



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE

Petra Matak

FLORISTIČKA I VEGETACIJSKO-SINEKOLOŠKA ANALIZA ŠUMA
PITOMOGA KESTENA (*CASTANEA SATIVA* MILL.) U HRVATSKOJ

Zagreb, 2021.

Ovaj rad izrađen je u Zavodu za ekologiju i uzgajanje šuma, Fakulteta šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu, pod vodstvom doc. dr. sc. Irene Šapić i predan je na natječaj za dodjelu Rektorove nagrade u akademskoj godini 2020/2021.

SADRŽAJ

1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA.....	1
1.1. Morfologija i biologija pitomog kestena.....	2
1.2. Ekološke značajke pitomog kestena.....	4
1.3. Sintaksoni s pitomim kestenom.....	4
1.4. Dosadašnja istraživanja	18
2. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA.....	21
3. REZULTATI.....	26
3.1. <i>Erythronio-Carpinion betuli</i>	26
3.2. <i>Luzulo luzuloidis-Fagenion</i>	28
3.3. <i>Epimedio-Fagenion</i>	30
3.4. <i>Quercion robori-petraeae</i>	32
3.5. <i>Quercion pubescenti-petraeae</i>	34
3.6. Rezultati konačne klusterske analize.....	35
3.7. Analiza Ellenbergovih indeksa.....	39
4. RASPRAVA	42
5. ZAKLJUČAK.....	47
6. ZAHVALE.....	49
7. LITERATURA	50
8. SAŽETAK	54

9. SUMMARY	57
10. ŽIVOTOPIS	60

1. UVOD I CILJEVI ISTRAŽIVANJA

Pitomi kesten je vrsta koja je na području Republike Hrvatske široko rasprostranjena u brežuljkasto-brdskom, kontinentalnom i primorskom području. Sastojine pitomog kestena su rasprostranjene na površini od oko 15 000 ha. Prema posljednjem pregledu šumske vegetacije Hrvatske (Vukelić, 2012) pitomi kesten je edifikatorska vrsta 4 asocijacije. To su: šuma bukve s pitomim kestenom (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić /1979/1995), šuma pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011), šuma pitomog kestena s hrastom kitnjakom (*Quercu-Castaneetum sativae* Horvat 1938) i šuma pitomog kestena s krškim kukurjekom (*Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Anić/1953/ Medak 2009).

Prilikom sistematiziranja i istraživanja sastojina pitomoga kestena nisu se provodile sustavne fitocenološke analize. Rezultat toga je nemogućnost izdvajanja skupa dijagnostičkih vrsta ključnih za razlikovanje četiri zajednice pitomoga kestena. Problematikom diferencijacije stanišnih tipova na osnovi fitocenoloških podataka prema izvornom opredjeljenju autora snimaka bavile su se Miličević (2020) i Pintarić (2020). Pintarić (2020) provedbom statističke analize zaključuje da su stanišni tipovi *Castaneo-Fagetum*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* i *Quercu-Castaneetum sativae* na području Zrinske gore vrlo slabo diferencirani. Analizom stanišnih tipova pitomog kestena kontinentalne Hrvatske Miličević (2020) je utvrdila kako stanišni tip *Castaneo-Fagetum* nema niti jednu dijagnostičku vrstu kojom bi se razlikovao od ostalih stanišnih tipova pitomoga kestena. Dobiveni rezultati ovih radova nalažu provedbu sveobuhvatnih statističkih analiza svih do sada objavljenih fitocenoloških snimaka sastojina pitomog kestena kako bi se utvrdila jasna diferencijacija zajednica i stanišnih tipova pitomog kestena na području Hrvatske.

Ciljevi ovog rada su:

1. Provođenje primarnih statističkih analiza koje prethodno nisu bile provedene kod sintetske razrade zajednica pitomog kestena.
2. Jasna diferencijacija skupina fitocenoloških snimaka bez obzira na izvorno opredjeljenje autora.
3. Utvrditi florne i ekološke razlike zajednica s kestenom kao edifikatorskom vrstom.

