

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE
GOZDNE VIRE

Špela TRAMPUŽ

**PRIMERJAVA RAZLIČNIH NAČINOV DOLOČANJA
LESNATIH RASTLIN**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2016

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE
GOZDNE VIRE

Špela TRAMPUŽ

**PRIMERJAVA RAZLIČNIH NAČINOV DOLOČANJA LESNATIH
RASTLIN**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**COMPARISON OF DIFFERENT METHODS OF WOODY PLANTS
DETERMINATION**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2016

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Roberta Brusa in za recenzenta prof. dr. Franca Batiča.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisani se strinjam z objavo svojega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddal v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Špela Trampuž

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 17+174--014(043.2)=163.6
KG	dendrologija/določanje lesnatih rastlin/določevalni ključi/lesnate rastline/načini določanja
KK	
AV	TRAMPUŽ, Špela
SA	BRUS, Robert (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2016
IN	PRIMERJAVA RAZLIČNIH NAČINOV DOLOČANJA LESNATIH RASTLIN
TD	diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 52 str., 34 pregl., 1 sl., 5 pril., 29 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AB	V diplomski nalogi smo analizirali šest načinov določanja lesnatih rastlin, ki se razlikujejo med seboj po načinu določanja, zahtevnosti uporabe, dostopnosti, ciljni skupini ter obsegu vključenih taksonov. Preizkusili smo jih ob pomoči določanja petih drevesnih vrst, ki smo jih izbrali tako, da se med seboj bistveno razlikujejo po obliki in členjenosti listne ploskve, dve vrsti pa sta si močno podobni. Potek določanja smo podrobno beležili in med seboj primerjali tiste načine, pri katerih je bil proces beleženja enak. Med načini, pri katerih smo določanje lahko ocenili s številom korakov, potrebnih za določitev vrste, je najmanj korakov potreboval Interaktivni vodnik s kompleksnim dostopanjem, sledili so Ključ TNP, MFS in nazadnje Interaktivni vodnik z dihotomnim ključem. Število pravilno določenih vzorcev od skupno 19 je imela računalniška Aplikacija NS 13, mobilna aplikacija Leafsnap UK 11, ob ponovnem določanju pa 14. Med načini, namenjenimi splošni javnosti, se je v splošnem najbolj izkazal Ključ TNP. Med načini, ki zahtevajo strokovno znanja, je bil najbolj natančen ključ v Mali flori Slovenije, a je postopek določanja zelo zahteven. Aplikacija NS je veliko preprostejša za uporabo in se je pokazala za zanesljivo pri vrstah z značilno obliko lista, pri drugih vrstah pa rezultati niso bili dovolj zanesljivi. Enako težavo je imel Leafsnap UK. Nadaljnji razvoj sodobnih aplikacij za prepoznavanje lesnatih rastlin bo šel verjetno v dve smeri: po eni strani v razvoj algoritma za znanstveno zanesljivo prepoznavanje na osnovi skeniranih listov in/ali drugih rastlinskih delov, po drugi strani pa v razvoj široko uporabnega postopka za prepoznavanje vsaj osnovnega nabora vrst na osnovi fotografij listov na živih rastlinah.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
 DC FDC 17+174--014(043.2)=163.6
 CX dendrology/determination of woody plants/determination key/woody plants/ways of defining
 CC
 AU TRAMPUŽ, Špela
 AA BRUS, Robert (supervisor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources
 PY 2016
 TI COMPARISON OF DIFFERENT METHODS TO DETERMINE WOODY PLANTS
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO X, 52 p., 34 tab., 1 fig., 5 ann., 29 ref.
 LA sl
 AL sl/en
 AB In graduation thesis we analyzed six methods of determination for woody plants, which differ from each other in the manner of determining, the complexity of use, accessibility, target groups and the extent of included taxa. We tested them with determination of five tree species, which vary significantly in shape and composition of the leaf lamina, but two species are quite similar. Progress of the determination is recorded in detail. Then we compared methods, which had the same process of recording. Among methods, in which we can assess the determination in numbers of steps required to determine species, Interactive guide with a complex access needed the least steps, followed by the Key TNP, MFS and finally an Interactive guide with dichotomous key. Number of properly determined samples, from a total of 19, computer Application NS had 13, mobile application Leafsnap UK at first 11, after re-determining 14. Among the methods, aimed at the general public, Key TNP proved to be most useful. Among the ways that require professional knowledge, the key in Mala Flora Slovenije proves to be the most accurate, but the process of determining is very complex. Application NS is much easier to use and has been proved to be reliable for species with a characteristic shape of the leaf, at other species the results were not enough reliable. The same problem had Leafsnap UK. Further development of advanced applications for the identification of woody plants will go probably in two directions: On the one hand, the development of an algorithm for scientifically reliable identification on the basis of scanned sheets and / or other plant parts, on the other hand, the development of the widely used method for detecting at least a basic set species based on photographs of leaves on living plants.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA.....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE.....	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VII
KAZALO SLIK.....	VIII
KAZALO PRILOG	IX
OKRAJŠAVE.....	X
1 UVOD	1
1.1 CILJI NALOGE.....	4
2 MATERIAL IN METODE	5
2.1 SLIKOVNI KLJUČ V DELU DREVESA (Johnson, 2010)	6
2.2 DIHOTOMNI KLASIČNI KLJUČ V DELU MALA FLORA SLOVENIJE (Martinčič in sod., 2007).....	8
2.3 INTERAKTIVNI VODNIK ZA DOLOČANJE SAMONIKLIH IN GOJENIH	8
LESNATIH RASTLIN SLOVENIJE (Nimis in sod., 2008).....	8
2.4 KLJUČ ZA DOLOČANJE TNP (Nimis in sod., 2012)	9
2.5 APLIKACIJA AVTORJEV NOVOTNÝ IN SUK (2013)	11
2.6 LEAFSNAP UK (2014).....	15
2.7 PREDSTAVITEV IZBRANIH DREVESNIH VRST.....	17
2.7.1 Ostrolistni javor (<i>Acer platanoides</i> L.)	17
2.7.2 Dob (<i>Quercus robur</i> L.)	18
2.7.3 Veliki jesen (<i>Fraxinus excelsior</i> L.).....	18
2.7.4 Navadni beli gaber (<i>Carpinus betulus</i> L.).....	19
2.7.5 Navadna bukev (<i>Fagus sylvatica</i> L.).....	19
2.8 PRIMERJAVA NAČINOV DOLOČANJA	20
3 REZULTATI.....	21
3.1 DOLOČANJE OSTROLISTNEGA JAVORJA (<i>Acer platanoides</i> L.).....	21
3.2 DOLOČANJE DOBA (<i>Quercus robur</i> L.).....	25

3.3 DOLOČANJE VELIKEGA JESENA (<i>Fraxinus excelsior</i> L.)	28
3.4 DOLOČANJE NAVADNEGA BELEGA GABRA (<i>Carpinus betulus</i> L.)	33
3.5 DOLOČANJE NAVADNE BUKVE (<i>Fagus sylvatica</i> L.)	37
3.6 PREGLED REZULTATOV	40
3.7 TEŽAVE PRI DOLOČANJU	44
4 RAZPRAVA IN SKLEPI.....	45
5 POVZETEK	48
6 VIRI	50
ZAHVALA	
PRILOGA A	
PRILOGA B	
PRILOGA C	
PRILOGA Č	
PRILOGA D	

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Glavne lastnosti izbranih določevalnih načinov	5
Preglednica 2: Potek določanja ostrolistnega javorja z Malo floro Slovenije	21
Preglednica 3: Potek določanja ostrolistnega javorja z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem	22
Preglednica 4: Potek določanja ostrolistnega javorja z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom	23
Preglednica 5: Potek določanja ostrolistnega javorja s Ključem TNP.....	23
Preglednica 6: Rezultati določanja ostrolistnega javorja z Aplikacijo NS	24
Preglednica 7: Rezultati določanja ostrolistnega javorja z Leafsnap UK	24
Preglednica 8: Potek določanja doba z Malo floro Slovenije	25
Preglednica 9: Potek določanja doba z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem	26
Preglednica 10: Potek določanja doba z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom.....	27
Preglednica 11: Potek določanja doba s Ključem TNP	27
Preglednica 12: Rezultati določanja doba z Aplikacijo NS	28
Preglednica 13: Rezultati določanja doba z Leafsnap UK.....	28
Preglednica 14: Potek določanja velikega jesena z Malo floro Slovenije	29
Preglednica 15: Potek določanja velikega jesena z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem	29
Preglednica 16: Potek določanja velikega jesena z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom.....	30
Preglednica 17: Potek določanja velikega jesena s Ključem TNP.....	31
Preglednica 18: Rezultati določanja velikega jesena z Aplikacijo NS	31
Preglednica 19: Rezultati določanja velikega jesena z Leafsnap UK	32
Preglednica 20: Potek določanja navadnega belega gabra z Malo floro Slovenije.....	33
Preglednica 21: Potek določanja navadnega belega gabra z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem	34
Preglednica 22: Potek določanja navadnega belega gabra z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom	35
Preglednica 23: Potek določanja navadnega belega gabra s Ključem TNP.....	35
Preglednica 24: Rezultati določanja navadnega belega gabra z Aplikacijo NS.....	36
Preglednica 25: Rezultati določanja navadnega belega gabra z Leafsnap UK	36
Preglednica 26: Potek določanja navadne bukve z Malo floro Slovenije.....	37
Preglednica 27: Potek določanja navadne bukve z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem	38
Preglednica 28: Potek določanja navadne bukve z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom	38
Preglednica 29: Potek določanja bukve s Ključem TNP	39
Preglednica 30: Rezultati določanja navadne bukve z Aplikacijo NS.....	39
Preglednica 31: Rezultati določanja navadne bukve z Leafsnap UK	40
Preglednica 32: Število potrebnih korakov za določitev posamezne vrste pri različnih načinih	41
Preglednica 33: Rangiranje števila korakov, dobljenih v Preglednici 32	41
Preglednica 34: Primerjava rezultatov določanja z Aplikacijo NS in Leafsnap UK	43

KAZALO SLIK

Slika 1: Primernost listov za samodejno prepoznavo z Aplikacijo NS	13
--	----

KAZALO PRILOG

PRILOGA A: Vzorci ostrolistnega javorja

PRILOGA B: Vzorci doba

PRILOGA C: Vzorci velikega jesena

PRILOGA Č: Vzorci navadnega belega gabra

PRILOGA D: Vzorci navadne bukve

OKRAJŠAVE

Aplikacija avtorjev Petr Novotný in Tomáš Suk (2013) ... Aplikacija NS

Drevesa (Johnson, 2010) ... Drevesa

Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 2007) ... MFS

Middle European Woody Plants ... MEW

Interaktivni vodnik za določanje samoniklih in gojenih lesnatih rastlin Slovenije (Nimis in sod., 2008) ... Interaktivni vodnik

Ključ za določanje rastlin TNP (Nimis in sod., 2012) ... Ključ TNP

1 UVOD

Rastline in njihova uporaba spremljajo človeka že od njegovega začetka pa vse do danes. Sprva se je znanje o rastlinah prenašalo z ustnim izročilom, kasneje, v času neolitske revolucije, ko se je razvila pisava v prvih naseljih, pa tudi pisno. Takrat je bil poudarek na rastlinah z zdravilnimi lastnostmi in rastlinah, ki so jih lahko uporabili za prehrano. Prvi zapisi, kjer se kaže zanimanje za rastline same in ne le za njihove uporabne lastnosti, pa izvirajo iz naukov Aristotelovega učenca Teofrasta približno 350 pr. n. št. Ta je sestavil prvi znani rastlinski sistem, kjer je razvrstil rastline po njihovih zunanjih značilnostih v drevesa, grme, polgrme in zelnate rastline. Dioskorid (1. st. n. št.) je že poznal in opisal približno 600 različnih rastlinskih vrst, pripravil pa je tudi navodila za uporabo nekaterih zdravilnih rastlin. Skozi ves srednji vek so spisi antičnih piscev ostali edini pisni vir znanja o rastlinah (Červenka in sod., 1988). Z odkritjem tiska so postali rokopisi, ki so obstajali že stoletja, širše razširjeni. Njihova dostopnost je vzpodbudila izdajanje novih del, ki so bila skupaj z zeliščarji povod za nastanek prvih sodobnih botaničnih vrtov v 16. stoletju (Botanical garden, 2014). Ti so imeli skozi nadaljnjo zgodovino pomembno vlogo pri komunikaciji in izmenjavi ne samo idej in konceptov, temveč tudi rastlin in znanja (Botanical garden ..., 1997).

Zaradi vse večjega števila poznanih vrst se je pojavila potreba po sistematski ureditvi rastlin. V rastlinskih sistemih uporabljamo taksonomske enote, ki pripomorejo k preglednejši razdelitvi in razvrstitvi rastlinskih vrst. Rastline so razvrščene v taksonomski hierarhiji, pri čemer je najvišja kategorija kraljestvo, najnižja pa forma (Batič in sod., 2011). V 18. stoletju je Carl Linné sestavil najbolj znani umetni rastlinski sistem, v katerem je opisal več kot 7000 različnih rastlinskih vrst in jih razvrstil v 24 razredov. Poleg tega je uvedel dosledno dvojno poimenovanje, ki ga uporabljamo še danes. Novejši sistemi temeljijo na filogenetskem ali razvojnem sistemu, ki se je razvil šele v drugi polovici 19. stoletja po objavi razvojne teorije Charlesa Darwina (Červenka in sod., 1988).

Ob tako velikem številu vrst je priročno imeti način, kako določiti in poiskati vrsto, ki je ne poznamo. Določiti rastlino pomeni ugotoviti njen taksonomski položaj, največkrat vrsto, na podlagi taksonomskih znakov. V ta namen je leta 1778 Jean Baptiste Lamarck v prvi

izdaji Flora Française objavil prvi dihonomni ključ (Griffing, 2011). Dihonomni določevalni ključ je sestavljen tako, da vedno med dvema možnostma izberemo tisto, ki je pravilna. Ta postopek ponavljamo, dokler rastline ne določimo. Način dihonomnega ključa se je ohranil vse do danes in se ne uporablja samo za prepoznavo rastlin, temveč tudi živali, virusov, bolezni, fosilov, ptičjih gnezd in drugih objektov narave. Problem se pojavi, ko nas ključ sprašuje po lastnosti, ki je v danem trenutku ne moremo določiti ali prepoznati. V primeru drevesnih in grmovnih vrst so to pogosto cvetovi in plodovi, ki so na rastlinah večinoma kratek čas.

Z razvojem in večjo dostopnostjo tehnologije so se začeli razvijati novi načini za določanje rastlin. Ti grejo po eni strani v smeri poljudne znanosti, po drugi strani pa v samodejno prepoznavo vrst za različna strokovna področja. Zaradi vse večjega interesa s strani ljubiteljev narave so sprva začeli nastajati različni priročniki, ki pomagajo prepoznavati rastline. Da je njihova uporaba preprosta, pogosto vsebujejo manjši obseg vrst ali samo določeno rastlinsko skupino. Vrste so v priročnikih zaradi lažjega iskanja pogosto razporejene po obliki in razmestitvi listov ali pa po barvi cvetov. Lahko je vključen tudi poenostavljen ključ, s pomočjo katerega določimo vrsto. Sedaj pa lahko znanja željni raziskovalci dostopajo do načinov določanja kar preko računalnikov in mobilnih naprav. Razni programi in aplikacije ponujajo določanje rastlin s pomočjo različnih načinov, od interaktivne oblike klasičnega dihonomnega ključa do nedihonomnih ključev. Pri slednjih je pogosto izbiranje poznanih lastnosti, program oz. aplikacija pa nam posreduje vrste, ki ustrezajo našim kriterijem. Prednost programov in aplikacij so predvsem dostopnost preko interneta, preprosto določanje zaradi bogate slikovne pomoči in posledično tudi hitrejša določanja.

Na strokovnem področju postaja vse pogostejša klasifikacija rastlin, ki temelji na prepoznavi osnovnih lastnosti lista. Ab Jabal in sod. (2013) navajajo, da vsak list nosi znatne informacije, ki jih lahko uporabimo za identifikacijo in klasifikacijo izvora ali tipa rastline. V medicini zdravniki uspešno uporabljajo slike za diagnosticiranje bolezni že vrsto let. Z uporabo enake metode kot zdravniki poskušajo raziskovalci prepoznati rastline s pomočjo visokokakovostnih slik listov in kompleksnih matematičnih formul (Ab Jabal in sod., 2013). Med različnimi deli rastline, primernimi za proces samodejne prepoznavne, so

listi zlahka razpoložljivi in v obilju med rastno sezono ter hkrati dovolj vrstno specifični, zato večina raziskovalcev za prepoznavo vrste uporablja prav značilnosti listov (Novotný in Suk, 2013). Poleg tega je vzorčenje listov in njihovo fotografiranje poceni in priročno. Preprosto je namreč prenesti fotografijo lista na računalnik, nato pa v program, da lahko ta samodejno pridobi značilnosti lista s tehnikami slikovnega procesiranja (Wu in sod., 2007). Obstajajo tudi določena znanstvena področja, kjer nudijo listi edino možnost za prepoznavo vrste. Kot primer naj navedemo paleontologe, ki pogosto nimajo na voljo drugih ostankov rastlin za interpretacijo fosilov (Novotný in Suk, 2013).

