polygonum persicaria*) – poleg teh pa tudi veliki trpotec (*Plantago major*) in različne vrste detelj (*Trifolium hybridum*, *Tri-*



Slika 14: Sukcesija na prodiščih.

folium repens). V **tretjem pasu** v zeliščnem in grmovnem sloju prevladujejo različne vrste vrb. Šilc (2000, 187) tovrstne združbe imenuje grmišče sive in rdeče vrbe (*Salicertum incano-pupreae*). Drevesni sloj tu še ni razvit. Poraščenost je sklenjena. Med vrbami prevladujeta rdeča (*Salix purpurea*) in siva (*Salix eleagnos*) vrba. V zeliščnem sloju so zastopane vrste iz drugega pasu. V drugem, tretjem in četrtem pasu se pojavljajo tudi **invazivne oziroma tujerodne vrste**, ki ponekod sestavljajo samostojne sestoje; te lahko izločimo kot povsem samostojen pas. Od osmih tujerodnih vrst, ki so opisane v biološkem portalu (medmrežje 18), smo na prodiščih našli štiri. Nekateri avtorji k invazivnim vrstam prištevajo še številne druge, med drugim robinijo (*Robinia pseudoacacia*), ki smo jo našli na nekaterih prodiščih. Najpogostejše invazivne vrste so žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera* Royle) (slika 8), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in japonski dresnik (*Falliopa japonica*) (slika 6).

Na prodiščih smo opazili, da se invazivne vrste razširjajo predvsem tam, kjer imajo dovolj svetlobe. Na mestih namreč, kjer drevesni sloj na tla meče senco, so zelo skromno zastopane. **Četrty pas** je prehodni pas med prodiščem oziroma prodiščnim rastlinstvom in gozdom ali kmetijskimi zemljišči zunaj prodišča. Sestavljajo ga predvsem vrste gozdnih robov, ki jih Zupančič in Žagar (1998) prav tako opisujeta kot pionirske vrste. V tem pasu vrbe običajno niso več zastopane. Najbolj razvit je grmovni sloj. Prevladujejo rdeči dren (*Cornus sanguinea*), navadna kalina (*Ligustrum*

vulgare), beli gaber (*Carpinus betulus*), navadna krhlika (*Frangula alnus*), črni bezeg (*Sambucus nigra*), enovrati glog (*Crataegus monogyna*), brogovita (*Viburnum opulus*) in dobrovita (*Viburnum lantana*).

Prehodni pas prehaja v gozd, ki ga sestavljata predvsem združbi *Alno incanae-Pinetum sylvestris* varieteta *geographica Omphalodes verna*, in *Brachypodio-Pinetum*. Slednja je na nekoliko višji razvojni stopnji in že vsebuje vrste iz primarnih, torej hrastovih, gabrovih in bukovih gozdov, ki so tu uspevali preden so bili antropogeno izkrceni.

Na izbranih prodiščih torej primarna sukcesija poteka od zelnatih vrst v drugem pasu, sestojev vrb, vrst v prehodnem pasu, gozdov bora do hrastovih, gabrovih in bukovih gozdov. Kmetijska zemljišča, ki mestoma sledijo prehodnemu pasu, so namenjena predvsem paši in košnji, na nekaterih mestih tudi njivam. Breg nasproti prodišča je običajno poraščen z vrstami v drevesnem, grmovnem in zeliščnem sloju. Razvita je tudi mahovna plast. Tik ob reki prevladujejo higrofilne rastline, višje pa rastlinske vrste, opisane v prej omenjenih gozdnih združbah. V prvem, drugem in tretjem pasu **mahovni sloj** ni razvit.

Vpliv poplav na prodiščno rastlinstvo smo lahko opazovali septembra 2010, ko je Gorenjsko zajelo močno deževje. Teden dni po njem, ko je voda ponovno dosegla normalno raven, smo ponovno obiskali prodišče S101 (slika 12). Ugotovili smo, da je bilo celotno prodišče poplavljenno. Rastlinske vrste v prvih pasovih so ostale, del proda je odneslo, tako da so bile ponekod vidne koreninice. Na nekaterih mestih, predvsem za večjimi grmi, je voda odložila drobnejše gradivo. Najbolj uničen je bil prehodni pas, predvsem njegov zeliščni sloj. Tu je bila razlika v stanju pred poplavo in po njej najočitnejša. Na prodišču B103 smo lahko v času visoke vodne ravni opazovali rastline, ki so bile dalj časa poplavljene. Navadnemu repuhu, dolgolistni meti in različnim vrstam dresni visoka voda ni škodovala. Na listih repuha so se odložili drobnozrnato gradivo in manjši prodniki.

Petkovšek (1939) opisuje bogato **alpsko floro**, ki vsakoletno vzklije na rečnih bregovih iz semen, ki jih hudourniki naplavlajo v Savo Dolinko. Na terenu je bilo res opaziti razlike med vrstami v začetnih pasovih na prodiščih D101 in D102 ter na drugih prodiščih, vendar vrst, ki so opredeljene kot izrazito alpske, nismo našli veliko. Omeniti moramo prodiščno hrustavko (*Chondrilla chondrilloides*), trebušasto zvončnico (*Campanula cochlearifolia*) in ozkolistno ciprje (*Epilobium angustifolium*). Med njimi Lippert (1990) le za trebušasto zvončnico kot rastišča navaja izključno skalne razpoke, skalni grušč in gruščnate trate. Rastišča prodiščne hrustavke so vezana izključno na prodišča. V Sloveniji je bila najdena na prodiščih Soče in Save (Wraber 1965). Ozkolistno ciprje pa raste na različnih nadmorskih višinah, vse od nižavja do več kot 2000 m (Lippert 1990). Vse tri našete vrste smo našli le na obeh prodiščih v srednjem toku reke Save Dolinke, nižje pa ne. Razlog, da se nižje ob toku ne pojavljajo, so lahko drugačne podnebne razmere, povsem možno pa je, da je pot diaspor po toku navzdol prekinjena z različnimi infrastrukturnimi objekti v strugi.

MATJAŽ GERŠIČ



Slika 15: Prodišče pred poplavo.

MATJAŽ GERŠIČ



Slika 16: Prodišče po poplavi.



Slika 17: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste na prodiščih: zgoraj levo breskova dresen (*Polygonum persicaria*), zgoraj desno alpska hrustavka (*Chondrilla chondrilloides*), spodaj levo trebušasta zvončnica (*Campanula cochleariifolia*) in spodaj desno navadni repuh (*Petasites hybridus*).

6.2 Podorno gradivo

Veliki skalni podori so sestavni del Zemljine geomorfološke preteklosti in tudi, češar se premalo zavedamo, sodobnosti. Skozi čas bistveno vplivajo na razvoj in videz površja ter učinkujejo tudi na druge prvine pokrajine. Glede na svojo razsežnost lahko prizadenejo živo naravo: rastline, živali in človeka, pa tudi njegove dejavnosti.

V gorskem svetu se površje razmeroma hitro spreminja. Razni eksogeni dejavniki ter gravitacija stalno in vztrajno, vendar večinoma počasi, sproščajo in odnašajo gradivo z gora v doline. Obdobno pa se v nižje lege nenadno premestijo velike kamninske gmote ali kar cela pobočja (Zorn 2002). Podor bi najlažje opisali kot pojav, ko se del trdne kamnine odcepi od strmega pobočja in s padanjem, odbijanjem in kotaljenjem zgrmi v dolino. Podori so pogostejši na bolj strmih pobočjih, kjer je kamnina dobro razpokana (Easterbrook 1999, 74 v Zorn 2002).

Skalni podori so eden vidnejših in hitrejših geomorfni procesov nasploh. Dogajajo se v gorskem svetu, pa tudi na strmih bregovih rek in klifnih morskih obalah (Zorn 2002). Za številne podore manjših razsežnosti nikoli ne izvemo, saj se dogajajo na nenaseljenih in odročnih območjih. »... Nanje nas spomnijo šele geomorfni procesi večjih razsežnosti, ki povzročijo škodo na stanovanjskih in infrastrukturnih objektih. ...« (Pavšek 1994; Komac in Zorn 2002; Zorn 2002, 151).

»Za razumevanje neprestanega geomorfnega dogajanja, katerega del so podori, je pomembno razlikovanje med **vzroki** in **povodi** zanje. Na prvi pogled so podori posledica potresov ali močnejših padavin, toda pri teh gre le za tako imenovane sprožitelje (povode). Delujejo razmeroma kratek čas in odločajo le o času sprožitve gradiva, ne pa tudi o tem, kaj in koliko gradiva se bo sprožilo. O sprožitvi odloča splet dlje časa trajajočih dejavnikov (vzrokov), ki s hitrostjo in intenzivnostjo delovanja vplivajo na to, ali se bo del pobočja tudi resnično premaknil, ko bo nastopil »sprožitelj« (na primer potres), ali pa bo ta potres le še eden izmed vzrokov, ki počasi načenjajo stabilnost pobočja. Nek dogodek je torej povod le v tistem trenutku, ko dejansko pride do sprožitve gradiva, v ostalem času pa je le delček v mozaiku vzrokov, ki pripeljejo do sprožitve ...« (Komac in Zorn 2002, 11). Po dogodku se na pobočju vzpostavi novo dinamično ravnovesje, ki traja do takrat, dokler novi vzroki ne načnejo pobočja do te mere, da ga povod lahko znova podre. Gre torej za odprt sistem, kjer se vedno znova vzpostavlja dinamično ravnovesje: vsaki spremembi okoliščin sledi prilagoditev celotnega sistema (Komac in Zorn 2002, 11; Zorn 2002; Komac in Zorn 2007).

Poglavitni vzroki in povodi za nastanek podorov so zelo podobni vzrokom in povodom za nastanek ostalih pobočnih procesov. Med vzroke prištevamo potrese, vremenska dogajanja, mehansko, biološko in kemično preperevanje kamnine, ledeniško, rečno in vetrno erozijo ter antropogene posege v pobočja. Med povode pa uvrščamo potrese, vremenske dogodke (kot so ekstremne padavine in spomladansko odtaljevanje razpok) in tudi človekove posege v pobočja (Zorn 2001).

Posledice skalnih podorov so navadno dobro vidne v naravi (Komac in Zorn 2009), vplivajo pa tudi na človeka. Spremembe se dogajajo na celotnem območju poti gradiva, od mesta sprožitve do mesta akumulacije. Učinke oziroma posledice delovanja skalnih podorov in drugih pobočnih procesov v pokrajini lahko najbolje razložimo z razdelitvijo celotne površine, kjer podor učinkuje, na tri ločena območja (Mikoš 1995; Zorn 2001; Komac in Zorn 2002; Zorn 2002):

- območje nastanka in sproščanja (območje odloma),
- območje premeščanja in spreminjanja (območje poti v dolino),
- območje odlaganja in zastajanja (območje akumulacije).

Seveda pa se učinki medsebojno prepletajo in lahko delujejo na vseh ali na le enem od zgoraj naštetih območij. Tako na območju nastanka prihaja do sprememb reliefa (stenskih oblik), nastanka tenzijskih razpok in med drugim tudi do učinkov na človekovo delo (poškodbe planinskih poti in alpinističnih smeri). Na območju pre-

meščanja se zgoraj naštetim učinkom pridružijo še poškodbe prsti in rastlinstva, infrastrukture in drugih človeških objektov (tudi stanovanjskih), poleg tega se pojavi tudi možnost zračnega udara. Na mestu, kjer se gradivo akumulira, pa se lahko pojavijo spremembe v morfologiji površja, hidrologiji (pri večjih podorih niso redka podorna jezera in poznejše poplave), rastlinstvu (dostikrat njegovo popolno uničenje) in mikroklimi. Podorno gradivo lahko ogrozi, poškoduje ali zasuje infrastrukturo, stavebne oziroma naselja, spremeni podobo kulturne pokrajine, v izjemnih primerih pa lahko katastrofalni dogodki načrtajo celo nove politične, kulturne in jezikovne meje. Spomin na tovrstne dogodke se mnogokrat ohranja v krajevnih in ledinskih imenih ter človekovi kulturi (Zorn 2001 in 2002).

Na podlagi **starosti** lahko skalne podore razdelimo na prazgodovinske, zgodovinske in recentne. Prve določamo na podlagi posebnih datacijskih postopkov. Nanje nas opozarja velika količina grušča, ki je posledica intenzivnega mehanskega prepevanja na nepoledenelih območjih. Prav tako jih lahko prepoznamo po balvanih na morenskem gradivu, ki so bili sekundarno premeščeni. Po umiku ledenikov so pobočja izgubila oporo in zato so bili podori pogostejši. Spoznavanje zgodovinskih podorov omogočajo številni viri, pa tudi ljudska izročila. Sodobne podore najlažje opazimo v gorskem svetu, kjer nas obdaja vse polno grušča različnih dimenzij, tudi v obsežnih meliščih. Poleg odloženega gradiva nas na podore opominjajo konkavne stenske oblike, ki opozarjajo na manjkajoče gradivo v pobočju. Mesta svežih odlomov so zlahka prepoznavna, saj se tamkaj apnenec in dolomit, ki večinoma gradita naše gore, kot posledica prepevanja obarvata z rumenkastim ali rdečkastim odtenkom (Zorn 2002, 160).

Poleg členitve po starosti lahko skalne podore razčlenimo tudi glede na **skupno prostornino premaknjenih gnot**. V nemški geografski literaturi je ločnica med podorom in odlomom pri prostornini $0,01 \text{ km}^3$ (10 milijonov m^3) gradiva, ob tem to prekrije vsaj $0,5 \text{ km}^2$ veliko območje (Abele 1971, 8 v Komac in Zorn 2007). Komac in Zorn (2007, 47) opozarjata na približnost kvantitativnih opredelitev in rabo slovenskih izrazov. Izraz skalni podor dejansko uporabljamo že za bistveno manjšo količino sproženega gradiva. S podori večjih razsežnosti, ki bi ustrezali nemški klasifikaciji, v sodobnosti nimamo opravka.

Kot zadnjo omenimo inženirsko-geološko opredelitev oziroma tipizacijo skalnih podorov glede na **način in obliko premikanja** ter nekatere druge lastnosti. Uporablja se tudi v geografiji oziroma geomorfologiji (Vidrih in Ribičič 1999; Komac in Zorn 2007, 48).

Kot pomembna pokazatelja starosti podornega gradiva sta prepoznani stopnji poraslosti in razvoja prsti (Abele 1971, 187 v Komac in Zorn 2007, 40). Na podlagi sukcesije lahko razlikujemo predvsem podore iz različnih zgodovinskih obdobj, za podore, ki so nastali z zgolj nekajletnim zamikom, pa ta metoda ni uporabna (Komac in Zorn 2007, 40).

Hitrost sukcesije je odvisna od številnih dejavnikov in je na različnih območjih zelo raznolika. Počasnejša je v visokogorju, kjer rast zavira krajša rastna doba rastlin, in v sušnih gorskih predelih (Komac in Zorn 2007, 42). V disertaciji Abele (1971, 189–190

v Komac in Zorn 2007, 42) ugotavlja, da se razlike v poraslosti ne pojavljajo zgolj med različnimi skalnimi podori, pač pa tudi znotraj podornih območij. Pomembno je spreminjanje ekspozicije, naklona in reliefu prilagojene mikrokline na zelo majhnih razdaljah. V kotanjah se pogosto ujame hladen zrak in povzroči zmrzalno preperevanje (Abele 1971 v Komac in Zorn 2007, 42). Le nekaj metrov vstran so lahko razmere povsem drugačne. Poglavitni vzrok za tovrstne razlike je razgiban relief (Zorn 2001). To je pri preučevanju podorov na Dobraču (Zorn 2005) ugotovila tudi Pichornerjeva (1998), ki izpostavlja še pomen naklona. Ta naj bi vplival na zadrževanje vode, saj ta s strmin prej odteče, ujame pa se v raznih konkavnih oblikah in tamkaj pomaga pri tvorjenju prsti.

Kot enega glavnih vzrokov pri poteku sukcesije Abele (1974 v Pichorner 1998) navaja vrsto kamnin. Površje zgodovinskih skalnih podorov je na karbonatnih območjih povečini še slabo poraslo. Poleg pojavljanja suš zaradi vodoprepustnosti kamnin, nastanek prsti upočasnjuje tudi korozija, ki odnaša kamnino v raztopini. Tako na nastanek preperine vplivata le mehansko in biogeno preperevanje, preperina pa se zaradi spiranja lahko zadrži le v razpokah in raznih konkavnih oblikah. Proces poteka počasi in z njim tudi sukcesija (Pichorner 1998, 82).

Pichornerjeva (1998, 84) izpostavlja pomembnost drobnozrnate strukture tal (o prsti praktično še ne moremo govoriti), ki so sposobna zadržati vsaj minimalno količino hranil in na ta način omogočajo naselitev enostavnejših vrst rastlin. Hitrost razvoja prsti in rastlinstva je večja na območjih z več drobnozrnatega gradiva (Komac in Zorn 2007, 42).

Rastlinstvo se na podornem gradivu razvija v treh stopnjah (Abele 1971, 187 v Komac in Zorn 2007, 41–42):

- najprej se naselijo pionirske rastline, ki so sposobne preživeti v ekstremnih razmerah in koreninijo v skalnih razpokah,
- s preperevanjem po daljšem obdobju nastane plitva plast humusa, kar omogoči rast različnih zelišč, trav in praproti,
- z razvojem humusnega horizonta nastane gostejša rastlinska odeja s pionirskim drevjem, rdečim borom (*Pinus sylvestris*), vrbo (*Salix sp.*), brezo (*Betula sp.*) in maceonom (*Larix decidua*).

Med preučevanjem podornega gradiva pod Dobračem so faze zaraščanja še podrobneje opisali avstrijski biologi. Pri tem so upoštevali specifične podora: nadmorsko višino, karbonatno gradivo in druge okoliščine (Pichorner 1998, 84–88):

- Prvi naseljenci podornih območij so pripadniki enostavnih rastlinskih vrst: lišajev, mahov, sršajev in drugih. Skorajda od samega začetka je prisoten tudi rdeči bor, ki kot izrazito nezahtevna vrsta poseli povsem gole skalne površine. S postopnim zaraščanjem se podorno gradivo stabilizira in iz odmrlih delov rastlin počasi nastajajo zametki prsti. Med prvimi blazinastimi rastlinami na podornem gradivu se naseli spomladanska resa (*Erica carnea*). Z njo se začne nekakšna prehodna faza med neporaslimi tlemi ter gozdnim sestojem rdečega bora in spomladanske rese.

- Sledi faza sestoja rdečega bora in spomladanske rese, v kateri so pionirske rastline soočene s pomanjkanjem svetlobe. Sestoj se uveljavlja postopoma, veliko predelov je ob tem še vedno neporaslih.
- V naslednji fazi je prst že bolj razvita in je sposobna zadržati dovolj vlage za rast višjih rastlin. V sestoji je čedalje uspešnejša smreka (*Picea abies*), zato ga imenujemo borovo-smrekov gozd. Smreka bor počasi preseže po višini in ga začne izrivati, iz gozda pa se dokončno umakne spomladanska resa. V podrast se začnejo naseljevati kisloljubne vrste, kot sta borovnica (*Vaccinium myrtillus*) in brusnica (*Vaccinium vitis-idaea*), tla porašča mah.
- Zadnja faza pred klimaksnimi bukovimi združbami je mešani smrekov gozd z debelejšim (do 20-centimetrskim) profilom prsti in kisloljubnimi vrstami v podrasti. Bor se ne pojavlja več, uspevati pa začno prve bukve (*Fagus sylvatica*).

Sukcesijo na podornem gradivu smo preučevali v dolini Gebnovega potoka (opomba: na zemljevidih je običajno napačno naveden kot Grebenov potok) pod Velikim vrhom (2088 m) v Košuti. Gre za največji znani zgodovinski podor pri nas. Po grobih ocenah naj bi z južnega pobočja gore v dolino zgrmelo med 20 in 100 milijonov kubičnih metrov gradiva (Zorn 2001), na kar nas še vedno opominjajo približno 7,5 ha velika podorna stena, melišče pod njo (Birški plaz) in obilica podornega gradiva. Temu lahko v dolžini dobrih pet kilometrov sledimo vse do Podljubelja, natančneje do predelov naselja, imenovanih Plaz in Deševno (Zorn 2002). Podor je nastal v dachsteinskem apnencu jugozahodno od Velikega vrha, kjer v smeri vzhod–zahod poteka Košutin prelom (Buser in Cajhen 1977).

Nenavadno je, da se kljub izjemnosti dogodka za zdaj ni našel še noben natančnejši zapis. Znane so le približne navedbe, iz katerih je mogoče sklepati na čas dogodka. Več piscev predvideva, da je podor nastal približno v času beljaškega potresa, ki se je zgodil 25. januarja 1348 (Koblar 1895; Seidl 1895; Gruden 1910; Badjura 1953 v Zorn 2002). V luči novejših raziskav je o tem vse manj dvomov (Natek, Mrak in Braucher 2013).

Prvi dostopni znanstveni zapisi o podoru segajo v leto 1954, ko je Melik (1954, 94) odloženo gradivo in skalne bloke v dolini Pod Košuto (dolina Gebnovega potoka) napačno označil za morensko gradivo. S čelno moreno ledenika, ki naj bi segal po dolini vse do zaselka Plaz, je povezoval tudi njegovo ime. Skalovje na dnu doline (na nadmorski višini od 750 do 900 m) je pripisoval celo starejšim, riškim morenam. Sploh ni dvomil o tem, da so ljudje zaselek napačno poimenovali po podornem kamenju, saj naj ne bi vedeli, da gre v bistvu za morensko gradivo. Gradivo je pozneje kot morensko označeno tudi na geološki karti (Buser in Cajhen 1977; Buser 1980). Po Šifererjevem (1969) mnenju naj bi gradivo v dolini Pod Košuto pripadalo ablacijski moreni, saj naj bi bil ledenik ob umikanju povsem prepojen z gradivom, ki je dotekal z vršnega dela Košute. Veliki skalni bloki na območju zaselka Plaz naj bi bili po Šifererju ostanke čelne morene ledenika.

Komac in Zorn (2007) prav nič ne dvomita o podornem izvoru gradiva. Pojav sta umestila v čas s pomočjo opazovanja razvoja prsti in stopnje poraslosti. Območje je primerljivo z zgodovinskimi dobraškimi podori, katerih čas nastanka je znan, saj sta ugotovila podobno stopnjo razvoja prsti in rastlinstva (Komac in Zorn 2007, 73). Na določenih mestih (na nadmorskih višinah od 750 in 790 m, od 840 do 900 m in od 980 do 1150 m) v dolini Pod Košuto namreč skorajda ni prsti in rastlinstva, v večjem delu pa sta prstena in rastlinska odeja že razviti. »... *To gre pripisati dejstvu, da se je podorno gradivo potem, ko je treščilo na tla, začelo valiti in podirati gozd pred seboj. Pomešalo se je s prstjo in vodo, verjetno tudi s snegom (če je skalni podor nastal konec januarja 1348). Gmota je verjetno v srednjem delu proti dolini stekla v obliki drobirskega toka in se po nekaj kilometrih zaustavila nekje med Deševnim in Logom v Podljubelju. Zaradi vsebnosti drobnih in grobozrnatih delcev se je območje spet hitro zaraslo. Neporaščene so ostale le večje skalne gmote, s pomočjo katerih lahko danes določimo obseg podora...*« (Komac in Zorn 2007, 73).

Območje podora in njegovo okolico je intenzivno preučevala tudi Mrakova (2003 in 2004; skupaj s sodelavci 2010). Morenski nasip, ki pa ga sedimentološko ni dokazala, je v reliefu zabeležila le na samem začetku doline, na stiku z dolino Mošenika. Njena presoja se je z določanjem zaobljenosti gradiva (vsi delci v dolini so oglati) in merjenjem drobnih kraških oblik na gradivu (zgolj nekaj milimetske oblike) nagnila k podornem izvoru gradiva v dolini, ki naj bi bila po njenem mnenju v pleistocenu ledeniško preoblikovana (Mrak 2003). Pozneje se je na gradivu v dolini Pod Košuto lotila natančnejšega merjenja drobnih kraških oblik in na podlagi tega možnost, da je gradivo v dnu doline morenskega izvora, v celoti zavrnila. Mikrokraške oblike so namreč zelo slabo razvite, kamnini pa sta brez izjeme triasni dachsteinski in grebenski apnenec, ki gradita najvišje dele Košute. Razlago geneze zapleta dejstvo, da je gradivo odloženo zgolj na desni strani doline (Mrak 2004). Pozneje se je Mrakova s sodelavci lotila še natančnejše datacije gradiva, kar je izvedla z metodo datiranja površinske izpostavljenosti. Po analizi vzorcev matične podlage s celotnega območja podora in nižje ležečega gradiva so sklenili, da je podor na Velikem vrhu posledica potresa na območju Furlanije, do katerega je prišlo 25. januarja 1348. Starost gradiva so ocenili na 740 ± 71 let, za zanesljivejše rezultate pa bi bilo treba uporabljeno metodo izboljšati (Mrak s sodelavci 2010).

Južna pobočja Velikega vrha in Zajmenovih peči porašča gozdna združba bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo platanifoliae-Fagetum*), ki uspeva na različnih rendzinah in tudi bolj razvitih rjavih prsteh. Zaradi pobočnih procesov, erozije in gospodarske rabe je gozd precej degradiran. Na zahodnem pobočju Kofc prevladujejo smrekovi gozdovi drugotne gozdne združbe navadne smreke in vijugaste masnice (*Avenello flexuosae-Piceetum*). Gre za gospodarsko pomembne, v preteklosti že večkrat povsem izsekane gozdove, ki uspevajo na zelo kisli distrični rjavi prsti.

Za območje podornega gradiva je značilno kamnito površje z redkim rastlinjem. To se razrašča v majhnih otočkih, nekatere odpornejše rastlinske vrste pa uspevajo posamič. Rastejo iz gruščnate skalne podlage ali iz skalnih razpok in so bolj ali manj razširjene po celotni površini podora. Vmes se brez pravega reda pojavljajo površine brez rastlinskega pokrova. Ponekod sestava tal z različnimi frakcijami kamenja spominja na melišče, drugod, predvsem v konkavni zgornji polovici, prevladujejo precej veliki in neprehodni skalni bloki. Med njimi tu in tam iz razpoke gleda kakšen grmiček gole vrbe (*Salix glabra*) in kranjske krlhlike (*Rhamnus fallax*), redkeje je opaziti manjše primerke smreke in rdečega bora.

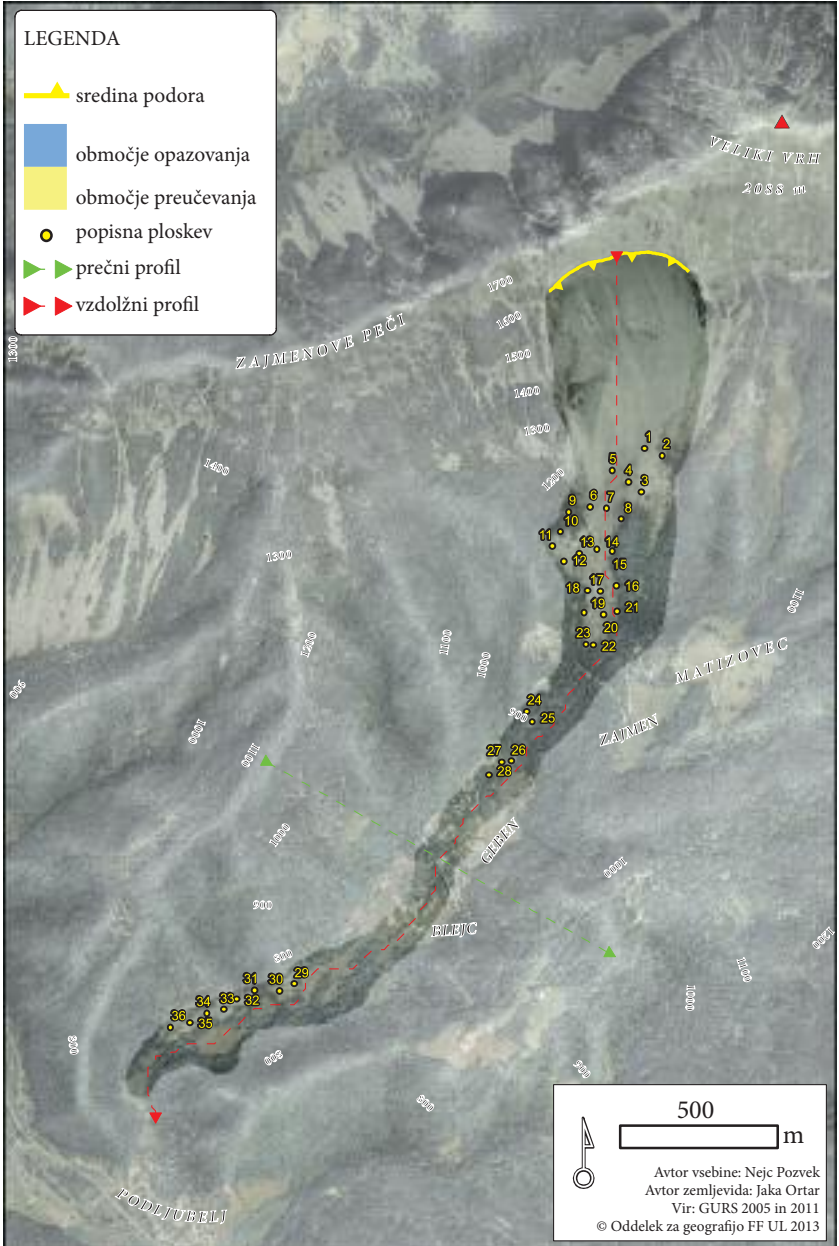
Če zanemarimo nekatere večje povsem gole površine, lahko ocenimo, da je rastlinstvo razmeščeno dokaj enakomerno, z nekaj bujnejšimi zgostitvami v ugodnih legah. Najbolj izrazito podoba pokrajini podora brez dvoma dajejo drevesa rdečega bora, ki težavnim ravnim razmeram kljubujejo tudi v dokaj nenavadnih pojavnih oblikah. Če potegnemo vzporednico z macesnom in njegovo odsluženo visokogorsko obliko viharnikom, potem bi bil primeren izraz za rdeči bor, ki uspeva v najzahtevnejših gorskih razmerah, bojevnik. Drevesa s svojimi kreaturami sama navajajo k takšnem poimenovanju.