1.1. Morfologija i biologija pitomog kestena

Rod *Castanea* Mill. pripada porodici *Fagaceae*, a obuhvaća 7 vrsta listopadnog drveća rasprostranjenog u umjerenoj zoni sjeverne hemisfere (Johnson, 1988; Dane i dr., 2003, Lang i dr. 2006, Wang i dr. 2008.).

Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) je plemenita listača prirodno rasprostranjena na području Mediterana od Kaspijskog jezera do Atlanskog oceana (Fernández-López i Alía, 2003; Conedera i dr., 2004a, 2004b). U Hrvatskoj dolazi u šumama brežuljkasto-brdskog područja kontinentalnog dijela, a u primorju na području Istre, otoka Krka i Cresa. Najveće i najljepše kestenove sastojine nalaze se na Zrinskoj gori, Petrovoj gori i na Medvednici (Medak i dr., 2009; Idžojtić i dr., 2009).

Sastojine pitomog kestena prema podacima Hrvatskih šuma rasprostranjene su na površini od oko 15 000 ha. Najveće površine se nalaze na području Uprave šuma Sisak (7 324.88 ha), Karlovac (4 750.92 ha) i 2 244.75 ha na području Uprave Zagreb (Novak-Agbaba i dr., 2000).

Pitomi kesten je šumska vrsta široke i okrugle krošnje koja naraste u visoko stablo visine do 30 m. Kora pitomog kestena je siva, sjajna i glatka, uzdužno izbrazdana. Izbojci su crvenosmeđi do sivosmeđi, prekriveni sitnim dlačicama i bijelim lenticelama. Pupovi pitomog kestena spiralno su smješteni, jajasti i s tupim vrhom (Idžojtić, 2004). Pitomi kesten je listopadna vrsta drveća s naizmjeničnim rasporedom listova. Listovi su jednostavni, izduženo kopljastog oblika, na rubovima su nazubljeni s ušiljenim vrhom. Veličina listova varira, ali najčešće su 12-20 cm dugi, 3-6 cm široki i duljina peteljke iznosi 1,5-2,5 cm. Gornja strana lista je tamnozeleno, gola i sjajna. Donja strana lista je svjetlija i gola (Idžojtić, 2009). Pitomi kesten je jednodomna vrsta koja u sastojini počinje cvjetati u dobi od 40 do 60 godina. Cvjetovi su jednospolni, entomofilni i anemofilni. Cvjetanje pitomog kestena je u lipnju, a odvija se nakon listanja. Cvjetovi su bijele boje. Plod pitomog kestena je tamnosmeđi, glatki kožnati orah (kesten). U kupoli koja je obrasla bodljikavom ljuskom nalazi se plod kesten, a dozrijeva u listopadu (Idžojtić, 2013).



Slika 1: Habitus (lijevo), cvjetovi i listovi (desno) pitomog kestena (Matak, 2021)

Rak kore pitomog kestena je bolest koja pogađa čitave sastojine i uzrokuje propadanje stabala. Rak uzrokuje gljiva *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr. Prvi puta je u Europi zabilježena 1938. godine u Italiji. Smatra se da je bolest unesena trupcima iz SAD-a. U Hrvatskoj je zabilježena 1955. godine u Istri. Danas su u Hrvatskoj sve sastojine pitomog kestena ugrožene i bolest je prisutna na čitavom arealu pitomog kestena (Glavač, 2004). Kestenova osa šiškarica (*Dryocosmus kuriphilus* Yatsumatsu) značajni je štetnik na pitomom kestenu, porijeklom iz Kine, a u Europi je prvi puta zabilježena 2002. godine u Italiji. U Hrvatskoj je otkrivena i zabilježena po prvi puta 2010. godine. Kestenova osa šiškarica je štetnik koji napada samo pitomi kestena. Štetnik napadom vegetativnih pupova i stvaranjem šiški onemogućava razvoj izbojaka i smanjuje urod ploda pitomog kestena (Matošević i dr., 2010).

Čovjekov utjecaj od početka vremena pa sve do danas djelovao na dinamiku i razvoj šuma pitomog kestena. Osiromašenje tla, degradacija šuma, izostanak prirodnog pomlatka su posljedice zoogenih čimbenika, a izostanak pomlatka je uvjetovan djelovanjem stoke i divljači (Medak, 2009).