Proces samodejne prepoznave je v dosedanjih poskusih enak ne glede na uporabljene metode, zato ga bomo na kratko opisali. Ko začnemo določati vrsto, potrebujemo fotografijo lista na belem ozadju. Fotografijo vnesemo v program. Ta pretvori barvno sliko v sivo sliko, sivo sliko pa v binarno, ki je pogosto črno-bela, lahko tudi črno-zelena. Program nato na binarni sliki določi obris lista, iz katerega pridobi vse potrebne podatke oz. značilnosti. Wu in sod. (2007) navajajo, da so premer, dolžina lista, širina lista, površina lista in obseg lista osnovne geometrične značilnosti, ki jih lahko pridobimo iz oblike lista. Pridobimo lahko tudi druge značilnosti, omenjene so le najbolj pogoste. Vrednosti pridobljenih značilnosti uporabi program za primerjavo z vrednostmi v bazi podatkov. Vrste, ki imajo vrednosti najbližje iskanim, poda kot rezultat. Zaradi večje verjetnosti, da je iskana vrsta med naštetimi, se večina avtorjev odloča za prikaz večjega števila vrst v rezultatih. Baze podatkov vsebujejo vzorce listov različnih vrst. Med seboj se razlikujejo po kakovosti slik, po vključenih vrstah, po številu vrst in po številu vzorcev za posamezno vrsto. Nekatere med njimi so javno dostopne.

Prednosti samodejne prepoznave sta hitrost in preprostost, vendar ima tudi svoje pomanjkljivosti. Novotný in Suk (2013) navajata, da je uspeh odvisen od števila vrst v bazi podatkov. Baze podatkov z manjšim številom vrst imajo boljši uspeh. Nekateri algoritmi, ki jih uporabljajo za določanje, so napisani tako, da se ob ponavljanju in dodajanju novih vzorcev sami učijo oz. izboljšujejo. Tako je uspeh odvisen tudi od razmerja med številom vzorcev za učenje in številom vzorcev za testiranje. Novotný in Suk (2013) navajata, da so poleg že omenjenega števila vrst tudi druge težave, in sicer, da je treba pri sestavljenih listih skenirati le listič in ne celega sestavljenega lista, da je treba fotografirati list na belem

ozadju, da je trenutno uporabljena samo oblika lista za pridobivanje značilnosti, da so listi z gladkim in neznačilnim robom glavni vir napake, da morajo fotografije vsebovati pecelj ter da se z njuno metodo iglavcev ne da prepoznati. Ab Jabal in sod. (2013) navajajo, da je težava v tem, da večina trenutnih metod potrebuje skeniran list na belem ozadju. Fotografije, narejene v naravi in ne v idealnih razmerah, pa ne dajo enakih rezultatov kot skenirane slike.

Iz povedanega vidimo, da je načinov določanja veliko in se razlikujejo po vrsti, zahtevnosti uporabe, dostopnosti, natančnosti in hitrosti določanja. Zato menimo, da bi bilo zanimivo narediti pregled različnih načinov in jih med seboj primerjati.

1.1 CILJI NALOGE

V nalogi želimo ugotoviti prednosti in slabosti posameznih načinov in nekatere med seboj primerjati. V ta namen smo si izbrali predstavnike različnih načinov določanja in jih preizkusili z izbranimi drevesnimi vrstami. Poleg tega nas zanima, ali je zahtevnost uporabe načina določanja odvisna od skupine ljudi, ki jim je namenjen, in ali se zahtevnost uporabe stopnjuje s povečanjem števila vrst, ki jih z njim lahko določimo.

2 MATERIAL IN METODE

Določevalni načini, ki smo si jih izbrali za preizkus, so:

- slikovni ključ v knjigi Drevesa (Johnson, 2010) (v nadaljevanju Drevesa),
- klasični dihotomni ključ v delu Mala flora Slovenije (Martinčič in sod., 2007) (v nadaljevanju MFS),
- računalniški program za pomoč pri določanju Interaktivni vodnik za določanje samoniklih in gojenih lesnatih rastlin Slovenije (Nimis in sod., 2008) (v nadaljevanju Interaktivni vodnik),
- mobilna aplikacija Ključ za določanje rastlin TNP (Nimis in sod., 2012) (v nadaljevanju Ključ TNP),
- klasifikacija rastlin na podlagi fotografije lista v aplikaciji avtorjev Novotný in Suk (2013) (v nadaljevanju Aplikacija NS) in
- mobilna aplikacija Leafsnap UK.

Za lažji pregled smo povzeli glavne lastnosti posameznih načinov določanja v Preglednici 1, njihove podrobnosti pa so predstavljene v naslednjih poglavjih.

Preglednica 1: Glavne lastnosti izbranih določevalnih načinov

	Drevesa	MFS	Interaktivni vodnik	Ključ TNP	Aplikacija NS	Leafsnap UK
Vrsta dela	poljudnoznanstvena	strokovna	poljudnoznanstvena	poljudnoznanstvena	strokovna in poljudno znanstvena	poljudno znanstvena
Št. vrst	skoraj 1600 drevesnih taksonov	3452 vrst in podvrst	480 taksonov	175 taksonov	153 DV osrednje Evrope	156 DV Velike Britanije
Način določanja	slikovni ključ	dihotomni ključ	interaktivni dihotomni/slikovni ključ	interaktivni dihotomni/slikovni ključ	sken ali fotografija lista	fotografija lista
Dostopnost	knjiga	knjiga	internet	Android naprave (Google Play)	internet	naprave iOS
Zahtevnost uporabe	majhna	velika	majhna	velika	srednja	majhna

2.1 SLIKOVNI KLJUČ V DELU DREVESA (Johnson, 2010)

Kot primer poljudnoznanstvenega slikovnega načina določanja smo izbrali slikovni ključ v knjigi Drevesa. V množici podobnih knjig smo to izbrali zato, ker je novejša izdaja, obsega veliko število vrst in je privlačnega videza, kar pripomore k temu, da jo bodo uporabniki pogosteje izbirali. Knjiga obravnava skoraj 1600 drevesnih vrst, podvrst in različkov oziroma sort. Vključene so tudi najpogostejše variacije posameznih vrst, ki se pojavljajo v parkih in vrtovih. Ker je namenjena predvsem ljubiteljem narave, so opisi vrst strnjeni, botaničnih izrazov je malo, ima pa bogato slikovno gradivo. Drevesno vrsto lahko določimo s pomočjo slikovnega ključa, ki prikazuje obliko listov (»Oblike listov nekaterih listavcev«), s pomočjo slikovnega ključa, ki prikazuje vejice pozimi (»Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves«) ali s pomočjo slikovnega ključa za iglavce (»Ključ za iglavce«). Ob tem moramo poudariti, da izraz »zimski poganjki« ni botanično pravilen, saj drevesa pozimi ne rastejo, zato ni zimskih poganjkov. Vendar pa bomo vseeno ohranili originalno poimenovanje ključa zaradi samega navajanja. V vsakem ključu so kategorije in podkategorije, ki nam pomagajo pri iskanju. V primeru ključa »Oblike listov nekaterih listavcev« so kategorije oblikovane na podlagi oblike in namestitve listov. Listi so znotraj vsake kategorije razporejeni od manjšega proti večjemu. V ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves« so kategorije oblikovane na podlagi namestitve in oblike brstov. Risbe v ključih so pomanjšane tako, da so ohranjena razmerja v velikosti. Slikovno gradivo vsebuje dodatne opise tistih lastnosti, ki so prepoznavne oz. ločevalne za posamezne vrste, kar nam olajša iskanje.

Za lažje razumevanje dodajamo, da je v knjigi Drevesa poimenovanje namestitve brstov razdeljeno le na premenjalne in nasprotno (paroma na nasprotnih straneh poganjka), kar ni botanično pravilno. V primeru velikega jesena, ki ima botanično gledano navzkrižno razporeditev brstov, je tako v knjigi navedeno, da ima nasprotno razporeditev. Tudi uporaba izraza popki ni botanično pravilna. Na tem mestu bi morali uporabiti izraz brsti, saj so popki fiziološko nerazviti cvetovi, kjer cvetni listi še niso razviti (Batič in sod., 2011).

Poleg opisane obstaja še vrsta podobnih knjig, ki pomagajo ljubiteljem narave prepoznavati drevesne, grmovne in druge rastlinske vrste. Naj navedemo samo nekaj izmed njih:

- **Drevesa in grmi: enostavno in zanesljivo določanje** (Eppinger in Hofmann, 2010)
Vrste so razvrščene po skupinah glede na namestitvev listov, znotraj posamezne skupine pa moramo poiskati iskano vrsto. Pri vsaki vrsti so slikovno prikazane razlikovalne značilnosti.
- **Rastlinski vodnik: Preprosto in zanesljivo določevanje rastlin po barvi cvetov** (Schauer, 2008)
Glavna prepoznavna znaka za določanje sta barva in oblika cvetov. Knjiga je namenjena bolj prepoznavanju zelišč, v zadnjem poglavju pa so vključeni tudi drevesne vrste, grmi in pritlikavi grmi.
- **Katero drevo je to? Drevesa, grmi, okrasne lesnate rastline** (Mayer in Schwegler, 2005) Knjiga vsebuje ključ za določanje vrst po njihovih glavnih značilnostih, to so oblika rastline, razporeditev in oblika listov ter oblika cvetov. Vključen je tudi ključ za cvetoče neolistane lesnate rastline, ki je uporaben za vrste, ki cvetijo pred olistanjem ali šele potem, ko listje odpade.
- **Drevesa in grmi: Odkrivamo in določamo najpomembnejše vrste** (Hofmann, 2013)
Drevesne vrste so v knjigi razporejene po načinu namestitve listov na vejici.

Potek določanja

V delu *Drevesa* so slikovni ključi, zato smo postopek določanja opisali. Vsako vrsto smo določili s pomočjo dveh ključev, in sicer s ključem »Oblike listov nekaterih listavcev« in ključem »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves«. V obeh primerih smo zabeležili, v kateri kategoriji in podkategoriji smo iskali vrsto. Ker v ključih niso bile vključene vse drevesne vrste, ki so opisane v knjigi, smo podali tudi, ali je bila iskana vrsta predstavljena v ključu ali je bil narisani le najznačilnejši predstavnik roda.

2.2 DIHOTOMNI KLASIČNI KLJUČ V DELU MALA FLORA SLOVENIJE (Martinčič in sod., 2007)

Za predstavnika klasičnega dihotomnega ključa smo izbrali dihotomni ključ v knjigi MFS. Izbrali smo ga zato, ker nam omogoča določanje vseh rastlin Slovenije in je delo slovenskih strokovnjakov. Četrta izdaja MFS obsega 3452 vrst in podvrst, od tega 3119 avtohtonih in naturaliziranih. Martinčič in sod. (2007) navajajo, da je ključ sestavljen tako, da moramo najprej določiti družino iskane rastline, nato rod in na koncu še vrsto. Ker je ključ dihotomen, imamo dve možnosti (alternativi) na vsaki točki. Izrazi, ki so uporabljeni v knjigi, so obrazloženi na začetku knjige, tako opisno kot tudi slikovno. V ključu pa so nam ob nekaterih izrazih v pomoč številke strani in slik, kjer so njihove razlage. Pri opisu vrste so navedeni podatki o razširjenosti na Slovenskem, z oznako rastišča in s časom cvetenja.

Potek določanja

Pri določanju s pomočjo MFS smo beležili zaporedno številko vprašanja, našo izbrano možnost, zaporedno številko naslednjega vprašanja ter število korakov, ki smo jih potrebovali za določitev vrste.

2.3 INTERAKTIVNI VODNIK ZA DOLOČANJE SAMONIKLIH IN GOJENIH LESNATIH RASTLIN SLOVENIJE (Nimis in sod., 2008)

Interaktivni vodnik je računalniški program, ki pomaga pri določanju rastlin in je prosto dostopen na internetu. Izbrali smo ga zato, ker omogoča določanje dreves, grmovnic in vzpenjavk na območju Slovenije ter je v slovenskem jeziku. Nastal je v okviru evropskega projekta KeyToNature (KljučDoNarave) v sodelovanju med Oddelkom za biologijo Univerze v Trstu in Prirodoslovnim muzejem Slovenije. Vsebuje 480 taksonov, kamor so vključene predvsem samonikle vrste ter tiste gojene in okrasne vrste, ki jih najpogosteje srečujemo v vrtovih in parkih. Interaktivni vodnik ponuja dve možnosti določanja. Prva možnost je določanje s pomočjo dihotomnega ključa, kjer nam ponudi dve možnosti, med katerima moramo izbrati, ob tem pa je v pomoč dodano slikovno gradivo. Po naši izbiri nam program takoj ponudi naslednji par možnosti. Druga možnost pa je določanje s

pomočjo kompleksnega dostopa, kjer na začetku označimo več lastnosti, ki jih prepoznamo na rastlini. Naša izbira se nato posreduje strežniku, ta pa nam po obdelavi podatkov sporoči, koliko vrst ustreza našemu opisu. Tu imamo dve možnosti. Določanje lahko nadaljujemo s pomočjo dihotomnega ključa vrst, ki ustrezajo predhodno izbranim kriterijem, ali pa si ogledamo seznam vseh teh vrst in s seznama prepoznamo iskano vrsto. Hitrost pridobivanja povratne informacije je odvisna od zaposlenosti strežnika in hitrosti prenosa podatkov.

V opombo dodajamo tukaj, da se v Interaktivnem vodniku pojavlja izraz zimzelena rastlina. Botanično bolj primeren izraz bi bil vednozeleno rastlina, ker se vprašanja nanašajo na lesnate rastline (Batič in sod., 2011).

Potek določanja

Pri Interaktivnem vodniku smo preizkusili oba možna načina, prvi je določanje s pomočjo dihotomnega ključa, drugi je določanje s pomočjo kompleksnega dostopa. Pri prvem načinu smo beležili našo izbrano možnost, število preostalih taksonov ter število korakov. Pri drugem načinu smo najprej zabeležili lastnosti, ki smo jih izbrali. Po obdelavi teh podatkov nam je program sporočil število preostalih vrst. Določanje smo dokončali s pomočjo dihotomnega ključa, zato smo tudi tukaj beležili našo izbrano možnost, število preostalih taksonov ter število korakov. Kot prvi korak smo upoštevali izbor lastnosti.

2.4 KLJUČ ZA DOLOČANJE TNP (Nimis in sod., 2012)

Mobilno aplikacijo Ključ TNP smo izbrali zato, ker omogoča določanje dreves, grmov in lesnatih vzpenjavk na območju Triglavskega narodnega parka, je v slovenskem jeziku in je prosto dostopna. Nastala je v okviru evropskega projekta Interaktivna določevalna orodja za šole (SiiT) v sodelovanju med Oddelkom za biologijo Univerze v Trstu in Triglavskim narodnim parkom. Ciljna publika so predvsem učenci in učitelji, ki lahko aplikacijo uporabljajo kot učni pripomoček pri pouku biologije in naravoslovja, ter posamezniki, ki si želijo bolje spoznati naravo okoli sebe. V njej so vključeni fotografije in kratki opisi vrst. Aplikacija nam ponuja možnost iskanja neznane vrste ali pa le vpogled v podrobnosti

znane vrste. Neznano vrsto iščemo z izborom »Začni določanje«, znano vrsto pa poiščemo v »Abecednem kazalu«.

Ključ TNP določa s pomočjo dihotomnega ključa. Vodi nas od vprašanja do vprašanja, nekatere izbire so tudi slikovno razložene. Z vsakim odgovorjenim vprašanjem se zmanjšuje število še ustreznih vrst. Ko je to število vrst manjše od 50, nam aplikacija ponudi možnost dihotomnega ključa le-teh ali nadaljevanje po prejšnjem ključu. Sedaj se sami odločimo, po katerem načinu bomo nadaljevali. Aplikacija nima možnosti izpustitve vprašanja, se pa lahko v procesu določanja vračamo nazaj na prejšnje vprašanje. To storimo s pomočjo tipke »nazaj« same tipkovnice, aplikacija namreč nima vgrajene posebne možnosti za to. Med procesom določanja se ne moremo neposredno vrniti na domači zaslon aplikacije, to storimo s ponavljajočim pritiskanjem na gumb »nazaj«. Tudi ko pridemo do iskane vrste, moramo za iskanje druge vrste aplikacijo zapreti in ponovno odpreti ali pa se s ponavljajočim pritiskanjem na gumb za nazaj pomakniti na izhodišče.

Na trgu je še veliko podobnih mobilnih aplikacij, ki nam pomagajo pri določanju rastlinskih vrst. Nekatere uporabljajo dihotomen ključ tako kot Ključ TNP, vendar nam dovolijo izpustiti vprašanje, ki ga ne razumemo ali pa ne poznamo odgovora nanj. Nekatere uporabljajo kompleksni način določanja. So pa tudi aplikacije, ki omogočajo določanje po obeh načinih.