Druga opaznejša drevesna vrsta je smreka. Gre predvsem za številne pritlikave primerke, ki so se šele dobro prijeli, do uveljavitve pa jih verjetno čaka še stoletja dolga pot. Prav zato ob prvem pogledu na podorno območje smrečje ni opazno, čeprav po številu primerkov daleč prekaša vse ostale vrste.

Uspešno se razraščajo nekatere grmovne vrste. V najvišjem delu sta takšni gola vrba in kranjska krlhlika, ki se jima v nižjih predelih podora pridružijo še nekatere. V spodnjem delu se začne pojavljati brin (*Juniperus communis*), vedno več je črna gabra (*Ostrya carpinifolia*) v njegovi grmovni obliki, redkeje srečamo navadni češmin (*Berberis vulgaris*). Na gozdnem robu se uveljavljajo tudi drugi listavci in že dosega višino do 10 metrov. Predvsem na zahodnem robu sta takšna jerebika (*Sorbus aucuparia*) in mokovec (*Sorbus aria*). Takoj ko stopimo v gozd in golo skalovje prekrije plitva rendzina, predvsem pa pod 1000 metri nadmorske višine, že poganja bukev. V višjih legah je skrita precej bolj v zavetje gozda. Macesen (*Larix decidua*) se pojavlja povsem sporadično. Na območju podora so uveljavljeni le posamezni primerki, bolj številni so ponekod ob njegovem robu (Pozvek 2013).

V raziskavi smo popisali le **olesenelo rastlinstvo**, ki je trajno, opazno prek celega leta, in mu lahko določimo attribute, denimo višino in pokrovnost. Zaradi velikosti območja in težavne orientacije na monotoni gruščnati površini smo popis izvedli na **popisnih ploskvah** velikosti 100 m² (1 ar oziroma 10 × 10 m). Izbrali smo jih načrtno, na podlagi ekspertne ocene. Določili smo, naj ležijo na isti izohipsi v vodoravnem razmiku približno 50 metrov med zunanjsima robovoma ploskve, izohipse s plosk-

Slika 18: Območje preučevanja, območji opazovanja in razmestitev popisnih ploskev. ►



vami pa so bile določene z ekvidistanco 50 višinskih metrov, zato se razdalja med izohipsami na terenu spreminja odvisno od njegovega naklona. S takšnim pristopom smo želeli kar najbolj zajeti rastlinske razmere (razlike in podrobnosti) na podoru.

Celotno območje podora smo razdelili na **območje preučevanja**, za katerega smo izvedli natančnejše analize, in **območji opazovanja**, ki smo ju pregledali predvsem zaradi možnosti primerjave in morebitnega nadaljnega raziskovanja, pa tudi zaradi boljšega vpogleda v problematiko. Popis olesenelih rastlin smo opravili na skupno 36 popisnih ploskvah, od tega jih je 23 na območju preučevanja, preostalih 13 pa na območjih opazovanja.

V celoten popis smo zajeli skoraj 1300 rastlin in 13 rastlinskih vrst. Ob vpisu na popisni list smo vsaki določili vrsto, višino in pokrovnost. Ocenili smo tudi višino rastline in jo na podlagi tega uvrstili v enega od treh razredov:

1. razred: do 1 m,
2. razred: od 1 do 3 m,
3. razred: nad 3 m.

Podobno smo ocenjevali pokrovnost. Definirali smo jo kot površino, ki jo pokriva posamezna rastlina in določili naslednje razrede:

1. razred: do 1 m²,
2. razred: od 1 do 5 m²,
3. razred: nad 5 m².

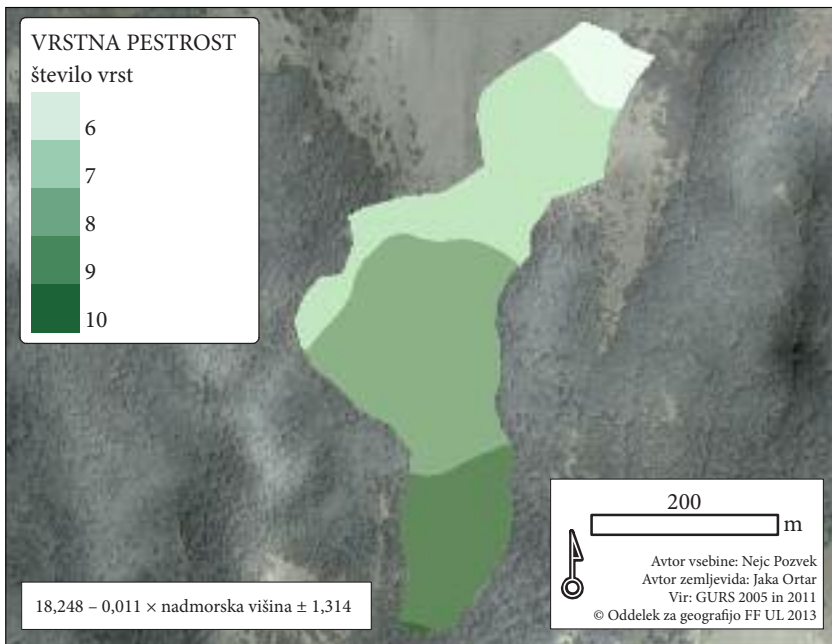
Za navedene razrede smo se odločili na podlagi predhodnih opazovanj rastlinstva na terenu in ocenili, da bi z njimi najbolj povzeli stanje rastlinstva ter obenem poenostavili popis in grupirali podatke za potrebe analiz.

Pri ocenjevanju in analiziranju **vrstne pestrosti** smo kot temeljni podatek izbrali število različnih rastlinskih vrst na posamezni popisni ploskvi in na ta način tudi definirali vrstno pestrost. Zanimalo nas je, kako se spremenljivka vrstna pestrost obnaša v povezavi z nadmorsko višino in oddaljenostjo od odlomne ploskve podora. Test normalnosti porazdelitve je pokazal ustrezno porazdelitev spremenljivk, na razsevnem grafikonu pa smo razbrali linearno povezanost, ki je bila v razmerju med vrstno pestrostjo in oddaljenostjo od odlomne ploskve podora sicer težje določljiva. Pearso-
nov koeficient korelacije je pokazal zmerno negativno (-0,60) povezanost nadmorske višine in vrstne pestrosti. Skladno s pričakovanji je bila povezanost med spremenljivkama oddaljenost od odlomne ploskve in vrstna pestrost zmerno pozitivna (0,59).

Zaradi statistično pomembne povezanosti nadmorske višine oziroma oddaljenosti od odlomne ploskve z vrstno pestrostjo smo se odločili za uporabo enostavne linearne regresije. Vrstno pestrost smo uspešno napovedali na podlagi nadmorske višine. Pri napovedi na podlagi oddaljenosti od odlomne ploskve podora pa se je konstanta regresijskega modela izkazala za statistično nepomembno. Sicer je model statistično pomemben pri 5-odstotnem tveganju, pogoj linearnosti pa ni kršen, saj ni jasnega odnosa med napovedanimi vrednostmi in napakami napovedi. Nizek regre-

Preglednica 1: Statistika (število in delež) popisanih rastlinskih vrst na vseh treh območjih podora in skupno.

vrsta rastline	območje preučevanja	delež (%)	območje opazovanja 1	delež (%)	območje opazovanja 2	delež (%)	celotno območje	delež (%)
rdeči bor	144	18,2	50	27,6	99	32,4	293	22,9
smreka	210	26,5	61	33,7	118	38,6	389	30,4
macesen	14	1,8	3	1,6	4	1,3	21	1,6
mokovec	6	0,8	3	1,6	0	0,0	9	0,7
kranjska krtljka	148	18,7	0	0,0	4	1,3	152	11,9
gola vrba	105	13,3	4	2,2	4	1,3	113	8,8
črni gaber	11	1,4	21	11,6	52	17,0	84	6,6
mali jesen	14	1,8	4	2,2	0	0,0	18	1,4
navadni brin	33	4,2	7	4,0	3	1,0	43	3,4
navadni češmin	1	0,1	1	0,6	2	0,6	4	0,3
spomladanska resa	86	10,8	27	14,9	20	6,5	133	10,4
rušje	18	2,2	0	0,0	0	0,0	18	1,4
jerebika	2	0,2	0	0,0	0	0,0	2	0,2
SKUPAJ	792	100,0	181	100,0	306	100,0	1279	100,0



Slika 19: Napovedana vrstna pestrost na podlagi nadmorske višine.

sijski koeficient jasno sporoča, da je strmina regresijske premice majhna. Nenavaden rezultat lahko pripišemo razmeroma majhnemu številu enot v modelu (23). Drug razlog pa bi lahko bil sorazmerno nizek determinacijski koeficient (R^2), katerega vrednost je le 0,329. Iz tega sledi, da lahko z oddaljenostjo od odlomne ploskve pojasnimo le slabo tretjino vzrokov za variabilnost vrstne pestrosti na popisni ploskvi. Model ima torej majhno moč pojasnjevanja variabilnosti (Kušar 2013).

V nadaljevanju smo želeli preveriti še, ali je vrstna pestrost odvisna od lege popisnih ploskev oziroma njihove razporeditve po območju podora. Sklepali smo, da se vrstna pestrost povečuje s približevanjem robu podornega gradiva in hkrati gozdnemu robu, oziroma, da se povečuje z oddaljevanjem od središčnega, pričakovano aktivnejšega dela podora.

Odnos med lego popisne ploskve in vrstno pestrostjo smo preverili z analizo varianca, ki omogoča preučevanje vpliva neodvisne nominalne spremenljivke, v našem primeru lega popisne ploskve, ki je lahko ob robu ali v središču preučevanega območja, na odvisno številsko spremenljivko, v našem primeru vrstno pestrost. Vse popisne ploskve ob robu območja, kjer mejijo na bolj poraslo površje ali gozd, smo uvrstili

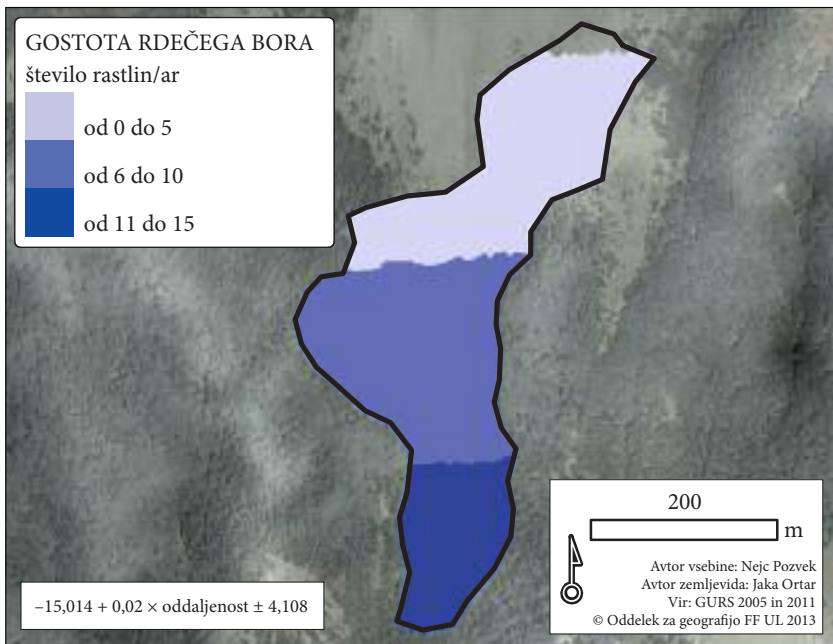
v eno skupino, ostale, ki imajo bolj središčno lego, pa v drugo skupino. Razmerje varianc med skupinami in znotraj skupin razloži F-test. Kljub temu, da so variance homogene, rezultat kaže, da lega popisne ploskve ne vpliva na vrstno pestrost.

Vrstna pestrost rastlin na popisnih ploskvah je torej povezana z nadmorsko višino in do neke mere tudi oddaljenostjo od odlomne ploskve, ne pa tudi z oddaljenostjo popisne ploskve od središča podora oziroma bližino njegovega roba in obenem gozda.

Gostoto rastlin smo opredelili kot število rastlin na enoto popisa, to je popisno ploskev. Na območju preučevanja smo popisali skupno 792 primerkov na 23 ploskvah. Poenostavljeno to pomeni, da bi na eni popisni ploskvi lahko pričakovali v povprečju malce več kot 34 olesenelih rastlin. Vendar so dejanske vrednosti zelo različne. Pred delom smo predpostavljali podobno kot pri analizi pestrosti rastlinskih vrst: gostota rastlin naj bi se povečevala z oddaljenostjo od odlomne ploskve in z zniževanjem nadmorske višine. Povezave med spremenljivkami smo preverili z enakimi metodami kot za spreminjanje vrstne pestrosti. Vse tri spremenljivke se porazdeljujejo normalno, vendar med njimi ni zaznani linearne povezanosti. Vseeno smo se lotili še izračuna Pearsonovega koeficienta, ki je razmerje med nadmorsko višino in gostoto rastlin ovrednotil kot zelo rahlo negativno ($-0,12$) in kot tako statistično nepomembno. Sko-rajda nikakršne povezave nismo zaznali tudi med oddaljenostjo od podorne ploskve in gostoto rastlin (Pearsonov koeficient je zgolj $0,09$ in je kot takšen pri 5 % tveganju statistično nepomemben). Nadmorska višina in oddaljenost od odlomne ploskve torej na gostoto rastlin ne vplivata, kar poenostavljeno pomeni, da ni podor z vidika števila rastlin na enoto popisa v svojem nižjem delu, bolj oddaljenem od odlomne ploskve, prav nič bolj porasel kot v višjih predelih. Prav tako na gostoto rastlin ne vpliva lega popisne ploskve znotraj podornega območja.

Izračun se zdi na prvi pogled malce nenavaden, še posebej če ga podkrepimo s pogledom na podorno območje, ki je zgoraj videti manj poraslo kot v srednjem in spodnjem delu. Treba je poudariti, da nas zanima gostota rastlin oziroma število primerkov na popisni ploskvi, kar pa ne smemo zamenjevati z bujnostjo rastlinja, ki morda daje občutek večje poraslosti v nižjih predelih podora. Gostota rastlin je zelo odvisna od faze razvoja gozda in nima veliko opraviti z občutkom poraslosti, ki ga dobimo z analizo digitalnega ortofoto posnetka. Upoštevati je treba še zasenčenost, ki jo povzročajo višje in bolj razrasle rastline. Opazili smo, da ponekod na podornem območju pod krošnjami rdečega bora ne uspeva nobena druga rastlina, odsotna je tudi prst. V takšnem primeru je gostota rastlin majhna, čeprav se, predvsem na podlagi ortofoto posnetkov, poraslost površja zdi velika.

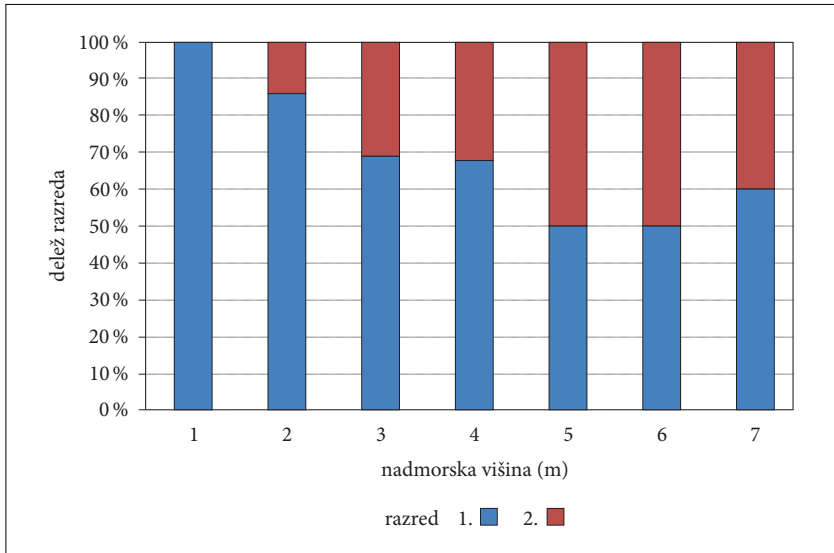
Enake analize smo opravili tudi za posamezne vrste, ki so zastopane na celotnem preučevanem območju, navadno smreko, rdeči bor, kranjsko krhliko in golo vrbo. Ugotovili smo, da se z nadmorsko višino in oddaljenostjo od odlomne ploskve podora statistično pomembno spreminja le gostota rdečega bora. Pearsonov koeficient kaže zmerno povezanost v razmerju z nadmorsko višino ($-0,65$) in še malenkostno moč-



Slika 20: Gostota rdečega bora glede na oddaljenost od odlomne ploskve podora.

nejšo povezanost v razmerju z oddaljenostjo od odlomne ploskve podora (0,70), razsevni grafikon pa linearnost povezave. Njegova gostota torej narašča sorazmerno z oddaljevanjem od podora in obratno sorazmerno z nadmorsko višino, ni pa odvisna od tega, ali je popisna ploskev bližje gozdnemu robu podora ali bližje njegovemu osrednjemu delu.

Na podoru je na prvi pogled opazno, da vse rastline niso enako visoke in ne poraščajo enake površine. Nekatere vrste vse svoje življenje uspevajo zgolj pri tleh (spomladanska resa) ali pa dosežejo do enega, največ dva metra višine (različne grmovne vrste). Te so za analizo višine manj primerne. Veliko več nam povedo drevesa, ki zrastejo več metrov visoko, če le imajo za to primerne razmere. In te razmere so na rastišču, kot je grobo kamnito podorno gradivo, zelo zahtevne. Zato se rastline razraščajo glede na možnosti, ki jih imajo, in sposobnost prilagajanja, ki jo premorejo. Podlaga je v večji meri živoskalna in zaradi prepokanosti kamnine vodoprepustna. Prepereva le počasi. Nadmorska višina oziroma površje prek temperature in ostalih vremenskih dejavnikov vpliva na skrajšano rastno dobo, manjšo zmožnost fotosinteze in posledično rasti, veter ovira pritrjevanje, sončnega obsevanja je v povprečju



Slika 21: Spreminjanje deleža razredov višin kranjske krhlike z nadmorsko višino.

manj kot v nižinskem svetu, vsako zimo groze plazovi, ki podirajo ter ruvajo šibkejše rastline in še bi lahko naštevali.

Rezultat **analize višine in pokrovnosti** izbranih rastlinskih vrst je pokazal, da so primerki rdečega bora, navadne smreke in kranjske krhlike v povprečju najvišji in najbujnejši (imajo največjo pokrovnost) v srednjem delu podora. Vsaka vrsta ima svoj optimum na drugi nadmorski višini, nekje med 1050 in 1150 m. S terenskimi opažanji lahko to potrdimo za navadno smreko in delno za kranjsko krhliko, ne pa tudi za rdeči bor.

Pri analizi so največje tveganje vhodni podatki, iz katerih smo računali deleže za posamezno vrsto. Število primerkov se namreč z nadmorsko višino spreminja, saj smo na vsaki nadmorski višini imeli tudi različno število popisnih ploskev. Zato se je treba zavedati tveganja, ki nastane z vzorčenjem in posledičnim sklepanjem iz vzorcev za celotno populacijo. V spodnjem delu, ki je na podlagi posnetkov najbolj porasel, se analiza ni izkazala. Popisne ploskve so namreč porasle dele »zgrešile«. Za kakovostnejše izračune bi jih potrebovali bistveno več oziroma bi jih morali drugače razmestiti. Poleg tega v analizo niso bile vključene preostale rastlinske vrste, ki se začnejo pojavljati šele v spodnjem delu in seveda prav tako prispevajo k poraslosti; gre za vse listavce in brinovo grmičevje.

Z vidika opravljenega dela je bila največje metodološko tveganje razmestitev popisnih ploskev. Zavedati se moramo, da smo s 23 popisnimi ploskvami ujeli manj kot

5 % preučevanega območja, zato obstaja precejšnja možnost napačnih rezultatov. Kot drugo težavo bi lahko izpostavili določitev roba podornega območja, ki ponekod bolj, drugod manj izrazito prehaja v okoliški gozd. Tako lahko uvrstitev popisne ploskve v bližino roba pomeni veliko tveganje za nenavadne rezultate. Njihovi možnosti pa se ne moramo izogniti niti sredi podora, kjer se rastlinstvo razmešča brez pravega reda in ga je včasih težko dobro ujeti v popisne ploskve.

Na podlagi videnega in terenskih raziskav sklepamo, da ima za konkretno razmestitev rastlinstva na območju podora odločujoč pomen skupek nekaterih pokrajinskih dejavnikov, ki jih lahko z eno besedo poimenujemo **mikrolokacija**. Pri potrjevanju tega sklepa smo si pomagali tudi z obstoječo literaturo (Abele 1971 in 1974; Pichorner 1998; Zorn 2001; Komac in Zorn 2007).

Poseben poudarek smo namenili vlogi **naklona**. Terenska opažanja ne dajejo jasnega vtisa o pomenu naklona na gostoto rastlin in vrstno pestrost. Zasledili smo namreč tudi dobro porasle strmine in slabo porasle uravnave, kar se zdi neobičajno. Naklon vsake popisne ploskve smo izračunali na podlagi razmestitve njenih mejnih točk v prostoru in s pomočjo digitalnega modela nadmorskih višin. S statistično analizo nismo ugotovili povezanosti med vrstno pestrostjo oziroma gostoto rastlin in naklonom popisne ploskve. Na podlagi izračunov bi lahko zaključili, da na preučevanem območju naklon popisne ploskve na vrstno pestrost in gostoto rastlin ne vpliva. Vendar pa moramo na tem mestu opozoriti na (ne)natančnost vhodnih podatkov. Predvidevamo lahko, da so lahko vrednosti, izmerjene z napravo GPS na terenu, vsaj malce nenatančne, prav tako je za tako občutljive podatke vprašljiva natančnost digitalnega modela nadmorskih višin.

Sklepamo, da je naklon le eden v vrsti dejavnikov reliefa, ki na določeni mikrolokaciji součinkujejo in soustvarjajo ugodne razmere za rast rastlin. Njegov pomen na vodne razmere je viden šele v daljšem časovnem obdobju. Tla so sposobna zadržati nekaj vode šele, ko se razpoke v kamnini in grušču zapolnijo z ostanki preperevanja (Pichorner 1998). Na podlagi teh ugotovitev lahko izpostavimo naklon kot pomemben mikrolokacijski dejavnik za razmestitev rastlinstva.

Čeprav je drobnozrnato gradivo glede na vse ugotovitve res primernejše za rast, pa nas pri terenskem raziskovanju pogosto zmoti opažanje, da je pogosto manj poraslo kot večji ali manjši skalni bloki, kjer tako rekoč na živoskalni podlagi uspeva rdeči bor, med večjimi skalami pa iz razpok poganjata gola vrba in kranjska krhlika. Vloge **razpadlosti in preperelosti matične podlage** torej ne gre jemati v absolutnem smislu. V grobem velja, da so rastne razmere ugodnejše na drobnejših frakcijah in naj bi bil torej pomen velikosti delcev matične podlage ključen, vendar pa očitno v tej fazi sukcesije še nima izrazite vloge. Ta se povečuje skozi čas, ko sukcesija napreduje in počasi nastaja tudi prst, ki se lažje tvori na bolj prepereli matični podlagi.

Kot izjemno pomemben mikrolokacijski dejavnik izpostavljam **zavetrno lego**. Pri razmestitvi rastlinstva imajo namreč izjemno pomembno vlogo večji skalni blo-



NEJC POZIVEK

Slika 22: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste na podornem gradivu: zgoraj levo gola vrba (*Salix glabra*), zgoraj desno mokovec (*Sorbus aria*), spodaj levo navadni brin (*Juniperus communis*) in spodaj desno kranjska krhlika (*Rhamnus fallax*).

ki, saj ob svojih robovih in v bližnji okolici ustvarjajo ugoden, zavetrn prostor, ki ga za svoje rastišče izkoristijo mnoge rastline. Bistvena pri tem je zaščita pred padajočim kamenjem, vetrom, snežnimi plazovi in ostalimi vplivi okolja. Pomembna je tudi vzpostavitev svojstvene mikroklimne, kjer ima ključno vlogo ekspozicija. Razlika med južno in severno stranjo skalnega bloka je lahko nepredstavlljivo velika, temperatura v ugodnih legah pa mnogo primernejša za razvoj rastlinstva. Prav tako so navadno ugodnejše vodne razmere, saj ves odtok z monolitne skale poteka po njeni površini in se steka ob njenem stiku s tlemi. Takšni, večji ali manjši skalni bloki so lahko prave oaze pionirskega rastlinja, ki se od tam širi v okolico. Na terenu smo sicer opazili tudi nekaj izrazitih skalnih blokov, za katere to ne velja, čeprav se zdi, da so izpolnjeni prav vsi pogoji. Včasih rastline najdejo ugodnejšo pozicijo celo na njihovem vrhu in neredko jih krasi kakšen primerek rdečega bora. Drugi primer zavetrne lege je »skrivanje«
rastlin ena za drugo. V tem primeru imajo višje rastoče varovalno vlogo in zagotavljajo ugodnejše rastne razmere nižje rastočim, ki se jim ni treba v enaki meri braniti pred negativnimi okoljskimi vplivi.

Pri razmeščanju rastlinstva in napredovanju sukcesije na preučevanem območju **ekspoziciji** v splošnem ne pripisujemo večjega vpliva. Vse pobočje je namreč približno enakomerno izpostavljeno proti jugu, prav tako se v znatni meri ne spreminja naklon. Razporeditev prejetega Sončevega obsevanja se v zgornjem in spodnjem delu terena bistveno ne razlikuje (medmrežje 19). Temu dejavniku bi lahko večji pomen pripisali v spodnjem delu, torej na območjih opazovanja, ki imajo dolinsko lego. Tam v ekspoziciji prihaja do bistvenih sprememb na manjših razdaljah, tako da ima ekspozicija pomemben vpliv pri ustvarjanju mikroklimatskih razmer in napredovanju preperevanja kamnine.

Številni pokrajinski dejavniki s součinkovanjem ustvarjajo ugodnejše razmere za razvoj rastlinstva od tistih v bližnji okolici. S skupnim imenom mikrolokacija jim pripisujemo odločujoč vpliv na rast rastlin in razvoj rastlinstva ter napredovanje sukcesije. Glede na njihove vplive se na območju podora razrašča rastlinstvo. Oblikuje se nekakšen nepravilen vzorec razmestitve, pri čemer so ključne zgostitve rastlin na ugodnejših mestih. Čeprav se vse rastline ne zatekajo k rasti v skupinah (prav nasprotno, veliko jih raste povsem osamljeno), je takšna oblika rasti vseeno optimalna. Na teh mestih hitreje poteka pedogeneza, večja je količina vode in hranil, večja je tudi vrstna pestrost. Na podornem območju so takšne mikrolege ključne za razrast rastlinstva.

6.3 Melišča

Melišča so akumulacijske oblike pobočnih procesov, ki nastanejo pri tokovnih (na primer kamninski zdrsi) in padajočih načinih premikanja (skalni odlomi in podori). Kamninski zdrsi nastanejo kot posledica zdrsa trdne kamnine po eni ali več nezveznostih in nato običajno zaradi oblikovanosti pobočij preidejo v padanje. Skalni odlomi in skalni podori so prav tako značilni za trdne kamnine. Takšna so na primer melišča na območju podora pod Velikim vrhom severovzhodno od Podljubelja (Komac in Zorn 2002; Komac in Zorn 2007). Melišča tvorijo pobočja z nakloni med 25 in 37, ponekod tudi do 40°. Sestavlja jih grušč kot oblika grobozrnate prepereine. Pojavljajo se sicer na različnih območjih, najpogosteje tam, kjer je prisotno močno mehansko preperevanje (Luckman 2004). Na melišča vplivajo tudi drugi dejavniki, kot so podnebne značilnosti, kamninska sestava, vpad skladov in voda. Melišča sama vplivajo na vodne razmere znotraj njih, s tem pa posledično na značilnosti prsti in rastja (Kladnik 1981).

Relief na melišča učinkuje neposredno, predvsem z reliefno energijo in nadmorsko višino. Kjer je sten več, so za nastanek melišč ugodnejše razmere, kjer pa jih je manj, so razmere slabše ali pa jih sploh ni. Nagnjenost pobočja pod steno mora biti ravno pravnja, da se na njem lahko zadrži in nabira gruščnato gradivo. Strmeje kot je pobočje, večja je moč deževnice in snežnice, ki odnašata drobne delce in prepereino ter s tem razgaljata živoskalno podlago. Za recentno reliefno dogajanje v Alpah



MATE/BLATNIK

Slika 23: Niz melišč v Kamniško-Savinjskih Alpah.

velja, da je v ospredju proces prilagajanja fosilnega ledeniškega reliefa zdajšnjemu rečnemu, prvina te evolucije pa so tudi melišča. V Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah, nekoliko manj pa v Julijskih Alpah, so severna ostenja izrazito bolj prepadna kot južna stran pogorij, več sten pa pogojuje pogostejša in večja melišča. Večja prepadnost severnih pobočij od južnih je posledica tega, da kamninski skladi na severni strani prihajajo na površje z lezikami, kar pomeni večjo prepokanost in močnejše mehansko razpadanje (Kladnik 1981).

Pomemben proces na območju melišč je preperevanje, zlasti mehansko, torej temperaturno in zmrzalno preperevanje. Temperaturno preperevanje je posledica raztezanja in krčenja kamnine ob temperaturnih spremembah. Vpliv temperaturnega preperevanja na površje ni izrazit, učinek pa se bistveno poveča ob prisotnosti vode. Pri tem prihaja do zmrzalnega preperevanja, ki je posledica povečanja prostornine vode ob zmrzovanju za 9 %. Zaradi velikega pritiska kamnina razpada (Komac in Zorn 2007).