Naj omenimo še nekatere druge mobilne aplikacije:

- iKnow Trees 2 LITE (NATURE MOBILE GmbH), dostopno na <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.naturemobile.treesfree>
- Tree Identification PRO (Haines), dostopno na <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ourbenefactors.treeidentification2&hl=sl>
- Virginia Tech Tree ID (Potts), dostopno na <https://play.google.com/store/apps/details?id=org.pottssoftware.agps21>
- NatureGate (NatureGate), dostopno na <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.luontoportti>

Potek določanja

Pri aplikaciji Ključ TNP smo beležili našo izbrano možnost, število preostalih taksonov in število korakov.

2.5 APLIKACIJA AVTORJEV NOVOTNÝ IN SUK (2013)

Aplikacija NS je na znanstvenem članku temelječe strokovno delo, ki poskuša na podlagi skenirane slike lista določiti njegovo vrsto. Prosto dostopna je na internetu (<http://leaves.utia.cas.cz/?lang=en>). Vsebuje 153 vrst Srednje Evrope, kamor sodi tudi Slovenija, zato je uporaba take aplikacije za nas zanimiva.

Določanje z Aplikacijo NS poteka tako, da najprej skeniramo list izbrane vrste na belem ozadju. Lahko naredimo tudi fotografijo lista na belem ozadju, a moramo v tem primeru sami vnesti velikost lista. Datoteko s to sliko nato vnesemo v aplikacijo in potrdimo izbiro. Čas obdelave podatkov je odvisen od hitrosti prenosa podatkov ter od časa, potrebnega za obdelavo podatkov na strežniku. Avtorji trdijo, da slednji ne preseže 30 sekund. Med obdelavo podatkov pretvori program sliko najprej v sivo sliko, potem sivo v binarno oz. črno-zeleno. S te slike prepozna obris lista, iz katerega pridobi potrebne podatke. Nato primerja vrednosti, pridobljene s slike, z vrednostmi v bazi podatkov. V primeru Aplikacije NS je baza podatkov Middle European Woody Plants oz. MEW. Po končani obdelavi podatkov se nam odpre stran z rezultati, na kateri je najpomembnejši podatek seznam desetih vrst, ki imajo največjo verjetnost, da so pravilno določene. Vrste so rangirane po stopnji verjetnosti. Ob vsaki vrsti na seznamu je narejena bližnjica na druge internetne strani, kjer lahko dobimo več podatkov o tej vrsti. Poleg seznama imamo tudi binarno sliko našega lista. Avtorja sta za pretvorbo barvne slike v sivo uporabila enačbo

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B, \quad \dots (1)$$

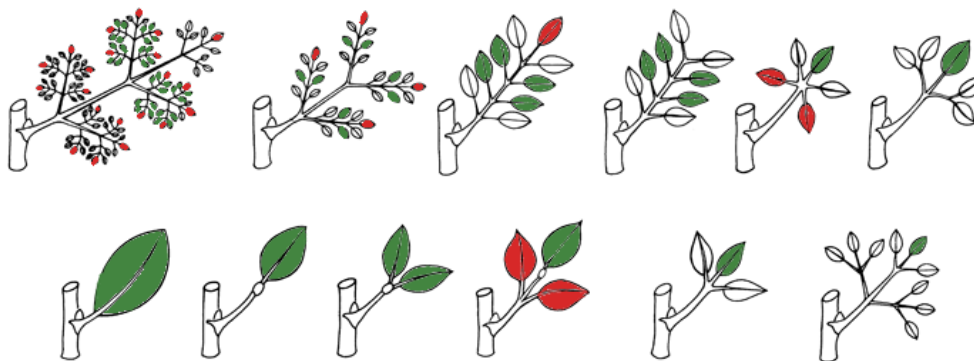
kjer Y pomeni svetlost, R rdečo, G zeleno in B modro barvo. Pri pretvorbi sive slike v binarno pa sta uporabila Otsujevo metodo za iskanje praga. Prag sta poiskala s ponavljajočim računanjem enačbe

$$T_{k|1} = (\mu_0(T_k) + \mu_1(T_k))/2, \quad \dots (2)$$

kjer $\mu_0(T)$ pomeni srednjo vrednost pikslov z Y manjšim kot je prag T in $\mu_1(T)$ pomeni srednjo vrednost pikslov z Y večjim kot je prag T . Začela sta z $\mu_0(T_0) = \min(Y)$ in $\mu_1(T_0) = \max(Y)$. Ko je vrednost $|T_{k|1} - T_k| < 0,5$ je T_{k+1} rezultat (Novotný in Suk, 2013). Pri tej vrednosti je najboljša ločitev pikslov na črne in bele oz. v primeru Aplikacije NS na črne in zelene.

Ker Otsujeva metoda ni vedno optimalna, sta avtorja omogočila ročno popravljanje vrednosti praga. V primeru, da z rezultati nismo zadovoljni ali vidimo, da binarna slika ne odraža prave oblike lista, lahko to popravimo s spreminjanjem vrednosti praga. Z večanjem vrednosti praga se povečuje zeleno območje oz. območje lista, z manjšanjem vrednosti praga pa se zeleno območje zmanjšuje. Interval vrednosti, znotraj katerega lahko spreminjamo prag, je pri Aplikaciji NS od 120 do 220. Na strani z rezultati imamo tudi našo prvotno sliko, kjer je označena samodejno izmerjena velikost lista. V primeru, da ta ni bila pravilno določena, jo lahko popravimo z ročnim vpisom pravilne velikosti. Ko vnašamo sliko posameznega lističa sestavljenega lista, izberemo na strani z rezultati dodatno možnost »sestavljene listi«.

Na internetni strani aplikacije so priporočila, kateri listi so najprimernejši za uporabo. Tako so na primer v primeru pernato sestavljenih listov najprimernejši lističi iz sredine lista, najmanj primeren je vrhnji list, pri dlanasto sestavljenih listih je najprimernejši sredinski list, najmanj spodnja dva. Za lažjo predstavo smo vključili sliko s strani aplikacije, kjer je slikovni prikaz primernosti listov. Zelena barva pomeni zelo primeren list, bela barva pomeni še uporabne liste, rdeča barva pa pomeni liste, ki jih raje ne uporabimo.



Slika 1: Primernost listov za samodejno prepoznavo z Aplikacijo NS (vir: Novotný in Suk, 2012)

Novotný in Suk sta za potrebe svoje raziskave naredila bazo podatkov slik listov, ki se imenuje Middle European Woody Plants oz. MEW. Od predhodnih baz se MEW razlikuje v več pogledih, in sicer, da sta določanje vzorcev in diverziteta lesnatih rastlin botanično nadzirana, da vsebuje primerno količino kakovostnih vzorcev ter da ima unikaten pristop k sestavljenim listom. Unikaten v tem pogledu, da ne skeniramo celega sestavljenega lista, temveč le njegov listič. Na ta način se izognemo težavam, ko sestavljeni list preseže velikost lista A3 ali ko program ne loči med sestavljenim listom in vejico z listi. Poleg tega lističi pogosto padajo z dreves posamično, zato lahko le izkušen botanik pravilno opiše zgradbo lista. MEW vsebuje avtohtone ali pogosto sajene drevesne in grmovne vrste Srednje Evrope. Trenutno število vrst v bazi je 153 z vključenimi vsaj po 50 vzorci za vsako vrsto, s skupno 9745 vzorci. Listi so bili skenirani pri 300 DPI ločljivosti, 24-bitni barvi na belem ozadju, v stisnjenem formatu brez izgub PNG (Novotný in Suk, 2013). Obstajajo tudi druge baze podatkov, nekatere so javno dostopne, druge ne. Razlikujejo se po kakovosti slik, številu različnih vrst in številu vzorcev za posamezno vrsto. Novotný in Suk (2013) navajata, da so najpomembnejše javno dostopne baze Flavia (1907 vzorcev 33 različnih vrst), Švedska baza podatkov (15 vrst, za vsako po 75 vzorcev), ICL oz. Intelligent Computing Laboratory (16.851 vzorcev 220 vrst, posamezna vrsta ima 26 do 1078 vzorcev) in ImageCLEF.

Metode, uporabljene v Aplikaciji NS, so testirali na dva načina. Najprej so podatke za vsako vrsto naključno razdelili na dve polovici, ena polovica je bila uporabljena kot set za

učenje, druga pa kot set za testiranje. V primeru lihega števila vzorcev specifične vrste je bil set za učenje večji za en vzorec. V drugem testu je bil en vzorec uporabljen za testiranje, ostali pa za učenje (Novotný in Suk, 2013). Stopnja uspeha v prvem primeru je bila 84,92 %, v drugem primeru pa 88,91 %. Metodo so preverili tudi na drugih prej omenjenih bazah podatkov (Flavia, ImageCLEF, ICL, Švedska baza podatkov). Ugotovili so, da se z večanjem števila vrst v bazi zmanjšuje uspeh. Z večanjem števila prikazanih najboljših rezultatov pa se uspeh veča.

Avtorja navajata, da je še veliko odprtih vprašanj, ki bi jih radi v prihodnje rešili:

- Za zdaj je treba dodatno vnesti podatek o tem ali slika vsebuje enostavni list ali listič sestavljenega lista. V prihodnje bi se radi temu izognili tako, da bi program prepoznal sestavljeni list in izbral primeren listič za obdelavo.
- Slika lista ne more biti segmentirana, če ni posneta na belem ozadju.
- Uporabljen je samo obris lista.
- Slike morajo vsebovati peclje listov.
- Verjetnost uspeha bi bila lahko izboljšana z dodajanjem drugih značilnosti lista ali uporabo drugega oziroma dodatnega klasifikatorja. Največji vir napake so listi enostavne oblike in brez značilnih lastnosti (kot so npr. nažagan rob lista).
- Uspeh je močno odvisen od števila vrst v bazi in od razmerja velikosti med trening in testnim vzorcem.
- Iglavcev z uporabljenim algoritmom ni mogoče prepoznavati.

Potek določanja

Za preizkus Aplikacije NS smo nabrali liste vseh izbranih vrst v okolici Hipodroma Stožice, Ljubljana: gabrove in dobove 4. 5. 2015, jesenove in javorjeve 6. 5. 2015, bukove 3. 7. 2015. Z nabiranjem listov v začetku maja smo počakali tako dolgo, da so bili že blizu polne razvitosti in smo ocenili, da so tako po obliki kot velikosti značilni za posamezno vrsto. Skenirali smo jih pri 300 DPI, kot svetujejo navodila, in shranili v formatu JPEG. Listi so bili poravnani tako, da je bilo dno lista spodaj. Aplikacijo smo preizkusili na treh vzorcih za javor ter na štirih vzorcih za vse ostale vrste. Vsak vzorec posebej smo vnesli v aplikacijo in počakali na obdelavo podatkov. Rezultate smo vedno dobili v manj kot

minuti. Med izpisanimi vrstami smo poiskali iskano vrsto ter v razpredelnico zapisali njeno verjetnost, da je pravilno določena, mesto, na katerem je bila, ter uporabljen prag. V primeru, da je bila iskana vrsta na 1. mestu, smo vnesli naslednji vzorec in vse skupaj ponovili. Če pa iskana vrsta ni bila na 1. mestu, smo s spreminjanjem praga poskušali dobiti boljše rezultate. V primeru, da prave vrste ni bilo med prvimi 10 vrstami, smo naredili v razpredelnici znak /. V preglednicah je na prvem mestu pri vsakem vzorcu rezultat samodejnega izračuna. Najboljši izračun, ko smo sami prilagodili prag, pa je označen s krepko pisavoodebeljen. Ker največja verjetnost, da je vrsta pravilno določena, ni pomenila tudi najboljšega mesta, smo v takem primeru označili krepko obe rešitvi. Pri jesenu smo dodatno izbrali možnost pernato sestavljenih listov.

2.6 LEAFSNAP UK (2014)

Aplikacijo Leafsnap UK je razvil londonski prirodoslovni muzej v sodelovanju z razvijalci izvirne ameriške aplikacije Leafsnap s kolumbijske univerze, univerze v Marylandu in inštituta Smithsonian (Leafsnap UK app, 2015). Osnovna verzija Leafsnap je bila razvita z idejo, da bi ljudje z uporabo in deljenjem fotografij posredovali informacije znanstvenikom. Ti bi uporabili dotok podatkov za kartiranje in kontrolo razvoja flore (Kumar in sod., 2012). Poleg tega pa želijo z aplikacijo pomagati k osveščanju in cenjenju biodiverzitete.

Aplikacija uporablja program vizualnega prepoznavanja za določanje drevesnih vrst na osnovi fotografij njihovih listov. Vsebuje 156 drevesnih vrst, ki rastejo na območju Velike Britanije. Za nabor vrst in pravilno določanje vzorcev so skrbeli botaniki prirodoslovnega muzeja v Londonu v sodelovanju s centrom za biodiverzitetu VB Angela Marmont. Ker je večina teh vrst prisotnih tudi pri nas, smo aplikacijo izbrali za primerjavo z Aplikacijo NS. Aplikacija Leafsnap UK je prosto dostopna na <https://itunes.apple.com/us/app/leafsnap-uk/id877397884>, vendar jo za zdaj lahko uporabljajo le uporabniki naprav z operacijskim sistemom iOS. Za določanje vrste potrebuje aplikacija dostop do interneta.

Za določanje s pomočjo aplikacije Leafsnap UK moramo fotografirati list s pecljem na popolnoma belem ozadju. V primeru sestavljenih listov moramo fotografirati cel list in ne

le posamičnih lističev. Najboljše rezultate dobimo, če je izbran list značilen za vrsto ter cel in nepoškodovan, sploh na listnih robovih. Pri fotografiranju moramo paziti, da je na fotografiji cel list, ki je fotografiran od blizu, kolikor se le da, in da se ob tem ne dotika robov ekrana. Hkrati poskušamo narediti na fotografiji čim manj sence, posebej okoli robov lista, ker se lahko zgodi, da program ne bo ločil med senco in listom. To lahko privede do izrisa nepravilnega obrisa lista, s tem pa do nepravilnih rezultatov.

Aplikacija ima možnost iskanja vrste v abecednem kazalu ali določanja vrste s pomočjo fotografije lista in opcije »Snap It!«. Za iskanje v abecednem kazalu vtipkamo v iskalnik angleško ali latinsko ime vrste ali le del enega ali drugega. Pokazale se nam bodo ujemajoče se vrste. Za določanje s pomočjo fotografije lista izberemo v meniju, ki je na domači strani na spodnjem robu ekrana, možnost »Snap It!«. Aplikacija se sedaj poveže s kamero naprave in nam omogoči narediti fotografijo lista. Ko list fotografiramo, začne aplikacija samodejno obdelovati fotografijo. Najprej preveri, če je fotografija sploh primerna za obdelavo. Če ni primerna, nam to sporoči, mi pa poskusimo ponovno. Ko je fotografija primerna, se nam odpre stran z rezultati. Na tej strani sta na vrhu originalna fotografija in fotografija obrisa lista. Če vidimo, da obris ni pravilen, ponovimo cel postopek. Če je obris pravilen, pregledamo seznam, kjer je podanih 25 najverjetnejših vrst. Razvrščene so v padajočem vrstnem redu, kar pomeni, da je na prvem mestu vrsta, ki ima največjo verjetnost, da je pravilna. Proti koncu seznama so vrste, ki imajo manjšo verjetnost, da so pravilne. Pri preverjanju rezultatov nam pomagajo slike listov, ki so ob imenih vrst na seznamu. Če ob pregledu teh slik listov še vedno nismo prepričani, katera vrsta je pravilna, kliknemo na tisto, ki se nam zdi najbolj verjetna. Odpre se nam stran, kjer so visokokakovostne slike listov, cvetov, plodov in skorje izbrane vrste.

Znotraj aplikacije ima vsak uporabnik na svoji napravi lastno zbirko fotografij. Ta ima pomembno vlogo takrat, ko nimamo dostopa do interneta in ne moremo prepoznati vrste. Vsaka fotografija, ki jo naredi uporabnik z aplikacijo, se samodejno shrani v zbirko. Ko ponovno vzpostavimo povezavo z internetom, odpremo zbirko in poiščemo fotografijo lista, katerega vrsto želimo prepoznati. Aplikacija obdela fotografijo in nam posreduje rezultate na način, ki je bil opisan v prejšnjem odstavku.

Potek določanja

Za določanje z Leafsnap UK smo uporabili iste vzorce kot pri določanju z Aplikacijo NS. Le za jesen smo nabrali štiri nove vzorce 28. 8. 2015, ker za določanje z Leafsnap UK potrebujemo cele sestavljene liste in ne le posameznih lističev. Novi vzorci so poimenovani Jesen cel in zaporedna številka vzorca. Že skenirane vzorce smo natisnili in jih nato fotografirali z opcijo »Snap It!«. S tem smo se tudi izognili sencam okoli listov. V razpredelnice smo zapisali ime vzorca in mesto, na katerem je bila pravilna vrsta.

2.7 PREDSTAVITEV IZBRANIH DREVESNIH VRST

Za preizkus vseh naštetih izbranih načinov določanja smo izbrali pet drevesnih vrst, ki se med seboj večinoma bistveno razlikujejo po obliki in po zgradbi listne ploskve. Izbrali pa smo tudi dve močno podobni vrsti. S tem smo ključne preizkusili s čim bolj različnimi značilnostmi. Iglavcev nismo vključili zato, ker jih ključ na podlagi slike skeniranega lista ne more prepoznati. Vrste, ki smo jih izbrali, so ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.), dob (*Quercus robur* L.), veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.), navadni beli gaber (*Carpinus betulus* L.) in navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.).