Pomemben preoblikovalec melišč je lahko tudi voda, ki ima v obliki skoncentriranega vodnega toka na vrhu melišča precejšnjo erozijsko moč, pri čemer v sneg ali gruščnato podlago vrezuje korita. Vodni tok prenaša različno debele delce, pri čemer ob zmanjševanju pretoka najprej izpade najdebelejše gradivo, na koncu pa najdrobnejše. Končni rezultat so lahko hudourniški vršaji z inverzno sortiranostjo gradiva

(Kladnik 1981). Veter na melišča nima večjega vpliva, pomembnejša pa je snežna erozija, zlasti v obliki snežnih plazov. Plazenje na meliščih je počasno in učinkuje ploskovno (Komac in Zorn 2007). Plazovi pri tem prispevajo k akumuliranju grušča s čiščenjem in erodiranjem skalnate podlage, prav tako deloma premeščajo gradivo na samem melišču (Kladnik 1981). Snežni plazovi vplivajo tudi na izrazitejšo konkavnost melišč (Luckman 2004), saj v teh vbočenih delih ustvarjajo snežišča, ki so lahko sezonska ali trajna (Kladnik 1981).

Na melišča vpliva tudi živi svet. Alpinisti pospešujejo padanje kamenja s sten, medtem ko planinci predvsem pri sestopih uporabljajo meliščne bližnjice in s tekom po grušču premeščajo gradivo, s čimer vplivajo na njegovo sortiranost. Na ta način se v nižjih legah ohranjajo mnoga manjša melišča, ki bi se sicer fosilizirala. Tovrstni spusti so v gorah dokaj pogosti, a vseeno je mogoče reči, da je človekov vpliv točkasto osredinjen na posamezna, bolj pogosto obiskana mesta. Nasprotno pa divjad, predvsem gamsi, vpliva bolj ploskovno. Njen vpliv na prvi pogled ni tako opazen in izrazit, je pa na območju prisoten že dolgo časa in je neprekinjen (Kladnik 1981).

Ena izmed najznačilnejših prvin melišč je njihov naklon. Za večino melišč v Alpah velja, da imajo konkavno ukrivljenost. V zgornjem delu imajo večji naklon, blizu posipnega kota (34° – 37°), v spodnjem pa debelejši bloki sežejo daleč navzdol, vse do uravnanih delov površja in tvorijo mnogo blažje naklone, nekeje okrog 20° (Kladnik 1981). Gruščnato gradivo na meliščih je večinoma grobozrnato. Velikost drobirja se spreminja v vseh smereh, najbolj izrazito po pobočju navzdol. Tako v zgornjem delu prevladuje najdrobnejši grušč, debelejši pa se zaradi vztrajnosti pri padanju oziroma kotaljenju praviloma razvršča v spodnjem delu melišča (Kladnik 1981). Spreminjanje velikosti drobirja je manj izrazito v prečni smeri. Le redko se pojavlja inverzna porazdelitev grušča, pri kateri je grobo gradivo v vrhnjem delu melišč, kar kaže na fazo senilnosti (Kladnik 1981).

Pedološka plast na recentnih meliščih je praviloma kamnišče. Gre za le nekaj centimetrov globoko nerazvito prst, ki je sestavljena v glavnem iz razpadlega skeleta. Plitvost je posledica velikih naklonov melišč, zaradi katerih voda intenzivno odnaša delce prsti. Na meliščih gre za mlad in neustaljen grušč, na katerem poteka začetna faza pedogeneze. Ko pionirske rastline, ki se prve naselijo na melišča in hudourniške vršaje, odmrejo, se organska snov začne mešati z gruščem (Lovrenčak 2003). Zaradi močne erozije in zahtevnih vremenskih razmer pedogeneza ne more napredovati. Opaziti je mogoče, da na več mestih nastaja prst, na katero se nasloni rastlinstvo in jo fiksira ter fosilizira. Ta proces se dandanes dogaja na spodnji meji recentnih melišč, na približno 1500 m nadmorske višine, in na vseh nižje ležečih hudourniških vršajih. Na meliščih nad 1800 m nadmorske višine prstena odeja še ne ogroža melišč, le sporadično se med kamenjem pojavljajo manjši žepi črnic (Kladnik 1981).

Prepletanje različnih dejavnikov pri nastajanju melišč in njihova različna medsebojna razmerja so v Alpah povzročila nastanek več različnih tipov melišč. Po Kladniku (1981)

je mogoče razlikovati štiri tipe melišč, ki pa le redko nastopajo v čisti obliki, saj se večinoma prepletajo med seboj:

- podstenski tip,
- kaminsko-vršajski tip,
- žlebovno-vršajski tip,
- podtip hudourniških vršajev oziroma po Gamsu (1991) podžlebni tip.

Pri podstenskem tipu se gradivo nalaga enakomerno pod vso steno, torej ni izrazitih kolebanj v višini melišča na stiku stene in grušča. Tovrstna melišča so značilna za najvišje predele Alp, kjer so stene tako nizke, da v njih še niso nastali izraziti kamini. Drugo območje njihovega pojavljanja pa je pod stenami z največjimi relativnimi višinami, kjer se vpliv kaminov zaradi velike površine, s katere lateralno pada kamenje, popolnoma izgubi. Podstenski tip melišč je poleg kaminsko-vršajskega tipa najbolj razširjen. Značilni zanj so sklenjena melišča oziroma meliščni sklopi v podnožju sten (Kladnik 1981).

Za kaminsko-vršajski tip je značilno odlaganje gradiva v obliki, podobni majhnim vršajem. Gradivo se spušča v večjih količinah po kaminih v stenah. Kamini običajno nastanejo na mestih večje prepokanosti. Prevladujejo pod srednje visokimi stenami, kjer ploskovno padanje kamenja ni tako izrazito, da bi prevladalo nad učinkom kopičenja iz kaminov. Značilna so tudi v nižjih legah, kjer prst in rastlinstvo preprečujeta lateralno padanje kamenja in zmanjšujeta jakost preperevanja. Tako



Slika 24: Žlebovno-vršajski tip melišča na severnem pobočju Kriške gore.

delujejo le še posamezni kamini, pod katerimi se nabira gradivo. V takšnih primerih je med živimi melišči mogoče opaziti večje ali manjše količine fosiliziranega pobočnega grušča (Kladnik 1981).

Žlebovno-vršajski tip je po nastanku v marsičem podoben kaminsko-vršajske-mu, le da se pri njem zaradi žlebov, ki imajo večje dimenzije, tvorijo še mnogo izrazitejši vršaji. Lahko bi bilo mogoče govoriti celo o meliščnih vršajih. Če žleb ni prestrm, se lahko meliščno gradivo zadrži že v samem žlebu. V nasprotnem primeru se grušč sproti odstranjuje in pod žlebom kopiči na bolj blago nagnjeni matični podlagi. Ponavadi imajo tovrstna melišča zelo velike dimenzije. Mnogokrat se dopolnjujejo s podstenskim tipom, saj jih lahko mikroreliefno označimo kot podstenska, makroreliefno pa imajo slej ko prej žlebovno-vršajski značaj (Kladnik 1981).

Hudourniški vršaji ali tudi podžlebna melišča (Gams 1991) so v visokogorju zelo pogosti, zlasti v Kamniško-Savinjskih in Julijskih Alpah. Razprostirajo se predvsem v nižjih legah, poglobljena razlika z običajnimi melišči pa je v tem, da je gruščnato gradivo že sekundarno pretransportirano (Kladnik 1981). Do razlik prihaja v spomladanskem času, ko ob obilnih padavinah in taljenju snega nastajajo hudourniki. Ti imajo na vrhu melišč precejšnjo erozijsko moč, pri čemer vrezujejo v sneg in gruščnato podlago korita. Zaradi votlikave gruščnate podlage se pretok razmera hitro zmanjšuje, pri tem pa najhitreje izpadejo najdebelejše frakcije drobirja, nato drobnejši grušč in pesek ter na koncu drobnozrnato gradivo. V erozijskih žlebovih, ki se pogosto nadaljujejo še naprej od melišč, je zato od vrha navzdol vse drobnejše gradivo, ob tem pa se naklon vršaja oziroma melišča vseskozi zmanjšuje (Gams 1991).

Po klasifikaciji EUNIS (medmrežje 20) naj bi melišča predstavljala akumulacijo blokov, grušča, peska ali drobnozrnatega gradiva, ki niso eolskega izvora. Gre za večinoma neporasla območja, ki jih poraščajo le lišaji, mahovi ter redka zelišča in grmičje. V habitatni tip melišč so zajeta melišča in gruščnata pobočja kot posledica pobočnih procesov, morene in drumlini kot posledica ledeniške akumulacije, sanderji, eskerji in kemi kot posledica rečno-ledeniške akumulacije, pobočja s potujočimi skalami, kamnitimi tokovi in blokmeri, ki so posledica polzenja ob periglacialnih procesih, ter stari obalni sedimenti kot rezultat nekdanjih abrazijskih procesov. Sedimenti kot posledica vetrne sedimentacije (sipine) in ognjeniških izbruhov v ta habitatni tip niso vključeni, pač pa spadajo v tipa celinskih habitatov z redkim rastlinstvom ali brez njega in habitatov na območju recentnega vulkanizma. Visokogorska, borealna in sredozemska melišča so porasla z rastlinami dobro prilagojenih vrst. Te in njim podobne vrste lahko poraščajo tudi morene in ostale akumulacijske oblike na podobnih območjih, medtem ko jih je v drugih nižavjih zelo malo (medmrežje 20).

Na meliščih je predvsem alpsko rastlinstvo, ki je nastalo na zanimiv način. Ko so se v terciarju dvignile Alpe, je nastalo novo življenjsko okolje. Ena od njegovih glavnih značilnosti so bile in so še vseskozi nizke temperature. Prej stalni in višji tem-

peraturi prilagojene rastline so se v dolgem obdobju novemu okolju prilagodile in se pri tem tudi spremenile. Nastalo je novo rastlinstvo s prilagoditvami, ki so spremenile dotedanji način življenja in dotedanjo obliko rasti ter tako odreagirale na dražljaje novega okolja, na primer temperaturne in svetlobne skrajnosti, močan veter in izhlapevanje, pomanjkanje vode, nižji zračni tlak, skromno hrano in kratko rastno obdobje (Lippert in Wraber 2000). V tem kratkem času rastline ozelenijo, cvetijo in naredijo plodove. Tako življenjska doba traja le nekaj poletnih mesecev. Različnim življenjskim razmeram so se rastline prilagodile tudi z ustrezno razrastjo in zgradbo. Nekatere imajo močno razvit koreninski sistem, ki jim zagotavlja preskrbo z vodo, obenem pa jih trdno pritrjuje na podlago. Večina rastlin je tudi blazinastih ali rušastih. Stebelca so drug ob drugem, s čimer zadržujejo vlago, odpadli lističi pa ostanejo v blazini in tako ustvarjajo humus. Nekatere so gosto porasle z dlačicami, zato je njihova površina sivkasta ali srebrnkasta. Dlakavost jih varuje pred premočnim oddajanjem vode in škodljivimi ultravijoličnimi žarki (Ravnik 2010).



MATEJ BLATNIK

Slika 25: Nekatere najbolj značilne rastlinske vrste na meliščih: zgoraj levo dlakavi sleč (Rhododendron hirsutum), zgoraj desno okroglostni mošnjak (Thlaspi rotundifolium), spodaj levo pokalica (Silene vulgaris) in spodaj desno kernerjev mak (Papaveri kernerii).

Rastlinstvo na meliščih je odvisno od številnih dejavnikov. Nanj namreč vplivajo površinska izoblikovanost, kamninska podlaga in posledično prst, ki je nastala na njej. Mlajša, kot je kamninska podlaga, slabše je na njej razvita prst in redkeje ter z vrstami revnejše je rastlinstvo (Lovrenčak 2002). Nizanje stopenj rastlinskega zaraščanja se kaže od zgornjega dela melišč navzdol ali od srednjega dela melišč proti stranema. Sprva gre za redko pionirsko rastlinstvo, ki navzdol in vstran postaja vse gostejše, nato sledi prehod v nizko in visoko rušje ter ponekod v gozd. Glavni vzrok takega nizanja stopenj je razvitost prsti, ki je na mladem grušču kamnišče, na starejšem pa vedno bolj razvita in globlja rendzina. Na najgloblji in najbolj razviti rendzini lahko rastejo bolj zahtevne drevesne vrste, kot sta smreka in bukev (Lovrenčak 2002).

Melišča v visokogorskem pasu slovenskih Alp so porasla z združbami, v katerih rastejo alpski maki in dve vrsti mošnjakov. V visokogorskem pasu Julijskih Alp je razširjena združba julijskega maka in okrogloolistnega mošnjaka (*Papaveri ernesti mayeri-Thlaspietum rotundifolii*) z vrsto majhnih živobarvnih rastlin (Lippert in Wraber 2000). V Karavankah in Kamniško-Savinjskih Alpah se razrašča podobna meliščna združba, ki jo sestavljata belocvetni kernerjev mošnjak in rumenocvetni kernerjev mak (*Papaveri kernerii-Thlaspietum kernerii*) (Lovrenčak 1998). V spodnjem delu visokogorskega pasu, torej v subalpskem pasu, raste mlahavo bilniče z endemično travo mlahavo bilnico (*Festuca laxa*) (Lippert in Wraber 2000). Kjer se v skalnih razpokah nabere več prsti, se naselijo lišaji, mahovi in cvetnice. V subalpskem pasu poganjajo iz skalnih razpok rastline iz združbe predalpskega petoprstnika (*Potentilletum caulescentis*). V višjih predelih Karavank in Kamniško-Savinjskih Alp, redkeje pa v Julijskih Alpah, so se na nadmorski višini od 1800 do 2200 m v skalne razpoke naselile rastline, ki sestavljajo združbo clusijevega petoprstnika in zoisove zvončice (*Potentillo clusianae-Campanuletum zoysii*). Še višje najdemo združbo triglavske rože (*Potentilletum nitidae*), ki sega do najvišjih vrhov (Lovrenčak 1998).

Nekatera višje ležeča melišča se v spodnjem delu sklenejo s snežišči, zato je tam lahko prisotno rastlinstvo snežnih dolinic. To so rastišča, ki jih dolgo prekriva sneg, zato je tam rastno obdobje kratko, včasih le nekaj tednov. V slovenskih Alpah je takšno rastlinstvo razmeroma redko. Zelo značilna je združba zelnote vrbe (*Salicetum herbaceae*) (Lippert in Wraber 2000). Pogostejša je združba braunejevega petoprstnika in dvobarvnega planinščka (*Potentillo dubiae-Homogynetum discoloris*), ki uspeva na drobnem in vlažnem grušču na nadmorski višini med 1900 in 2500 m (Wraber 1978 v Lovrenčak 1998). Tudi meliščno rastlinstvo ima oblike, ki se ekološko približajo rastlinstvu snežnih dolinic. Takšne značilne rastlinske vrste so topolistna vrba (*Salix retusa*), brezstebelna lepica (*Silene acaulis*), traunfellnerjeva zlatica (*Ranunculus traunfellneri*), homulični kamnokreč (*Saxifraga sedoides*) in črnikasti rman (*Achillea atrata*) (Lippert in Wraber 2000).

Slika 26: Raziskovana območja z označenimi sondnimi melišči. ►



Legenda

- 1 Beguništica – severno pobočje
- 2 Bela peč – severno pobočje
- 3 Bela peč – severno pobočje
- 4 Vrtača – ježno pobočje
- 5 Kriška gora – severno pobočje
- 6 Kamniško sedlo – južno pobočje
- 7 Kamniško sedlo – severno pobočje
- 8 Brana – severno pobočje
- 9 Runke – severno pobočje
- 10 Mirzla gora – južno pobočje
- 11 Veliki Stador – severno pobočje
- 12 Lopa – južno pobočje

Avtor vsehbin: Matej Blatnik
Avtor zemljevida: Matej Blatnik
Vir: GURS 1998
© Geografski inštitut Antona Melika
ZRC SAZU 2013



Slovenske Alpe poleg Primorskih med Francijo in Italijo in Lombardskih Predalp med Comskim jezerom in Dolomiti spadajo med z endemiti najbogatejše predele v Alpah. Vzrok je v njihovi geografski legi. Med zadnjo ledeno dobo slovenske Alpe namreč niso bile povsem poledenele, kar je omogočilo ohranitev starejšega rastlinstva. Najbolj značilen primer endemične rastlinske vrste v slovenskih Alpah je zoisova zvončica (*Campanula zoyssii*), sem pa spadajo še froelichov svišč (*Gentiana froelichii*), vardjanov svišč (*Gentiana lutea*), kamniška murka (*Nigritella lithopolitana*), rožnordeči dežen (*Heracleum austriacum* ssp. *siifolium*) in traunfellnerjeva zlatica (*Ranunculus traunfellneri*) (Lippert in Wraber 2000). Med več kot 200 endemičnimi rastlinskimi vrstami v Sloveniji je velik delež visokogorskih. V visokogorju je najpomembnejši dejavnik, zaradi katerega so vrste zavarovane, posamično nabiranje, trganje in ruvanje (Skoberne 2007).

Območja melišč spadajo tudi med območja Nature 2000, in sicer na podlagi Direktive o habitatih, ki si prizadeva za ohranitev, varstvo in izboljšanje kakovosti okolja, vključno z ohranjanjem naravnih habitatov ter prostoživečih rastlinskih in živalskih vrst. Slovenska melišča spadajo v dva habitatna tipa. Prvega, ki velja za prednostni habitatni tip, sestavljajo srednjeevropska karbonatna melišča v submontanskem in montanskem pasu (medmrežje 21). Takšna so na primer melišča na območju Trnovskega gozda, Nanosa, Krasa in Kočevskega. Drugi habitatni tip so karbonatna melišča od montanskega do alpskega pasu, ki se razprostirajo na območju Julijskih Alp, Kamniško-Savinjskih Alp, Karavank, Pece in Snežnika (medmrežje 21 in 22).

V raziskavo sukcesije na meliščih je bilo vključenih 12 melišč: štiri na območju Karavank, šest v Kamniško-Savinjskih Alpah in dve na območju Julijskih Alp. Preučevana melišča Kamniško-Savinjskih in Julijskih Alp so povečini na nadmorski višini med 1800 in 2000 m, medtem ko so melišča na območju Karavank na nadmorski višini med 1100 in 1800 m. Najnižje ležeče melišče ima nadmorsko višino od 880 do 1170 m. Prav tako različna je velikost preučevanih melišč. Najdaljše (900 m) in po površini največje (40 ha) je melišče na severnem pobočju Begunjščice, ki po velikosti bistveno odstopa od ostalih. Ostala melišča merijo večinoma od 3 do 8 ha, najmanjša pa so dolga med 110 in 150 m in imajo površino približno 1 ha. Naklon melišč v povprečju meri med 33 in 35°, kar je blizu posipnega kota grušča. Pet melišč ima prisojno lego, sedem pa osojno (Blatnik 2012).

Na vseh preučevanih meliščih je karbonatna kamninska podlaga. Gre za triasni apnenec in dolomit, na katerih je nastala prhninasta in sprsteninasta rendzina, na ožjem območju melišč pa je plitvo karbonatno kamnišče (Pedološka karta Slovenije 2007). Rastlinski pokrov širšega območja preučevanih melišč se razlikuje zaradi različne nadmorske višine. Tako v nižjih nadmorskih višinah Karavank in ponekod v Kamniško-Savinjskih Alpah uspeva gorski bukov gozd oziroma združba bukve in platanolistne zlatice (*Ranunculo plataniifoliae-Fagetum*). Na nekdanjem območju bukovih gozdov se ponekod v Karavankah zdaj razraščata drugotna združba smreke in

Preglednica 2. Temeljne značilnosti izbranih melišč (z rdečo barvo so označene največje in z modro najmanjše vrednosti).

preučevano melišče	nadmorska višina (m)	dolžina (m)	površina (ha)	povprečni naklon (°)	število prepoznanih rastlinskih vrst
Karavanke	melišče na severnem pobočju Begunjsčice	1125–1620	40,00	32	60
	melišče na severnem pobočju Bele peči	1300–1520	4,30	33	33
	melišče na južnem pobočju Bele peči	880–1170	5,25	34	46
	melišče na južnem pobočju Vrtače	1660–1750	0,65	34	44
Alpe	melišče na severnem pobočju Kriške gore	1020–1400	7,65	34	41
	melišče na južnem pobočju Kamniškega sedla	1630–1985	6,25	35	61
	melišče na severnem pobočju Kamniškega sedla	1515–1735	8,00	34	38
	melišče na severnem pobočju Brane	1900–2020	2,00	33	42
	melišče na južnem pobočju Mrzle gore	1885–1980	1,00	34	40
	melišče na severnem pobočju od Rink	1850–2000	3,00	35	18
Julijske Alpe	melišče na severnem pobočju Velikega Stadorja	1920–1980	1,00	34	37
	melišče na južnem pobočju Lope	1865–2000	1,40	34	33

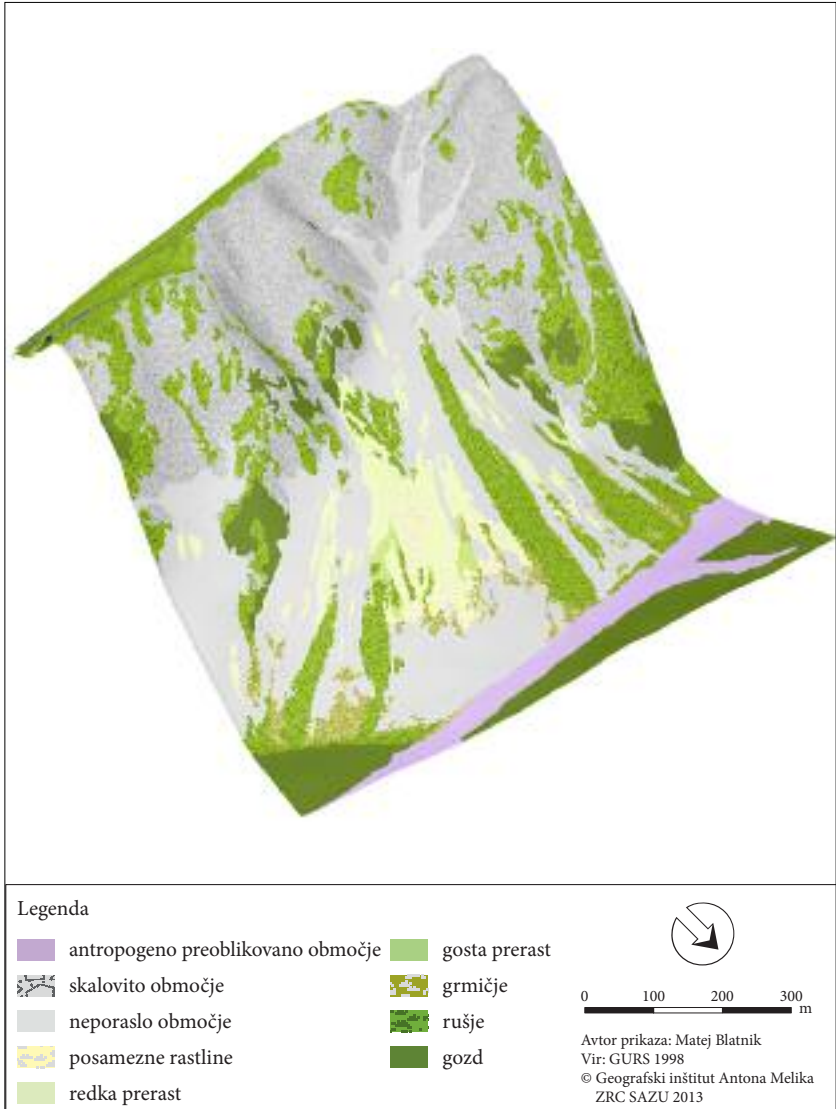
vijugaste mastnice (*Avenello flexuosae-Piceetum*). Območja melišč v višjih nadmorskih višinah Kamniško-Savinjskih in Julijskih Alp prerašča združba dlakavega sleča in navadnega slečnika z rušjem (*Rhodothamno-Rhododendron hirsuti*), ki se z naraščajočo nadmorsko višino marsikje prepleta s pasom alpskih travišč (Vegetacijska karta gozdnih združb 2002). Na ožjem območju melišč je rastlinstvo bistveno drugačno, saj je prilagojeno zahtevnejšim razmeram.

Po številu prepoznanih rastlinskih vrst prednjačita melišči na južni strani Kamniškega sedla (61 prepoznanih vrst) in na severnem pobočju Begunjščice (60 prepoznanih vrst). Na drugi strani smo na melišču na severnem pobočju Rink prepoznali le 18 rastlinskih vrst. Na preostalih devetih meliščih je število prepoznanih rastlinskih vrst zelo podobno, med 33 in 46. Omeniti velja, da je na večini melišč ostalo neprepoznanih le malo rastlinskih vrst, tako da se dejansko število bistveno ne razlikuje (Blatnik 2012).

Analiza rastlinskih pasov na meliščih je bila izvedena na podlagi terenskih opazovanj. Ob terenskem popisu je bilo neposredno na meliščih ugotovljenih 13 kategorij rastlinskih pasov, ki so določeni po lastni presoji. Kategorije so bile namreč opredeljene s pomočjo opazovanja razlik v pokrovnosti tal z rastlinstvom in na podlagi prevladujočih rastlinskih vrst, ki se v njih pojavljajo (Blatnik 2012; Blatnik in Repe 2012 in 2013).

Največkrat je zastopanih pet kategorij: rušje, gosta prerast, redka prerast, posamezne rastline in neporaslo območje. Na nekaterih meliščih so tudi drugi rastlinski pasovi, kot so drevje z gruščem, grmičje, pas kranjske kozje češnje, trave z grmičjem, blazine alpske velese, blazine alpske velese in dlakavega sleča, snežišče s kamnitimi bloki in antropogeno preoblikovano območje (Blatnik 2012).

Kategorijo **rušje** smo ob terenskem preučevanju določili zaradi močne prevlade rušja (*Pinus mugo*), ki so mu posamično primešane nekatere druge grmovne in drevesne vrste. Poleg njih ob robovih pasov uspevajo rastlinske vrste, značilne za alpska travišča. Rušje se pojavlja na večini preučevanih melišč, vendar pogosto le na njihovih obrobjih. Ker na aktivnih delih melišč težko uspeva, se pojavlja le na konkavnih območjih ali v zavetju za večjimi skalami, kjer ga ne ogroža kotaleči se gruč. Na treh preučevanih meliščih rušja ni. Na melišču na južnem pobočju Bele peči je njegova odsotnost najverjetneje posledica nizke nadmorske višine (pod 1200 m), obe melišči v Julijskih Alpah pa sta nad zgornjo gozdno mejo. V rastlinski sestavi prevladuje rušje, ki tvori sklenjeno grmovno prerast. Med drevesnimi vrstami sta mu posamično primešana smreka (*Picea abies*) in macesen (*Larix decidua*), med grmovnimi pa vrbe (*Salix sp.*), kranjska kozja češnja (*Rhamnus falax*), jerebika (*Sorbus aucuparia*) in kosteničevje (*Lonicera sp.*). V zeliščni plasti je najbolj pogost dlakavi sleč (*Rhododendron hirsutum*), poleg njega pa predstavnice alpskih travišč, kot so trave, šaši, planinski slanozor (*Heliosperma alpestre*), jacquinov čistec (*Betonica jaquinii*), ciklama (*Cyclamen purpurascens*) in druge.



Slika 27: Enkrat previšan tridimenzionalni prikaz razporeditve rastlinskih pasov na preučevanem melišču severno od Begunjščice.

Preglednica 3: Razširjenost posameznih rastlinskih pasov in najbolj značilne rastlinske vrste, ki se pojavljajo v njih.

rastlinski pas	število melišč (oziroma širše okolice melišč)	značilne rastlinske vrste
rušje	5 (9)	rušje, smreka, macesen, dlakavi sleč, ciklama, planinski slanozor, jacquinov čistec
gosta prerast	8 (11)	trave, šaši, kranjski zali kobulček, močvirna samoperka, rumeno milje, alpski ranjak
redka prerast	12	trave, šaši, navadna šparnica, sternbergov klinček, planinski pelin, črnkasti rman, izrodna zlatica
posamezne rastline	9	pokalica, ščitasta kislica, koroška smiljka, goli lepen, navadna šparnica, alpska jelenka
neporaslo območje	12	pokalica, kernerjev mak, kernerjev mošnjak, okroglostni mošnjak, alpska madronščica
drevje z gruščem	1	črni gaber, mali jesen, črni bor, mokovec, navadni češmin, brin, planinski srobot, ciklama
grmičje	2	vrbe, kranjska kozja češnja, rušje, rastlinske vrste kategorije posameznih rastlin
pas kranjske kozje češnje	1	kranjska kozja češnja, skromna podrast
trave z grmičjem	1	trave, mlade smreke, brin, navadni čober, navadni vrednik, materina dušica
blazine alpske velese	2	alpska velesa, navadna šparnica, ščitasta kislica, alpski ranjak, froelichov svišč
blazine alpske velese in dlakavega sleča	1	alpska velesa, dlakavi sleč, navadni slečnik, alpski ranjak, froelichov svišč
snežišče s kamniti bloki	4	–
antropogeno preoblikovano območje	2	–

Naslednje tri rastlinske pasove sestavljajo le zeliščne rastlinske vrste. Najbolj poraslim območjem ustrezajo pasovi **goste prerasti**. Pokrovnost tal z rastlinstvom je namreč med 50 in 100 %. Sestavljajo jo rastlinske vrste alpskih travišč, med katerimi prevladujejo trave in šaši, ki skupaj predstavljajo več kot štiri petine rastlinske mase. Ta kategorija se neposredno na melišču pojavlja v osmih primerih, zavzema pa majhne površine. To so najmanj aktivna mesta, kjer uspevanje kotaleči se gruč rastlin bistveno ne ovira. V sestavi prevladujejo že omenjene trave, med njimi večinoma bilnice (*Festuca sp.*) in vilovine (*Sesleria sp.*). Pogosti so tudi šaši (*Carex sp.*). Deleži drugih rastlinskih vrst so majhni, med njimi pa so še najbolj pogoste planinski slanozor, kranjski zali kobulček (*Astrantia carniolica*), bavarski zali kobulček (*Astrantia bavarica*), močvirna samoperka (*Parnassia palustris*) in v večjih nadmorskih višinah alpski ranjak (*Anthyliis vulneraria subsp. alpestris*).