V nadaljevanju sledijo kratki opisi izbranih drevesnih vrst, ki so povzeti po knjigi Drevesne vrste na Slovenskem (Brus, 2004) in Dendrologija: list (Idžojtić, 2009). Pri navajanju velikosti listov in drugih lastnosti je prva vrednost vedno navedena po Brusu (2004), vrednost podana v oklepaju pa je navedena po Idžojtić (2009).

2.7.1 Ostrolistni javor (*Acer platanoides* L.)

V Sloveniji avtohtona listopadna drevesna vrsta, ki zraste do 35 m visoko. Deblo je ravno in lahko zraste v debelino do 1 metra. Skorja je v mladosti gladka, s starostjo drobno in precej plitvo mrežasto razpoka. Je sivo-rjave barve. Poganjki so rdečkasti in goli. Brsti so ovalni in topo zašiljeni, do 9 mm dolgi, rdečerrjave barve, gladki, bleščeči in včasih poprhnjeni. Terminalni brst je večji od lateralnih brstov. Listi so navzkrižno nameščeni, dlanasto krpati s 5 krpami, vsaka se zaključuje z nekaj ostrimi stranskimi konicami. Zareze med krpami so zaobljene. Listi so 5–16 cm dolgi in 8–25 cm široki (12–20 cm), tanki, zelnati, zeleni na obeh straneh, bleščeči, goli, jeseni rumeni, oranžni ali rdeči. Pecelj je

navadno rdečkast in 4–21 (10–15/–20) cm dolg. Z dna listne ploskve izrašča 5 glavnih žil, ki potekajo do vrha listnih krp. Če odtrgamo listni pecelj ali list, priteče bel mlečni sok. Cvetovi so rumene barve in združeni v pokončne, 4–8 cm dolge češulje. Vrsta cveti aprila in maja, malo pred olistanjem. Plod sestavljata krilata delna plodiča, ki oklepata topi, včasih skoraj iztegnjeni kot. Plodovi dozori septembra, so 3–5 cm dolgi in goli.

2.7.2 Dob (*Quercus robur* L.)

V Sloveniji avtohtona listopadna vrsta, ki zraste do 40 m visoko in ima močno razraslo krošnjo z močnimi vejami. Deblo zraste v debelino do 2,5 m. Skorja je v mladosti gladka, s starostjo predvsem vzdolžno globoko razpoka, prečne razpoke so plitvejšje. Poganjki so goli in zeleno-rjavi. Brsti so jajčasti in topo zašiljeni, do 8 mm dolgi. Listi so premenjalno nameščeni, pernatokrpasti, narobe jajčasti in najširši v zgornji tretjini. So 8–15 (8–14) cm dolgi in 3–10 (4–7) cm široki. V mladosti so rahlo dlakavi. List ima 4–8 (3–6) parov različno velikih listnih krp. Zareze so zaobljene ali tope. Listi so zelnati, zgoraj temnozeleni, bleščeči in goli, spodaj svetlozeleni do modro-zeleni in goli. Jeseni rumeno-rjavi. Na mnogih listih najdemo žile, ki potekajo od glavne žile do dna zareza med krpami t. i. interkalarnе žile. Dno listne ploskve je nesimetrično in uhljato. Pecelj je kratek (4–8 mm). 2–5 cm dolge rumene mačice so sestavljene iz sedečih moških cvetov. Redki klasi na dolgih pecljih so sestavljeni iz ženskih cvetov. Vrsta cveti konec aprila in maja hkrati z olistanjem. Plodovi dozori oktobra v prvem letu. So podolgovati ali elipsasti, zašiljeni, do 5 cm dolgi in do 2,7 cm debeli enosemnski oreški (želodi) skupaj s polkrožno do krožnikasto skodelico. Združeni so na pecljih v skupinah do 5. Ti peclji so dolgi 3–6, lahko tudi do 15 cm.

2.7.3 Veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.)

V Sloveniji avtohtona listopadna vrsta, ki zraste do 40 m v višino in do 1 m v širino. Krošnja je široka in zračna, veje so močne in dolge, deblo je ravno. Skorja je v mladosti gladka in siva, s starostjo potemni in mrežasto razpoka, pri tem so prečne razpoke plitvejšje od vzdolžnih. Poganjki so olivno zeleni do sivi, debeli, goli, v nodijih značilno sploščeni in pokriti z lenticelami. Brsti so piramidalni, kratki, 5–10 mm dolgi, po površini motni, značilno črni in gosto dlakavi. Terminalni brst je večji od lateralnih. Listi so navzkrižno nameščeni, lihopernato sestavljeni in dolgi 20–40 (25–30) cm. Sestavljeni so iz 7–13 (9–

13) lističev. Ti so 4–10 (5–10) cm dolgi in 2–4 (3–4) cm široki, fino nažagani po robu in sedeči. Zgoraj so temnozeleni, goli in bleščeči. Spodaj svetlozeleni, goli, vzdolž srednje žile rdečkastorjavo dlakavi. V času olistanja so listi lahko tudi rjavo-vijolične barve, jeseni pa so rumeni. Listni pecelj je dolg (5–10 cm). Cvetovi so slabo opazni, ker so brez cvetnega odevala. Združeni so v obstranske late. Vrsta cveti aprila ali maja pred olistanjem. Plodovi so podolgovati krilati oreški, ki so 2–4 cm dolgi in 4–6 mm široki ter združeni v značilne goste šope.

2.7.4 Navadni beli gaber (*Carpinus betulus* L.)

V Sloveniji avtohtona listopadna vrsta, ki zraste do 25, redko do 30 m. Deblo zraste do 1 m v širino in je vzdolžno žlebasto in kitasto. Skorja je v mladosti siva, večinoma gladka in tanka, s starostjo razpoka. Krošnja je na začetku stožčasta, kasneje široko razraščena. Poganjki so pokriti s svetlimi lenticelami, sprva so dlakavi, kasneje ogolijo in postanejo sivo-rjavi. Brsti so zašiljeni, prilegli k poganjku, 5–8 mm dolgi, pokriti z rjavkastimi, po robu dlakavimi tegmenti. Cvetni brsti so manj zašiljeni in večji od listnih. Listi so dvoredno nameščeni, enostavni in podolgovato jajčasti. Dolgi so 5–12 (6–10) cm, široki 2–5 (3–5) cm. Listni rob je dvojno nažagan. V listno ploskev je močno vtisnjenih 12–14 parov žil drugega reda. Žil tretjega reda ni, niso izražene ali se samo spodnji dve do tri žile drugega reda razvejajo. Listi so zgoraj sveže zelene barve, na začetku dlakavi, kasneje goli. Spodaj so vzdolž žil dlakavi, poleg tega imajo snope dlačic v kotih med žilami. Jeseni porumenijo. Listni pecelj je (7–15) mm dolg, svetlo zelen ali rjav. Moški cvetovi so brez cvetnega odevala in so združeni v 4–6 cm dolge mačice. Ženska socvetja so do 2 cm dolga in tanjša. Vrsta cveti konec aprila in maja. Plodovi so sploščeni oreški, 5–10 mm veliki, ki ležijo na trikrpih ovršnih listih. Srednja krpa ovršnega oz. podpornega lista je daljša od stranskih dveh. Plodovi dozoriijo oktobra.

2.7.5 Navadna bukev (*Fagus sylvatica* L.)

V Sloveniji avtohtona listopadna vrsta, ki zraste do 40 m visoko. Deblo je ravno, v širino zraste do 1 m. Skorja je v mladosti tanka, siva in gladka. S starostjo se ne spremeni, le včasih v spodnjem delu debla nekoliko razpoka. Poganjki so rjavkaste barve, bleščeči in goli. Brsti so do 3 cm dolgi, rjavi, podolgovato zašiljeni in od vejic vedno odklonjeni pod kotom 45°. Nekoliko bolj okroglasti so cvetni brsti. Listi so enostavni, eliptični ali

podolgovato jajčasti in večinoma dvoredno nameščeni, s 5–9 (5–7) parov stranskih žil. Dolgi so 6–10 (5–10) cm in široki 3–7 (4–7) cm. Na začetku so sveže zelene barve in svilnato dlakavi. Kasneje na zgornji strani goli, bleščeči in temno zelene barve, spodaj pa svetlo zeleni in vzdolž žil ter v kotih med žilami dlakavi. Jeseni rumeni, oranžnordeči, rdečerjavi do svetlo rjavi. Listni rob je cel in valovit, redko rahlo nazobčan, dlakav v redkih snopih. Listni pecelj je (1–1,5) cm dolg in dlakav. Moške mačice so okroglaste in sestavljene iz približno 20 cvetov, visijo na 2–5 cm dolgem peclju. Ženski cvetovi so na koncu rahlo debelejših pecljev v parih v ovoju. Vrsta cveti maja. Plod je sestavljen iz dveh 1,5 cm dolgih trirobih rjavih oreškov oz. žirov in trde, olesenele zaprte skledice, ki je poraščena s kaveljčastimi bodicami. Skledica se jeseni, ko je zrela, odpre s štirimi loputami.

2.8 PRIMERJAVA NAČINOV DOLOČANJA

Vse načine določanja smo preizkusili z izbranimi drevesnimi vrstami. Časa, potrebnega za določitev vrste, nismo beležili, zato ker rezultati ne bi bili primerljivi zaradi napačnih določitev, ponavljajočih se korakov, neodzivnosti strežnikov, prekinitev povezave itd. Vseeno pa smo pri nekaterih načinih podali subjektivno mnenje o tem, od česa je čas določitve odvisen.

Načine, ki so imeli podoben sistem beleženja določevalnega postopka, smo med seboj primerjali. Pri določanju s pomočjo MFS, Interaktivnega vodnika in Ključa TNP smo beležili število korakov, ki smo jih potrebovali za končno določitev vrste. Zanimalo nas je, kateri od naštetih načinov jih potrebuje najmanj in ali je to število povezano s številom vrst, ki jih posamezen način lahko določi. Pričakujemo, da bo način, ki lahko določi največje število vrst, potreboval tudi največje število korakov. Pri Aplikaciji NS in Leafsnap UK smo beležili mesta, na katera se je uvrstila prava vrsta. Zanimalo nas je, kateri od teh dveh načinov bo imel večje število pravilno določenih vzorcev in kateri bo imel v splošnem bolj uspešno določanje.

3 REZULTATI

3.1 DOLOČANJE OSTROLISTNEGA JAVORJA (*Acer platanoides* L.)

Drevesa

Najprej smo določili vrsto s ključem »Oblike listov nekaterih listavcev«. Ostrolistni javor ima dlanasto krpate liste. V ključu je drugačna razdelitev listov kot v Dendrologiji za gozdarje (Brus, 2005). Krpati listi spadajo pod deljene liste in niso samostojna kategorija. Zato smo v ključu poiskali najprej deljene liste, nato dlanasto deljene. Lista ostrolistnega javorja nismo našli. Številni javorji imajo podobno dlanasto deljene liste kot beli javor, zato listi teh dreves tu niso prikazani (Johnson, 2010). Zato smo poiskali javorje na strani 368 in med opisanimi vrstami poiskati ostrolistni javor. V glavnem smo si pomagali s slikami listov, plodov in poganjkov.

Nato smo določili vrsto javorja s ključem »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves«. Ker ima ostrolistni javor navzkrižno nameščene brste, smo iskali med popki nasprotni. Med narisanimi vejicami smo našli odgovarjajočo, ki je predstavljala ostrolistni javor.

Mala flora Slovenije

Preglednica 2: Potek določanja ostrolistnega javorja z Malo floro Slovenije

Določitev družine, str. 55		Število korakov
1	Rastline s cvetovi (večinoma s cvetnim odevalom) in semeni, Spermatophyta ... 8	1
8	Plodni listi (1 ali več) zrasli v plodnico, v kateri so semenske zasnove. Cvetovi dvospolni ali enospolni, s cvetnim odevalom, le redko goli (brez cvetnega odevala), Magnoliophytina (Angiospermae) ... 13	2
13	Listi mrežasto žilnati, celi, deljeni ali sestavljeni. Cvetovi večinoma 4- ali 5-števni. Cvetno odevalo enojno ali dvojno, le redko manjka. Samo pri nekaj rodovih so listi progasto žilnati, toda tedaj je socvetje košek (<i>Tragopogon</i> , <i>Scorzonera</i>) ali je cvetno odevalo 4-števno, kožnato (Plantaginaceae), ali pa je 5-števno, barvito (<i>Gentiana</i>), Magnoliopsida (Dicotyledoneae) ... 14	3
14	Cvetno odevalo dvojno, iz čaše in barvitenga venca; čaša včasih neznatna, komaj opazna ali zgodaj odpade ... 15	4
15	Venčni listi prosti (ločeni), le pri nekaterih metuljnicah sta cvetna lističa, ki tvorita ladjico, zrasla ... 16	5

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 2

Določitev družine, str. 55		Število korakov
16	Cvetovi zvezdasti – upoštevani tudi disimetrični cvetovi ... 33	6
33	Lesnate rastline ... 34	7
34	Drevesa, grmi ... 36	8
36	Listi deljeni ali sestavljeni ... 37	9
37	Listi razvrščeni nasprotno ... 38	10
38	Listi dlanasto deljeni. Venčni listi zelenkasto rumeni. Plod je krilat orešek ... Aceraceae (str. 340)	11
Določitev vrste, str. 340 Acer L. – javor		
1	Listi celi ali dlanasto deljeni. Cvetovi z vencem ... 2	12
2	Listi razločno dlanasto deljeni, 3- do 7-krpati, z enakim številom glavnih žil, ki izhajajo iz vrha listnega peclja. Venčni listi zelenkasti ali rumenkasti ... 3	13
3	Vsaj del listov ali vsi 5- do 7-krpi, krpe grobo nazobčane ali ponovno plitvo krpate ... 4	14
4	Listne krpe dolgo priostrene, z dolgimi, ostrimi zobci. Plodiča združena v topem kotu ... A. platanoides	15

Interaktivni vodnik

Določanje z dihonomnim ključem (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 3: Potek določanja ostrolistnega javorja z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem

Število korakov		Število preostalih vrst
1	Rastline, zakoreninjene v tla	439
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	434
3	Cvetoče rastline imajo razvite prave liste	388
4	Listi niso niti igličasti niti luskasti	387
5	Listi nasprotni	341
6	Drevesa ali grmi	93
7	Listi enostavni	80
8	Listi deljeni	67
9	Venčnih listov ni ali so beli. Plod suh, krilat	9
10	Listi 3- do 5-krpi	8
11	Listi 5-krpi	7
12	Listi v povprečju daljši od 10 cm (izmeri vsaj 10 listov)	6
13	Plodiča tvorita topi ali iztegnjeni kot (plod s pecljem je v obliki črke T)	3
14	Acer platanoides L. – ostrolistni javor	

Določanje s kompleksnim dostopom (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 4: Potek določanja ostrolistnega javorja z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom

Rastlina	Olesenela, drevo ali polgrm, v zrelosti visoka nad 50 cm	Rastlina: ni ovijalka ali vzpenjavka oz. nima kipečega stebila
		Listi: niso igle niti luske
		Rastlina: ni zimzelena
Listi	nasprotni	
Rastlina	niso bodeče	
Listi	niso v vretencih	
Plod	suh	
Po obravnavi vnesenih podatkov smo dobili 38 najdenih vrst. Določanje smo nadaljevali z uporabo dihotomnega ključa, kjer smo izbrali naslednje možnosti.		
Število korakov		Število preostalih vrst
2	Listi nasprotni	38
3	Listi enostavni	36
4	Listi deljeni	26
5	Listi 3- do 5-krpi	8
6	Listi 5-krpi	7
7	Listi v povprečju daljši od 10 cm (izmeri vsaj 10 listov)	6
8	Plodiča tvorita topi ali iztegnjeni kot (plod s pecljem je v obliki črke T)	3
9	<i>Acer platanoides</i> L. – ostrolistni javor	

Ključ TNP

Preglednica 5: Potek določanja ostrolistnega javorja s Ključem TNP

Število korakov		Število preostalih vrst (taksonov)
1	Rastlina, zakoreninjena v tla	175
2	Drevesa, vzpenjavke ali visoki grmi (odrasli višji od 50 cm)	174
3	Rastlina ima dobro razvite liste	126
4	Listi niso ne igličasti ne luskasti	126
5	Listi nasprotni	114
6	Drevesa ali grmi	28
7	Listi enostavni, toda včasih izrazito deljeni	24
8	Listi deljeni	17
9	Venčnih listov ni ali pa so zelenkasti. Plod razpade v 2 suha, krilata oreščka	4
10	Plodiča tvorita topi ali iztegnjeni kot (plod s pecljem je v obliki črke T)	3
11	Listi daljši od 10 cm, listne krpe dolgo priostrene	2
12	<i>Acer platanoides</i> L.	

Aplikacija NS

Preglednica 6: Rezultati določanja ostrolistnega javorja z Aplikacijo NS

Vzorec	%	Mesto	Prag
javor 1	91,2	8	157
	91,8	4	189
	91,7	5	190
javor 2*	91,5	5	156
	92,8	2	188
	92,9	1	189
	92,8	1	190
	93,1	1	195
	92,9	2	205
javor 3	92,2	5	157
	93,0	1	189
	93,2	1	190
	92,1	2	195

*Vzorec javor 2 si pri pragu 190 in 195 deli prvo mesto s srebrnim javorjem (*Acer saccharinum* L.), saj imata oba enako verjetnost.