Kategorija **redka prerast** se od goste prerasti razlikuje le v pokrovnosti tal, ki je manjša, med 20 in 50 %. Pojavlja se namreč v nekoliko bolj aktivnih delih melišč, kjer rast rastlin deloma ovirajo pobočni procesi. V rastlinski sestavi tudi v tej kategoriji prevladujejo trave in šaši, med drugimi rastlinskimi vrstami pa so najbolj značilne navadna španica (*Biscutella laevigata*), planinski pelin (*Achillea clavennae*), izrodna zlatica (*Ranunculus hybridus*), alpska jelenka (*Athamanta cretensis*), trebušasta zvončica (*Campanula cochleariifolia*) in v višjih nadmorskih višinah črnkasti rman (*Achillea atrata*). Kategorija se pojavlja na vseh preučevanih meliščih, vendar ima različne površinske deleže; več je je na tistih meliščih, ki so tudi sicer bolj porasla, na slabše poraslih meliščih pa je slabše zastopana.

Kategorija **posamezne rastline** predstavlja območja z najredkejšim zeliščnim rastlinstvom. Pokrovnost tal z rastlinami je zaradi izpostavljenosti gruču nizka (pod 20 %), najbolj značilna rastlinska vrsta pa je pokalica (*Silene vulgaris*), ki je zelo pogosta na vseh meliščih. Druge značilne rastlinske vrste so navadna španica, alpska jelenka, trebušasta zvončica, ščitasta kislica (*Rumex scutatus*), koroška smiljka (*Cerastium carinthiacum*), goli lepen (*Adenostyles glabra*) in kernerjev mak (*Papaver kernerii*). Kategorija posameznih rastlin je zastopana na vseh preučevanih meliščih in ima običajno velike površinske deleže.

Kategorija **neporaslo območje** običajno zavzema največje površinske deleže melišč. Gre za najbolj aktivne dele melišč, kjer rastlinam onemogoča rast kotaleče se in polzeče kamenje. Kljub temu na nekaterih mestih rastejo posamezne rastline, ki so najbolj prilagodljive na nestabilno podlago in kotaleči se gruč. To so največkrat kernerjev mak, pokalica, ščitasta kislica, alpska madronščica (*Linaria alpina*), kernerjev možnjak (*Thlaspi kernerii*) in okroglostni možnjak (*Thlaspi rotundifolium*).

Preostalih osem kategorij rastlinskih pasov se pojavlja samo na nekaterih meliščih. To so drevje z gručem, grmičje, pas kranjske kozje češnje, trave z grmičjem, blazine alpske velese, blazine alpske velese in dlakavega sleča, snežišče s kamnitimi bloki in antropogeno preoblikovano območje.

Za kategorijo **drevje z grušcem** je značilno redko drevje z bolj ali manj redko podrastjo, v katero se zajedajo jeziki grušča z melišča. Kategorija je popisana samo na melišču na južnem pobočju Bele peči. V drevesni plasti se poleg smreke in macesna pojavljajo predvsem submediteranske vrste, kar je značilno samo za to preučevano melišče. To so črni gaber (*Ostrya carpinifolia*), mali jesen (*Fraxinus ornus*), črni bor (*Pinus nigra*), navadni češmin (*Berberis vulgaris*), navadni brin (*Juniperus communis*) in mokovec (*Sorbus aria*). V zeliščni plasti se prepletajo meliščne in gozdne rastlinske vrste.

Kategorija **grmičje** je izločena na meliščih na severnih pobočjih Begunjščice in Kriške gore. Značilna zanjo je razpršena rast grmov na manj aktivnih delih melišča, ki so praviloma v spodnjem delu melišč in ob pasovih rušja. Najbolj značilne grmovne vrste so gola vrba (*Salix glabra*), velelistna vrba (*Salix appendiculata*), rušje in kranjska kozja češnja. Med grmičjem se pojavljajo tudi zeliščne vrste, ki po gostoti in rastlinskih vrstah ustrezajo kategoriji posameznih rastlin.

Pas kranjske kozje češnje se pojavi le na manj aktivnem delu melišča na severnem pobočju Kriške gore. Od pasov grmičja in rušja se razlikuje po tem, da v zgornjem (višjem) delu melišča uspeva in se skoraj izključno pojavlja le kranjska kozja češnja. Poleg nje so prisotna še posamezna drevesa smreke in macesna, zeliščna plast pa je skromna.

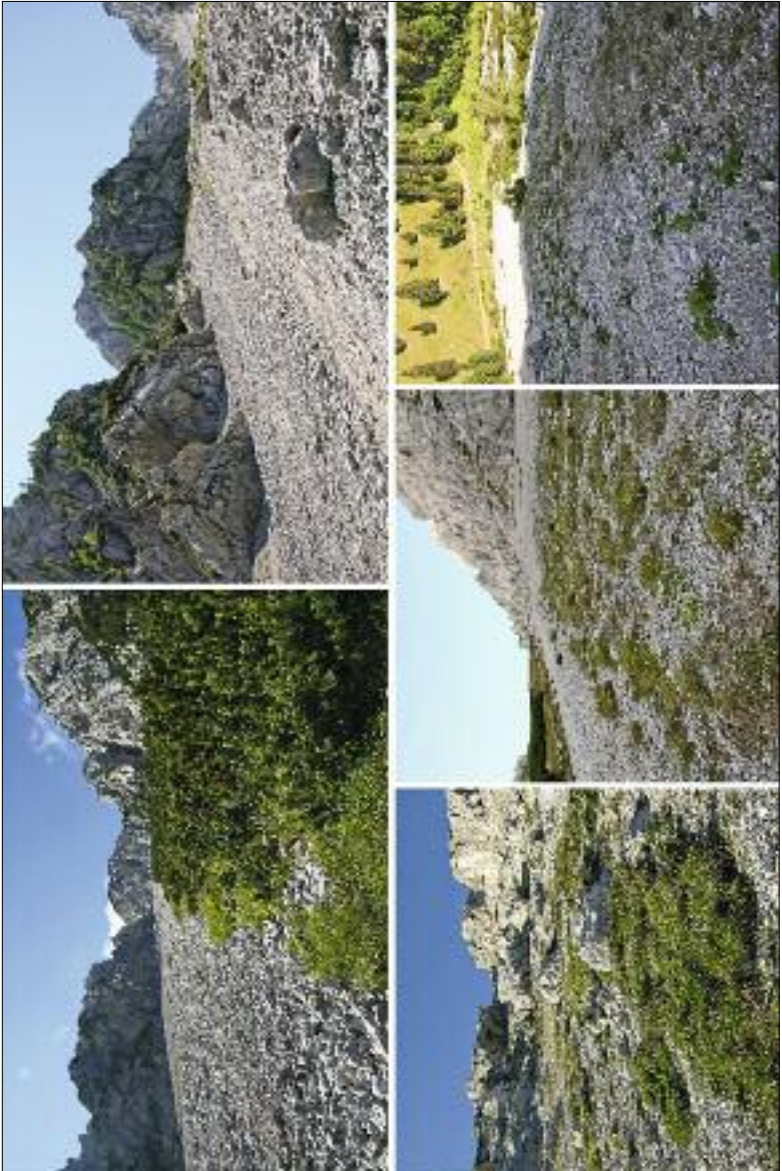
Kategorija **trave z grmičjem** je zastopana le na melišču na južnem pobočju Bele peči. Po nekaterih značilnostih spominja na kategorijo gosta prerast. Gre namreč za prevlado travnatih vrst in pokrovnost tal nad 50 %, vendar so tu prisotni tudi grmički (brin in mlade smreke). Drugačna je tudi rastlinska sestava v zeliščni plasti, kjer se poleg trav v večji meri pojavljajo še navadni čober (*Calamintha menthifolia*), navadni vrednik (*Teucrium chamaedris*), materina dušica (*Thymus sp.*) in pokalica.

Kategorija **blazine alpske velese** je zastopana na preučevanih meliščih na severnih pobočjih Brane in Rink. Prevladujoča rastlinska vrsta je alpska velesa (*Dryas octopetala*), ki ima blazinasto razrast. Druge rastlinske vrste so skromno zastopane, med njimi pa so bolj značilne navadna šparnica, ščitasta kislica, alpski ranjak in froelichov svišč (*Gentiana froelichii*).

Podobna kategorija rastlinskega pasu je **blazine alpske velese in dlakavega sleča**, ki smo jo ugotovili le na melišču na severnem pobočju Brane. Od kategorije blazine alpske velese se razlikuje po navzočnosti dlakavega sleča, ki je skupaj z alpsko veleso prevladujoča rastlinska vrsta.

Za kategorijo **snežišča s kamnitimi bloki** je značilno, da je zastopana v spodnjem delu melišč, kjer je dovolj ravnega površja, da se na njem lahko kopičijo kamniti

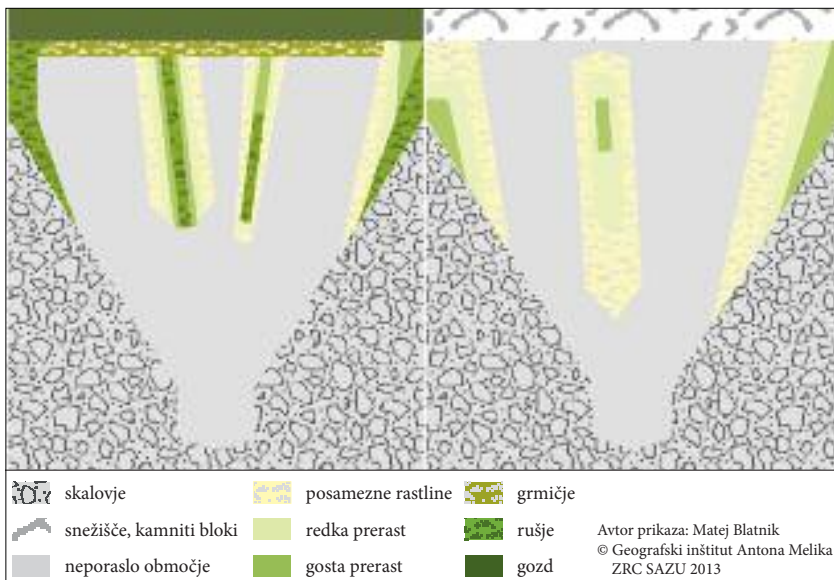
Slika 28: Najbolj pogoste kategorije rastlinskih pasov: zgoraj levo pas rušja, zgoraj desno neporasla zemljišča, spodaj levo gosta prerast, spodaj v sredini redka prerast in spodaj desno posamezne rastline. ►



MATEJ BLATNIK

bloki in sneg. Značilno zanjo je tudi, da je na dovolj veliki nadmorski višini in v osončni legi, tako da se nakopičeni sneg lahko ohrani v poletne mesece. Med preučevanimi melišči so takšna štiri: na severnem pobočju Velikega Stadorja, južnem pobočju Lope, severnem pobočju Rink in južnem pobočju Mrzle gore; slednji sta si nasproti in se zaključita s skupnim snežiščem.

Na dveh meliščih smo izločili tudi kategorijo, ki je takšna zaradi večjega vpliva ljudi in jo poimenovali **antropogeno preoblikovano območje**. Prvo je ob spodnjem delu melišča na severnem pobočju Begunjščice. Gre za nekdanje območje gozda, ki so ga posekali, zdaj pa so tam pašniki in sedežnica smučišča Zelenica. Drugo, na območju melišča na južni strani Kamniškega sedla, je nastalo zaradi planincev, ki si s tekom po melišču krajšajo pot v Dolino Kamniške Bistrice. Vpliv se kaže v premeščanju gruča, zato rastline ne morejo normalno rasti, v spodnjem delu melišča pa je mogoče opaziti tudi povečano akumulacijo gruča. V manjši meri planinci vplivajo tudi na melišče na severnem pobočju Rink. Po njem namreč poteka planinska pot na Koroško Rinko, ki pa je v primerjavi s potjo na Kamniško sedlo manj obljudena in zato manj obremenjena. Poleg tega planinci za spust uporabljajo različne poti, zato je njihov učinek razpršen in na prvi pogled neopazen.



Slika 29: Poenostavljen model tipičnega melišča pod zgornjo gozdno mejo (levo) in nad njo (desno).

Na preučevanih meliščih je razporeditev rastlinskih pasov precej podobna, saj se bolj ali manj na vseh pojavljajo temeljni pasovi, kot so rušje, gosta prerast, redka prerast, posamezne rastline in neporaslo območje. Razlike se pojavljajo le zaradi različne nadmorske višine uspevanja nekaterih rastlinskih vrst (na primer odsotnost drevesnih in grmovnih vrst na meliščih nad zgornjo gozdno mejo) in drugih lokalnih značilnosti, ki vplivajo na oblikovanje nekoliko drugačnih kategorij rastlinskih pasov (Blatnik 2012).

Poudariti je treba predvsem razlike med melišči pod in nad zgornjo gozdno mejo. Za melišča, ki so pod njo, je značilno, da so na njihovi spodnji meji največkrat gozd ali pasovi rušja, večkrat tudi v medsebojni prepletenosti. V večini primerov se pasovi rušja pojavljajo tudi na konkavnih območjih med melišči oziroma meliščnimi vršaji in na nekaterih mestih, kjer so pobočni procesi manj intenzivni. V nižjih delih melišč se ponekod pojavlja tudi pas grmičja z redkim zeliščnim rastlinstvom. Pasovi goste prerasti, redke prerasti in posameznih rastlin so različno razporejeni, največkrat se pojavljajo v spodnjem in osrednjem delu melišč. Med preučevanimi melišči jih je pod zgornjo gozdno mejo največ na območju Karavank, takšno pa je tudi melišče na severnem pobočju Kriške gore. Na meliščih nad zgornjo gozdno mejo je najlažje opaziti odsotnost gozda, v večini primerov pa tudi odsotnost rušja in grmičja. Na njihovi spodnji meji so pogosti kamnitimi bloki in snežišča, ki se v konkavnih delih lahko obdržijo tudi čez poletje. Marsikje so na spodnji meji melišč tudi visokogorska travišča. Razporeditev preostalih treh značilnih pasov (gosta prerast, redka prerast in posamezne rastline) je podobna kot pri nižje ležečih meliščih. Med preučevanimi melišči so nad zgornjo mejo izključno melišča na območju Kamniško-Savinjskih in Julijskih Alp (Blatnik 2012; Blatnik in Repe 2012 in 2013).

6.4 Gradbene jame

Dandanes je v urbanem okolju čedalje več opuščenih degradiranih zemljišč. Med njimi so tudi gradbene jame, ki že vrsto let čakajo novega lastnika ali investitorja, ki bi omogočil nadaljevanje pred časom začetih projektov. Medtem pa narava poskrbi, da se gradbene jame spreminjajo v življenjski prostor najrazličnejših rastlinskih in živalskih vrst. Ko se na takšnih območjih prične sukcesija, jih lahko v zelo kratkem času prerase pester preplet rastlinstva. Zaradi svojiskih, v splošnem neugodnih razmer lahko pričakujemo, da jih bodo poseljevale rastline, ki jim to ustreza.

Zaradi posebne rabe zemljišč tovrstna območja prekrivajo tako imenovane prsti urbanih območij, ki jih uvrščamo med urbane tehnosole (medmrežje 23). Skromne rastiščne razmere ne omogočajo uspevanja zahtevnejšega rastlinja, zato prevladujejo pionirske in tujerodne invazivne vrste. Rastline v antropogenih okoljih, kot so gradbene jame, v prvih fazah sukcesije trpijo pomanjkanje hranil in včasih vode. Izpostavljene so tudi visokim temperaturam, zato sadike in semena pogosto propadejo.

Poleg tega so zaradi vplivov človeka substrati velikokrat obremenjeni s težkimi kovinami, kar upočasnjuje primarno sukcesijo.

Navadno gre za pionirske vrste, ki izboljšujejo rastiščne razmere za vrste, ki jim v sukcesiji sledijo (Cojzer 2011). Zaradi svetovne menjave dobrin, med drugim tudi rastlin, se dogaja, da na določena ozemlja vdirajo tujerodne rastline (Weijden, Lewis in Bol 2007). Te izkoristijo proste niše in se uveljavijo na območjih z neprijaznimi razmerami (Maynard in Nowell 2009), tudi v gradbenih jamah. Ker so brez naravnih sovražnikov, se hitro razrastejo in postanejo invazivne, tako da so lahko grožnja biodiverziteti in našemu zdravju, lahko pa povzročajo celo gospodarsko škodo (Kus Veenvliet 2009; Maynard in Nowell 2009).

Velik okoljski problem je, če se na območjih njihovega razraščanja pojavlja erozija, ki jo večkrat sproži in pospešuje človek, pri čemer je sukcesija občasno prekinjena. Za sukcesijo sta namreč ključna drobno gradivo in organska snov, ki zmanjšujeta probleme, povezane z majhno vodno kapaciteto, pomanjkanjem hranil, erozijo, ob tem pa blažita visoke temperature v prsti (Borgegård 1990).

Sukcesijo po Clementsovih fazah je mogoče opaziti tudi v urbanih pokrajinah, kjer pa se zaradi vplivov človeka razlikuje od sukcesije v naravnem okolju. Njen začetek sproži mehanizacija, ki na določenem območju uniči prst in rastlinstvo. Ko se na takšnem območju naselijo in uveljavijo nove vrste, te najpogosteje ne izhajajo iz naravnega okolja, ampak ima običajno velik vpliv hortikultura dejavnost. Tudi naslednji fazi, v katerih se začeta tekmovanje med vrstami ter prilagoditev območja, nista podobni fazam sukcesije v naravnem okolju. V mestu nekaterim rastlinskim vrstam, ki sicer v takih razmerah ne bi preživele, pomaga človek, medtem ko nekatere druge vrste zatira. Tekmovalnost v urbanem okolju delno usmerjata tudi vrtnarstvo in kultura. Urbana sukcesija se sklone s fazo stabilizacije, vendar brez klimaksa. Takšno končno fazo lahko opredelimo kot subklimaks oziroma plagioklimaks (Gilbert 1991).

Terensko delo smo opravili v gradbenih jamah v Ljubljani. Obsegalo je popis rastlinstva in odvzem vzorcev prsti. V gradbeni jami Šumi ob Slovenski cesti je potekalo konec julija 2013, v gradbeni jami Šmartinka ob Šmartinskem parku pa na začetku avgusta istega leta. V sklopu popisa, ki smo ga izvedli po Braun-Blanquetovi metodi (Poore 1955), smo vsako od gradbenih jam razdelili na več območij, na pobočja z različno ekspozicijo in dno. Na vsakem od njih smo izbrali 9 m² veliko popisno ploskev. Rastlinskim vrstam smo določali kombinirano število pokrovnosti, številčnosti in združenosti. Nabrane in popisane rastline smo določili s pomočjo rastlinskih določevalnih ključev. Nato smo na podlagi popisa določili rastlinske združbe, ki poraščajo različna pobočja in dna. Združbe smo poimenovali z delovnimi imeni, ki odražajo večinsko rastlinstvo posameznih območij. Značilne so le za poletne mesece, saj je lahko v preostalih rastnih obdobjih rastlinska sestava drugačna. V gradbeni jami Šumi smo vzeli pet vzorcev iz petih profilov prsti, v gradbeni jami Šmartinka pa sedem vzorcev iz petih profilov, saj sta pri dveh razvita dva horizonta. Analize prsti smo izvedli



ANA SEHRT

Slika 30: Pogled na del opuščene gradbene jame Šumi.

v fizičnogeografskem laboratoriju. Vzorcem smo izmerili pH-vrednost, s suhim sežigom smo določili delež organske snovi, določili smo tudi hidrolitično kislost in kationsko izmenjevalno kapaciteto ter izvedli mehansko analizo (Lovrenčak in Vovk Korže 2001).

Gradbena jama Šumi je v središču Ljubljane, med Slovensko cesto na severovzhodu ter Elektrotehniško-računalniško strokovno šolo in gimnazijo Ljubljana na jugovzhodni strani. Rušenje nekdanjih objektov tovarne Šumi in uničenje bližnjega parka se je začelo poleti 2006. Ko so porušene objekte odstranili, je sledilo arheološko izkopavanje, ki je potekalo kar tri leta, od leta 2007 do leta 2010.

Prvotni gradbeni načrt je predvideval večnamenski objekt s kinodvoranami, trgovinami, z gostinskim lokalom, s poslovnim prostorom, z garažnima hišama in s predstavitvijo arheoloških najdb na tem območju (medmrežje 24). Pozneje so projekt opustili, zamenjal se je tudi investitor (Petkovšek 2012b). Do za zdaj zadnjega posega na območju porušениh objektov je prišlo julija 2011, ko je bilo območje delno prekopano in nasuto za potrebe parkirišča. Zdaj je zaprto. Kot takšno je prazen, človeku, delno pa tudi naravi odvzet in seveda zelo moteč prostor v strogem središču mesta.

Prava gradbena jama je na območju, kjer je bil prej park, območje nekdanjih objektov pa je nasuto za potrebe že omenjenega nekdanjega parkirišča. Gradbena jama

meri 1971 m². Višinska razlika med njenima dnom in obodom je povprečno 2 m. Matično podlago sestavljata karbonatni prod in pesek, pomešana z gradbenim materialom in odpadki. Gradbena jama je reliefno razgibana, kar se odraža tudi v zaraščenosti pobočja in dna. V bližini jame je Park Zvezda, ki ga krasijo javorolistne platane (*Platanus acerifolia*), ob Slovenski cesti pa rastejo črni topoli (*Populus nigra*). Po opustitvi je gradbeno jamo zajela sekundarna sukcesija, saj prst iz nje ni bila odstranjena in je ostala »shramba« rastlinskih razmnoževalnih organov. Tri leta po opustitvi del rastlinstvo porašča kar 70 % površine gradbene jame.

Preglednica 4: Nekateri značilni parametri območij v gradbeni jami Šumi.

območje	ekspozicija	naklon (°)	delež zaraščenosti (%)
vzhodno pobočje	zahodna	40	100
severno pobočje	južna	30	70
zahodno pobočje	vzhodna	25	80
južno pobočje	severna	10	90
osrednje dno	–	0	70
robno dno	–	0	40
območje rimskega zidu	–	0	60
celotno območje (povprečno)	–	25	70

Glede na zaraščenost in njeno vrstno sestavo lahko gradbeno jamo Šumi razčlenimo na glavni podenoti, to je pobočja in dno, pobočja pa lahko še podrobneje razčlenimo glede na različno ekspozicijo. Posebno območje v gradbeni jami je območje rimskega zidu, ki ga zaradi drugačnih rastiščnih razmer prerašča drugačno rastlinstvo kot preostalo dno.

S popisom po Braun-Blanquetovi metodi smo ugotavljali številčnost, pokrovnost, združenost in vrstno sestavo rastlinstva gradbene jame. Natančnejši podatki o tem so predstavljeni v preglednici 5. Na podlagi popisa o vrstni sestavi smo izdelali zemljevid (slika 31) značilnih rastlinskih združb na pobočjih in dnu.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta navadna vinika in plazeči petoprstnik:

Vzhodno pobočje, ki je naslonjeno na zid Elektrotehniško-računalniške strokovne šole in gimnazije Ljubljana se močno razlikuje od ostalih pobočij v gradbeni jami. Razloga za njegove drugačne rastiščne razmere sta strm naklon (40°) in betonski zid nad pobočjem, ki ga prerašča navadna vinika (*Parthenocissus quinquefolia*). Vinička z zidu navzdol porašča velik del pobočja, vse do dna gradbene jame. Na večjo senčnost pobočja vplivajo tudi večja drevesa, ki niso bila vključena v razkopavanje. Poleg navadne viničke velik del pobočja poraščata plazeči petoprstnik (*Potentilla rep-*

tans) in trpežna ljujka (*Lolium perenne*). Ostale vrste na pobočju so navadni plotni slak (*Calystegia sepium*), navadna (*Galium mollugo*) in dišeča lakota (*Galium odoratum*), njivsko grabljišče (*Knautia arvensis*), navadna škrbinka (*Sonchus oleraceus*) in pokalica (*Silene vulgaris*). Med drevesnimi vrstami se na vrhu pobočja, kjer je naklon bolj blag, pojavita češnja (*Prunus avium*) in ostrolistni javor (*Acer platanoides*). Ob pobočju rasteta tudi figa (*Ficus carica*) in črni bezeg (*Sambucus nigra*), ki pa nista rezultat zaraščanja v času po opuščeni gradbenih delih in prekopavanju.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta navadna škrbinka in črni topol: Severno pobočje zaznamujejo sušne razmere zaradi južne ekspozicije, strm naklon (30°) in pomešanost velikih kosov gradbenega materiala (beton, žica, opeka ...) s plitvo prstjo. Rastlinstvo prekriva okrog 70 % pobočja. Najpogostejše rastline na njem so trave v zeliščni plasti ter mlada drevesa v grmovni plasti. Med travami prevladujeta laška ljujka (*Lolium multiflorum*) in enoletna latovka (*Poa annua*), ki rasteta v gostih skupinah. V zeliščni plasti sta pogosti tudi enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in navadna škrbinka, ki rasteta razpršeno po celotnem pobočju. Poleg naštetih se posamezno ali v manjših skupinah pojavljajo še kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), črna detelja (*Trifolium pratense*), navadno korenje (*Daucus carota*) in navadni repuh (*Petasites hybridus*). V grmovni plasti sta najštevilčnejša črni topol in bela vrba (*Salix alba*), sledita jima iva (*Salix caprea*) in beli topol (*Populus alba*). Na pobočju se pojavljajo tudi breza (*Betula pendula*), leska (*Corylus avellana*) in javorolistna platana.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta enoletna suholetnica in navadna škrbinka: Zahodno pobočje sestavljata antropogeni terasi, ki sta rezultat gradbenega razkopavanja. Najverjetneje je šlo za ureditev dovozne poti do dna gradbene jame, saj se pobočje prve terase blago spušča od njenega južnega proti severnemu robu. Zaradi manjšega naklona (25°) je rastlinstvo bolj pestro kot na strmejših pobočjih, pokrovnost pa je od 75 do 100 %. Glavne predstavnice tega pobočja so navadna škrbinka, enoletna suholetnica ter grobljasta draguša (*Lepidium ruderales*), ki se pojavljajo razpršeno po celotnem pobočju, na obeh »terasah«. Vmesen prostor med višjimi rastlinami porašča črna detelja, ponekod se pojavljata tudi plazeči petoprstnik in navadni repuh (*Petasites hybridus*). Na pobočju najdemo še kanadsko zlato rozgo, navadni osat (*Cirsium vulgare*), velecvetni lučnik (*Verbascum multiflorum*), navadno ivanjščico (*Leucanthemum ircutianum*), navadno korenje, navadno kislico (*Rumex acetosa*) in navadno viniko.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta črna detelja in kanadska zlata rozga: Južno pobočje se proti dnu gradbene jame spušča z blagim, vendar opaznim naklonom. Celotno pobočje porašča črna detelja, med katero najdemo kanadsko zlato rozgo, enoletno suholetnico, navadnega potrošnika (*Cichorium intybus*) in navadno škrbiniko. Na zgornjem robu pobočja se posamično pojavljajo breza, bela vrba in črni topol. Spodnji del pobočja, ki skoraj neopazno prehaja v dno gradbene jame, poraščajo navadno korenje, velecvetni lučnik, grobljasta draguša, trpežna ljujka, srednji trpotec (*Plan-*

*Preglednica 5: Rastlinstvo gradbene jame Šumi z ocenami po Braun-Blanquetovi metodi (*kombinirana ocena pokrovnosti in številčnosti ter združenosti;** rastlinam je bila dodeljena ocena, manjša od 3.1).*

območje	rastlina	ocena*
rimski zid		
drevesna in grmovna plast	bela vrba	3.1
	črni topol, češnja, iva	**
zeliščna plast	navadni otavčič – jajčar	4.1
	kanadska zlata rozga, navadna ivanjščica, navadna lakota	**
vzhodno pobočje		
drevesna in grmovna plast	češnja, ostrolistni javor	**
zeliščna plast	navadna vinika	5.5
	plazeči peterprstnik	4.4
	dišeča lakota	3.2
	trpežna ljuljka	3.2
	navadna lakota, regratovolistni dimek, navadni plotni slak, njivsko grabljišče, navadna škrbinka, pokalica	**
severno pobočje		
drevesna in grmovna plast	črni topol	4.1
	bela vrba	3.1
	iva, beli topol, leska, javorolistna platana, breza	**
zeliščna plast	navadna škrbinka	4.4
	enoletna suholetnica	4.2
	laška ljuljka	3.2
	enoletna latovka	3.2
	kanadska zlata rozga	3.1
	črna detelja, navadni repuh, navadno korenje	**

**zahodno pobočje**

drevesna in grmovna plast	bela vrba	**
zeliščna plast	enoletna suholetnica	4.4
	navadna škrbinka	4.3
	grobljasta draguša	4.2
	črna detelja	4.2
	velecvetni lučnik	3.2
	kanadska zlata rozga, navadni repuh, navadni osat, navadno korenje, plazeči petoprstnik, navadna vinika, navadna ivanjščica, navadna kislica	**

južno pobočje

drevesna in grmovna plast	beli topol, bela vrba, navadna breza	**
zeliščna plast	črna detelja	4.4
	kanadska zlata rozga	4.4
	enoletna suholetnica	3.4
	navadni potrošnik	4.1
	navadna škrbinka	3.2
	laška ljuljka, plazeči peteroprstnik, grobljasta draguša, navadno korenje, srednji trpotec, bela medena detelja, velecvetni lučnik, ozkolistni trpotec	**

osrednje dno

zeliščna plast	plazeča detelja	5.5
	grobljasta draguša	3.1
	angleška trpežna ljuljka, kanadska zlata rozga, širokolistni trpotec, navadna škrbinka, navadni sporiš, navadni potrošnik, enoletna suholetnica	**

robno dno

zeliščna plast	navadno korenje, kanadska zlata rozga, enoletna suholetnica, regratovolistni dimek, plazeča detelja, ozkolistni trpotec, navadno korenje	**
----------------	---	----

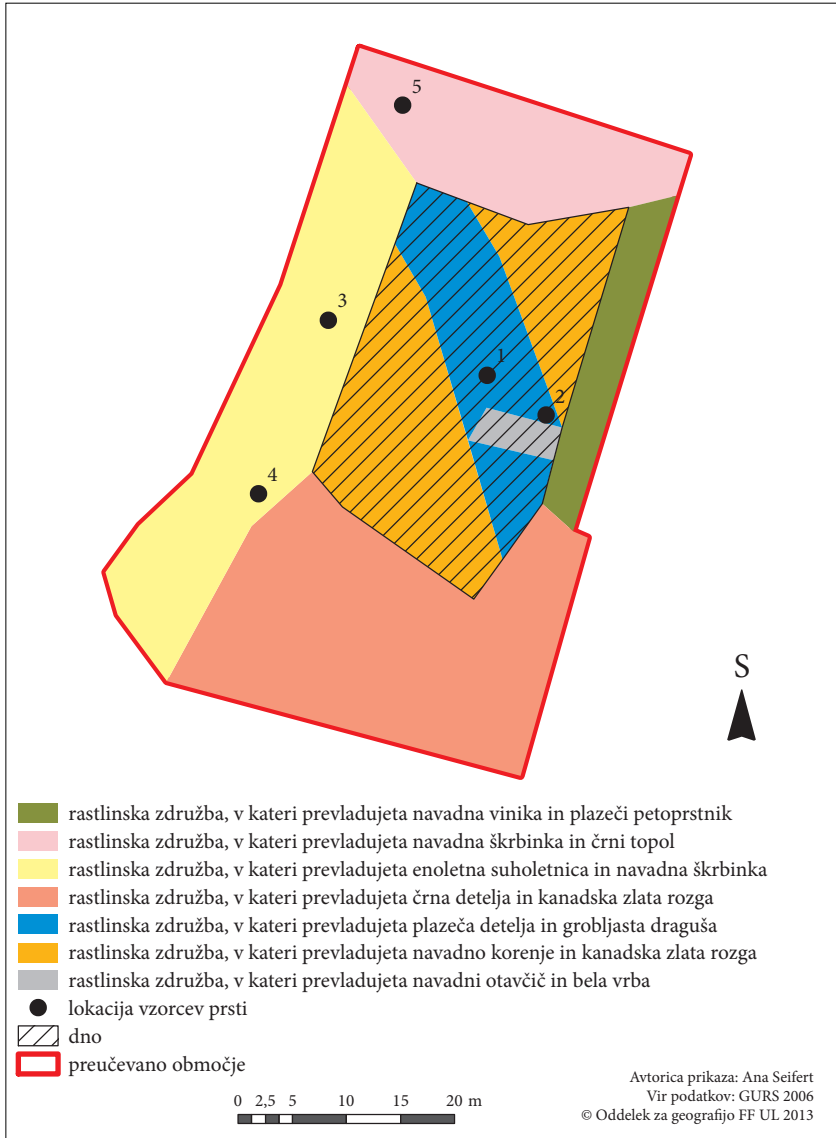
tago media), ozkolistni trpotec (*Plantago lanceolata*) in bela medena detelja (*Melilotus alba*).

Dno gradbene jame lahko glede na pokrovnost rastlinskega pokrova razdelimo na osrednji del in dva robna dela. Osrednji del z **rastlinsko združbo, v kateri prevladujeta plazeča detelja in grobljasta draguša**, poteka od severozahoda proti jugovzhodu v obliki nekaj metrov širokega diagonalnega pasu. Skoraj v celoti ga porašča plazeča detelja (*Trifolium repens*), skupaj s trpežno ljujtko. Po vrstni pestrosti dno ne zaostaja za pobočji. Na njem se pojavljajo posamezni osebki navadne škrbine, grobljaste draguše, kanadske zlate rozge, enoletne suholetnice, navadnega korenja, širokolistnega trpotca (*Plantago maior*), navadnega potrošnika in navadnega sporiša (*Verbena officinalis*). Robna dela z **rastlinsko združbo, v kateri prevladujeta navadno korenje in kanadska zlata rozga**, sestavlja podobno rastlinje kot osrednji del: plazeča detelja, navadno korenje, kanadska zlata rozga, enoletna suholetnica in ozkolistni trpotec. Precej manjša pa je njuna pokrovnost, le 20 %.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta navadni otavčič in bela vrba: Posebno območje na dnu gradbene jame je ostanek rimskega zidu iz časa rimske Emone. Iz tal gleda le vrhnji del zidu, ki je dolg od dva do tri metre, širok od 50 do 100 cm in visok od 10 do 20 cm. Med drevesnimi vrstami najdemo na njem belo vrbo, ivo, črni topol in češnjo. Vendar vse drevesne vrste glede na višino spadajo v grmovni sloj, razen bele vrbe, ki je visoka že približno 3 m. V zeliščnem sloju zid poraščajo navadni otavčič ali jajčar (*Leontodon hispidus*), kanadska zlata rozga, navadna ivanjščica in navadna lakota.

Med najpogostejšimi rastlinami, ki jih zasledimo v gradbeni jami Šumi, sta tudi invazivni tujerodni rastlini, v njej pa najdemo tudi navadno viniko, ki zaenkrat velja le potencialno invazivno tujerodno vrsto (Jogan 2009). Med rastlinami s številnimi osebki in veliko pokrovnostjo sta tudi pionirski vrsti plazeči petoprstnik in črni topol. Obe detelji na preučevanem območju sta sicer glede rastiščnih razmer nezahtevni, vendar je razlog za njun velik razrast v gradbeni jami bližina ceste. Detelja namreč spada med rastline, ki so pomemben člen v snovnem krogotoku dušika. Na njenih koreninah živijo simbiotske bakterije, ki pretvarjajo atmosferski dušik oziroma dušik iz avtomobilskih izpustov v obliko, dostopno rastlinam. Druge pogosto zastopane rastline so toploljubne rastline ruderalnih rastišč (Seidel in Eisenreich 1992).

S terenskim delom in laboratorijskimi analizami prsti smo preučili pet vzorcev prsti (preglednica 6). Prsti v gradbeni jami Šumi so rastlinam grob in sušen substrat. Na pobočjih so tehnogena kamnišča, na dnu in tam, kjer je naklon blažji, pa pararendzine. Prsti pobočij so močno skeletne. V njih prevladuje zaobljen skelet, ki sestavlja večji del profila. Tako prsti pobočij kot prsti dna so po strukturi peščene, njihova pH-vrednost je rahlo bazična, kationska izmenjevalna kapaciteta in stopnja nasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami pa sta visoki. Delež organske snovi je visok, kar je najverjetneje posledica organskih odpadkov na območju gradbene jame.



Slika 31: Rastlinske združbe v gradbeni jami Šumi.

Preglednica 6. Nekatere lastnosti prsti v gradbeni jami Šumi.

lega	tekstura	delež organske snovi (%)	pH-vrednost	kationska izmenjevalna kapaciteta	stopnja nasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami (%)
vzorec 1	dno s plazečo deteljo	3,9	7,60	50,9	97,4
vzorec 2	dno z manjšo poraslostjo	11,3	7,35	49,9	99,4
vzorec 3	zahodno pobočje	7,5	7,45	52,2	95,0
vzorec 4	južno pobočje	8,2	7,43	51,6	96,2
vzorec 5	severno pobočje	6,9	7,56	51,8	96,2

Preglednica 7. Nekateri značilni parametri območij v gradbeni jami Šmartinka.

območje	ekspozicija	naklon (°)	delež zaraščenosti (%)
jugovzhodno pobočje	severna	30	40
jugozahodno pobočje	vzhodna	25	70
severovzhodno pobočje	zahodna	35	10
jugozahodno dno	–	0	25
severovzhodno dno	–	0	25
celotno območje (povprečno)	–	30	35



ANA SEIFERT

Slika 32: Pogled na gradbeno jamo Šmartinka.

Gradbeno jama Šmartinka je rezultat projekta Stanovanjska soseska Zelena jama ob Šmartinski cesti v Ljubljani. Leži med Torkarjevo ulico na severozahodu, Rožičevo ulico na severovzhodu in jugovzhodu ter Pokopališko ulico na jugozahodu. Stanovanjska soseska Zelena jama je imela različne investitorje in različne izvajalce. Na območju so med letoma 2007 in 2009 prva zrasla stanovanja iz Stanovanjskega sklada MOL. Družba Iprojekt je nato investirala v Stanovanjsko naselje Atrium, ki so ga začeli graditi leta 2008 in dokončali leta 2010. Zatem pa je SCT d. d. investiral v izgradnjo stanovanj SCT. Gradnja teh se je začela leta 2008, že naslednje leto pa je bila ustavljena zaradi gospodarske recesije (medmrežje 25).

Gradbeno jama je globoka približno 6 m, njena površina pa je 3480 m². Matično podlago sestavljata karbonatna prod in pesek, pomešana z gradbenim materialom in odpadki. V okolici je več zapuščenih parcel, ki jih porašča podobno rastlinstvo kot gradbeno jama. V bližini sta tudi Šmartinski park in Centralno pokopališče Žale, iz katerih lahko veter lahka semena zlahka raznese do slab kilometer oddaljene gradbene jame. Dandanes je zaraščena okrog tretjina njenega površja. Čeprav tako kot gradbeno jama Šumi tudi gradbeno jama Šmartinka že tri leta sameva, sukcesija v njej ni napredovala tako hitro. Zaradi nasipavanja dna s prodrom in gradbenim materialom se je rastlinstvo moralo spoprijeti z rastiščnimi razmerami, značilnimi za primarno sukcesijo. Kljub temu vanjo z južnega in zahodnega pobočja počasi vdirajo rastline, predvsem invazivnih vrst.

Tako kot gradbeno jamo Šumi lahko tudi gradbeno jamo Šmartinka razdelimo na dno ter pobočja in nato naprej na več delov (preglednica 7). Severozahodno pobočje je bilo izvzeto iz popisa, saj so v tem delu gradbene jame že sezidani kletni prostori predvidenih projektov. Gradbena jama je v primerjavi s prejšnjo manj porasla z rastlinstvom, vendar je njegova sestava vseeno zelo pestra.

Tudi za gradbeno jamo Šmartinka smo na podlagi popisa po Braun-Blanquetovi metodi izdelali zemljevid (slika 33) značilnih rastlinskih združb, ki poraščajo njena pobočja in dno. Natančnejši podatki o tem so predstavljeni v preglednici 8.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta kanadska zlata rozga in črna detelja: Najbolj poraslo z rastlinjem je jugozahodno pobočje, razdeljeno na dva dela. V spodnjem gre za dva do tri metre visoko nasute, medsebojno zrasle kupe peska, pomešanega s plitvo prstjo. Naklon spodnjega dela pobočja je približno 25°. Rastlinska pokrovnost je na vrhu pobočja (na »terasi«) 80 %, medtem ko rastlinstvo prekriva le okrog 50 % pobočja. »Teraso« v zeliščni plasti brez reda poraščajo enoletna suholetnica, kanadska zlata rozga, navadna škrbinka, navadno korenje in laška ljuljka. Vmesni prostor pri tleh porašča črna detelja. V manjših skupinah ali posamič se pojavljajo še navadna ivanjščica, navadni lučnik, pelinolistna žvrklja ali ambrozija (*Ambrosia artemisifolia*), navadna lakota, ozkolistno ciprje (*Epilobium angustifolium*), v grmovni plasti pa uspeva robinija (*Robinia pseudoacacia*). Nad »teraso« se dviga strmejša pobočje (40°). Na njem v drevesni in grmovni plasti uspevajo iva, bela vrba in črni topol. Zeliščne plasti na tem pobočju skoraj ni.

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta navadno korenje in njivska redkev: Jugovzhodno pobočje ima naklon okrog 35° in spominja na melišče. Z dvema erozijskima jarkoma je razčlenjeno na tri dele. Okrog 40 % pobočja prerašča rastlinstvo v posameznih skupinah, ki so osredotočene okrog erozijskih jarkov in ob vzhodju. Razvita je le zeliščna plast. Med pogostejšimi rastlinami, ki rastejo v večjih skupinah, so navadno korenje, njivska redkev (*Raphanus raphanistrum*), laška ljuljka, pokalica, navadni repuh in enoletna suholetnica. Na pobočju se posamično in razpršeno pojavljajo še grobljasta draguša, črna detelja, regratovolistni dimek (*Crepis taraxacifolia*), mala detelja (*Trifolium dubium*) in kanadska hudoletnica (*Coryza canadensis*).

Rastlinska združba, v kateri prevladujeta navadna milnica in navadni potrošnik: Severovzhodno pobočje je podobno južnemu, vendar so tukaj rastiščne razmere ostrejša. Od vzhoda proti severu se od roba do dna jame spušča nasut dovoz za delovne stroje, ki ga je že dodobra razčlenila vodna erozija. Na tem pobočju rastlinje porašča le okrog 10 % površja. Tako kot pri jugovzhodnem pobočju je tudi tu rastlinstvo ob erozijskem jarku in ob vzhodju pobočja. Zeliščno plast sestavljajo v skupinah rastoči navadna milnica (*Saponaria officinalis*), pelinolistna žvrklja ali ambrozija, navadno korenje, navadni pelin (*Artemisia vulgaris*) in navadni potrošnik. Ob vzhodju se razpršeno pojavlja regratovolistni dimek, vzdolž celotnega jarka pa navadna škrbinka. Posamič rastejo še kanadska zlata rozga, ozkolistni trpotec in puhasta ovsika (*Avenochloa pubescens*).

*Preglednica 8: Rastlinstvo gradbene jame Šmartinka z oceno po Braun-Blanquetovi metodi (*kombinirana ocena pokrovnosti in številčnosti ter združenosti; ** rastlinam je bila dodeljena ocena, manjša od 3.1).*

območje	rastlina	ocena*	
jugovzhodno pobočje			
zeliščna plast	navadno korenje	4.4	
	njivska redkev	4.3	
	laška ljuljka	3.4	
	navadni repuh	3.4	
	pokalica	3.2	
	grobljasta draguša	3.1	
	enoletna suholetnica, črna detelja, regratovo-listni dimek, kanadska hudoletnica, mala detelja	**	
jugozahodno pobočje			
drevesna in grmovna plast	bela vrba	3.1	
	iva, robinija	**	
zeliščna plast	kanadska zlata rozga	4.4	
	črna detelja	4.4	
	enoletna suholetnica	4.3	
	laška ljuljka, pelinolistna žvrklja ali ambrozija, navadno korenje, navadna škrbinka, ozkolistno ciprje, navadna ivanjščica, navadni lučnik, navadna lakota	**	
	severovzhodno pobočje		
	zeliščna plast	navadna milnica	4.4
navadni potrošnik		3.2	
regratovolistni dimek		3.2	
puhasta ovsika, navadno korenje, pelinolistna žvrklja ali ambrozija, kanadska zlata rozga, ozkolistni trpotec, navadni pelin		**	
jugozahodni del dna			
zeliščna plast	kanadska zlata rozga	3.1	
	plazeča detelja, regratovolistni dimek, enoletna suholetnica, grobljasta draguša, regrat	**	
severovzhodni del dna			
drevesna in grmovna plast	črni topol	3.1	
	regratovolistni dimek	4.1	
zeliščna plast	grobljasta draguša, kodrastolistna kislica, vrtni mleček, črna detelja	**	

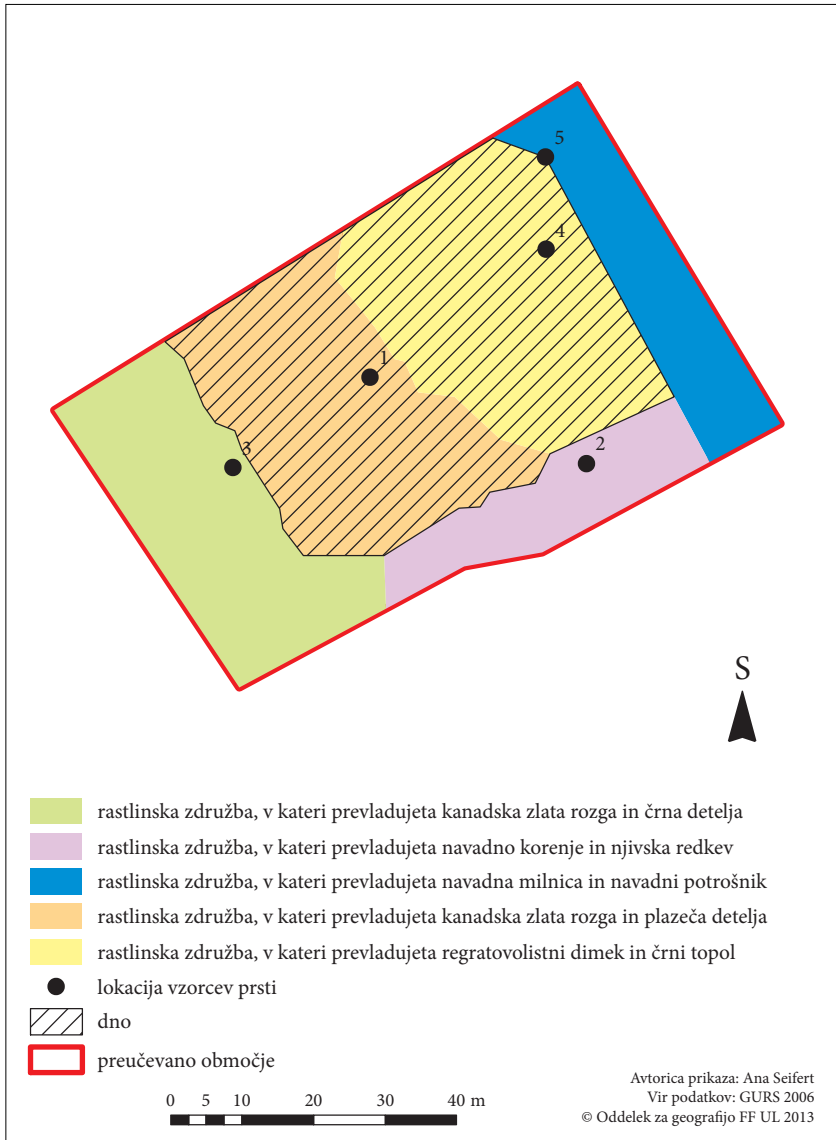
Dno gradbene jame lahko tako kot pri gradbeni jami Šumi razdelimo na dva dela. Jugozahodni del dna z **rastlinsko združbo, v kateri prevladujeta kanadska zlata rozga in plazeča detelja**, ima na površju drobnejše delce matične podlage in gradbenega materiala kot severovzhodni z **ruderalno združbo regratovolistnega dimka in črnege topola**, pri katerem so rastiščne razmere rezultat nasipavanja proda. Pokrovnost se med deloma bistveno ne razlikuje, pri obeh je okrog 25 %, velike razlike pa so v njuni vrstni sestavi rastlinstva. Jugozahodni del razpršeno poraščajo navadni regrat (*Taraxacum officinale*), enoletna suholetnica, kanadska zlata rozga, regratovolistni dimek in grobljasta draguša. Edina rastlina, ki raste v manjših skupinah, je plazeča detelja (*Trifolium repens*). Severovzhodni del sestavljata tako zeliščna kot grmovna plast. V zeliščni prevladuje regratovolistni dimek, zastopani pa so še grobljasta draguša, kodrastolistna kislica (*Rumex crispus*), vrtni mleček (*Euphorbia peplus*) in črna detelja. Grmovno plast severovzhodnega dela sestavlja črni topol.

Razvrstitev po številčnosti, pokrovnosti in pogostosti pojavljanja je podobna razvrstitvi iz gradbene jame Šumi. Ponovno med najpogostejšimi rastlinami najdemo enoletno suholetnico in kanadsko zlato rozgo. V gradbeni jami se od invazivnih rastlin pojavijo tudi pelinolistna žvrklja ali ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*), robinija (*Robinia pseudoacacia*) in kanadska hudoletnica (*Conyza canadensis*).

V prvi skupini se tokrat pojavi rastlina, ki ima rada bolj zahtevna rastišča – navadna milnica. Ugajajo ji predvsem vlažna rodovitna tla, prenese pa tudi polsuhe rastiščne razmere. V gradbeni jami porašča erozijski jarek na vzhodnem pobočju, kjer so rastiščni pogoji slabi, vendar je erozijski jarek malo širši, zato se vanj na določenih delih lahko ujame voda (Kosmač 2010). Pionirske rastline se v tem primeru pojavljajo v drugih dveh skupinah – z malo ali srednje veliko osebki. Za preostale vrste ponovno velja, da jim ugajajo suha ruderalna rastišča s skromnimi pogoji za uspevanje (Seidel in Eisenreich 1992; Schauer 2008).

Tudi v gradbeni jami Šmartinka smo na petih lokacijah vzeli sedem vzorcev prsti, ki smo jih analizirali v fizičnogeografskem laboratoriju (preglednica 9). Prsti, ki se pojavljajo na tem območju, so tehnogena kamnišča. Rastiščne razmere so v primerjavi z gradbeno jamo Šumi še bolj ostre. Naklon pobočij, ki je povprečno 30°, ne dovoljuje hitre rastlinske kolonizacije pobočij, s tem pa je upočasnjena tudi pedogeneza. Prsti so skeletne in sušne. Strukturno jih sestavljajo peski, kar pomeni, da niso sposobne zadrževati večjih količin vode. Reakcija prsti je rahlo bazična, kationska izmenjevalna kapaciteta visoka, tako kot tudi stopnja nasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami.

Po opustitvi del se v gradbenih jamah zelo hitro prične sukcesija. Obe gradbeni jami, tako Šumi kot Šmartinka, sta po klasični ekološki teoriji (medmrežje 3) že prestali prve tri stadije sukcesije. V obeh je prišlo do razgaljenja površja s prekopavanjem in kopanjem, kar je pomenilo začetno motnjo. V gradbeno jamo Šumi so nazadnje posegli z arheološkimi razkopavanji, v Šmartinko pa z izgradnjo podzemnih garaž



Slika 33: Rastlinske združbe v gradbeni jami Šmartinka.

Preglednica 9: Nekatere lastnosti prsti v gradbeni jami Šmartinka (*I – zgornji horizont, II – spodnji horizont).

lega	tekstura	delež organske snovi (%)	pH-vrednost	kationska izmenjevalna kapaciteta	stopnja nasičenosti adsorpcijskega kompleksa z bazami (%)	
vzorec 1	jugozahodno dno	pesek	4,4	7,6	51,3	97,5
vzorec 2	jugovzhodno pobočje	pesek	6,6	7,6	50,5	98,7
vzorec 3*	I jugozahodno pobočje	pesek	6,2	7,5	52,4	95,0
	II jugozahodno pobočje	pesek	7,1	7,4	51,6	96,2
vzorec 4	severovzhodno dno	pesek	11,6	7,7	52,1	95,6
vzorec 5*	I severovzhodno pobočje	pesek	6,7	7,7	52,1	97,5
	II severovzhodno pobočje	pesek	4,5	8,0	50,7	98,7

v njenem severnem delu. Oba posega sta se zgodila leta 2010. Sledila je migracija rastlin. Pri vzpostavitvi kot naslednji stopnji sukcesije se gradbeni jami zelo razlikujeta, čeprav je v obeh enako dolgo od zadnjih del. V gradbeni jami Šumi rastlinstvo prerašča že več kot tri četrtine območja, medtem ko je stopnja poraščenosti gradbene jame Šmartinka bistveno manjša. V Šmartinki je gosteje poraslo le zahodno pobočje. Preostali dve »aktivni« pobočji prerašča rastlinstvo v manjših zaplatah, dno pa je poraščeno s posameznimi rastlinami, ki niso združene v skupine.

Na neenakomerno hitrost zaraščanja v preučevanih gradbenih jamah vplivajo raznovrstni dejavniki: Pred izkopom in prekopavanjem je bila v jamah različna **raba zemljišč**. Na mestu gradbene jame Šumi je bil včasih park z že razvitimi antropogenimi prstmi, v katerih so se ohranila semena in deli rastlin, ki so v novih rastiščnih razmerah lahko poselila območje. Na mestu Šmartinke pa so bili zgradbe in parkirišče brez pomembnejšega rastlinskega pokrova in z nerazvitimi prstmi. Po izkopu gradbene jame so jo zasuli s prodom, na kateremu se rastlinstvo vzpostavlja razmeroma počasi. Pomembna dejavnika sta **globina** gradbenih jam in **naklon** njunih pobočij. Pobočja Šumija so precej krajša in bolj položna. Njihov povprečni naklon je okrog 20°, medtem ko je višinska razlika med vrhom oboda in dnom gradbene jame približno dva metra. Pobočja Šmartinke so strmehjša, dve imata naklon med 30 in 35°, višinska razlika od njenega oboda do dna pa je šest metrov. V gradbeni jami Šumi je zato pedogeneza veliko hitrejša, kopičenje organske snovi in hranil je večje, tako kot tudi sposobnost zadrževanje vode, ki je na razpolago rastlinam. V Šmartinki se je rastlinstvo osredotočilo na manjše erozijske jarke ob stiku pobočja in dna, kjer se kopiči in zadržuje večja količina vode in hranil. Izjema je le zahodno pobočje z manjšim naklonom kot ostala pobočja. Razdeljeno je na dva pregiba in ga sestavlja drobnejše gradivo kot preostalo območje gradbene jame. Zanimiva je tudi razlika med poraščenostjo pobočij in dna. Poraščena pobočja prekriva gosto rastlinstvo, rastoče po celotnem pobočju ali v skupinah, na dnu pa rastline uspevajo vsaka zase. Najverjetnejši razlog neenakomerne poraslosti je **zasipavanje dna** gradbenih jam s prodom, ki ustvarja težje rastiščne razmere kot izkopano drobnejše gradivo. Na hitrost naselitve rastlin vpliva tudi **okolica** gradbene jame, ki je vir reprodukcijskih rastlinskih organov, zanesenih v jamo, pomembno pa vpliva tudi na vrstno sestavo.

Primarno in sekundarno sukcesijo je včasih težko jasno razmejiti. Za gradbeno jamo Šumi lahko z gotovostjo trdimo, da gre v njej za sekundarno sukcesijo. Pri gradbeni jami Šmartinka pa bi za prodnata vzhodno in južno pobočje ter dno lahko trdili, da gre za primarno sukcesijo, saj ob njenem prekopavanju in zasutju na substratu ni ostalo skorajda nič prsti in rastlinskega gradiva. Njeno zahodno pobočje pa zaznamuje sekundarna sukcesija.

Vrstna sestava obeh gradbenih jam je podobna. Čeprav smo glede na vrstno sestavo obe v grobem razčlenili na območja s prevladujočimi vrstami, ki se skladajo z eks-

pozicijo, ta ni dejavnik, ki bi pojasnjeval vrstno sestavo. S primerjavo obeh gradbenih jam torej nismo zaznali povezanosti med vrstno sestavo in ekspozicijo. Obe jami večinoma poraščajo pionirske in invazivne tujerodne vrste. Pionirske vrste se pojavljajo predvsem na pobočjih z južno in jugozahodno ekspozicijo, v gradbeni jami Šmartinka tudi na dnu. Invazivne tujerodne rastline gradbeni jami preraščajo brez reda. Po dnu obeh jam rastejo razpršeno, po pobočjih v manjših sestojih ali razpršeno. Najbolj zastopani tujerodni invazivni vrsti sta enoletna suholetnica in kanadska zlata rozga, ki ju v obeh jamah najdemo na celotnem območju. Rastiščne razmere v gradbenih jamah so skrajno neugodne, kar omogoča ekološko nišo invazivnim rastlinam, ki to s pridom izkoriščajo. Gradbene jame med prvimi naselijo tudi pionirske vrste, ki izboljšajo rastiščne razmere, vendar pa njihovo izboljšanje ni pogoj za naselitev invazivnih vrst. Na takšna območja se tujerodne invazivne rastline razširjajo nenamerno oziroma naravno. Hitro se širijo zaradi velike količine lahkih semen, ki jih veter raznaša na dolge razdalje, lahko pa se oprimejo sredstva, s katerim se jih nezavedno zanese na določeno območje. Pomemben dejavnik vrstne sestave je poleg rastlin, ki so sposobne preživeti v tako težkih rastiščnih razmerah, tudi okolica gradbenih jam. Tako je na primer v neposredni bližini gradbene jame Šumi park Zvezda, kjer so zasajene javorolistne platane, na nasprotni strani Slovenske ceste pa črni topoli. Obe vrsti najdemo na severnem in severozahodnem pobočju gradbene jame. Iz okolice »prihaja« tudi navadna vinika, ki se spušča z zidu sosednje zgradbe. Bližnja okolica gradbene jame Šmartinka je rastlinsko veliko manj bogata. Obkrožajo jo zapuščena zemljišča, ki jih preraščajo enoletna suholetnica, regratovolistni dimek in navadna škrbinka, ob robovih jame pa rastejo bele vrbe in črni topoli. Čeprav je stopnja zaraščenosti v Šmartinki manjša, se v obeh gradbenih jamah vrstna sestava le malo razlikuje. V Šmartinki najdemo celo nekatere rastline, ki niso značilne za ruderalna območja, na primer navadno milnico. Razlog za to bi bila lahko bližina Šmartinskega parka in Centralnega pokopališča Žale, kjer so posajene raznovrstne, predvsem okrasne rastline. Območji sta od gradbene jame oddaljeni slab kilometer, kar za lahka in številčna semena pionirskih in invazivnih rastlin ni velika ovira.