Določanje ostrolistnega javorja ni bilo prepričljivo. Nobeden od vzorcev ni imel ostrolistnega javorja na prvem mestu. Vzorec javor 1 se je z 91,2 % znašel na 8. mestu, vzorca javor 2 z 91,5 % in javor 3 z 92,2 % na 5. mestu. S spreminjanjem praga smo dobili boljše rezultate. Javor 1 je bil z 91,8 % na 4. mestu, javor 2 s 93,1 % in javor 3 s 93,2 % na 1. mestu. Ostrolistni javor ima na stranskih krpah ostre konice, ki se pri samodejno določenem pragu niso dobro videle, zato so bili tudi rezultati slabši. S spreminjanjem praga so le-te postale vidne, posledica so bili tudi boljši rezultati. Omeniti moramo, da ima vzorec javor 2 pri pragu 190 in 195 enako verjetnost za ostrolistni javor in za srebrni javor (*Acer saccharinum* L.).

Leafsnap UK

Preglednica 7: Rezultati določanja ostrolistnega javorja z Leafsnap UK

Vzorec	Mesto
javor 1	1
javor 2	1
javor 3	1

Pri določanju ostrolistnega javorja s to aplikacijo ni bilo nobenih težav, saj so bili vsi trije vzorci pravilno določeni.

3.2 DOLOČANJE DOBA (*Quercus robur* L.)

Drevesa

Dob ima pernato krplate liste, zato smo v ključu »Oblike listov nekaterih listavcev« poiskali deljene liste. Kot smo omenili že prej, ima knjiga drugačno razdelitev listov, zato krpati listi spadajo pod deljene liste. Iskali smo med pernato deljenimi listi. List doba je bil narisani in tako smo našli iskano vrsto.

V ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves« smo iskali pod popki premenjalno, ker ima dob premenjalno (spiralno) razmestitev brstov. Hrasti so bili združeni pod kategorijo »Hrasti imajo gručo popkov na koncu poganjka«, med njimi je bil narisani tudi dob. Tako smo prišli do iskane vrste.

Mala flora Slovenije

Preglednica 8: Potek določanja doba z Malo floro Slovenije

Določitev družine, str. 55		Št. korakov
1	Rastline s cvetovi (večinoma s cvetnim odevalom) in semeni, Spermatophyta ... 8	1
8	Plodni listi (1 ali več) zrasli v plodnico, v kateri so semenske zasnove. Cvetovi dvospolni ali enospolni, s cvetnim odevalom, le redko goli (brez cvetnega odevala), Magnoliophytina (Angiospermae) ... 13	2
13	Listi mrežasto žilnati, celi, deljeni ali sestavljeni. Cvetovi večinoma 4- ali 5-števni. Cvetno odevalo enojno ali dvojno, le redko manjka. Samo pri nekaj rodovih so listi progasto žilnati, toda tedaj je socvetje košek (<i>Tragopogon</i> , <i>Scorzonera</i>), ali je cvetno odevalo 4-števno, kožnato (<i>Plantaginaceae</i>), ali pa je 5-števno, barvito (<i>Gentiana</i>) Magnoliopsida (Dicotyledoneae) ... 14	3
14	Cvetno odevalo enojno ali ga ni ... 163	4
163	Lesnate rastline – drevesa, grmi ali polgrmički ... 164	5
164	Rastline, ki koreninijo v tleh ... 167	6
167	Cvetovi drobni, neopazni, zelenkasti, rumenkasti ... 170	7
170	Vsi poganjki enaki, nečlenjeni, oleseneli ... 171	8
171	Listi razvrščeni spiralasto ... 173	9
173	Listi celi ali deljeni ... 175	10
175	Listi celi – nazobčani ali deljeni ... 182	11
182	Vsi cvetovi enospolni; rastline enodomne ali dvodomne. Listi celi, simetrični ali deljeni ... 183	12
183	Ženski cvetovi posamični ali po 2–3 v skupnem ovoju ... 184	13
184	Rastline enodomne. Ženski cvetovi posamični ali po 2–3 skupaj v bodičastem ovoju. Brazde 3. Moški cvetovi s 4–15 prašniki. Plod le delno obdaja skledičast ovoj (želod) ali pa bodičast ovoj povsem obdaja 2–3 plodove. Listi celi – eliptični ali pernato deljeni. Drevesa ... Fagaceae (str. 221)	14

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 8

Določitev roda, str. 221		Št. korakov
1	Moški cvetovi v podaljšanih mačicah. Listi pernato deljeni ali celorobi ... 2	15
2	Listi pernato deljeni ali celi – tedaj usnjati. Ovoj skledičast, plod obdaja le pri dnu ... 3, Quercus	16
Določitev vrste, str. 221, Quercus L. – hrast		
1	Listopadna drevesa. Listi nežnejši, večinoma pernato krpati do pernato razdeljeni ... 3	17
3	Mladi poganjki in listni peclji goli ali le na začetku nekoliko dlakavi. Listi goli, le redko sprva spodaj dlakavi ... 7	18
7	Listi pernato krpati, krpe ± zaokrožene, celorobe. Listni peclji dolgi do 3 cm ... 8	19
8	Listni pecelj dolg od 2 do 5 mm. Skupni pecelj plodov dolg od 2 do 4 cm. Luske na skledičastem ovoju plodu skoraj do konice medsebojno spojene ... Q. robur	20

Interaktivni vodnik

Določanje z dihonomnim ključem (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 9: Potek določanja doba z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem

Število korakov		Število preostalih vrst
1	Rastlina, zakoreninjene v tla	439
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	434
3	Cvetoče rastline imajo razvite prave liste	388
4	Listi niso niti igličasti niti luskasti	387
5	Listi niso nasprotni	341
6	Listi enostavni	248
7	Drevesa ali grmi	178
8	Listi deljeni	170
9	Rastline nimajo bodic ali trnov	28
10	Rastline nimajo mlečka	24
11	Listi jeseni odpadejo	23
12	Drevesa ali visoki grmi. Plod ni jagoda	22
13	Listi na vrhu zaokroženi ali koničasti	18
14	Obris lista ni peterokoten	17
15	Listi zeleni na zgornji in spodnji strani	11
16	Drevesa. Cvetovi enospolni, brez cvetnega odevala. Plod je želod	9
17	Skledica (kapica) ima prilegle luske. Skorja na debelu v razpokah ni oranžna	7
18	Listne krpe bolj ali manj tope, nikoli se ne zaključijo z mehko reso	6
19	Listi na spodnji strani goli (razen včasih v pazduhah žil dlakavi)	4
20	Listni pecelj krajši od 6 mm, listna ploskev na dnu uhljata. Plodovi so na od 2 do 5 cm dolgih skupnih pecljih, luske na skledici (kapici) skoraj do konice spojene med seboj	2
21	Quercus robur L.	

Določanje s kompleksnim dostopom (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 10: Potek določanja doba z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom

Rastlina	Olesenela, drevo ali polgrm, v zrelosti visoka nad 50 cm	Rastlina: ni ovijalka ali vzpenjavka oz. nima kipečega stebela
		Listi: niso igle niti luske
		Rastlina: ni zimzelena
Listi	niso nasprotni	
Rastlina	niso bodeče	
Listi	niso v vretencih	
Plod	suh	
Po obravnavi vnesenih podatkov smo dobili 84 najdenih možnih vrst. Določanje smo nadaljevali z uporabo dihotomnega ključa, kjer smo izbrali naslednje možnosti.		
Število korakov		Število preostalih vrst
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	84
3	Listi enostavni	83
4	Listi deljeni	68
5	Listi jeseni odpadejo	13
6	Listi na vrhu zaokroženi ali koničasti	12
7	Obris lista ni peterokoten	11
8	Drevesa. Cvetovi enospolni, brez cvetnega odevala. Plod je želod	8
9	Skledica (kapica) ima prilegle luske. Skorja na deblu v razpokah ni oranžna	7
10	Listne krpe bolj ali manj tope, nikoli se ne zaključijo z mehko reso	6
11	Listi na spodnji strani goli (razen včasih v pazduhah žil dlakavi)	4
12	Listni pecelj krajši od 6 mm, listna ploskev na dnu uhljata. Plodovi so na od 2 do 5 cm dolgih skupnih pecljih, luske na skledici (kapici) skoraj do konice spojene med seboj	2
13	<i>Quercus robur</i> L. – dob	

Ključ TNP

Preglednica 11: Potek določanja doba s Ključem TNP

Število korakov		Število preostalih vrst (taksonov)
1	Rastlina, zakoreninjena v tla	175
2	Drevesa, vzpenjavke ali visoki grmi (odrasli višji od 50 cm)	174
3	Rastlina ima dobro razvite liste	126
4	Listi niso ne igličasti ne luskasti	126
5	Listi niso nasprotni	114
6	Listi enostavni	86
7	Drevesa ali grmi	69
8	Listi deljeni	66
9	Rastline nimajo bodic ali trnov	8
10	Listi pernato žilnati. Drevesa ali visoki grmi, višji od 2 m	5
11	Listi zgoraj in spodaj zeleni. Cvetovi brez venčnih listov. Plod suh (želod)	3
12	Listni pecelj krajši od 6 mm, listna ploskev na dnu uhljata. Želodi so na od 2 od 5 cm dolgih skupnih pecljih	2
13	<i>Quercus robur</i> L.	

Aplikacija NS

Preglednica 12: Rezultati določanja doba z Aplikacijo NS

Vzorec	%	Mesto	Prag
dob 1	95	1	170
dob 2	94,4	1	171
dob 3	93,8	2	167
	93,6	1	185
	93,9	1	155
dob 4	94,9	1	175

Dob ni predstavljal problema za prepoznavo. V treh primerih je bil takoj prepoznan kot najverjetnejša vrsta. Vzorci dob 1 s 95 %, dob 2 s 94,4 % in dob 4 s 94,9 % so bili na 1. mestu. Le vzorec dob 3 je bil s 93,8 % na 2. mestu. S popravljenim pragom je bil tudi ta vzorec s 93,9 % na 1. mestu. Zaradi oblike lista in lepo vidnih zaobljenih krp aplikacija ni imela težav s prepoznavo.

Leafsnap UK

Preglednica 13: Rezultati določanja doba z Leafsnap UK

Vzorec	Mesto
dob 1	1
dob 2	1
dob 3	1
dob 4	1

Tudi pri uporabi aplikacije Leafsnap UK ni bilo težav pri določanju doba, saj so bili vsi trije vzorci pravilno določeni.

3.3 DOLOČANJE VELIKEGA JESENA (*Fraxinus excelsior* L.)

Drevesa

Jesen ima navzkrižno nameščene lihopernato sestavljene liste, ki so sestavljeni iz 7–13 eliptičnih lističev. Dolžina sestavljenega lista je 20–40 cm. V ključu »Oblike listov nekaterih listavcev« smo poiskali sestavljene liste, znotraj teh pa nasprotne, nazobčane. List velikega jesena je bil narisano, kar je olajšalo prepoznavo.

Jesen ima navzkrižno nameščene brste, zato smo v ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves« iskali v kategoriji »popki nasprotno«. Veliki jesen ima

značilne črne brste, z večjim terminalnim brstom. Slika poganjka jesena je narisana, vendar je zraven napisana kot vrsta navadni jesen, razlog za to je verjetno napaka v prevodu.

Mala flora Slovenije

Preglednica 14: Potek določanja velikega jesena z Malo floro Slovenije

Določitev družine, str. 55		Št. korakov
1	Rastline s cvetovi (večinoma s cvetnim odevalom) in semeni, Spermatophyta ... 8	1
8	Plodni listi (1 ali več) zrasli v plodnico, v kateri so semenske zasnove. Cvetovi dvospolni ali enospolni, s cvetnim odevalom, le redko goli (brez cvetnega odevala), Magnoliophytina (Angiospermae) ... 13	2
13	Listi mrežasto žilnati, celi, deljeni ali sestavljeni. Cvetovi večinoma 4- ali 5-števni. Cvetno odevalo enojno ali dvojno, le redko manjka. Samo pri nekaj rodovih so listi progasto žilnati, toda tedaj je socvetje košek (<i>Tragopogon</i> , <i>Scorzonera</i>), ali je cvetno odevalo 4-števno, kožnato (Plantaginaceae), ali pa je 5-števno, barvito (<i>Gentiana</i>), Magnoliopsida (Dicotyledoneae) ... 14	3
14	Cvetno odevalo enojno ali ga ni ... 163	4
163	Lesnate rastline – drevesa, grmi ali polgrmički ... 164	5
164	Rastline, ki koreninijo v tleh ... 167	6
167	Cvetovi drobní, neopazni, zelenkasti, rumenkasti ... 170	7
170	Vsi poganjki enaki, nečlenjeni, oleseneli ... 171	8
171	Listi nasprotni ... 172	9
172	Drevesa. Listi lihopernati. Cvetovi neznatni, večinoma brez cvetnega odevala (<i>Fraxinus</i>) ... Oleaceae (str. 502)	10
Določitev roda, str. 502		
1	Listi trojnati ali pernati ... 2	11
2	Drevesa. Cvetovi združeni v mnogocvetna socvetja, dvospolni in enospolni. Venčni listi beli, ozki, 3–4, le pri dnu zrasli ali manjkajo. Plod krilat orešek ... 3, Fraxinus	12
Določitev vrste, str. 503		
1	Rastline tridomne. Cvetovi v obstranskih socvetjih, brez venca ... 2	13
2	Socvetja dolga 2–6 cm. Cvetovi brez čaše. Semenski del plodu sploščen, perotka široka 7–9 mm. Lističi vedno nazobčani ... 3	14
3	Brsti črni. Listi z 9–13 ± sedečimi eliptičnimi do jajčastimi lističi, na robu pogosto z naprej zakrivljenimi zobci. Seme ne dosega polovice dolžine plodu ... F. excelsior	15

Interaktivni vodnik

Določanje z dihodontnim ključem (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 15: Potek določanja velikega jesena z Interaktivnim vodnikom z dihodontnim ključem

Število korakov		Število preostalih vrst
1	Rastline, zakoreninjene v tla	439
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	434
3	Cvetoče rastline imajo razvite prave liste	388
4	Listi niso niti igličasti niti luskasti	387
5	Listi nasprotni	341
6	Drevesa ali grmi	93

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 15

Število korakov		Število preostalih vrst
7	Listi sestavljeni (listna ploskev sestavljena iz lističev)	80
8	Listi niso trojnati	13
9	Listi zeleni na obeh straneh	11
10	Listi pernat	10
11	Listi z več kot 7 lističi	8
12	Drevesa ali visoki grmi z olesenelim stebлом. Socvetja nimajo češuljaste oz. kobulaste oblike. Plod suh, krilat	4
13	Cvetovi brez cvetnega odevala. Listi s 7–15 lističi, ki so vsaj 3-krat tako dolgi kot široki, bolj ali manj sedeči. Listni rob nazobčan. Brsti temni	3
14	Lističi imajo na robu več zobcev, kot je stranskih žil. Brsti črni	2
15	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	

Določanje s kompleksnim dostopom (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 16: Potek določanja velikega jesena z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom

Rastlina	Olesenela, drevo ali polgrm, v zrelosti visoka nad 50 cm	Rastlina: ni ovijalka ali vzpenjavka oz. nima kipečega stebila
		Listi: niso igle niti luske
		Rastlina: ni zimzelena
Listi	nasprotni	
Plod	suh	
Po obravnavi vnesenih podatkov smo dobili 38 najdenih vrst. Določanje smo nadaljevali z uporabo dihotomnega ključa, kjer smo izbrali naslednje možnosti.		
Število korakov		Število preostalih vrst
2	Listi nasprotni	38
3	Listi sestavljeni (listna ploskev sestavljena iz lističev)	36
4	Listi niso trojnati	10
5	Listi zeleni na obeh straneh	8
6	Listi pernat	7
7	Listi z več kot 7 lističi	5
8	Cvetovi brez cvetnega odevala. Listi s 7–15 lističi, ki so vsaj 3-krat tako dolgi kot široki, bolj ali manj sedeči. Listni rob nazobčan. Brsti temni	3
9	Lističi imajo na robu več zobcev, kot je stranskih žil. Brsti črni	2
10	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	

Ključ TNP

Preglednica 17: Potek določanja velikega jesena s Ključem TNP

Število korakov		Število preostalih vrst (taksonov)
1	Rastlina, zakoreninjena v tla	175
2	Drevesa, vzpenjavke ali visoki grmi (odrasli višji od 50 cm)	174
3	Rastlina ima dobro razvite liste	126
4	Listi niso ne igličasti ne luskasti	126
5	Listi nasprotni	114
6	Drevesa ali grmi	28
7	Listi sestavljeni iz lističev	24
8	Listi sestavljeni iz več kot 3 lističev. Cvetovi drugačni. Plod ni strok	7
9	Listi pernatostavljeni	6
10	Zmečkani listi nimajo izrazitega vonja. Plod je suh, krilat	5
11	Brsti (listni popki) temni. Cvetovi brez cvetnega odevala, zelenkasti	3
12	Lističi imajo na robu več zobcev, kot je stranskih žil. Brsti črni	2
13	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	

Aplikacija NS

Ker ima jesen pernatostavljene liste, so spodnje vrednosti izračunane na podlagi dodatnega izbora oblike lista: pernatostavljen list.

Preglednica 18: Rezultati določanja velikega jesena z Aplikacijo NS

Vzorec	%	Mesto	Prag
jesen 1	/	/	162
	/	/	190
	95,9	8	149
	/	/	148
	95,7	8	147
jesen 2	/	/	150
	95,6	6	151
	/	/	152
	95,7	7	155
	95,6	7	160
	/	/	190
jesen 3*	95,5	8	168
	95,6	8	170
	95,7	8	171
	95,9	9	160
	95,4	9	155
	95,4	8	150
	/	/	154
jesen 4	/	/	180
	95,4	7	145
	95,5	7	139
	95,4	2	120 (min)

* Vzorec jesen 3 ima pri vseh pragovih, razen pri 155 in 150, večjo možnost za vrsto mali jesen (*Fraxinus ornus* L.) kot pa za veliki jesen.

Dodaten izbor možnosti pernato sestavljenih listov ni spremenil stopnje verjetnosti, le vrste, ki nimajo pernato sestavljenih listov, je odstranil s seznama 10 najbolj verjetnih vrst. Pri velikem jesenu smo dobili najslabše rezultate. Določanje s samodejno določenim pragom nam je samo v enem primeru podalo pravo vrsto na seznam, jesen 3 s 95,5 % na 8. mestu. V vseh drugih primerih velikega jesena ni bilo med prvimi 10 vrstami. Tudi s spreminjanjem praga nismo dobili dobrih rezultatov. Vzorec jesen 1 s 95,7 % na 8. mestu, jesen 2 s 95,6 % na 6. mestu, jesen 3 s 95,9 % na 9. mestu in vzorec jesen 4 s 95,4 % na 2. mestu. Pri obravnavi vzorca jesen 3 je aplikacija ves čas, razen pri pragu 155 in 150, ponujala mali jesen (*Fraxinus ornus* L.) kot bolj verjetno vrsto. Čeprav ima jesen lepo nažagane liste, kar bi moralo olajšati prepoznavo, smo dobili za to vrsto izmed vseh petih najslabše rezultate.

Leafsnap UK

Preglednica 19: Rezultati določanja velikega jesena z Leafsnap UK

Vzorec	Mesto
jesen 1	/
jesen 2	/
jesen 3	/
jesen 4	/
jesen cel 1	3
jesen cel 2	2
jesen cel 3	4
jesen cel 4	1

Čeprav navodila pri Leafsnap UK pravijo, da moramo sestavljene liste slikati cele, smo vseeno najprej poskusili določiti vrsto s pomočjo posameznih lističev (vzorci jesen 1-4). Pri tem smo bili neuspešni, saj niti en vzorec ni imel velikega jesena na seznamu 25 najverjetnejših vrst. Nadaljevali smo s primernimi vzorci, kjer smo fotografirali cel sestavljen list (vzorci jesen cel 1-4). Samo v enem primeru smo dobili ostrolistni jesen na 1. mestu in sicer pri vzorcu jesen cel 4. Ostali trije vzorci so se odrezali nekoliko slabše. Vzorec jesen cel 1 je imel jesen na 3. mestu, pred njim sta se znašla skorš (*Sorbus domestica* L.) na 1. mestu in trnata gledičevka (*Gleditsia triacanthos* L.) na 2. mestu. Vzorec jesen cel 2 je imel jesen na 2. mestu, pred njim je bil le skorš. Vzorec jesen cel 3 je imel jesen na 4. mestu, pred njim je bil visoki pajesen (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle) na 1. mestu, skorš na 2. mestu in trnata gledičevka na 3. mestu. Zanimivo pri tem je, da

imajo vse tri vrste, ki so se znašle pred velikim jesenom, podolgovato eliptične lističe, rob lističev pri visokem pajesenu pa je gladek. Medtem so lističi pri velikem jesenu široko suličasti ter fino nažagani. Trnata gledičevka pa ima še dodatno sodopernato sestavljene liste, medtem ko ima jesen lihopernato sestavljene liste.

3.4 DOLOČANJE NAVADNEGA BELEGA GABRA (*Carpinus betulus* L.)

Drevesa

V ključu »Oblike listov nekaterih listavcev« smo iskali pod »jajčasti/eliptični listi: listopadni« premenjalno razmestitev listov. List belega gabra je bil med narisanimi, tako da smo našli iskano vrsto.

V ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves« smo iskali v kategoriji popki premenjalno. Poganjek gabra je bil sicer narisani, vendar smo ga našli in prepoznali šele, ko smo poimensko iskali vrsto. Razlog za to je predvsem majhnost narisane vejice, na kateri lenticele niso bile vidne oz. narisane.

Mala flora Slovenije

Preglednica 20: Potek določanja navadnega belega gabra z Malo floro Slovenije

Določitev družine, str. 55		Št. korakov
1	Rastline s cvetovi (večinoma s cvetnim odevalom) in semeni, Spermatophyta ... 8	1
8	Plodni listi (1 ali več) zrasli v plodnico, v kateri so semenske zasnove. Cvetovi dvospolni ali enospolni, s cvetnim odevalom, le redko goli (brez cvetnega odevala), Magnoliophytina (Angiospermae) ... 13	2
13	Listi mrežasto žilnati, celi, deljeni ali sestavljeni. Cvetovi večinoma 4- ali 5-števni. Cvetno odevalo enojno ali dvojno, le redko manjka. Samo pri nekaj rodovih so listi progasto žilnati, toda tedaj je socvetje košek (<i>Tragopogon</i> , <i>Scorzonera</i>), ali je cvetno odevalo 4-števno, kožnato (<i>Plantaginaceae</i>), ali pa je 5-števno, barvito (<i>Gentiana</i>), Magnoliopsida (Dicotyledoneae) ... 14	3
14	Cvetno odevalo enojno ali ga ni ... 163	4
163	Lesnate rastline – drevesa, grmi ali polgrmički ... 164	5
164	Rastline, ki koreninijo v tleh ... 167	6
167	Cvetovi drobni, neopazni, zelenkasti, rumenkasti ... 170	7
170	Vsi poganjki enaki, nečlenjeni, oleseneli ... 171	8
171	Listi razvrščeni spiralasto ... 173	9
173	Listi celi ali deljeni ... 175	10
175	Listi celi – nazobčani ali deljeni ... 182	11

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 20

Določitev družine, str. 55		Št. korakov
182	Vsi cvetovi enospolni; rastline enodomne ali dvodomne. Listi celi, simetrični ali deljeni ... 183	12
183	Ženski cvetovi posamični ali po 2–3 v skupnem ovoju ... 185	13
185	Ženski cvetovi združeni v viseče mačice. Plod opremljen z velikim krovnim listom. Listi celi ... Carpinaceae (str. 225)	14
Določitev roda, str. 225		
1	Moške mačice redkocvetne. Plod na celem ali trikrpem krovnem listu ... 2, Carpinus	15
Določitev vrste, str. 226		
2	Listi večinoma dolgi več kot 5 cm. Krovni list plodu trikrp, srednja krpa podaljšana. Moške mačice dolge od 4 do 6 cm ... C. betulus	16

Interaktivni vodnik

Določanje z dihonomnim ključem (datum zadnje spremembe 3. julij 2015)

Preglednica 21: Potek določanja navadnega belega gabra z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem

Število korakov		Število preostalih vrst
1	Rastline, zakoreninjene v tla	439
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	434
3	Cvetoče rastline imajo razvite prave liste	388
4	Listi niso niti igličasti niti luskasti	387
5	Listi niso nasprotni	341
6	Listi enostavni	248
7	Drevesa ali grmi	178
8	Listi celi	170
9	Rastline niso bodeče ali trnate	142
10	Obris listne ploskve ni trikotne ali rombaste oblike (če je trikoten, je ploskev pri dnu srčasta)	126
11	Listna ploskev na dnu zaokrožena ali zožena	119
12	Zmečkani listi so bolj ali manj brez vonja	107
13	Dno listne ploskve je simetrično	105
14	Rastlina ima drugačne značilnosti	99
15	Listni rob nazobčan	81
16	Listi manj kot 5-krat tako dolgi kot široki	44
17	Listi niso usnjati, jeseni odpadejo	43
18	Listi na obeh straneh zeleni	38
19	Listi običajno krajši od 15 cm. Plodovi nimajo bodečega ovoja	33
20	Rastlina ima drugačne značilnosti	32
21	Cvetovi enospolni in brez cvetnega odevala. Plod je suh	29
22	Plodovi so krilati, soplodja niso olesenela in niso podobna majhnim storžem	6
23	Listi najširši v sredini listne ploskve z največ 14 pari stranskih listnih žil. Plodova krilca trizoba ali trokrpa	3
24	Listi daljši od 4 cm, listni pecelj dolg 1 cm	2
25	<i>Carpinus betulus</i> L.	

Pri koraku 23 je uporabljen izraz plodova krilca trizoba ali trokrpa. Bolj primerno bi bilo trikrpi ovršni listi (Brus, 2005).

Določanje s kompleksnim dostopom (datum zadnje spremembe 2. julij 2015)

Preglednica 22: Potek določanja navadnega belega gabra z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom

Rastlina	Olesenela, drevo ali polgrm, v zrelosti visoka nad 50 cm	Rastlina: ni ovijalka ali vzpenjavka oz. nima kipečega stebela
		Listi: niso igle niti luske
		Rastlina: ni zimzelena
Listi	niso nasprotni	
Listi	celi	
Rastlina	niso bodeče	
Plod	suh	
Po obravnavi vnesenih podatkov smo dobili 76 najdenih vrst. Določanje smo nadaljevali z uporabo dihotomnega ključa, kjer smo izbrali naslednje možnosti.		
Število korakov		Število preostalih vrst
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	76
3	Listi celi	60
4	Obris listne ploskve ni trikotne ali rombaste oblike (če je trikoten, je ploskev pri dnu srčasta)	55
5	Listna ploskev na dnu zaokrožena ali zožena	49
6	Zmečkani listi so bolj ali manj brez vonja	43
7	Dno listne ploskve je simetrično	42
8	Rastlina ima drugačne značilnosti	38
9	Listni rob nazobčan	20
10	Listi na obeh straneh zeleni	14
11	Listi običajno krajši od 15 cm. Plodovi nimajo bodičastega ovoja	13
12	Cvetovi enospolni in brez cvetnega odevala. Plod je suh	12
13	Plodovi so krilati, soplodja niso olesenela in niso podobna majhnim storžem	6
14	Listi najširši v sredini listne ploskve z največ 14 pari stranskih listnih žil. Plodova krilca trizoba ali trokrpa	3
15	Listi daljši od 4 cm, listni pecelj dolg 1 cm	2
16	<i>Carpinus betulus</i> L. – navadni gaber	

Ključ TNP

Preglednica 23: Potek določanja navadnega belega gabra s Ključem TNP

Število korakov		Število preostalih vrst (taksonov)
1	Rastlina, zakoreninjena v tla	175
2	Drevesa, vzpenjavke ali visoki grmi (odrasli višji od 50 cm)	174
3	Rastlina ima dobro razvite liste	126
4	Listi niso ne igličasti ne luskasti	126
5	Listi niso nasprotni	114
6	Listi enostavni	86
7	Drevesa ali grmi	69
8	Listi enostavni	66
9	Rastline niso bodeče	58

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 23

Število korakov		Število preostalih vrst (taksonov)
10	Listi niso trikotne ali rombaste oblike	51
11	Listna ploskev pri dnu simetrična, če je asimetrična, je razločno srčaste oblike	49
12	Listna ploskev pri dnu ni srčasta	48
13	Rastlina ima drugačne značilnosti	44
14	Listni rob nazobčan	36
15	Listi na obeh straneh zeleni	22
16	Listi običajno krajši od 15 cm. Plodovi nimajo bodičastega ovoja	20
17	Cvetovi brez venčnih listov. Plod suh	19
18	Drevo ali grm višji od 2 m. Listi daljši od 3 cm	8
19	Listni rob s koničastimi zobci. Plod drugačen	7
20	Plod z dolgim zelenim krovnim listom (krilcem), ki ga lahko tudi v celoti obdaja	6
21	Nobena stranska žila ni razvejana. Plod s trokrpim krovnim listom	2
22	<i>Carpinus betulus</i> L.	

Aplikacija NS

Preglednica 24: Rezultati določanja navadnega belega gabra z Aplikacijo NS

Vzorec	%	Mesto	Prag
gaber 1	94,8	1	161
gaber 2	95,4	1	164
gaber 3	95,5	1	161
gaber 4	94,5	1	164

Pri navadnem belem gabru smo dobili najboljše rezultate. Vsi štirje vzorci so bili takoj prepoznani kot gabri. Vzorec gaber 1 s 94,8 %, gaber 2 s 95,4 %, gaber 3 s 95,5 % in gaber 4 s 94,5 %.

Leafsnap UK

Preglednica 25: Rezultati določanja navadnega belega gabra z Leafsnap UK

Vzorec	Mesto
gaber 1	1
gaber 2	1
gaber 3	1
gaber 4	1

Beli gaber je bil pri vseh štirih vzorcih prepoznan kot najverjetnejša vrsta.

3.5 DOLOČANJE NAVADNE BUKVE (*Fagus sylvatica* L.)

Drevesa

V ključu »Oblike listov nekaterih listavcev« smo iskali pod »jajčasti/eliptični listi: listopadni, gladki (nenazobčani)« premenjalno razmestitev listov. List bukve je bil med narisanimi, tako da smo našli iskano vrsto.

V ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves« smo iskali v kategoriji popki premenjalno. Poganjek bukve je bil narisan in tako smo našli iskano vrsto.

Mala flora Slovenije

Preglednica 26: Potek določanja navadne bukve z Malo floro Slovenije

Določitev družine, str. 55		Št. korakov
1	Rastline s cvetovi (večinoma s cvetnim odevalom) in semeni, Spermatophyta ... 8	1
8	Plodni listi (1 ali več) zrasli v plodnico, v kateri so semenske zasnove. Cvetovi dvospolni ali enospolni, s cvetnim odevalom, le redko goli (brez cvetnega odevala), Magnoliophytina (Angiospermae) ... 13	2
13	Listi mrežasto žilnati, celi, deljeni ali sestavljeni. Cvetovi večinoma 4- ali 5-števni. Cvetno odevalo enojno ali dvojno, le redko manjka. Samo pri nekaj rodovih so listi progasto žilnati, toda tedaj je socvetje košek (<i>Tragopogon</i> , <i>Scorzonera</i>), ali je cvetno odevalo 4-števno, kožnato (Plantaginaceae), ali pa je 5-števno, barvito (<i>Gentiana</i>) Magnoliopsida (Dicotyledoneae) ... 14	3
14	Cvetno odevalo enojno ali ga ni ... 163	4
163	Lesnate rastline – drevesa, grmi ali polgrmički ... 164	5
164	Rastline, ki koreninijo v tleh ... 167	6
167	Cvetovi drobni, neopazni, zelenkasti, rumenkasti ... 170	7
170	Vsi poganjki enaki, nečlenjeni, oleseneli ... 171	8
171	Listi razvrščeni spiralasto ... 173	9
173	Listi celi ali deljeni ... 175	10
175	Listi celi, celorobi, včasih z valovitim robom ... 176	11
176	Listi goli ali porasli z navadnimi (nitastimi) dlakami ... 177	12
177	Rastline brez trnov. Ženska socvetja ne omešujejo ... 178	13
178	Cvetovi enospolni. Vsaj moški cvetovi v valjastih, redko oblih mačicah ... 179	14
179	Rastline enodomne. Moški cvetovi v podaljšanih, visečih ali dolgopecljatih mačicah; ženski cvetovi posamični ali po 2–3 v skupnem ovoju. Cvetno odevalo neznatno. Prašnikov mnogo ... Fagaceae (str. 221)	15
Določitev roda, str. 221		
1	Moški cvetovi v okroglastih, dolgopecljatih šopih. Listi niso usnjati, enostavni, celorobi, z valovitim robom ... Fagus	16
Določitev vrste, str. 221, Fagus L. – bukev		
Drevo, visoko do 40 m, redkeje grm. Lubje sivo, večinoma gladko. Listi celorobi, sprva dlakavi, pozneje goli. Po 2–3 plodovi (žir) v skupnem bodičastem ovoju (bukvica) ... F. sylvatica		17

Interaktivni vodnik

Določanje z dihonomnim ključem (datum zadnje spremembe 2. julij 2015)

Preglednica 27: Potek določanja navadne bukve z Interaktivnim vodnikom z dihonomnim ključem

Število korakov		Št. preostalih vrst
1	Rastline, zakoreninjene v tla	439
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	434
3	Cvetoče rastline imajo razvite prave liste	388
4	Listi niso niti igličasti niti luskasti	387
5	Listi niso nasprotni	341
6	Listi enostavni	248
7	Drevesa ali grmi	178
8	Listi celi	170
9	Rastline niso bodeče ali trnate	142
10	Obris listne ploskve ni trikotne ali rombaste oblike (če je trikoten, je ploskev pri dnu srčasta)	126
11	Listna ploskev na dnu zaokrožena ali zožena	119
12	Zmečkani listi so bolj ali manj brez vonja	107
13	Dno listne ploskve je simetrično	105
14	Rastlina ima drugačne značilnosti	99
15	Listi celorobi	81
16	Rastlina z drugačnimi značilnostmi	37
17	Drevesa z enospolnimi cvetovi, brez cvetnega odevala	36
18	Listi jeseni odpadejo. Plod ni želod	2
19	<i>Fagus sylvatica</i> L.	