V gradbenih jam prevladujejo bodisi tehnogena kamnišča bodisi pararendzine, ki so z vidika rastlinstva neugoden substrat. Prsti so sušne, skeletne, večinoma drobljive. Mehanska analiza je pokazala, da v teksturi vseh 12 vzorcev, odvzetih na območju obeh gradbenih jam, prevladuje pesek. Z vidika hranil so prsti dobro nasičene z bazičnimi kationi. Kljub ostrim razmeram se na njih naselijo predvsem rastline invazivnih tujerodnih in pionirskih vrst, ki pripravljajo substrat rastlinam bolj zahtevnih vrst. Rastline so osredotočene na vzožjih pobočjih, kjer se kopičijo delci kamnine, ki se zaradi gravitacije kotalijo proti dnu. Bolj preperle delce tja prenaša tudi voda, ki se tam tudi sama občasno zadržuje. Tamkaj je pedogeneza zaradi kopičenja in hitrejšega preperevanja drobnih delcev hitrejša. Čeprav so prsti mlade in



ANA SEIFERT

Slika 34: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste v gradbenih jamah: zgoraj levo regratovolistni dimek (*Crepis taraxacifolia*), zgoraj desno kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), spodaj levo enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in spodaj desno navadno korenje (*Daucus carota*).

razmere za uspevanje rastlin skrajno neugodne, sta v obeh gradbenih jamah nepričakovano velika deleža organske snovi. Pojasnimo ju lahko s hitrim naraščanjem deleža rastlinstva v zgodnjih fazah sukcesije, jemanjem vzorcev v času maksimalnega razrasta rastlin, z morebitnimi organskimi odpadki ter izločki in iztrebki živali, ki se gibajo na območjih zapuščenih gradbenih jam; ena od obeh preučevanih je namreč priljubljeno sprehajališče domačih ljubljencev. Prsti gradbenih jam so torej neprijazna rastišča, ki pa se z naselitvijo rastlin, predvsem pionirskih, lahko hitro spremenijo in izboljšajo svoje lastnosti.

Zapuščene gradbene jame se lahko kaj hitro spremenijo v pestro ruderalno rastišče. Sukcesija ga s pionirskimi vrstami spremeni do te mere, da se vanj lahko naselijo zahtevnejše rastline. Njeno raziskovanje v antropogenem okolju, kot so gradbene jame, omogoča natančno določanje vrstne sestave in deleža zaraščenosti v znanih časovnih intervalih. Na ta način jo v antropogenih okoljih lahko spremljamo od začetne faze, ko na preučevanem območju še ni rastlinstva.

6.5 Požarišča

Obnovo rastlinstva v okolju, ki ga je prizadel požar in ga imenujemo požarišče, lahko poimenujemo pirosukcesija (medmrežje 26). Po definiciji je požar v naravi vsako neželeno gorenje v naravnem okolju. Pri njegovi razlagi se v požarni stroki poslužujejo požarnega trikotnika, ki predstavlja tri temeljne pogoje za gorenje: vir toplote, kisik in gorivo. Različna razmerja med temi tremi osnovnimi parametri vodijo do različne intenzivnosti požara in določajo hitrost njegovega širjenja, kakšni bodo plameni, nastanek dima in podobno. Pri rastlinskih gorivih lahko pride do vžiga že pri dokaj nizkih temperaturah, saj rastline vsebujejo veliko ogljika, dodatna pogoja za vžig pa sta zadostna izpostavljenost zraku v okolju in majhna vlaga v gorljivi snovi (Jug 2002).

Pri požarih v naravi so najpogostejše gorljive snovi iglice, listje, storži, suhe veje drevoja in grmovja, suha trava in podobno. Običajno je kisika za vžig in gorenje dovolj, pri debelejših plasteh iglic in listja pa ga je za neprekinjeno gorenje premalo, zato gorijo najprej zgornje plasti in šele nato globlje. Na količino kisika pomembno vpliva veter, ki pospeši proces gorenja in povzroči širjenje požara.

Požare v naravi lahko povzročijo človek, naravni pojavi ali tehnične naprave. Najpogostejši povzročitelj je človek, ki požar lahko povzroči namerno s požigi ali nenamerno z igro, neznanjem, nepazljivostjo. Med naravne vzroke uvrščamo strela, ognjeniški izbruh, samovžig in statični preskok. Tehnične naprave povzročajo požare neposredno ali posredno z iskrenjem, segrevanjem ali ognjem (Muhič 2004).

Pri škodi, ki jo v naravi povzročajo požari, je pomembna njihova vrsta. Poznamo več vrst požarov. Kadar gorijo podzemni deli rastlin in goriva v globljih delih tal, gre za podtalni požar. Običajno so taki požari nadaljevanje pogašenih talnih ali vršnih požarov, lahko pa so tudi posledica udara strele. Težko jih je tako odkriti kot pogašiti. V tleh lahko prikrito tlijo nekaj dni, pozneje pa se lahko pojavljajo tudi nekaj deset metrov od mesta nastanka. Njihove okoljske škode so lahko velike, saj uničujejo koreninske sisteme. Pri talnih požarih gorijo pritlehno rastlinstvo, grmi in humusni sloj. Nasprotno so njihove gospodarske škode običajno majhne. Debelni požari nastanejo tam, kjer so drevesne krošnje visoko nad tlemi; gorijo debela, ki pri tem ne zgorijo, krošnje pa ne. Pogosti so predvsem pri iglavcih. Lahko zagori tudi eno samo deblo, če je vanj udarila strela. Gre za vmesno obliko požara med talnim in vršnim. Škode pri njem so nekoliko večje kot pri talnem požaru. Pri vršnem oziroma kompleksnem požaru gori ves nadzemni del goriv v gozdu, vključno s krošnjami in debli. Vršni požar je vedno prepleten s talnim požarom. Povzroča veliko škodo in opustošenje gozda (Jakša 2002). Močni vetrovi, ko veter odnaša večje gorljive dele, pa tudi ob požarih na strmih terenih, povzročijo požarne preskoke. Tako nastajajo nova žarišča, ki so pogosto oddaljena več kot sto metrov od prvotnega žarišča požara. Pri kompleksnem požaru, ko vetrovi v zelo kratkem času prenesejo plamene na velike razdalje, kar je

značilno za hudo vročino, govorimo o požarnem viharju. Velika vročina povzroči dodatno gibanje zračnih gmot in nastanek požarnih vetrov. Omejitev in gašenje takih požarov sta nemogoča, zato povzročajo veliko materialno škodo in ogrožajo življenje ljudi (Muhič 2004).

Naravno okolje je požarom različno izpostavljeno. Glede na stopnjo ogroženosti razlikujemo štiri razrede:

1. stopnja ogroženosti – zelo velika ogroženost,
2. stopnja ogroženosti – velika ogroženost,
3. stopnja ogroženosti – srednja ogroženost,
4. stopnja ogroženosti – majhna ogroženost.

Pri oceni stopnje ogroženosti so upoštevani drevesna vrsta oziroma sestava rastlinstva, starost sestojev, srednja letna temperatura zraka, srednja letna količina padavin, srednja letna relativna vlažnost zraka, pogostost in jakost vetra, periodičnost sušnih obdobij, matični substrat in vrsta tal, ekspozicija, nadmorska višina, nagib ter urejenost gozdov in gozdna higiena. Napovedovanje dejanske požarne ogroženosti pa temelji na meritvah vremenskih parametrov na meteoroloških postajah. Upoštevani so temperatura zraka, relativna vlažnost, padavine in veter (Muhič 2004). Podnebne razmere dolgoročno vplivajo na potencialno požarno ogroženost določenega območja, trenutne vremenske razmere in razvojna stopnja rastlinstva pa določajo dejansko požarno ogroženost naravnega okolja. Vnetljivost in gorljivost materiala sta v tesni zvezi s količino vlage (vode) v rastlinstvu. Padavine pomagajo pri rasti rastlin in prinašajo vlago gorljivemu materialu v naravi, sonce in veter oziroma nizka relativna vlažnost in visoka temperatura zraka pa pripomorejo k izsuševanju rastlinja (Pečenko 2005).

Pri požaru prihaja do različnih vplivov na naravo. Toplotna energija, ki se sprošča ob njem, vpliva na biološke, kemične in fizikalne procese v prsti. Na podnebje lahko neposredno vplivajo aerosoli. Produkti gorenja se na zemljo vračajo z dežjem, tudi v obliki kislega dežja, ali pa počasi padajo kot agresivni prah, ki ga voda spirava v prst. Lesni pepel je za človeka in okolje običajno neškodljiv, mestoma celo oskrbuje prsti in rastline s hranili, vendar lahko v velikih požarih skupaj z dimom in plini zastruplja ljudi, živali in rastline. Po požarih v naravi se poveča erozija, največja škoda pa nastane po požarih, v katerih je uničena prst. Kjer požari le delno prizadenejo organsko maso na zemljišču, lahko začasno izboljšajo rastiščne razmere, predvsem na kislislih prsteh (Muhič 2004).

Pogosti požari v naravnih okoljih odločilno vplivajo na značaj klimaksne združbe, saj se v večji meri uveljavijo za ogenj manj občutljive vrste. Značilen primer so borovi gozdovi na obalah Atlantskega oceana, kjer so bori zaradi prilagojenosti požarom izpodrinili listavce, predvsem hraste. Vršički borovih poganjkov so pred ognjem zavarovani z dolgimi in gostimi iglicami, poleg tega pa njihov koreninski sistem hrani velike zaloge hranil za ponovno rast. Zato nove rastline odženejo hitro po požaru.

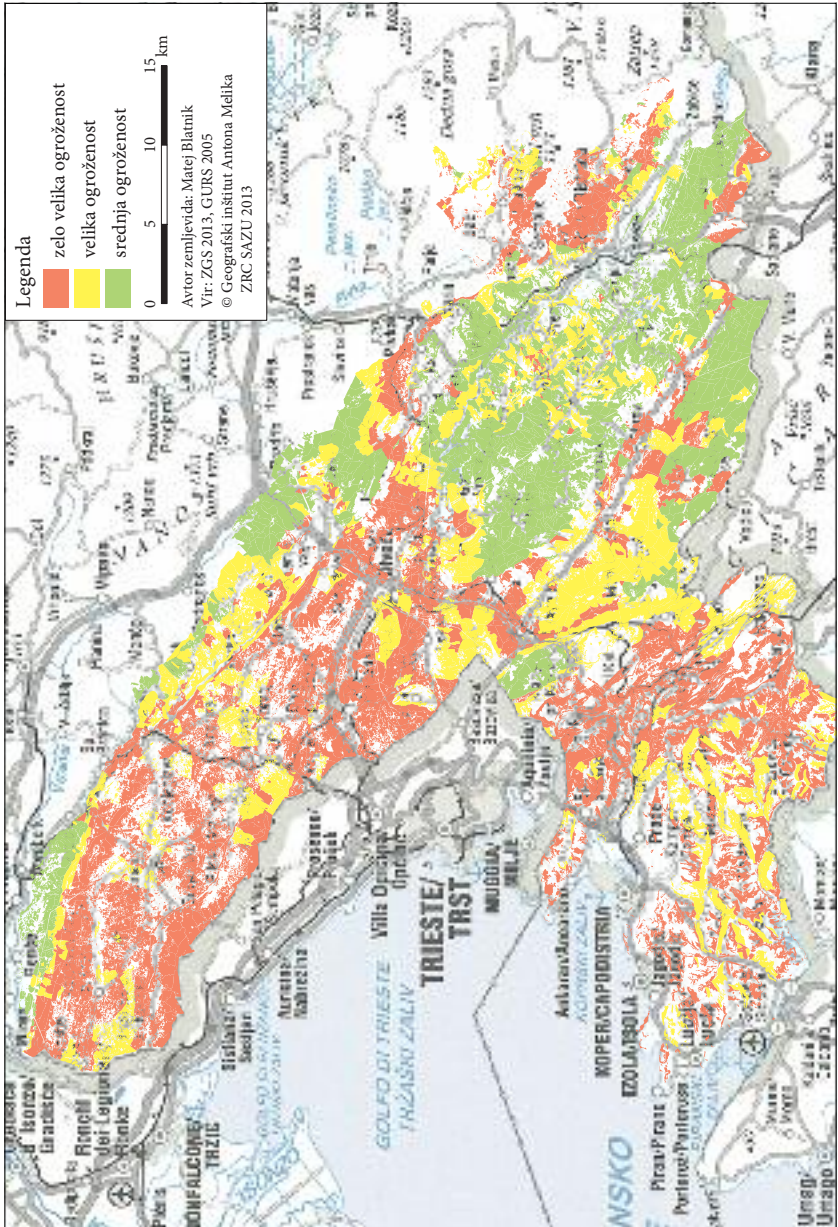
Ker požar vseh rastlinskih vrst ne prizadene v enaki meri in so uničene le nekatere, se kot posledica različnih stadijev sukcesije oblikuje mozaični tip rastlinja. Tako na primer uničenje drevesnih vrst omogoči rast in razvoj rastlinam, ki jim je v gozdu primanjkovalo svetlobe, zato se zelo pogosto razvijejo vrste zgodnejših faz sukcesije in vrstna pestrost se začasno poveča (medmrežje 26).

Požarišča bi težko označili kot poseben habitatni tip, čeprav so zlasti na območjih pogostih požarov spremenjene naravne razmere, ki vplivajo na združbe rastlin in živali. Po klasifikaciji (medmrežje 15) bi požarišča, ki so nastala na območjih gozdov toploljubnega in primorskruga hrastovja ali termofilnih gozdov mešanih listavcev najlažje označili za gozdne čistine z vegetacijo visokih steblik in gozdne čistine z grmovno vegetacijo, ki postopoma prehajajo v grmičaste gozdove listavcev in zemljišča, zaraščajoča se z listnatimi drevesnimi vrstami ter panjevci. Kjer pa so bila v požaru prizadeta zaraščajoča zemljišča, se ponovno oblikuje tip submediteranskih listopadnih grmišč.

Sekundarno sukcesijo smo preučevali na območjih, prizadetih ob požarih v naravi, ki so v Slovenski Istri zelo pogosti. Slovenska Istra je namreč poleg Krasa med slovenskimi območji, zaznamovanimi s prvo stopnjo požarne ogroženosti (medmrežje 27). Mednje uvrščamo gozdove oziroma območja gozdov, kjer stalna nevarnost gozdnih požarov resno ogroža njihovo ekološko ravnovesje, premoženje v gozdu in gozdnem prostoru ter varnost ljudi, predstavlja pa tudi stalno nevarnost za pospeševanje nepovratnih degradacijskih procesov v gozdu ali njegovem prostoru (Mržek 2008). V Sloveniji so požarno najbolj ogroženi gozdovi na submediteranskem rastlinsko-podnebnem območju. Poleg toplega podnebja in neugodne letne razporeditve padavin požarno ogroženost Krasa in Primorja še povečujejo karbonatna kamninska podlaga, ki ne zadržuje vode, in pogosti močni vetrovi, zlasti burja. Naravnim danostim se pridružuje tisočletni vpliv človeka, ki se kaže v zelo spremenjenemu rastlinstvu. Prevladujejo antropogeni nasadi črnega bora (*Pinus nigra*) (Kladnik 2011) in rdečega bora (*Pinus sylvestris*) (Jakša 2002). Med letoma 1995 in 2009 je gozdno gospodarsko območje Kras, ki obsega tudi Slovensko Istro, prizadelo 871 požarov, v katerih je pogorelo več kot 6000 ha gozdov. Največ jih je bilo julija in avgusta, precej jih je bilo tudi februarja in marca. V navedenem obdobju po številu požarov izstopajo leta 1998, 2003 in 2009, ko je v primerjavi z ostalimi leti občutno večkrat zagorelo (Šturm 2013).

Požarno ogroženost naravnega okolja v Slovenski Istri zagotovo povečujejo podnebne razmere, k čemer prispeva majhna količina padavin v obdobju, ko je intenzivnost Sončevega obsevanja največja in so temperature najvišje. Poletno obdobje brez izdatnejših padavin se med posameznimi leti sicer razlikuje, vsekakor pa je daljše kot v drugih delih Slovenije. Srednja julijska in avgustovska višina padavin praviloma ne

Slika 35: Požarna ogroženost kraškega gozdnogospodarskega območja. ►



presega 50 mm, zato je pogosta fiziološka suša, ki sovpadе z visokimi temperatura-mi. Toplih dni s povprečno dnevno temperaturo več kot 25 °C je med 55 in 80 letno, kar je največ v Sloveniji. K sušnosti pomembno prispeva tudi veter, saj vetrovnost v Slovenski Istri prav tako nadpovprečna. Pogostost in jakost vetrov sta sicer največji pozimi, ko sta pogosta burja in jugo, občasne močne burje pa se pojavijo tudi v drugih letnih časih (medmrežje 28).

K fiziološki sušnosti pomembno prispeva tudi prst. Zlasti prsti na apnencu so plitve, kamnite in za vodo prepustne, kar še povečuje njihovo suhost. Rjave karbo-natne prsti in rendzina so primerna podlaga za razvoj toploljubnih rastlinskih vrst, med katerimi izrazito prevladujejo listavci. Na strmih, zavetrnih, sončni pripeki izpo-stavljenih rastiščih se je v obliki manjših oaz in skupin ohranila evmediteranska zimzelena združba hrasta črnike (*Orno-Quercetum ilicis*). Sestavljajo jo hrast črnika (*Quercus ilex*), maklen (*Acer campestre*), rujevica (*Pistacia terebinthus*), zimzelena šipek (*Rosa sempervirens*), bodeča lobodika (*Ruscus aculeatus*) in ostrolistni beluš (*Asparagus acutifolius*). Najdemo jo na apnenčastih stenah, na primer med Smok-vico in Movražem in v stenah Velikega Badina pri Sočergi. Širše območje prerasča združba gabrovca in jesenske vilovine (*Sesleria autumnalis-Ostryetum carpinifoli-ae*), ki jo gradita gabrovec (*Ostrya carpinifolia Scop.*) in kraški gaber (*Carpinetum orientalis Croaticum*), zastopane pa so še različne vrste hrasta. V podrasti uspeva-jo jesenska vilovina (*Sesleria autumnalis*), lasasti beluš (*Asparagus tenuifolius*), strpenika (*Paeonia peregrina*), blede podraščec (*Aristolochia pallioli*) in druge rastlinske vrste. Značilni za to združbo sta nesklenjenost in degradiranost v grmiš-ča, na primer na pobočju Lačne. Opuščene travnike in pašnike prekriva drugačna rastlinska odeja. Med drevesnimi vrstami prevladujejo bori, predvsem črni bor, med-tem ko grmovni sloj sestavljajo navadni brin (*Juniperus communis*), ruj (*Cotinus coggygia*), navadni šipek (*Rosa canina*), trnoljica ali črni trn (*Prunus spinosa*), češ-min (*Berberis vulgaris*) in robidovje (*Rubus spec. div.*). Travno rastlinstvo sestavlja gospodarsko pomembna združba pokončne stoklase in kršina (*Bromo-Chrysopo-goneterum grylli*).

Svojevrstno rastlinsko združbo gradijo borovci raznih vrst, ki se razraščajo tako po opuščenih kraških kot nekraških (flišnih) zemljiščih. Njihov nastanek je povezan z obnovo rastlinskega pokrova na ogolelih kraških zemljiščih (Kladnik 2011) in izbolj-šanjem življenjskih razmer tamkaj živečega prebivalstva. Začetki pogozdovanja s črnim borom segajo v drugo polovico 19. stoletja, razmahnilo pa se je po drugi sve-tovni vojni. Za pogozdovanje so uporabljali različne vrste borov: črni (*Pinus nigra*), rdeči (*Pinus silvestris*), alepski (*Pinus Helepeensis*) in korziški (*Pinus nigra* subsp. *salz-mannii* var. *Corsicana*). Med njimi je najbolj pogost črni bor s skromnimi rastnimi zahtevami. Borovi sestoji imajo poleg gospodarske tudi varovalno vlogo, saj varuje-

Slika 36: Raziskovana območja z označenimi sondnimi požarišči. ►



jo prst pred izsuševanjem, ki ga povzročata burja ali sončna pripeka. Prednost črnega bora je tudi v tem, da se hitro širi s semeni, zato so sodobni sestoji borovega gozda mnogo večji od pogozdenih zemljišč. Ker so monokulturni, jih močno ogrožajo požari (Jakomin 2006).

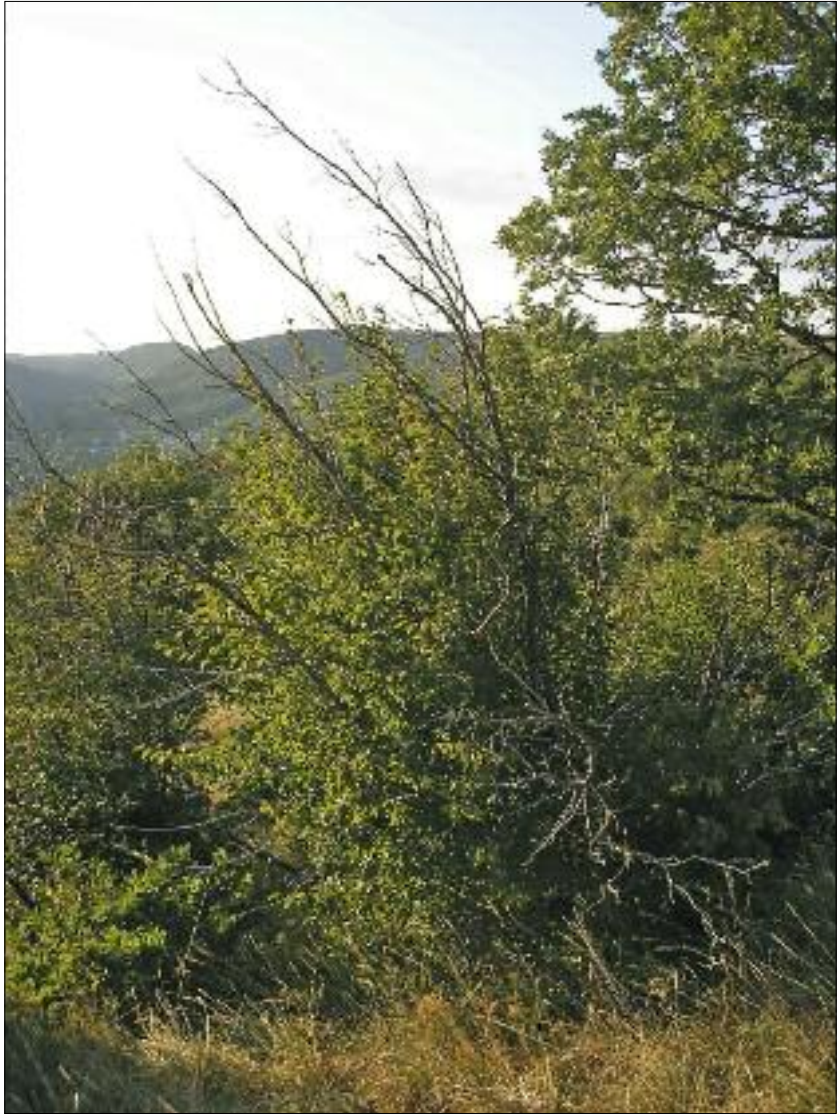
Na veliko požarno ogroženost Slovenske Istre pomembno vplivajo še opuščanje kmetijske rabe tal, zaraščanje in nevzdrževani gozdovi. Večina nekdanjih pašnikov se že desetletja zarašča in spreminja v mlade gozdove. Nepokošeni ostajajo tudi travniki in senožeti, kamor se naseljujejo grmovne vrste, značilne za mejice in gozdne robove. Listnati gozdovi so zaradi sečnje pogosto spremenjeni v grmičaste gozdove in panjeve, kjer je v podrasti veliko odmrle organske snovi.

Za raziskovanje sekundarne sukcesije po požarih v naravi smo izbrali štiri različno stara požarišča v Slovenski Istri. Tri so na apnenčasti kamninski podlagi, eno pa na flišni; za prav vsa je značilno ogozdovanje. Glede na podobne podnebne razmere, kamninsko sestavo, rastlinstvo in poškodovanost ob požaru smo predvidevali, da je obnavljanje rastlinstva v največji meri odvisno od trajanja obnove. Za opazovanje smo izbrali območja s površino 100 × 100 metrov oziroma en hektar. Terenski popis smo najprej opravili spomladi 2012 (Kovač 2012), na Črnem Kalu pa prvič decembra 2012 in drugič na začetku septembra 2013.

Požarišče Dvori je na apnenčastem hrbtu med Movraško valo in Rakitovcem, Loško brdo je na flišnem osamelcu v zgornjem delu doline Rižane, Podgradec je na apnenčastem hrbtu med Sočergo in Movraško valo, požarišči Črni Kal pa sta na Kraškem robu. Najstarejše požarišče so Dvori, kjer so od požara pretekla štiri leta, na požarišču Loško brdo tri, na požarišču Podgradec dve in na požariščih Črni Kal vsega eno leto. Na Črnem Kalu smo izbrali dve v požaru različno prizadeti območji in ju poimenovali Črni Kal 1 in Črni Kal 2. Požarišča Dvori, Podgradec in Črni Kal 1 je prizadel talni požar, požarišči Loško brdo in Črni Kal 2 pa kompleksni (talni in vršni).

Požar nad vasico Dvori južno od Movraža se je razplamtel marca 2009. V talnem požaru je pogorelo 25 ha večinoma zaraščajočih se nekdanjih pašnikov, nekaj je bilo tudi gozda. Še v šestdesetih letih 19. stoletja je bil tamkaj pašnik. Območje je v osemdesetih letih enkrat že pogorelo, zato ni bilo gosto poraščeno z lesnatimi rastlinami. Na njem sta najstarejši drevesni vrsti črni bor in puhasti hrast (*Quercus pubescens*), ki sta preživelila oba požara. Ob požaru spomladi 2009 sta pogorela podrast in grmovno rastlinstvo, med katerim je bilo veliko mladih dreves. Med popisom so bile sledi požara vidne samo še na deblih črnega bora, primerjava z nepogorelo okolico pa je pokazala, da manjkajo mlada drevesa, ki sicer pomembno povečujejo gostoto dreves, sestavljajo panjevski gozd in so na bližnjih nepožganih zemljiščih visoka že več kot štiri metre. Na požarišču, ki je bilo prepuščeno naravnemu obnavljanju, so mlada drevesa visoka okrog dva metra (Kovač 2012).

Požar nad Žgani, ki je del naselja Loka, se je zgodil septembra 2010. Povzročila ga je iskra vlaka, saj je pod pobočjem speljana železniška proga Koper–Divača. Loš-



VALENTINA BREČKO GRUBAR

Slika 37: Požar so preživela starejša drevesa, mlada drevesa toploljubnih listavcev, ki so zrasla v štirih letih, pa so nižja od uničenih v požaru.



VALENTINA BREČKO GRUBAR

Slika 38: Po štirih letih na požarišču še vedno prevladuje travno rastlinstvo.

ko brdo je edino med obravnavanimi požarišči, ki je na flišni kamninski podlagi in je razmeroma blizu vodnega toka Rižane. Ob požaru so pogorela zaraščajoča zemljišča in deloma gozd. Posledice požara so še vedno vidne na ožganih deblih črnega topola in črnega bora, pa tudi v uničenih drevesih, ki niso odstranili. Za razliko od nepogorele okolice, kjer med drevesi prevladujeta puhasti hrast in črni bor, se na pogorišču razrašča v glavnem črni topol (*Populus nigra*). Nova drevesa so visoka od 2,5 do 3 m.

Požar na Podgradcu nad Sočergo je vzplamtel septembra 2011. Na zaraščajočem zemljišču, kjer je bil nekoč pašnik, deloma pa tudi gozd, je pogorelo 7 ha podrasti in grmovja. Večino v požaru uničenega gozda so sestavljala drevesa črnega bora, manj poškodovana so bila drevesa puhastega hrasta. Na požarišču so se že v prvem letu, spomladi 2012, v velikem številu pojavili poganjki ostrolistnega beluša in ruja, dve leti po požaru pa je bilo območje že v znatni meri poraščeno z mladimi lesnatimi rastlinami, zlasti puhastega hrasta.



BOJANA KOVAČ

Slika 39: Požarišče se večinoma zarašča z mladimi drevesi črnega topola, visokimi do tri metre.



BOJANA KOVAČ

Slika 40: Požarišče Podgradec nad Sočergo.



VALENTINA BREČKO GRUBAR

Slika 41: Štiri mesece po požaru se na požarišču že razraščajo poganjki ruja in ostrolistnega beluša.

BOJANA KOVAČ



Slika 42: Dve leti po požaru poganjki ruja, ostrolistnega beluša in malega jesena dosegajo povprečno višino pol metra.

VALENTINA BREČKO GRUŠAR



Slika 43: Na manj poškodovanih in hitreje očiščenih delih požarišča so se že uveljavile nove lesnate rastline.



VALENTINA BREČKO GRUBAR

Slika 44: Na območju najbolj poškodovanih borovih gozdov se po čiščenju postopoma uveljavlja podrast.

Požar na območju med Petrinjami, Črnotičami, Črnim Kalom in Gabrovico se je zgodil avgusta 2012. V njem je pogorelo 325 ha večinoma gozdnatih zemljišč. Večino območja je prizadel talni požar (79 %), manjši del (21 %) pa tudi vršni, torej kompleksni požar (Glavina in De Faveri 2012). Polovico v požaru uničenega gozda sta predstavljala mešani gozd in zaraščajoča zemljišča s prevlado toploljubnih listavcev, drugo polovico pa dokaj čisti sestoji črnega bora, kjer so poškodbe rastlinstva še bolj očitne kot pri panjevskem gozdu listavcev (Race 2012). Po odstranitvi pogorelih borovih dreves spomladi 2013 so namreč ostala gola kamnita tla, medtem ko so se na območju mešanih sestojev toploljubnih listavcev in črnega bora (požarišče Črni Kal 1) že po nekaj mesecih v velikem številu pojavili poganjki ostrolistnega beluša in ruja, ki so se jim pozneje pridružile še druge lesnate vrste.

Ker drevesno rastlinstvo za obnovo potrebuje več let, je obnova gozda dolgotrajen proces. Večina požarišč se najprej spremeni v travišča s posameznimi grmi ali skupinami grmov, pozneje pa v grmičasti gozd. Na obnovo rastlinja vpliva več dejavnikov. Med najpomembnejšimi so stopnja poškodovanosti rastlinstva in prsti ob požaru

Preglednica 10: Primerjava poraslosti pogorišč in nepogorele okolice na izbranih požariščih v Slovenski Istri (v oklepaju je navedeno leto požara).

	Dvori (2009)		Loško brdo (2010)		Podgradec (2011)		Črni Kal 1 (2012)		Črni Kal 2 (2012)	
	nepogorelo	pogorelo	nepogorelo	pogorelo	nepogorelo	pogorelo	nepogorelo	pogorelo	nepogorelo	pogorelo
drevesa	40 %	10 %	70 %	5 %	70 %	15 %	70 %	0 %	90 %	0 %
grmi	40 %	20 %	20 %	45 %	20 %	40 %	20 %	10 %	0 %	0 %
podrast	20 %	70 %	10 %	45 %	10 %	45 %	10 %	80 %	10 %	50 %
gola tla	0 %	0 %	0 %	5 %	0 %	5 %	0 %	10 %	0 %	50 %
vrstna sestava lesnatih rastlin	puhasti hrast (<i>Quercus nigra</i>), puhasti mali jesen hrast (<i>Fraxinus ornus</i>), puhasti mali jesen (<i>Fraxinus nigra</i>)	črni bor (<i>Pinus nigra</i>)	puhasti hrast (<i>Quercus nigra</i>), puhasti rdeči bor (<i>Pinus pseudo-ornus</i>), puhasti mali jesen (<i>Fraxinus nigra</i>)	črni topol (<i>Populus nigra</i>), robinija (<i>Robinia pseudo-acacia</i>), puhasti hrast (<i>Pinus silvestris</i>)	črni bor (<i>Pinus nigra</i>), puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>)	puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>), puhasti mali jesen (<i>Fraxinus pubescens</i>)	puhasti hrast (<i>Quercus coggygria</i>), puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>), črni gaber (<i>Ostrya carpinifolia</i>), mali jesen (<i>Prunus mahaleb</i> L.), ornuš, črni bor (<i>Pinus nigra</i>)	ruj (<i>Cotinus coggygria</i>), puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>), puhasti hrast (<i>Quercus pubescens</i>)	črni bor (<i>Pinus nigra</i>)	-

ter oddaljenost oziroma bližina rastlin, ki so vir semen. Na preučeni požariščih so se najprej pojavile stebelike zelnatih trajnic in enoletnic ter mladike listavcev, ki so prevladovali v nepogoreli okolici. Mladike lesnatih vrst večinoma poženejo iz korenin dreves ali grmov, ki so po požaru ostale v prsti in jih ogenj ni uničil. Podobno je tudi pri zelnatih vrstah, ki se pogosto obnovijo iz ohranjenih podzemnih delov rastlin.

Razlike pri obnavljanju rastlinja so pogojene tudi z razlikami v pokrovnosti pred požarom in s starostjo požarišča. Na najstarejšem požarišču Dvori, kjer je bil večinoma zaraščajoči se pašnik, zdaj drevesa pokrivajo le desetino površja, čeprav bi glede na starost pričakovali večjo gostoto dreves. Majhen je tudi delež dreves na drugem najstarejšem požarišču Loško brdo, ki ga je kompleksni požar močno prizadel in so med prevladujočimi grmi in podrastjo še vedno le posamezna drevesa. Na mlajših požariščih smo obnovo rastlinja lahko spremljali od začetka in ugotovili, da so se najprej pojavile stebelike zelnatih rastlin, trave, luki in ostrolistni beluš, od lesnatih rastlin



BOJANA KOVAČ

Slika 45: Nekatere najbolj značilne rastlinske vrste na požariščih: zgoraj levo bodčec ali kristusov trn (*Paliurus spina-christi*), zgoraj desno črni trn (*Prunus spinosa*), spodaj levo ostrolistni beluš (*Asparagus acutifolius*) in spodaj desno gorski luk (*Allium senescens*).

pa le ruj. Med drevesnimi vrstami so bili, z izjemo požarišča Črni Kal 2, ki je najmlajše in zelo poškodovano, povsod opazni poganjki listavcev, ki se sicer pojavljajo v okolici požarišča in so ga najverjetneje naseljevali že prej. Tako smo na požariščih pogosto zabeležili mladike puhastega hrasta in malega jesena (*Fraxinus ornus*), redkeje rešeljike (*Prunus mahaleb* L.) in gabrovca, mladike črnega topola in robinije (*Robinia pseudoacacia*) pa le na požarišču Loško brdo nad dolino Rižane, kjer sta obe drevesni vrsti zelo pogosti. Na treh starejših pogoriščih se pojavljajo tudi različne grmovne vrste, poleg ruja še črni trn, glog (*Crataegus laevigata*), robida, navadni šipek, srobot (*Clematis* L.) in druge, ki otežujejo prehodnost območja. Najtežje prehodno je požarišče Loško brdo, kjer sta prej navedenim vrstam pridruženi še brnistra ali žuka (*Spartium junceum*) in trta (*Vitis vinifera*). Slednja kaže, da je bil nekoč na pobočju vinograd. Z izjemo območja Črnega Kala, za katerega sanacijski načrt predvideva zasaditev avtohtonih vrst listavcev malega jesena (*Fraxinus ornus*), črnega gabra (*Ostrya carpinifolia*), puhastega hrasta (*Quercus pubescens*) in hrasta cera (*Quercus cerris*), so druga preučena požarišča prepuščena naravnemu obnavljanju. Na starejših požariščih lahko sukcesijski stadij označimo kot stopnji uveljavitve in tekmovanja (Dvori, Loško brdo in Podgradec), na požarišču Črni Kal pa kot stopnji naselitve in uveljavitve. Na preučeni požariščih, z izjemo povsem uničenih sestojev črnega bora, poteka avtosukcesija, saj se pojavljajo večinoma vrste, ki bodo prevladovali v zrelem ekosistemu.

7 Sklep

Preučevanje izbranih okolij, kjer poteka sukcesija, je z biogeografskega vidika postreglo s številnimi zanimivi spoznanji. V nekaterih preučevanih okoljih so navzoče invazivne rastlinske vrste. Na obeh visokogorskih rastiščih (melišča in podorno gradivo) prisotnosti invazivnih vrst nismo zaznali. Predvidevamo lahko, da so tamkaj rastiščne razmere po eni strani preveč skrajne, po drugi pa so preveč oddaljena od stalnih vplivov človeka (Blatnik 2012; Blatnik in Repe 2012 in 2013; Pozvek 2013; medmrežje 29). Z invazivnimi vrstami so dokaj revna tudi požarišča, saj se na njih pojavlja za primorski svet zelo pogosta in skoraj že naturalizirana robinija (*Robinia pseudoacacia*) (Kovač 2012). Povsem drugačne razmere so na prodiščih, kjer je velika pestrost pojavljanja invazivnih vrst. Najpogostejše invazivne vrste so žlezava nedotika (*Impatiens glandulifera* Royle), kanadska zlata rozga (*Solidago canadensis*), enoletna suholetnica (*Erigeron annuus*) in japonski dresnik (*Fallopia japonica*). Na nekaterih mestih se pojavlja tudi robinija (Geršič 2009). Še več invazivnih vrst je v gradbenih jamah, kjer v nekaterih delih izrazito prevladujejo kanadska zlata rozga, enoletna suholetnica in ambrozija (*Ambrosia artemisiifolia*). V gradbeni jami Šumi se pojavlja tudi navadna vinika (*Parthenocissus quinquefolia*), ki spada med potencialno invazivne

rastline. V njenem vzhodnem delu namreč povsem prevladuje in prerašča celotno tamkajšnje površje. Bila je namerno nasajena kot okrasna prerast zidu bližnje šole. Je pa presenetljivo, da v nobeni od obeh preučevanih gradbenih jam ni bilo mogoče najti japonskega dresnika (Seifert 2013), ene bolj problematičnih invazivnih vrst v Ljubljani.

Identificirane invazivne vrste lahko označimo tudi za pionirske, ki so sicer značilne za obravnavana območja. Njihova glavna lastnost je široka tolerančna amplituda, številne se pojavljajo v vseh obravnavanih okoljih, ne glede na zelo različne ekološke razmere, nekatere so svojstvene za posamezna okolja. Kolonizacija pionirskih vrst je znak začetka sukcesije, njihova vloga pa je izboljšanje rastiščnih razmer za klimaksne vrste. Rastiščne razmere okolij, ki jih kolonizirajo pionirske vrste, so namreč izjemno zahtevne. Količina prsti je skromna, veliko je skeletnih delcev, vode je običajno zelo malo. Stalna ali občasna motnja so različni naravni in antropogeni procesi in dogodki (poplavljanje, pospešena erozija, padajoče kamenje, nasipavanje proda in peska), ki onemogočajo normalno rast posameznih rastlin.

Sukcesija je odvisna od številnih dejavnikov. Ključen je seveda čas. V obravnavanih okoljih pa se je izkazalo, da imajo zelo pomembno vlogo tudi mikrolokacija in njene prvine, kot so preperelost matične podlage, zavetrnost, nadmorska višina, ekspozicija, naklon, pa tudi antropogeni vplivi, denimo pretekle raba zemljišč. Kolonizacija prvih naseljencev veliko dlje poteka na novonastalih površinah (prodišča, melišča, podorno gradivo), kjer, ko sloj prsti šele nastaja, sledimo primarni sukcesiji, kot tam, kjer se je sloj prsti ohranil (požarišča, gradbene jame) in je naseljevanje prvih rastlin hitrejše. Vpliv okolice kot vira semen in korenin je največji na požariščih, saj se tam večinoma pojavljajo identične vrste kot v združbah pred požarom, za pomembnega pa se je izkazal tudi v gradbenih jamah.

V vseh obravnavanih okoljih, kjer poteka sukcesija, se v njenem začetnem stadiju uveljavijo pionirske vrste, ki sestavljajo različne združbe, kar je predvsem odraz vpliva mikrolokacije.

Ne glede na zelo ozka merila, na podlagi katerih opredelimo primarno sukcesijo, v večini obravnavanih primerov prepoznamo prav to (izjema so požarišča). V vseh ima ključno vlogo začetna razvojna faza oblikovanja sloja prsti. Tako na prodiščih, podornem gradivu, meliščih in celo v gradbenih jamah so prsti skrajno plitve, močno skeletne, z nezatno vsebnostjo organskih snovi in drobnih, predvsem glinastih delcev. Zaradi prevlade makropor vse prsti zelo slabo zadržujejo vodo in so nadpovprečno zračne, kar pomeni pogost pojav sušnih razmer, četudi je padavin dovolj. Vse preučene prsti moremo uvrstiti med kamnišča oziroma (skeletične in/ali nudilitične) leptosole. Kot je bilo že omenjeno, je vsem skupna skrajna začetna razvojna stopnja. Skupke lastnosti prsti pomeni izjemno zahtevne rastiščne razmere, ki so jim kos le pionirske in invazivne rastlinske vrste, značilne za primarno sukcesijo. Klasičen primer sekundarne sukcesije, tudi z vidika prsti, so požarišča.

8 Odprta vprašanja

Pri preučevanju izbranih okolij, kjer poteka sukcesija, se je odprlo nekaj strokovnih vprašanj, ki so zaradi kratkotrajnih opazovanj in sezonskega terenskega dela ostala neodgovorjena. Na vseh obravnavanih območjih se zastavlja vprašanje hitrosti sukcesije. Hitrost zaraščanja v zmernem pasu se v literaturi navaja zelo neenotno. Različni avtorji navajajo zelo različen potek sukcesije od golih tal do klimaksne združbe. Drugo vprašanje, vezano na sukcesijo, je čas nastanka novega okolja oziroma čas začetka sukcesije. V določenih okoljih imamo nekatere podatke v zgodovinskih virih (na primer o podorih), vendar so ti podatki pogosto precej netočni. Pri podornem gradivu si pri določanju starosti pomagamo z metodo datiranja površinske izpostavljenosti. Večje težave so pri določanju starosti melišč in prodišč. Načrte, kjer so v časovnih prerezih vidna spreminjanja struge in morebitna novo nastala prodišča, imamo namreč le za redke, gospodarsko zelo pomembne vodotoke. V primeru gradbenih jam in požarišč je določanje starosti precej manj zahtevno. Podatke o posameznih požarih vodi Uprava Republike Slovenije za zaščito in reševanje, podatke o nastanku posameznih gradbenih jam pa lahko najdemo v različnih dokumentih.

Za natančnejše rezultate bi bilo ne glede na izbrano območje priporočljivo izbrati več raznovrstnih sondnih območij in jih opazovati daljši čas.

V vseh obravnavanih okoljih potekajo različne motnje, ki so bodisi naravno bodisi antropogeno pogojene in vplivajo na sukcesijo. Ker so le občasne, jih na terenu težko opazimo. Ob daljšem opazovanju bi lahko bolj zanesljivo opredelili tudi vpliv občasnih motečih dejavnikov.

Pogosto se zastavlja tudi vprašanje deleža zaraščenosti posameznega območja. Kljub nekaterim konstantam preučevanja, se določeni mikrolokacijski dejavniki pojavljajo kot spremenljivke. Njihov vpliv bi lahko določili z razširitvijo raziskav na različne variabilne dejavnike. Pri naših raziskavah smo na nekaterih območjih nekatere takšne dejavnike že upoštevali in njihovo vlogo določili s statističnimi analizami, vloge mnogih dejavnikov pa nam za zdaj še ni uspelo zadovoljivo pojasniti.

9 Seznam virov in literature

- Abele, G. 1971: Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen. Doktorsko delo. Fakultät für Bio- und Geowissenschaften der Universität Karlsruhe. Karlsruhe.
- Abele, G. 1974: Bergstürze in den Alpen, ihre Verbreitung, Morphologie und Folgeerscheinungen. Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 25. München.

- Abernethy, V. I., Willby, N. J. 1999: Changes along a disturbance gradient in the density and composition of propagule banks in floodplain aquatic habitats. *Plant Ecology* 140-2. Dordrecht.
- Aichele, D., Golte-Bechtle, M. 2004: Kaj neki tu cveti? V naravi rastoče srednjeevropske zelinate kritosemenke. Kranj.
- Anand, S. 2011: Ecological Succession – Causes and Types. Medmrežje: <http://www.biotecharticles.com/Others-Article/Ecological-Succession-Causes-and-Types-749.html> (16. 9. 2013).
- Anderson, E., Nilsson, C. 1999: Temporal variation in the drift of plant litter and diaspores along a small boreal river. Relationships between Hydrochory and Riparian Flora in Boreal Rivers. Umeå.
- Andrews, C. J., Pomeroy, M. K. 1989: Metabolic acclimation to Hypoxia in winter cereals. *Plant Physiology* 91-3. Rockville.
- Badjura, R. 1953: Ljudska geografija – terensko izrazoslovje. Ljubljana.
- Batič, F., Košmrlj - Levačič, B. (ur.) 2011: Botanični terminološki slovar. Ljubljana.
- Bertness, M. D. 1991: Zonation of *Spartina patens* and *Spartina alterniflora* in a New England salt marsh. *Ecology* 72-1. Washington.
- Bischoff, A. 2000: Dispersal and re-establishment of *Silauum silaus* (L.) in floodplain grassland. *Basic and Applied Ecology* 1-2.
- Bischoff, A. 2002: Dispersal and establishment of floodplain grassland species as limiting factors in restoration. *Biological Conservation* 104-1. Washington.
- Blatnik, M. 2012: Vegetacijske značilnosti izbranih melišč na območju slovenskih Alp. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Blatnik, M., Repe., B. 2012: Vegetacijski pasovi na meliščih v slovenskih Alpah. Dela 37. Ljubljana.
- Blatnik, M., Repe., B. 2013: Klasifikacija izbranih melišč glede na vegetacijske značilnosti. *Geografski vestnik* 85-2. Ljubljana.
- Bohinec, V. 1935: K morfologiji in glaciologiji rateške pokrajine. *Geografski vestnik* 11-1/4. Ljubljana.
- Borgegård, S. 1990: Primary succession in man-made environments. Uppsala.
- Bricelj, M. 1988: Gospodarski pomen Save Dolinke in Bohinjke ter njun vpliv na okolje. *Geografski vestnik* 60. Ljubljana.
- Brown, V. K., Southwood, T. R. F. 1987: Secondary Succession, Patterns and Strategies. Colonisation, Succession and Stability. Oxford.
- Brus, R., Dakskobler, I. 2001: Visoki pajesen. *Proteus* 63-5. Ljubljana.
- Buser, S. 1980: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, tolmač lista Celovec (Klagenfurt). *Zvezni geološki zavod. Beograd.*
- Buser, S., Cajhen, J. 1977: Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000, list Celovec (Klagenfurt). *Zvezni geološki zavod. Beograd.*

- Capon, S. J. 2003: Plant community responses to wetting and drying in a large arid floodplain. *River Research and Applications* 19-5/6.
- Carter, M. F., Grace, J. B. 1990: Relationships between flooding tolerance, life history, and short-term competitive performance in three species of *Polygonum*. *American Journal of Botany* 77-3. St. Louis.
- Castillo, J. M., Fernandez-Baco, L., Castellanos, E. M., Luque, C. J., Figueroa, M. E., Davy, A. J., 2000: Lower limits of *Spartina densiflora* and *S. maritima* in a Mediterranean salt marsh determined by different ecophysiological tolerances. *Journal of Ecology* 88-5. London.
- Cojzer, M. 2011: Značilnosti zaraščanja in možnosti usmerjanja sukcesijskega razvoja sestojev pionirskih drevesnih in grmovnih vrst na novonastalih gozdnih površinah. Doktorsko delo. Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Cowles, H. C. 1899: The Ecological Relations of the Vegetation on the Sand Dunes of Lake Michigan. Medmrežje: http://brittlebooks.library.illinois.edu/brittlebooks_open/Books2009-04/cowlhe0001ecorel/cowlhe0001ecorel.pdf (4. 9. 2013).
- Cox, C. B., Moore, P. D. 2005: Biogeography: an ecological and evolutionary approach. Malden, Oxford, Carlton.
- Crawford, R. M. M., Braendl, R. 1996: Oxygen deprivation stress in a changing environment. *Journal of Experimental Botany* 47-2. Oxford.
- Crawford, R. M. M., Jeffree, C. E., Rees, W. G. 2003: Paludification and forest retreat in northern oceanic environments. *Annals of Botany* 91. Oxford.
- Cui, X. H., Zhong, Y., Chen, J. K. 2000: Influence of catastrophic flood on densities and biomasses of three plant species in Poyang Lake, China. *Journal of Freshwater Ecology* 15-4.
- Čušin, B. 2001: Inicialne združbe na prodiščih reke Nadiže v zahodni Sloveniji. *Hladnikia* 12/13. Ljubljana.
- Digitalni model višin 100. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 1998.
- Digitalni model višin 100. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2005.
- Digitalni model višin 12,5. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2005.
- Digitalni model višin 25. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2005.
- Digitalni ortofoto posnetek 1 : 5.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2006.
- Digitalni ortofoto posnetek 1 : 5.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2011.
- Državna pregledna karta 1 : 1.000.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 1998.
- Državna pregledna karta 1 : 250.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 2005.

- Državna pregledna karta 1 : 500.000. Geodetska uprava Republike Slovenije. Ljubljana, 1998.
- Easterbrook, D. J. 1999: Surface Processes and Landforms. New Jersey.
- Eck, W. H. J. M., Lenssen, J. P. M., Rengelink, R. H. J., Blom, C. W. P. M., Kroon, H. 2004a: Water temperature instead of acclimation stage and oxygen concentration determines responses to winter floods. *Aquatic Botany* 81-3.
- Eck, W. H. J. M., Steeg, H. M., Blom, C. W. P. M., Kroon, H. 2004b: Is tolerance to summer flooding correlated with distribution patterns in river floodplains? A comparative study of 20 terrestrial grassland species. *Oikos* 107-2.
- Ehrlén, J., Eriksson, O. 2000: Dispersal limitation and patch occupancy in forest herbs. *Ecology* 81-6. Washington.
- Eler, K., Jogan, N., Novak, Š. 2012: Priročnik za sistematično kartiranje invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst. Nova vas.
- Elger, A., Bornette, G., Barrat-Segretain, M. H., Amoros, C. 2004: Disturbances as a structuring factor of plant palatability in aquatic communities. *Ecology* 85-2. Washington.
- Eppinger, M., Hofmann, H. 2006: Cvetlice: enostavno in zanesljivo določanje. Kranj.
- Ernst, E. P. O. 1990: Ecophysiology of plants in waterlogged and flooded environments. *Aquatic Botany*. 38-1.
- FAO WRB, 2007: World Reference Base for Soil Resources. A framework for international classification, correlation and communication. World Soil Resources Reports. Vol. 103. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rim.
- FAO-UNESCO 1974: Soil map of the world, Legend. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Kartografsko gradivo.
- Fenner, M. 1985: Seed Ecology. London.
- Frantar, P., Hrvatin, M. 2005: Pretočni režimi v Sloveniji med letoma 1971 in 2000. *Geografski vestnik* 77-2. Ljubljana.
- Gams, I. 1991: Dvojno življenje melišč. *Proteus* 53-8. Ljubljana.
- Geister, I. 1990: Tu živimo: Med rastlinami in živalmi. GEA 0-1. Ljubljana.
- Geološka karta Slovenije 1 : 500.000. Ljubljana, 2000.
- Gerard, J. 1992: Soil Geomorphology. London.
- Geršič, M. 2009: Pionirske rastlinske vrste na prodiščih v zgornjem toku reke Save. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Geršič, M. 2010a: Sukcesija na prodiščih reke Save. Dela 33. Ljubljana.
- Geršič, M. 2010b: Pionirske rastlinske vrste in sukcesija na prodiščih. *Geografski vestnik* 82-1. Ljubljana.
- Gilbert, O. L. 1991: The Ecology of Urban Habitats. London.
- Gilvear, D., Willby, N. 2006: Channel dynamics and geomorphic variability as controls on gravel bar vegetation; River Tummel, Scotland. *River research and applications* 22-4.

- Glavina, D., De Faveri, M. 2012: Analiza intervencijskega požara v naravnem okolju »Črnotiči 2012«. Koper.
- Godet, J. D. 2002: Alpske rastline, rastoče na skalovju, meliških, morenah, alpskih travnikih, pašnikih in ob gozdnih robovih. Radovljica.
- Goodson, T. M., Gurnell, A. M., Angold, P. G., Morrissey, I. P. 2002: Riparian seed banks along the River Dove. UK: their structure and ecological implications. *Geomorphology* 47-1.
- Gorza, A. 2011: Povabljen ali ne, prišle so! Delo in dom. Medmrežje: <http://www.deloindom.si/okrasne-rastline/invazivne-rastline-povabljen-ali-ne-prišle-so> (12. 10. 2011).
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskih območij 2012–2020. Zavod za gozdove Slovenije. Ljubljana, 2012.
- Grace, J. B., Wetzel, R. G. 1981: Habitat partitioning and competitive displacement in cattails (*Typha*). *Experimental field studies. American Naturalist* 118-4. Chicago.
- Grime, J. P. 1979: *Plant strategies and vegetation processes*. Chichester.
- Grubb, P. J. 1986: *The ecology of establishment. Ecology and Landscape Design*. Oxford.
- Grubb, P. J. 1987: *Some Generalising Ideas About Colonisation and Succession in Green Plants and Fungi. Colonisation, Succession and Stability*. Oxford.
- Gruđen, J. 1910: *Zgodovina slovenskega naroda* 1. Celovec.
- Handbook of Alien Species in Europe*. Knoxville, 2008.
- Herlec, U. 2006: *Nastanek Zemlje. Kaj spreminja svet?* Ljubljana.
- Hölzel, N., Otte, A. 2004: Assessing soil seed bank persistence in flood-meadows: The search for reliable traits. *Journal of Vegetation Science* 15-1.
- Hugget, R. J. 1998: *Fundamentals of biogeography*. New York.
- Hughes, F. M. R. 1997: *Floodplain biogeomorphology. Progress in Physical Geography* 21-4.
- Huston, M. 1979: A general hypothesis of species diversity. *The American Naturalist* 113-1. Chicago.
- Jackson, M. B., Armstrong, W. 1999: Formation of aerenchyma and the processes of plant ventilation in relation to soil flooding and submergence. *Plant Biology* 1-3.
- Jakomin, O. 2006: *Geografski oris katastrske občine Kubeš s poudarkom na problemu zaraščanja kmetijskih površin. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani*. Ljubljana.
- Jakša, J. 2002: *Gozdni požari. Nesreče in varstvo pred njimi*. Ljubljana.
- Jansson, R., Nilsson, C., Renofalt, B. 2000: Fragmentation of riparian flora in rivers with multiple dams. *Ecology* 81-4. Washington.
- Jogan, N. 2000: Neofiti – rastline pritepenke. *Proteus* 63-1. Ljubljana.
- Jogan, N. 2007: Poročilo o stanju ogroženih rastlinskih vrst, stanju invazivnih vrst ter vrstnega bogastva s komentarji. Medmrežje: http://www.arso.gov.si/narava/rastlinske%20vrste/ogro%C5%BEene%20in%20zavarovane/ogrozene_rastlinske_vrste.pdf (19. 9. 2013).

- Jogan, N. (ur.) 2009: Tujerodne vrste – Informativni listi izbranih vrst. Grahovo.
- Jogan, N., Kotarac, M., Lešnik, A., Erjavec, D., Jakopič, M., Rozman, B., Trčak, B., Urbanc-Berčič, O., Germ, M., Kaligarič, M., Škornik, S., Dobravec, J., Martinčič, A., Wraber, T. 2004: Opredelitev območij evropsko pomembnih negozdnih habitatnih tipov s pomočjo razširjenosti značilnih rastlinskih vrst. Končno poročilo. Miklavž na Dravskem polju.
- Johansson, M. E., Nilsson, C. 2002: Responses of riparian plants to flooding in free flowing and regulated boreal rivers: an experimental study. *Journal of Applied Ecology* 39-6. London.
- Jug, A. 2002: Globalno opazovanje in nadzor požarov v naravnem okolju. Požari v naravnem okolju. Sežana.
- Keddy, P. A. 1990: Competitive hierarchies and centrifugal organization in plant communities. *Perspectives on plant competition*. San Diego.
- Kladnik, D. 1981: Melišča v Kamniško-Savinjskih Alpah. *Gorenjska*, 12. zborovanje slovenskih geografov. Ljubljana.
- Kladnik, D. 2011: Širjenje gozda na Krasu kot dejavnik prostorskega razvoja. *Geografski vestnik* 83-2. Ljubljana.
- Kladnik, D., Lovrenčak, F., Orožen Adamič, M. (ur.) 2005: *Geografski terminološki slovar*. Ljubljana.
- Klimeshová, J. 1994: The effects of timing and duration of floods on growth of young plants of *Phalaris arundinacea* L. and *Urtica dioica* L.: an experimental study. *Aquatic Botany* 48-1.
- Knox, J. C. 2000: Sensitivity of modern and Holocene floods to climate change. *Quaternary Science Reviews* 19-1/5.
- Koblar, A. 1895: Zemeljski potresi na Slovenskem. *Izvestja Muzejskega društva za Kranjsko* 2. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2002: Pobočni procesi in drobirski tok v Logu pod Mangartom. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2007: Pobočni procesi in človek. *Geografija Slovenije* 15. Ljubljana.
- Komac, B., Zorn, M. 2009: Pokrajinski učinki skalnega podora v Pologu. *Geografski vestnik* 81-1. Ljubljana.
- Kosmač, V. 2010: Rastlinski ključ za določanje lastnosti rastišč. Radovljica.
- Kovač, B. 2012: Sukcesija na izbranih požariščih v slovenski Istri. *Zaključno delo*. Fakulteta za humanistične študije Univerze na Primorskem. Koper.
- Krese, M. 2003: 100 travniških rastlin Slovenije. Ljubljana.
- Kroflič, B. 2006: Kremenaste alge v usedlinah Ljubljanskega barja. *Diplomsko delo*. Oddelek za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Kruckeberg, A. R. 2004: *Geology and plant life: the effects of landforms and rock types on plants*. London.

- Kugonič, N., Šešerko, M., Kopušar, N., Beričnik-Vrbovšek, J., Šimon, S., Rožič, V., Glinšek, A., Svetina Veder, M., Flis, J., Zaluberšek, M., Perič, A., Videmšek, M., Jernej, T., Zupan, M., Grčman, H. 1998: Posnetek stanja onesnaženosti tal in rastlinskega materiala na območju Zgornje Mežiške doline. Velenje, Ljubljana.
- Kus Veenvliet, J. 2009: Tujerodne vrste: Priročnik za naravovarstvenike. Grahovo.
- Kušar, S. 2013: Interpretacija statističnih analiz (osebni vir, 14. 6. 2013). Ljubljana.
- Lang, A. 2013: Cvetlice: odkrivamo in določamo najpomembnejše vrste. Ljubljana.
- Langlade, L. R., Decamps, O. 1994: Plant colonization on rivers gravel bars: the effect of litter accumulation. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 3, Sciences de la vie* 317-10. Paris.
- Langlade, L. R., Decamps, O. 1995: Accumulation de limon et colonisation végétale d'un banc de galets. *Comptes rendus de l'Académie des sciences. Série 3, Sciences de la vie* 318-10. Paris.
- Larison, J., Larison, W. 1991: Živa Zemlja. Washington.
- Lenssen, J. P. M., Steeg, H. M., Kroon, H. 2004: Does disturbance favour weak competitors? Mechanisms of changing plant abundance after flooding. *Journal of Vegetation Science* 15-3.
- Lenssen, J. P. M., Kroon, H. 2005: Abiotic constraints at the upper boundaries of two *Rumex* species on a freshwater flooding gradient. *Journal of Ecology* 93-1. London.
- Lippert, W. 1987: Alpsko cvetje. Ljubljana.
- Lippert, W. 1990: Alpsko cvetje. Ljubljana.
- Lippert, W., Wraber, T. 2000: Alpske rastline nad gozdno mejo. Ljubljana.
- Lovrenčak, F. 1994: Pedogeografija. Ljubljana.
- Lovrenčak, F. 1998: Rastlinstvo. Geografija Slovenije. Ljubljana.
- Lovrenčak, F. 2002: Povezave med prstjo in rastlinstvom na vršajih v Planici. *Geografski vestnik* 74-1. Ljubljana.
- Lovrenčak, F. 2003: Osnove biogeografije. Ljubljana.
- Lovrenčak, F., Vovk Korže, A. 2001: Priročnik za laboratorijske analize prsti v geografiji. Ljubljana.
- Luckman, B. 2004: Scree. *Encyclopedia of Geomorphology* 2. New York.
- Maher, I. 1993: Zavarovani in ogroženi: Zelenci. *Gea* 3-5. Ljubljana.
- Maltby, E. 1991: Wetlands – their status and role in the biosphere. *Plant Life under Oxygen Deprivation*. Haag.
- Marston, R. A., Girel, J., Pautou, G., Piegay, H., Bravard, J. P., Arneson, C. 1995: Channel metamorphosis, floodplain disturbances and vegetation development: Ain River, France. *Geomorphology* 13-1/4.
- 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. Ljubljana.