Določanje s kompleksnim dostopom (datum zadnje spremembe 2. julij 2015)

Preglednica 28: Potek določanja navadne bukve z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom

Rastlina	Olesenela, drevo ali polgrm, v zrelosti visoka nad 50 cm	Rastlina: ni ovijalka ali vzpenjavka oz. nima kipečega stebila
		Listi: niso igle niti luske
		Rastlina: ni zimzelena
Listi	niso nasprotni	
Listi	celi	
Rastlina	niso bodeče	
Plod	suh	
Po obravnavi vnesenih podatkov smo dobili 76 najdenih vrst. Določanje smo nadaljevali z uporabo dihonomnega ključa, kjer smo izbrali naslednje možnosti.		
Število korakov		Št. preostalih vrst
2	Drevesa, vzpenjavke ali grmi, odrasli višji od 50 cm	76
3	Listi celi	60
4	Obris listne ploskve ni trikotne ali rombaste oblike (če je trikoten, je ploskev pri dnu srčasta)	55

Se nadaljuje

Nadaljevanje preglednice št. 28

Število korakov		Št. preostalih vrst
5	Listna ploskev na dnu zaokrožena ali zožena	49
6	Zmečkani listi bolj ali manj brez vonja	43
7	Dno listne ploskve je simetrično	42
8	Rastlina ima drugačne značilnosti	38
9	Listi celorobi	20
10	Drevesa z enospolnimi cvetovi, brez cvetnega odevala	6
11	<i>Fagus sylvatica</i> L.	

Ključ TNP

Preglednica 29: Potek določanja navadne bukve s Ključem TNP

Število korakov		Število preostalih taksonov
1	Rastlina, zakoreninjena v tla	175
2	Drevesa, vzpenjavke ali visoki grmi (odrasli višji od 50 cm)	174
3	Rastlina ima dobro razvite liste	126
4	Listi niso ne igličasti ne luskasti	126
5	Listi niso nasprotni	114
6	Listi enostavni	86
7	Drevesa ali grmi	69
8	Listi enostavni	66
9	Rastline niso bodeče	58
10	Listi niso trikotne ali rombaste oblike	51
11	Listna ploskev pri dnu simetrična, če je asimetrična, je razločno srčaste oblike	49
12	Listna ploskev pri dnu ni srčasta	48
13	Rastlina ima drugačne značilnosti	44
14	Listi celorobi	36
15	Cvetovi zvezdasto somerni. Plod ni strok	14
16	Listi jeseni odpadejo, niso usnjati	13
17	Visoko drevo. Listni rob nežno dlakav. Cvetovi brez venčnih listov. Plod suh (žir)	7
18	<i>Fagus sylvatica</i> L.	

Aplikacija NS

Preglednica 30: Rezultati določanja bukve z Aplikacijo NS

Vzorec	%	Mesto	Prag
bukev 1	97,6	2	140
	97,3	1	160
bukev 2	/	/	137
	97,6	2	150
bukev 3	97,2	1	136
bukev 4	/	/	135
	96,5	1	165

Pri bukvi je bilo zanimivo, da sta bila pri samodejnem določanju vzorec bukev 1 s 97,6 % na 2. mestu in bukev 3 s 97,2 % na 1. mestu, pri vzorcih bukev 2 in bukev 4 pa bukev ni bila med 10 najverjetnejšimi vrstami. S spreminjanjem praga smo dobili boljše rezultate za vse vzorce razen za bukev 3, kjer je bila bukev takoj na 1. mestu. Bukve 1 s 97,3 % in bukev 4 s 96,5 % na 1. mestu in bukev 2 s 97,6 % na 2. mestu.

Leafsnap UK

Preglednica 31: Rezultati določanja navadne bukve z Leafsnap UK

Vzorec	Mesto
bukev 1	1
bukev 2	2
bukev 3	1
bukev 4	4

Pri določanju bukve sta bila dva vzorca prepoznana kot bukev, in sicer bukev 1 in bukev 3. Vzorec bukev 2 je imel bukev na 2. mestu, pred njim je bila čremsa (*Prunus padus* L.). Vzorec bukev 4 je imel bukev šele na 4. mestu, pred njo so bili rdeči dren (*Cornus sanguinea* L.) na 1. mestu, kontroverzni dren (*Cornus controversa* Hemsl. Ex Prain) na 2. mestu in navadna krhlika (*Frangula alnus* Mill.) na 3. mestu.

3.6 PREGLED REZULTATOV

Določanje s pomočjo slikovnih ključev v knjigi Drevesa je bilo uspešno predvsem zato, ker so bile vrste za določitev lahke in ker smo vedeli, katere vrste iščemo. Težave smo imeli z belim gabrom, ki je precej prepoznavna vrsta, a vendar nismo našli pravega poganjka v ključu »Zimski poganjki pogostih ali zlahka prepoznavnih dreves«. Šele ko smo iskali po imenih, smo ga našli. Razlog za to sta predvsem majhnost narisane poganjke, zaradi česar se značilnih lenticel sploh ne vidi, in njegov položaj na dnu strani, zaradi česar smo ga vedno spregledali. Čas, potreben za določitev vrste, in uspešnost določanja sta odvisna od uporabnikovega znanja o drevesnih vrstah, od sposobnosti prepoznavanja razločevalnih znakov in od razločno vidnih značilnosti vrst. Na primer brsti velikega jesena so opazni takoj zaradi njihove črne barve in velikosti.

Pri določanju s pomočjo MFS, Interaktivnega vodnika in Ključa TNP smo lahko beležili število korakov, potrebnih za določitev vrste, zato smo jih primerjali med seboj. Z uporabo MFS smo potrebovali 15 korakov za določitev javorja, 20 za dob, 15 za jesen, 16 za gaber in 17 za bukev. Z uporabo Interaktivnega vodnika smo potrebovali pri določanju z dihotomnim ključem za javor 14 korakov, za dob 21, za jesen 15, za gaber 25 in za bukev 19. Z uporabo kompleksnega dostopa pa 9 korakov za javor, 13 za dob, 10 za jesen, 16 za gaber in 11 za bukev. Z uporabo Ključa TNP smo potrebovali 12 korakov za javor, 13 za dob, 13 za jesen, 22 za gaber in 18 za bukev.

Preglednica 32: Število potrebnih korakov za določitev posamezne vrste pri različnih načinih

Drevesna vrsta		ostrolistni javor	dob	veliki jesen	navadni beli gaber	bukev
Način določanje						
Mala flora Slovenije		15	20	15	16	17
Interaktivni vodnik	dihotomni ključ	14	21	15	25	19
	kompleksni dostop	9	13	10	16	11
Ključ TNP		12	13	13	22	18

Zanimalo nas je, pri katerem načinu v Preglednici 32 je potrebnih najmanj korakov za določitev vrste, zato smo dobljene rezultate rangirali. Rangirali smo jih tako, da je bilo 1. mesto enako 1, 2. mesto enako 2 in tako dalje. Dobljene vrednosti smo sešeli in jih prikazali v Preglednici 33. Način z najmanjšo vsoto je tisti, pri katerem smo določili vrste z najmanj koraki.

Preglednica 33: Rangiranje števila korakov, dobljenih v Preglednici 32

Drevesna vrsta		ostrolistni javor	dob	veliki jesen	navadni beli gaber	bukev	vsota
Način določanje							
Mala flora Slovenije		4	3	3,5	1,5	2	14
Interaktivni vodnik	dihotomni ključ	3	4	3,5	4	4	18,5
	kompleksni dostop	1	1,5	1	1,5	1	6
Ključ TNP		2	1,5	2	3	3	11,5

Glede na število potrebnih korakov se je najbolje odrezal Interaktivni vodnik s kompleksnim dostopom, a smo tu izgubili veliko časa zaradi počasnega odziva ali neodzivnosti strežnikov in prekinitve povezave. Sledil je Ključ TNP, ki se je izkazal s preprosto uporabo in hitrostjo, vendar pa nam omogoča določiti najmanjše število vrst glede na druge načine. Na tretjem mestu je bila MFS, na zadnjem mestu pa Interaktivni vodnik z dihotomnim ključem. Slednje se nam je zdelo zanimivo, saj obsega Interaktivni

vodnik 480 taksonov, MFS pa kar 3452, zato smo pričakovali, da bo MFS na zadnjem mestu.

Pri uporabi Aplikacije NS smo dobili najboljše rezultate pri določanju navdnega belega gabra, saj je bila pri vseh štirih vzorcih navadni beli gaber najverjetnejša vrsta. Razlog za to je verjetno v listih z dvojno nažaganim robom, ki se lepo vidi na sliki in zaradi česar je obris lista značilen. Tudi pri dobu smo dobili dobre rezultate, saj so bili trije vzorci prepoznani kot najverjetnejša vrsta dob, en vzorec pa je imel dob na 2. mestu. Tudi tukaj je bil razlog v značilno oblikovanem listu, ki ima lepo vidne krpe, nesimetrično in uhljato listno dno ter kratek pecelj. Pri bukvi, ki ima enostavne liste z gladkim robom, smo dobili že slabše rezultate. Tu je bil samo en vzorec takoj prepoznan kot najverjetnejša vrsta bukev, en vzorec je bil na 2. mestu, pri dveh vzorcih pa bukev ni bila med prvimi desetimi vrstami. Javor se je zanimivo odrezal še slabše. Dva vzorca sta imela kot najverjetnejšo vrsto ostrolistni javor na 5. mestu, en pa celo na 8. mestu. Razlog za to je najverjetneje v sicer značilnih ostrih stranskih konicah, ki pri samodejnem določanju praga niso bile vidne. Najmanj zanesljivo je bilo določanje velikega jesena. Samo en vzorec je imel med prvimi desetimi vrstami veliki jesen in še to šele na 8. mestu, drugi vzorci pa velikega jesena niso imeli med prvimi desetimi vrstami. Razlog za to je verjetno v fino nažaganih lističih, kar se na obrisu premalo vidi in tako ni dovolj značilno za prepoznavo. Pri vseh vzorcih, ki niso bili samodejno prepoznani kot ustrezna vrsta, smo z ročnim spreminjanjem praga prišli do boljših rezultatov. Ugotovili smo, da ni pravila, ali je treba prag povečati ali zmanjšati za boljši rezultat. Nekje smo dobili boljši rezultat ob povečanju, nekje pri zmanjšanju praga.

Z uporabo aplikacije Leafsnap UK smo brez težav določili ostrolistni javor, dob in navadni beli gaber. Vse tri vrste so imele ustrezno vrsto na 1. mestu in sicer pri vseh vzorcih. Veliki jesen je bilo nekoliko težje natančno določiti. Od primernih vzorcev je imel samo en vzorec veliki jesen na 1. mestu, pri ostalih se je znašel na 2., 3. in 4. mestu. Čeprav je v napotkih za uporabo aplikacije Leafsnap UK podano, da morajo biti sestavljeni listi fotografirani v celoti, smo vseeno preverili tudi določanje s pomočjo posameznih lističev. To se je izkazalo za neuspešno, saj noben vzorec posameznega lističa ni imel velikega jesena med prvimi 25. vrstami. Pri določanju bukve sta imela dva vzorca bukev na 1. mestu, pri drugih dveh vzorcih se je znašla na 2. in 4. mestu.

Pri Aplikaciji NS in Leafsnap UK smo beležili mesta, na katerih se je znašla prava vrsta, zato smo ta dva načina med seboj primerjali. Za aplikacijo NS smo upoštevali le rezultate z najboljšim mestom. Pri velikem jesenu smo primerjali rezultate različnih vzorcev, ker imata načina drugačen pristop k določanju sestavljenih listov. Pri Aplikaciji NS smo upoštevali rezultate vzorcev jesen 1–4, pri Leafsnap UK pa rezultate vzorcev jesen cel 1–4. V preglednici 34 smo povzeli dobljene rezultate.

Preglednica 34: Primerjava rezultatov določanja z Aplikacijo NS in Leafsnap UK

Vrsta	Vzorec	Aplikacija NS	Leafsnap UK
		Mesto	Mesto
ostrolistni javor	javor 1	4	1
	javor 2	1	1
	javor 3	1	1
dob	dob 1	1	1
	dob 2	1	1
	dob 3	1	1
	dob 4	1	1
veliki jesen	jesen 1 / jesen cel 1	8	3
	jesen 2 / jesen cel 2	6	2
	jesen 3 / jesen cel 3	8	4
	jesen 4 / jesen cel 4	2	1
navadni beli gaber	gaber 1	1	1
	gaber 2	1	1
	gaber 3	1	1
	gaber 4	1	1
bukev	bukev 1	1	1
	bukev 2	2	2
	bukev 3	1	1
	bukev 4	1	4
Št. pravilno določenih vzorcev		13	14
Vsota mest		43	29
Št. taksonov, ki jih način lahko določi		153	156

Določanje navadnega belega gabra in doba je bilo pri obeh načinih zelo uspešno, saj so bili vsi vzorci pravilno določeni. To je bilo pričakovano, saj imata obe vrsti značilno obliko lista, ki je tudi po obdelavi slike v programu lepo vidna. Pri določanju ostrolistnega javorja je imela Aplikacija NS le pri enem vzorcu težave, saj je bila prava vrsta na 4. mestu. Ostali vzorci so bili prepoznani pravilno. Leafsnap UK je pravilno prepoznal vse vzorce za ostrolistni javor. Pri določanju bukve se je Aplikacija NS odrezala nekoliko boljše, saj so bili trije vzorci pravilno prepoznani, en vzorec pa je imel bukev na 2. mestu. Pri Leafsnap UK pa sta bila samo dva vzorca prepoznana pravilno, pri drugih dveh je bila bukev na 2. in 4. mestu. Moramo pa poudariti, da smo pri določanju bukve z Aplikacijo NS

pri dveh vzorcih šele s popravljenim pragom prišli do 1. oz. 2. mesta. Pri teh dveh vzorcih ob samodejno določenem pragu bukev ni bila med prvimi desetimi vrstami. Uspešnost določanja jesena je bila pri obeh aplikacijah slabša. Ob tem se je Leafsnap UK izkazal bolje kot Aplikacija NS, saj je bil veliki jesen na 1., 2., 3. in 4. mestu. Aplikacija NS pa je imela veliki jesen na 2., 6. ali 8. mestu. Razlog za to je verjetno v drugačni obdelavi sestavljenih listov.

Če primerjamo število pravilno določenih vzorcev, se pravi število vzorcev, ki so imeli pravo vrsto na 1. mestu, je to število za Aplikacijo NS 13, za Leafsnap UK pa 14. Če primerjamo vsoto posameznih mest vseh vzorcev, pa je to število za Aplikacijo NS 43, za Leafsnap UK pa 29. To pomeni, da naj bi bil Leafsnap UK zanesljivejši od Aplikacije NS. Vendar moramo dodati, da smo dobili te rezultate ob ponovnem določanju velikega jesena in bukve z Leafsnapom UK. Prejšnji rezultati so bili precej slabši in sicer so imeli vzorci jesena pravo vrsto dvakrat na 2. mestu in dvakrat na 4. mestu, vzorci bukve pa so imeli pravo vrsto na 2., 4., 6. in 12. mestu. V skupnem seštevku vseh vzorcev je to pomenilo 11 pravilno določenih vzorcev in skupno vsoto mest 47. Ker smo dobili pri ponovnem določanju z Leafsnap UK tako drugačne rezultate, smo za veliki jesen in bukev ponovili določanje tudi z Aplikacijo NS. Tu razlik ni bilo. Zato sklepamo, da je problem najverjetneje v svetlobi, saj smo iste vzorce slikali ob različnih svetlobnih razmerah. Da smo dobili tako različne rezultate ob uporabi Leafsnap UK, je zelo moteče in zmanjšuje uporabno vrednost te aplikacije v primerjavi z Aplikacijo NS.

3.7 TEŽAVE PRI DOLOČANJU

V knjigi Mala flora Slovenije je v ključu veliko vprašanj o cvetovih. To je pri določanju vrst lahko precejšnja težava, saj drevesa cvetijo kratek čas in pogosto izven našega dosega. Zaradi tega smo imeli težave pri izbiranju pravih odgovor. Ker smo določali poznano vrsto, smo si na tem mestu pomagali z literaturo, ki je opisovala potrebne lastnosti.

Pri Interaktivnem vodniku smo imeli težave s povratno informacijo pri določanju s pomočjo kompleksnega dostopa. Velikokrat se je zgodilo, da smo kakšen dan ostali brez rezultatov zaradi neodzivnosti strežnika, čeprav smo večkrat na dan na novo izpolnjevali

začetni obrazec in ga pošiljali v obravnavo. Ko je bil strežnik odziven, ni bilo nobenih težav. Odgovor smo dobili najkasneje v nekaj minutah.