- Maynard, G., Nowell, D. 2009: Biosecurity and quarantine for preventing invasive species. Invasive Species Management. Handbook of Principles and Techniques. Oxford. Medmrežje: <http://fds.oup.com/www.oup.com/pdf/13/9780199216338.pdf> (19. 9. 2013).
- Medmrežje 1: <http://www.trajnice.com/kajsotrajnice.htm> (18. 7. 2012).
- Medmrežje 2: http://www.zaplana.net/flowers/index_si.asp (18. 7. 2012).
- Medmrežje 3: http://en.wikipedia.org/wiki/Ecological_succession (4. 9. 2013).
- Medmrežje 4: http://www.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2711/Gradiva_Eler_Predavanja_Bolonja/Eler_P_Ekologija-03_Zdruzbe.pdf (4. 9. 2013).
- Medmrežje 5: http://en.wikipedia.org/wiki/Connell%E2%80%93Slatyer_model_of_ecological_succession (4. 9. 2013).
- Medmrežje 6: http://kt.ijs.si/marko_debeljak/Lectures/OZO_PODIPL%2006_07_19%20dimanika%20zdru%9Ebe.pdf (4. 9. 2013).
- Medmrežje 7: http://sl.wikipedia.org/wiki/Ekologija_populacije (4. 9. 2013).
- Medmrežje 8: http://everything2.com/?node_id=1986240 (4. 9. 2013).
- Medmrežje 9: http://en.wikipedia.org/wiki/Primary_succession (4. 9. 2013).
- Medmrežje 10: <http://en.wikipedia.org/wiki/Chaparral> (4. 9. 2013).
- Medmrežje 11: <http://www.bookrags.com/research/pioneer-species-wob/> (4. 9. 2013).
- Medmrežje 12: <http://www.sc-s.si/joomla/images/3-REK-Biocenoza-sukcesija-GR.pdf> (4. 9. 2013).
- Medmrežje 13: <http://www.dodaj.rs/f/27/qh/3x16yrQU/1/11-ekosistem2-0809.pdf> (4. 9. 2013).
- Medmrežje 14: <https://www.boundless.com/biology/interactions-between-the-environment-and-organisms/disturbance-influences-on-community-structure/succession/> (16. 9. 2013).
- Medmrežje 15: <http://www.arso.gov.si/narava/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/HabitatniTipiSlovenije2004.pdf> (20. 9. 2009).
- Medmrežje 16: http://eunis.eea.europa.eu/habitats-code-browser.jsp?expand=C,C3,C3.5#level_C3.5 (20. 9. 2009).
- Medmrežje 17: http://www.arso.gov.si/vode/podatki/arhiv/hidroloski_arhiv.html (5. 8. 2009).
- Medmrežje 18: <http://www.biportal.si/tujerodne.php> (29. 9. 2009).
- Medmrežje 19: http://gis.arso.gov.si/atlasokolja/profile.aspx?id=Atlas_Okolja_AXL@Arso (30. 5. 2013).
- Medmrežje 20: <http://eunis.eea.europa.eu/habitats/291> (29. 8. 2013).
- Medmrežje 21: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:SL:PDF> (29. 8. 2013).
- Medmrežje 22: http://www.mko.gov.si/fileadmin/mko.gov.si/pageuploads/zakonodaja/ohranjanje_narave/posebna_varstvena_obmocja_natura2000_priloga2_precisceno.pdf (29. 8. 2013).

- Medmrežje 23: http://www.fao.org/fileadmin/templates/nr/images/resources/pdf_documents/WRB_Legend.pdf (14. 8. 2013).
- Medmrežje 24: http://www.google.si/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0CCoQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.ljubljana.si%2Ffile%2F406644%2Ffosnutek-sumi---predstavitev-intranet.ppt&ei=b_sIUoC9K5HXsgam2oCoDg&usq=AFQjCNHQPXHT5jEllWG9LVin60kx8os1zw&sig2=3Fk0hfqniDY5makegXF-pnA&bvm=bv.50500085,d.Yms (12. 8. 2013).
- Medmrežje 25: <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=576019&page=11> (10. 8. 2013).
- Medmrežje 26: http://www.vladimirrandjelovic.com/pdf/ekologija-biljaka/05_Dinamika_biljnih_zajednica.pdf (25. 9. 2013).
- Medmrežje 27: <http://www.zgs.gov.si/slo/gozdovi-slovenije/o-gozdovih-slovenije/pozarno-ogrozeni-gozdovi/index.html> (19. 9. 2013).
- Medmrežje 28: <http://www.arso.gov.si/vreme/napovedi%20in%20podatki/> (29. 8. 2013).
- Medmrežje 29: http://www.mko.gov.si/si/delovna_podrocja/narava/invazivne_tujerodne_vrste_rastlin_in_zivali/rastline_invazivne_tujerodne_vrste/ (1. 6. 2013).
- Melik, A. 1954: Slovenski alpski svet. Ljubljana.
- Menge, B. A., Sutherland, J. P. 1976: Species Diversity Gradients: Synthesis of the Roles of Predation, Competition, and Temporal Heterogeneity. *The American Naturalist* 110-973. Chicago.
- Menges, E. S., Waller, D. M. 1983: Plant strategies in relation to elevation and light in floodplain herbs. *The American Naturalist* 122-4. Chicago.
- Meznarič, M. 2008: Vegetacija prodišč v odvisnosti od strukture in višine prodišč na primeru srednje Drave. Magistrsko delo. Fakulteta za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru. Maribor.
- Mikoš, M. 1995: Soodvisnost erozijskih pojavov v prostoru. *Gozdarski vestnik* 53-9. Ljubljana.
- Miles, J. 1987: Vegetation and succession, past and present perception. Colonisation, Succession and Stability. Oxford.
- Mrak, I. 2003: Sledovi pleistocenske morfogeneze v porečju Tržiške Bistrice. Magistrsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Mrak, I. 2004: Minor karst landforms as an indirect method for datation – the case study valley Pod Košuto (Slovenia). *Acta carsologica* 33-1. Postojna.
- Mrak, I., Merchel, S., Benedetti, L., Braucher, R., Bourlès, D., Finkel C. R., Reitner J. 2010: Uporaba metode datiranja površinske izpostavljenosti na primeru podora Veliki vrh. Od razumevanja do upravljanja, Naravne nesreče 1. Ljubljana.
- Mržek, T. 2008: Upravljanje požarno ogroženih območij na Krasu. Diplomsko delo. Fakulteta za znanost o okolju Univerze v Novi Gorici. Nova Gorica. Medmrežje: <http://www.ung.si/čilibrary/diplome/OKOLJE/25Mrzek.pdf> (26. 5. 2013).
- Muhič, D. 2004: Požari v naravi. Ljubljana.

- Murdoch, A. J., Ellis, R. H. 1992: Longevity, viability and dormancy. Seeds. The ecological of regeneration in plant communities. Wallingford.
- Nabben, R. H. M., Blom, C. W. P. M., Voeselek, L. A. C. J. 1999: Resistance to complete submergence in *Rumex* species with different life histories: the influence of plant size and light. *New Phytologist* 144-2. Lancaster.
- Natek K., 2004: Geomorfologija. Skripta. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Natek, K., Mrak, I., Braucher, R. 2013: Časovna dimenzija naravnih procesov v luči novih možnosti absolutne datacije: primeri z Gorenjskega. *Gorenjska v obdobju globalizacije*. Bled, Ljubljana.
- Nathan, R., Muller-Landau, H. C. 2000: Spatial patterns of seed dispersal, their determinants and consequences for recruitment. *Trends in Ecology and Evolution* 15-7.
- Nilsson, C., Gardfjell, M., Grelsson, G. 1991: Importance of hydrochory in structuring plant communities along rivers. *Canadian Journal of Botany* 69-12. Abredeen, Regina.
- Obojnik, N. 2011: Razširjenost izbranih tujerodnih invazivnih rastlinskih vrst vzdolž reke Drete. Diplomsko delo. Pedagoška fakulteta, Biotehniška fakulteta, Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo in Naravoslovnotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Oldeman, L. R., Hakkeling, R. T. A., Sombrock, W. G. 1991: World Map of the Status of Human-Induced Soil Degadation with Explanatory Note. Second, revised edition. Wageningen, Nairobi.
- Pavšek, M. 1994: Skalni podor v Trenti. *Ujma* 8. Ljubljana.
- Pečenko, A. 2005: Požari v naravnem okolju. Medmrežje: http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20projekti/dr%C5%BEavna%20slu%C5%BEBa/Pozari_i_v_naravnem_okolju.pdf (23. 5. 2013).
- Pedološka karta Slovenije 1 : 25.000. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. Ljubljana, 2007.
- Pennings, S. C., Callaway, R. M. 1992: Salt marsh plant zonation: the relative importance of competition and physical factors. *Ecology* 73-2. Washington.
- Petauer, T., Ravnik, V., Šuštar, F. 1998: Mali leksikon botanike. Ljubljana.
- Petkovšek, J. 2012a: Ambrozija in dresnik vse večji nadlogi Ljubljane. *Delo* 14. 6. 2012. Medmrežje: <http://www.delo.si/novice/ljubljana/ambrozija-in-dresnik-vse-vecji-nadlogi-ljubljane.html> (15. 12. 2012).
- Petkovšek, J. 2012b: Ljubljana postaja mesto gradbiščnih jam. Medmrežje: <http://www.delo.si/novice/slovenija/ljubljana-postaja-mesto-gradbiscnih-jam-in-ograj.html> (10. 8. 2013).
- Petkovšek, V. 1939: Planinsko cvetje v nižini. *Planinski vestnik* 39-4. Ljubljana.
- Pichorner, B. 1998: Die Bergsturz-Sukzession. *Bergsturz Landshaft Schütt*. Celovec.

- Poore, M. E. D. 1955: The Use of Phytosociological Methods in Ecological Investigations: I. The Braun-Blanquet System. *Journal of Ecology* 43-1. London.
- Pozvek, N. 2013: Biogeografska problematika na območju podora pod Velikim vrhom. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Race, M. 2012: Načrt sanacije pogorišča Črnotiče. Medmrežje: http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/varstvo/ATLAS_pozarni/Sanacija_Crnotice_2.pdf (26. 5. 2013).
- Rainer, F., Pintar, J. 1972: Ogroženost tal zaradi erozije hudournikov in plazov. Ljubljana.
- Ravnik, V. 2010: Alpsko cvetje Slovenije in izbor nekaterih drugih gorskih rastlin. Kranj.
- Repe, B. 2010: Prepoznavanje osnovnih prsti slovenske klasifikacije. Dela 34. Ljubljana.
- Repe, B. 2011a: Vsaka zgodba ima svoj začetek: kamnišča. Rože & vrt: revija za ljubitelje vrta in sobnih rastlin 2. Ljubljana.
- Repe, B. 2011b: Rendzine. Polet. Medmrežje: <http://www.polet.si/dosjeji-x/rendzine> (17. 9. 2013).
- Russel, T., Cutler, C., Walters, M. 2007: The illustrated encyclopedia of trees of the world. London.
- Schaetzl, R. J., Anderson, S. 2005: Soils: genesis and geomorphology. New York, Cambridge.
- Schauer, T. 2008: Rastlinski vodnik. Ljubljana.
- Schneider, R. L., Sharitz, R. R. 1988: Hydrochory and regeneration in a bald cypress-water tupelo swamp forest. *Ecology* 69-4. Washington.
- Seidel, D., Eisenreich, W. 1992: Slikovni rastlinski ključ. Ljubljana.
- Seidl, F. 1895: Potresi na Kranjskem in Primorskem. Ljubljanski zvon 15-9. Ljubljana.
- Seifert, A. 2013: Problematika zaraščanja gradbenih jam. Zaključna seminarska naloga. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Seliškar, A. 2000: Obrežni pasovi celinskih voda: habitatni tipi Slovenije. *Proteus* 63-3. Ljubljana.
- Shipley, B., Keddy, P. A., Lefkovich, L. P. 1991: Mechanisms producing plant zonation along a water depth gradient: a comparison with the exposure gradient. *Canadian Journal of Botany* 69-7. Abredeen, Regina.
- Siebel, H. N. 1998: Floodplain forest restoration. Tree seedling establishment and tall herb interference in relation to flooding and shading. Doktorsko delo. Univerza v Nijmegenu. Nijmegen.
- Silvertown, J. W., Dood, M. E., Gowing, D. J. G., Mountford, J. O. 1999: Hydrologically defined niches reveal a basis for species richness in plant communities. *Nature* 400-61/63. London, New York.
- Skoberne, P. 2007: Narava na dlani. Zavarovane rastline v Sloveniji. Ljubljana.
- Skoglund, J., Hytteborn, H. 1990: Viable seeds in deposits of the former lakes Kvismaren and Hornborgasjön, Sweden. *Aquatic Botany* 37-3.

- Sman, A. J. M., Joosten, N., Blom, C. W. P. M. 1993: Flooding regimes and life history characteristics of short-lived species in river forelands. *Journal of Ecology* 81-1. London.
- Squires, L., Van der Valk, A. G. 1992: Water-depth tolerances of the dominant emergent macrophytes of the Delta Marsh, Manitoba. *Canadian Journal of Botany* 70-9. Abredeen, Regina.
- Steeg, H. M., Blom, C. W. P. M. 1998: Impact of hydrology on floodplain vegetation in the Lower Rhine system: implications for nature conservation and nature development. New concepts for sustainable management of river basins.
- Sritar, A. 1957: Pregled talnih oblik v spodnjesavskem predelu Slovenije. Ljubljana.
- Sritar, A. 1991: Pedologija. Kompendij. Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Sykora, K. V., Scheper, E., Van der Zee, F. 1988: Inundation and the distribution of plant communities on Dutch river dikes. *Acta Botanica Neerlandica* 37. Amsterdam.
- Šercelj, A. 1996: Začetki in razvoj gozdov v Sloveniji. Ljubljana.
- Šifrer, M. 1969: Kvartarni razvoj dobrav na Gorenjskem. *Geografski zbornik* 11. Ljubljana.
- Šilc, U. 2000: Habitatni tipi Slovenije, Prodišča – mozaik habitatnih tipov. *Proteus* 63-4. Ljubljana.
- Škorić, A. 1977: Tipovi naših tala. Zagreb.
- Šorgo, A. 1997: Poplave so življenje. Večer (9. 1. 1997). Maribor.
- Šturm, T. 2013: Uporaba tehnologije GIS za napovedovanje pojavljanja gozdnih požarov v Sloveniji. Doktorsko delo. Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani. Ljubljana.
- Tarback, E. J., Lutgens, F. K. 2002: *Earth: An introduction to physical geology*. Upper Saddle River.
- Tarman, K. 1992: *Osnove ekologije in ekologija živali*. Ljubljana.
- Thoreau, H. D. 1887: *The Succession of Forest Trees and Wild Apples*. Medmrežje: <http://archive.org/stream/successionfores00thorgoog#page/n6/mode/2up> (4. 9. 2013).
- Tilman, D. 1988: *Plant strategies and the dynamics and structure of plant communities*. Princeton.
- Tivy, J. 1993: *Biogeography, a study of plants in the ecosphere*. London, New York.
- Tome, D. 2006: *Ekologija: Organizmi v prostoru in času*. Ljubljana.
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L. 2005: *Atlas gozdnih tal Slovenije*. Ljubljana.
- Uredba Evropskega parlamenta in Sveta o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. Bruselj, 2013. Medmrežje: <http://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/docs/proposal/sl.pdf> (1. 10. 2013).
- Uredba o habitatnih tipih. Uradni list Republike Slovenije 112/2003. Ljubljana.
- Vartapetian, B. B., Jackson, M. B. 1997: Plant adaptations to anaerobic stress. *Annals of Botany* 79-1. Oxford.

- Vegetacijska karta gozdnih združb 1 : 400.000. Biološki inštitut Jovana Hadžija ZRC SAZU. Ljubljana, 2002.
- Vervuren, P. J. A., Beurskens, S. M. J. H., Blom, C. W. P. M. 1999: Light acclimation, CO₂ response and long-term capacity of underwater photosynthesis in three terrestrial plant species. *Plant Cell Environment* 22-8.
- Vervuren, P. J. A., Blom, C. W. P. M., Kroon, H. D. 2003: Extreme flooding events on the Rhine and the survival and distribution of riparian plant species. *Journal of Ecology* 91-1. London.
- Veselič, M. 1979: Vodni viri Save Bohinjke in Save Dolinke. Ljubljana.
- Vidic-Jaecks, N., Lobnik, F. 1996: Rates of soil development of the chronosequences in Ljubljana Basin, Slovenia. *Geoderma* 76-1/2. Oxford.
- Vidrih, R., Ribičič, M. 1999: Posledice potresa v naravi. *Ujma* 13. Ljubljana.
- Visser, E. J. W., Nabben, R. H. M., Blom, C. W. P. M., Voeselek, L. A. C. J. 1997: Elongation by primary lateral roots and adventitious roots during conditions of hypoxia and high ethylene concentrations. *Plant Cell Environmental* 20.
- Vodnogospodarske osnove Slovenije. Ljubljana, 1978.
- Voeselek, L. A. C. J. 1990: Adaptations of *Rumex* in flooding gradients. Doktorsko delo. Univerza v Nijmegenu. Nijmegen.
- Vreken, W. J. 1975: Principal kinds of of chronosequences and their significance in soil history. *European Journal of Soil Science* 26-4. Bedford.
- Vrhovšek, D., Vovk Korže, A., Lovka, M., Kryštufek, B., Sovinc, A., Bertok, M., Vrhovšek, M., Kovač, M. 2008: Ekoremediacije kanaliziranih vodotokov. Ljubljana, Maribor.
- Watt, A. S. 1947: Pattern and process in the plan community. *Journal of Ecology* 35-1/2. London.
- Weijden van der, W., Leewis, R., Bol, P. 2007: Biological Globalisation. Bio-invasions and their impacts on nature, the economy and public health. Utrecht.
- Wheatler, P. C. 1999: Urban habitats. New York.
- Willby, N. J., Pulford, I. D., Flowers, T. H. 2001: Tissue nutrient signatures predict herbaceous-wetland community responses to nutrient availability. *New Phytologist* 152-3. Lancaster.
- Wraber, T. 1965: Združba berinijevega jajčarja in alpske hrustavke na soških prodiščih pri Bovcu. *Varstvo narave* 4. Ljubljana.
- Wraber, T. 1978: Alpine Vegetation der Julischen Alpen. *Spominski zbornik Maksa Wraberja*. Ljubljana.
- Yadav, B. K. V. 2010: Plant succession. Medmrežje: <http://www.forestrynepal.org/notes/silviculture/succession> (16. 9. 2013).
- Zakon o ohranjanju narave. Uradni list Republike Slovenije 22/2003. Ljubljana.
- Zorn, M. 2001: Gorski relief kot posledica skalnih podorov. Diplomsko delo. Oddelek za geografijo Filozofske fakultete Univerze v Ljubljani. Ljubljana.

- Zorn, M. 2002: Podori v slovenskih Alpah. Geografski zbornik 42. Ljubljana.
- Zorn, M. 2005: Dobraški podori. Slovenija II, Vodniki Ljubljanskega geografskega društva. Ljubljana.
- Zorn, M. 2008: Erozijski procesi v slovenski Istri. Geografija Slovenije 18. Ljubljana.
- Zorn, M., Komac, B. 2009: Nekateri učinki bojevanja na naravno pokrajino. Geografski vestnik 81-2. Ljubljana.
- Zupan, M. 1996: Sava. Enciklopedija Slovenije 10 zvezek. Ljubljana.
- Zupancič, M., Žagar, V. 1998: Obrečna borovja zgornjega toka Save (Slovenija). Razprave IV. razreda SAZU. Ljubljana.

10 Seznam slik

Slika 1: Kamnišče.	27
Slika 2: Odnos med pedogenezo in sukcesijo.	29
Slika 3: Kamnišče ob Savi.	30
Slika 4: Visokogorsko rastišče.	31
Slika 5: Tehnosol.	33
Slika 6: Mlad japonski dresnik (<i>Fallopia japonica</i>).	35
Slika 7: Veliki pajesen (<i>Ailanthus altissima</i>).	35
Slika 8: Žlezava nedotika (<i>Impatiens glandulifera</i> Royle).	36
Slika 9: Octovec (<i>Rhus typhina</i>).	36
Slika 10: Obravnavana območja.	38
Slika 11: Prodišče ob Savi Dolinki.	40
Slika 12: Raziskovana območja z označenimi sondnimi prodišči.	47
Slika 13: Model sukcesijskih mikrostadijev na prodiščih.	48
Slika 14: Sukcesija na prodiščih.	49
Slika 15: Prodišče pred poplavo.	51
Slika 16: Prodišče po poplavi.	51
Slika 17: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste na prodiščih: zgoraj levo breskova dresen (<i>Polygonum persicaria</i>), zgoraj desno alpska hrustavka (<i>Chondrilla chondrilloides</i>), spodaj levo trebušasta zvončnica (<i>Campanula cochleariifolia</i>) in spodaj desno navadni repuh (<i>Petasites hybridus</i>).	52
Slika 18: Območje preučevanja, območji opazovanja in razmestitev popisnih ploskev.	59
Slika 19: Napovedana vrstna pestrost na podlagi nadmorske višine.	62
Slika 20: Gostota rdečega bora glede na oddaljenost od odlomne ploskve podora.	64

Slika 21: Spreminjanje deleža razredov višin kranjske krhlike z nadmorsko višino.	65
Slika 22: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste na podornem gradivu: zgoraj levo gola vrba (<i>Salix glabra</i>), zgoraj desno mokovec (<i>Sorbus aria</i>), spodaj levo navadni brin (<i>Juniperus communis</i>) in spodaj desno kranjska krhlika (<i>Rhamnus fallax</i>).	67
Slika 23: Niz melišč v Kamniško-Savinjskih Alpah.	69
Slika 24: Žlebovno-vršajski tip melišča na severnem pobočju Kriške gore.	71
Slika 25: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste na meliščih: zgoraj levo dlakavi sleč (<i>Rhododendron hirsutum</i>), zgoraj desno okroglostni mošnjak (<i>Thlaspi rotundifolium</i>), spodaj levo pokalica (<i>Silene vulgaris</i>) in spodaj desno kernerjev mak (<i>Papaveri keneri</i>).	73
Slika 26: Raziskovana območja z označenimi sondnimi območji.	75
Slika 27: Enkrat previšan tridimenzionalni prikaz razporeditve rastlinskih pasov na preučevanem melišču severno od Begunjščice.	79
Slika 28: Najbolj pogoste kategorije rastlinskih pasov: zgoraj levo pas rušja, zgoraj desno neporasla zemljišča, spodaj levo gosta prerast, spodaj v sredini redka prerast in spodaj desno posamezne rastline.	83
Slika 29: Poenostavljen model tipičnega melišča pod zgornjo gozdno mejo (levo) in nad njo (desno).	84
Slika 30: Pogled na del opuščene gradbene jame Šumi.	87
Slika 31: Rastlinske združbe v gradbeni jami Šumi.	93
Slika 32: Pogled na gradbeno jamo Šmartinka.	95
Slika 33: Rastlinske združbe v gradbeni jami Šmartinka.	99
Slika 34: Nekatero najbolj značilne rastlinske vrste v gradbenih jamah: zgoraj levo regratovolistni dimek (<i>Crepis taraxacifolia</i>), zgoraj desno kanadska zlata rozga (<i>Solidago canadensis</i>), spodaj levo enoletna suholetnica (<i>Erigeron annuus</i>) in spodaj desno navadno korenje (<i>Daucus carota</i>).	103
Slika 35: Požarna ogroženost kraškega gozdnogospodarskega območja.	107
Slika 36: Raziskovana območja z označenimi sondnimi požarišči.	109
Slika 37: Požar so preživela starejša drevesa, mlada drevesa toploljubnih listavcev, ki so zrastle v štirih letih, pa so nižja od uničenih v požaru.	111
Slika 38: Po štirih letih na požarišču še vedno prevladuje travno rastlinstvo.	112
Slika 39: Požarišče se večinoma zarašča z mladimi drevesi črnega topola, visokimi do tri metre.	113
Slika 40: Požarišče Podgradec nad Sočergo.	114
Slika 41: Štiri mesece po požaru se na požarišču že razraščajo poganjki ruja in ostrolistnega beluša.	114
Slika 42: Dve leti po požaru poganjki ruja, ostrolistnega beluša in malega jesena dosega povprečno višino pol metra.	115

Slika 43: Na manj poškodovanih in hitreje očiščenih delih požarišča so se že uveljavile nove lesnate rastline.	115
Slika 44: Na območju najbolj poškodovanih borovih gozdov se po čiščenju postopoma uveljavlja podrast.	116
Slika 45: Nekatere najbolj značilne rastlinske vrste na požariščih: zgoraj levo bodčec ali kristusov trn (<i>Paliurus spina-christi</i>), zgoraj desno črni trn (<i>Prunus spinosa</i>), spodaj levo ostrolisti beluš (<i>Asparagus acutifolius</i>) in spodaj desno gorski luk (<i>Allium senescens</i>).	118

11 Seznam preglednic

Preglednica 1: Statistika (število in delež) popisanih rastlinskih vrst na vseh treh območjih podora in skupno.	61
Preglednica 2: Temeljne značilnosti izbranih melišč (z rdečo barvo so označene največje in z modro najmanjše vrednosti).	77
Preglednica 3: Razširjenost posameznih rastlinskih pasov in najbolj značilne rastlinske vrste, ki se pojavljajo v njih.	80
Preglednica 4: Nekateri značilni parametri območij v gradbeni jami Šumi.	88
Preglednica 5: Rastlinstvo gradbene jame Šumi z ocenami po Braun-Blanquetovi metodi (*kombinirana ocena pokrovnosti in številčnosti ter združenosti;** rastlinam je bila dodeljena ocena, manjša od 3.1).	90
Preglednica 6: Nekatere lastnosti prsti v gradbeni jami Šumi.	94
Preglednica 7: Nekateri značilni parametri območij v gradbeni jami Šmartinka.	94
Preglednica 8: Rastlinstvo gradbene jame Šmartinka z oceno po Braun-Blanquetovi metodi (*kombinirana ocena pokrovnosti in številčnosti ter združenosti;** rastlinam je bila dodeljena ocena, manjša od 3.1).	97
Preglednica 9: Nekatere lastnosti prsti v gradbeni jami Šmartinka (*I – zgornji horizont, II – spodnji horizont).	100
Preglednica 10: Primerjava poraslosti pogorišč in nepogorele okolice na izbranih požariščih v Slovenski Istri (v oklepaju je navedeno leto požara).	117

Seznam knjig iz zbirke Georitem

- 1 Aleš Smrekar: Divja odlagališča odpadkov na območju Ljubljane
- 2 Drago Kladnik: Pogledi na podomačevanje tujih zemljepisnih imen
- 3 Drago Perko: Morfometrija površja Slovenije
- 4 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Zasebni vodnjaki in vrtnice na območju Ljubljane
- 5 David Bole, Franci Petek, Marjan Ravbar, Peter Repolusk, Maja Topole:
Spremembe pozidanih zemljišč v slovenskih podeželskih naseljih
- 6 Marjan Ravbar, David Bole: Geografski vidiki ustvarjalnosti
- 7 Aleš Smrekar, Drago Kladnik: Gnojišča na Ljubljanskem polju
- 8 Matija Zorn, Blaž Komac: Zemeljski plazovi v Sloveniji
- 9 Marjan Ravbar: Razvojni dejavniki v Sloveniji – ustvarjalnost in naložbe
- 10 Janez Nared, Damjan Kavaš: Spremljanje in vrednotenje regionalne
politike v Sloveniji
- 11 Matej Gabrovec, David Bole: Dnevna mobilnost v Sloveniji
- 12 Nika Razpotnik, Mimi Urbanc, Janez Nared: Prostorska
in razvojna vprašanja Alp
- 13 Lučka Ažman Momirski, Drago Kladnik: Preobrazba podeželske kulturne
pokrajine v Sloveniji
- 14 Jani Kozina: Prometna dostopnost v Sloveniji
- 15 Mimi Urbanc: Pokrajinske predstave o slovenski Istri
- 16 Aleš Smrekar, Bojan Erhartič, Mateja Šmid Hribar: Krajinski park Tivoli,
Rožnik in Šišenski hrib
- 17 Mateja Ferk, Uroš Stepišnik: Geomorfološke značilnosti Rakovega Škocjana
- 18 Blaž Komac, Matija Zorn, Rok Ciglič: Izobraževanje o naravnih nesrečah v Evropi
- 19 Marjan Ravbar, Jani Kozina: Geografski pogledi na družbo znanja v Sloveniji
- 20 Janez Nared, David Bole, Matej Gabrovec, Matjaž Geršič, Maruša Goluža,
Nika Razpotnik Visković, Petra Rus: Celostno načrtovanje javnega
potniškega prometa v Ljubljanski urbani regiji
- 21 Nika Razpotnik Visković: Vloga polkmetij v preobrazbi slovenskih obmestij
- 22 Matija Zorn, Nika Razpotnik Visković, Peter Repolusk, Mateja Ferk: Prostorski
in regionalni razvoj Sredozemlja – enotni pristop in izbrana orodja
- 23 Matjaž Geršič, Blaž Repe, Matej Blatnik, Valentina Brečko Grubar, Bojana
Kovač, Nejc Pozvek, Ana Seifert: Geografija in rastlinska sukcesija –
izbrani primeri iz slovenskih pokrajin



<http://zalozba.zrc-sazu.si>

ISSN 1855-1963



9 789612 546700

15,00 €