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

Največ težav z določanjem smo imeli pri določanju s pomočjo MFS. Razlogi zato so velik obseg v ključ vključenih vrst, strokovni izrazi in vprašanja o delih rastlin, ki v primeru dreves in grmov niso vedno na voljo. Če ne bi vnaprej poznali vrst, ki smo jih določali, ne bi vedno prišli do prave vrste. Uporabno se nam je zdelo, da sta v samem določevalnem ključu navedeni stran in številka slike, kjer najdemo razlago botaničnih izrazov. Določanje rastlin s pomočjo MFS je zelo zahtevno, vendar pa lahko z njo določimo vse rastline Slovenije in ne samo drevesnih vrst. Določevalni ključ v Mali flori Slovenije je od vseh obravnavanih ključev brez dvoma najzanesljivejši in najprimernejši za strokovno ali znanstveno uporabo.

Med načini, ki so namenjeni splošni javnosti, nam je bil zaradi preproste in hitre uporabe ter dostopnosti na mobilnih napravah najbolj všeč Ključ TNP. Njegova slabost je majhno število vključenih taksonov, poleg tega vključuje le vrste, ki rastejo na območju Triglavskega narodnega parka. Ključu TNP sledi Interaktivni vodnik z dihonomnim ključem. Čeprav je po številu potrebnih korakov na zadnjem mestu, pa to nadoknadi s preprostimi vprašanji in slikovno pomočjo, zaradi česar hitro napredujemo skozi vprašanja. Z Interaktivnim vodnikom s kompleksnim dostopom nismo bili zadovoljni in je na zadnjem mestu, čeprav z njim potrebujemo najmanj korakov za določitev vrste. Tukaj smo izgubili res veliko časa zaradi čakanja na povratne informacije, zato se nam zdi, da so vsi drugi načini bolj uporabni. Sicer pa sta njegova zasnova in ideja dobri, le uporaba v praksi se ne izkaže.

Pri delu Drevesa imamo mešane občutke. V kolikor se nam je na prvi pogled zdelo določanje s slikovnim ključem preprosto, pa se nam ob njegovi uporabi ni vedno zdelo tako. Pri vrstah, ki so imele zelo značilne in v sorazmerju velike lastnosti, je bilo določanje preprosto, v našem primeru je bil to veliki jesen. Njegove velike črne brste je res težko spregledati. Vendar takih vrst ni veliko. Poleg tega so slike narisane v sorazmerju, zato se

pri majhnih slikah podrobnosti izgubijo ali pa jih celo spregledamo. Dobra lastnost dela Drevesa pa je ta, da nudi ljubiteljem narave nekakšen grob pregled nad drevesnimi vrstami, in jih vsaj približno usmeri, znotraj katerega rodu naj iščejo iskano vrsto. Poleg tega je vključenega veliko slikovnega gradiva, kar je privlačno za splošnega uporabnika. Vseeno pa bi za določanje drevesnih vrst, ljubiteljem raje priporočili Ključ TNP ali Interaktivni vodnik z dihonomnim ključem.

Pri primerjavi Aplikacije NS in Leafsnap UK, ki predstavljata poskus uvajanja modernejših pristopov pri določanju drevesnih in grmovnih vrst, smo najprej ugotovili minimalno razliko v korist Aplikacije NS. Ob ponovnem določanju velikega jesena in bukve pa je dosegel Leafsnap UK veliko boljše rezultate. To se nam zdi zanimivo, saj smo uporabili iste vzorce v obeh primerih, le svetlobne razmere so bile nekoliko drugačne. Dejstvo, da Leafsnap UK ob obdelavi istih vzorcev da tako močno drugačne rezultate, ni pozitivno. Aplikacija NS nam je v obeh primerih podala enake rezultate. Oba načina imata svoje prednosti in slabosti. Prednost Leafsnap UK je v tem, da lahko določamo vrste na terenu. Je pa na terenu težko narediti sliko brez sence na beli podlagi. Pri tem se skeniranje listov pri Aplikaciji NS izkaže kot lažji način, vendar pa moramo liste nepoškodovane prinesiti do doma. To pomeni, da moramo biti v obeh primerih pripravljeni tako, da imamo s seboj belo podlago ali da imamo mapo za zbiranje vzorcev. Pri obeh načinih moramo sami oceniti pravilnost rezultatov, saj prava vrsta ni vedno na prvem mestu. Za preverjanje rezultatov nam je bil bolj všeč princip, ki ga uporablja Leafsnap UK. Ta ima namreč na strani z rezultati, ob imenu vsake vrste na seznamu, podano sliko lista, preko katerega lahko hitro preverimo pravilnost določanja. Pri Aplikaciji NS moramo iskati slike za primerjavo prek podanih bližnjic. Pri Aplikaciji NS imamo sicer možnost izboljšati rezultate z ročnim spreminjanjem praga, vendar s tem izgubimo osnovno idejo, ki je, da program sam opravi prepoznavo. Tega se zavedata tudi avtorja, ki bi rada v nadaljevanju izboljšala verjetnost prepoznave. Če vse to povzamemo, nam je bila bolj všeč aplikacija Leafsnap UK. Njena uporaba je hitrejša in preprostejša, a vseeno priporočamo narediti več slik istega vzorca in primerjati rezultate.

Glede na to, da noben od obeh predstavljenih poskusov uvajanja modernejših pristopov pri določanju drevesnih in grmovnih vrst še ne omogoča zadovoljive uporabnosti in

zanesljivosti, stremijo raziskovalci k načinom določanja, ki bi izločili čimveč subjektivnih človeških dejavnikov in bi bili obenem preprosti za uporabo. V prvi fazi bo šel razvoj gotovo v smeri izpopolnjevanja baz podatkov z večjim številom vrst in za vključevanje še drugih klasifikatorjev, saj je pri obeh tovrstnih načinih, ki smo ju preizkusili, daleč najpomembnejšo vlogo imelo prepoznavanje oblike. V začetku bodo zanesljivejše prepoznavanje verjetno omogočali predvsem skenirani listi na beli podlagi, gotovo pa bo šel razvoj tudi v smeri omogočanja zajemanja podatkov na terenu. Tako bi lahko prepoznavali vrste s pomočjo slik brez bele podlage, fotografij listov z zgornje in spodnje strani ali slik večjega števila listov, vej ali delov drevesa. Pri tem bi moral program sam izločiti ustrezen list in ga identificirati. Tudi slovenski raziskovalci raziskujejo to področje, v zadnjem času na primer že potekajo prvi poskusi klasifikacije drevesnih vrst s hierarhično večznakovno klasifikacijo (ustni vir Brus, 2015). Podoben pristop je bil na primer že uspešno uporabljen pri klasifikaciji kremenastih alg (Dimitrovski in sod. 2012).

5 POVZETEK

Z razvojem družbe in tehnologije se je spremenilo dostopanje do informacij. Večino znanja nam je sedaj dosegljivega s klikom miške. Temu razvoju sledijo tudi načini določanja lesnatih rastlin, kjer želijo eni približati rastlinski svet splošnemu uporabniku, drugi pa omogočiti strokovnjakom natančno in zanesljivo prepoznavo rastlin brez človeškega dejavnika. Ker je teh načinov vedno več in so med seboj različni po načinu določanja, zahtevnosti uporabe, dostopnosti, zanesljivosti in hitrosti določanja, se nam je zdelo zanimivo narediti pregled le-teh in jih med seboj primerjati. V ta namen smo izbrali šest predstavnikov različnih načinov, jih predstavili in vsakega preizkusili s petimi drevesnimi vrstami. Vrste smo izbrali tako, da se med seboj bistveno razlikujejo po obliki in po členjenosti listne ploskve.

Pri določanju s pomočjo slikovnih ključev v delu Drevesa smo postopek določanja opisali. Primerjave z drugim slikovnim ključem nimamo, poleg tega bi bila ocena primerjave subjektivna. Načine, pri katerih smo postopek določanja lahko ocenili s številom korakov, potrebnih za določitev vrste, smo med seboj primerjali. Tako smo z najmanj koraki v skupnem seštevku določili vrste s pomočjo Interaktivnega vodnika s kompleksnim dostopom, za njim je bil Ključ TNP, sledila je MFS, najslabše se je odrezal Interaktivni vodnik z dihotomnim ključem. Pričakovali smo, da bo način, s pomočjo katerega lahko določimo največje število taksonov, na zadnjem mestu, pa ni bilo tako. MFS vključuje 3452 vrst in se je odrezala bolje kot Interaktivni vodnik z dihotomnim ključem, ki vključuje 480 vrst. Pri načinih, ki določajo s pomočjo fotografije lista, smo med seboj primerjali računalniško Aplikacijo NS in mobilno aplikacijo Leafsnap UK. Od skupno 19 vzorcev je bilo število pravilno določenih vzorcev pri Aplikaciji NS 13, pri Leafsnap UK pa 14. Drugi vzorci niso imeli prave vrste na 1. mestu.

Med načini, namenjenimi splošni javnosti, nam je bil najbolj všeč Ključ TNP, sledil mu je Interaktivni vodnik z dihotomnim ključem, nato Drevesa. Interaktivni vodnik s kompleksnim dostopom nas ni prepričal, čeprav potrebuje najmanj korakov za določitev vrste. Glavni razlog za to je dolgo čakanje na odgovor s strežnika, če odgovor sploh pride.

MFS je strokovno delo, določanje z njeno pomočjo je zahtevno, a zanesljivo, ni pa primerna za splošnega uporabnika. Ne vidimo niti smisla, da bi začetniki na področju botanike in dendrologije začeli spoznavati vrste s tako težkim delom, ko imajo na voljo veliko bolj primerne gradiva. Računalniška aplikacija NS ima odličen koncept in daje zanesljive rezultate pri vrstah z značilno obliko lista. Pri drugih vrstah so rezultati premalo zanesljivi. Te lahko izboljšamo s spreminjanjem praga, če vemo, da je vrsta napačno določena. Zato uporaba ni primerna za splošnega uporabnika, saj je potreben razmislek o rezultatih. Leafsnap UK se je izkazal pri zanesljivosti določanja prvič malenkost slabše kot Aplikacija NS, ob ponovni obdelavi vzorcev pa boljše od Aplikacije NS. Do razlik v rezultatih je najverjetneje prišlo zaradi različnih svetlobnih razmer ob slikanju vzorcev. Zato pri Leafsnap UK priporočamo večkratno slikanje in obdelavo istih vzorcev. Ima tudi lažji in bolj praktičen način preverjanja rezultatov. Namenjen je tako stroki kot splošnim uporabnikom, katerim je zaradi svojega dovršenega vizualnega videza in preproste uporabe interesanten za uporabo.

Nadaljnji razvoj sodobnih aplikacij za prepoznavanje lesnatih rastlin bo šel verjetno v dve smeri: po eni strani v razvoj algoritma za znanstveno zanesljivo prepoznavanje na osnovi skeniranih listov in/ali drugih rastlinskih delov, po drugi strani pa v razvoj široko uporabnega postopka za prepoznavanje vsaj osnovnega nabora vrst na osnovi fotografij listov na živih rastlinah.

6 VIRI

- Ab Jabal M. F., Hamid S., Shuib S., Ahmad I. 2013. Leaf Features Extraction and Recognition Approaches to Classify Plant. *Journal of Computer Science*, 9, 10: 1295–1304
- Batič F., Košmrlj - Levačič B., Martinčič A., Cimerman A., Turk B., Gogala N., Seliškar A., Šercelj A., Kosi G. 2011. *Botanični terminološki slovar*. Ljubljana, ZRC SAZU: 650 str.
- Botanical Garden (Orto Botanico), Padua. 1997. UNESCO World Heritage Centre
<http://whc.unesco.org/en/list/824> (2. sept. 2015)
- Botanical garden. 2014. Britannica (19. jan. 2015).
<http://www.britannica.com/science/botanical-garden-study-and-exhibition-garden> (20. avgust 2015)
- Brus R. 2005. *Dendrologija za gozdarje*. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Biotehniška fakulteta: 408 str.
- Brus R. 2004. *Drevesne vrste na Slovenskem*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 399 str.
- Brus R. 2015. »Prepoznavna drevesnih vrst s pomočjo hierarhične več-znakovne klasifikacije (HMC)«. Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo, Biotehniška fakulteta (ustni vir, maj 2015)
- Červenka M., Feráková V., Haber M., Kresánek J., Paclová L., Peciar V., Šomšák L. 1988. *Rastlinski svet Evrope*. Ljubljana, Mladinska knjiga: 374 str.
- Dimitrovski I., Kocev D., Loskovska S., Džeroski S. 2012. Hierarchical classification of diatom images using ensembles of predictive clustering trees. *Ecological Informatics*, 2012,7,1: 19–29
- Eppinger M., Hofmann H. 2010. *Drevesa in grmi: enostavno in zanesljivo določanje*. Kranj, Narava: 192 str.
- Griffing L. R. 2011. Who invented the dichotomous key? Richard Waller's watercolors of the herbs of Britain. *American journal of Botany*, 98: 1911–1923.
<http://www.amjbot.org/content/98/12/1911.full> (18. jun. 2015)
- Haines R. Tree Identification PRO (19. april 2013)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ourbenefactors.treeidentification2&hl=s> (20. okt. 2015)

- Hofmann H. 2013. Drevesa in grmi: Odkrivamo in določamo najpomembnejše vrste. Ljubljana, Mladinska knjiga: 256 str.
- Idžojtić M. 2009. Dendrologija: list. Zagreb, Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakulteta: 904 str.
- iKnow trees 2 LITE. Nature Mobile GmbH (22. april 2015)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.naturemobile.treesfree> (19. okt. 2015)
- Johnson O. 2010. Drevesa. Olševsek, Založba Narava: 464 str.
- Kumar N., Belhumeur P. N., Biswas A., Jacobs D. W., Kress W. J., Lopez I., Soares J. V. B. 2012. Leafsnap: A Computer Vision System for Automatic Plant Species Identification. Computer Vision - ECCV 2012, Lecture Notes in Computer Science 2012: 502–516
- Leafsnap UK. 2014. Columbia University, University of Maryland, Smithsonian Institution, Natural History Museum, London (17. jan. 2015).
<https://itunes.apple.com/us/app/leafsnap-uk/id877397884> (30. sept. 2015)
- Leafsnap UK app. 2015. London, Natural history museum
<http://www.nhm.ac.uk/take-part/identify-nature/leafsnap-uk-app.html> (30. sept. 2015)
- Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 2007. Mala flora Slovenije. 4. izdaja. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 967 str.
- Mayer J., Schwegler H. W. 2005. Katero drevo je to? Drevesa, grmi, okrasne lesnate rastline. Kranj, Narava: 320 str.
- Naturegate. (17. sept. 2013)
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.luontoportti> (21. okt. 2015)
- Nimis P. L., Martellos S., Kodele Krašna I. 2008. Interaktivni vodnik za določanje samoniklih in gojenih lesnatih rastlin Slovenije. Dryades project, KeyToNature.
http://dbiodbs.units.it/carso/chiavi_pub21?sc=312 (15. maj 2015)
- Nimis P. L., Petrinjak A., Jogan N. 2012. Ključ za določanje rastlin TNP: projekt Interaktivna določevalna orodja za šole (SiiT) (28. julij 2012).
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.divulgando.triglav> (15. maj 2015)
- Novotný P., Suk T. 2013. Leaf recognition of woody species in Central Europe. Biosystems engineering, 115: 444–452
- Novotný P., Suk T. Recognition of woods by shape of the leaf. 2012.
<http://leaves.utia.cas.cz/index> (10. nov. 2015)

Potts B. Virginia Tech Tree ID (8. sept. 2015)

<https://play.google.com/store/apps/details?id=org.pottssoftware.agps21> (21. okt. 2015)

Schauer T. 2008. Rastlinski vodnik: preprosto in zanesljivo določevanje rastlin po barvi cvetov. Ljubljana, Modrijan: 494 str.

Wu S. G., Bao F. S., Xu E. Y., Wang Y. X., Chang Y. F., Xiang Q. L. 2007. A Leaf Recognition Algorithm for Classification Using Probabilistic Neural Network. V: Signal Processing and Information Technology, Giza, 15.–18. dec. 2007. IEEE: 11–16

ZAHVALA

Prof. dr. Robert Brus, najlepše se vam zahvaljujem za vaše mentorstvo. Tekom dela diplomske naloge ste pokazali veliko mero potrpežljivosti in pripravljenosti za pomoč, za kar sem vam zelo hvaležna.

Iskreno pa se zahvaljujem svojim najbližjim, ki so me ves čas študija podpirali in vzpodbujali in brez katerih bi težko dokončala svojo študijsko pot.

PRILOGA A

Vzorci ostrolistnega javorja

javor 1



javor 2



javor 3



PRILOGA B

Vzorci doba

dob 1



dob 3



dob 2



dob 4



PRILOGA C

Vzorci velikega jesena

jesen 1



jesen 3



jesen 2



jesen 4



jesen cel 1



jesen cel 2



jesen cel 3



jesen cel 4



PRILOGA Č

Vzorci navadnega belega gabra

gaber 1



gaber 3



gaber 2



gaber 4



PRILOGA D

Vzorci navadne bukve

bukev 1



bukev 3



bukev 2



bukev 4