1.2. Ekološke značajke pitomog kestena

Pitomi kesten je vrsta koja dolazi u brežuljkastom pojasu. U kontinentalnom dijelu Hrvatske pridolazi na nadmorskim visinama od 200 do 1200 m. Bolje uspijeva na toplijim položajima. Pitomom kestenu pogoduju sjeverne i sjeveroistočne ekspozicije gdje zauzima sunčane i osvijetljene položaje (Medak, 2009).

Pridolazi na geološkoj podlozi škriljevaca i pješčenjaka. Duboka, rahla, svijetla, svježja i plodna tla su presudna za uspješan razvoj pitomog kestena. Na Mediteranu dolazi na plodnom, dubokom i svježem tlu, s povećanom količinom vlage (Medak, 2009). Tla koja sadrže više od 8% vapna nisu pogodna za razvoj pitomog kestena (Glavaš, 2004).

Javlja se u umjereno toploj klimi sa srednjom godišnjom temperaturom zraka između 8 °C i 15 °C te srednjom godišnjom količinom oborina većom od 600 mm (Glavaš, 2004). Pitomi kesten uspijeva u područjima s većom količinom oborina i umjerenom vlagom zraka i tla (Medak, 2009).

Heliofilna je vrsta drveća koja podnosi umjerenu zasjenu. U toplijim područjima podnosi umjerenu zasjenu kitnjaka i bora, dok na hladnijim terenima zahtijeva osunčane položaje. Pitomi kesten je vrsta osjetljiva na vjetar i snijeg (Medak, 2009).

1.3. Sintaksoni s pitomim kestenom

Pregledom šumske vegetacije Hrvatske utvrđeno je da je pitomi kesten unutar razreda *Quercus-Fagetea* zastupljen u 20 asocijacija, od čega značajno u 15 asocijacija, a unutar 4 asocijacija je edifikatorska vrsta drveća. U nastavku slijedi sintaksonomski pregled i kratki opis svih sintaksona u kojima pridolazi. Detaljnije su opisane 4 asocijacije u kojima je pitomi kesten edifikatorska vrsta drveća (Medak, 2009 i 2011; Vukelić, 2012). To su: šuma bukve s pitomim kestenom (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić /1979/1995), šuma pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011), šuma pitomog kestena s hrastom kitnjakom (*Quercus-Castaneetum sativae* Horvat 1938) i šuma pitomog kestena s krškim kukurjekom (*Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Anić/1953/ Medak 2009).

Sintaksonomski pregled asocijacija u kojima je prisutan kesten:

Razred: *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937

Red: *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. et al. 1928

Sveza: *Alnion incanae* Pawl. in Pawl. et al. 1928

Podsveza: *Alnenion glutinoso-incanae* Oberd. 1953

Asoc: *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Horvat 1938

Sveza: *Erythronio-Carpinion betuli* (Horvat 1938) Marinček in Wallnöfer et al. 1993

Asoc: *Epimedio-Carpinetum betuli* (Horvat 1938) Borhidi 1963

Subas: *caricetosum pilosae* Horvat 1963

Subas: *erythronietosum* Horvat 1938

Subas: *castaneetosum sativae* Wraber 1958

Subas: *staphyletosum* Horvat 1938

Asoc: *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić 1991 ex Marinček 1994

Subas: *typicum* Vukelić 1991

Subas: *castaneetosum sativae* Vukelić 1991

Sveza: *Fagion sylvaticae* Laquet 1926

Podsveza: *Luzulo luzuloidis-Fagenion* (Lohm. et Tx. 1954) Oberd. 1957

Asoc: *Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae* Meusel 1937

Asoc: *Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić (1979) 1995

Asoc: *Blechno-Fagetum* (Horvat 1950) Tx. et Oberd. 1958 corr. Rivas-Martinez 1962

Podsveza: *Galio odorati-Fagenion* (Tx. 1995) T. Müller 1996

Asoc: *Galio odorati-Fagetum* Sougnez et Thill 1959

Asoc: *Cephalanthero longifoliae-Fagetum* Vukelić, Baričević i Šapić 2012

Sveza: *Aremonio-Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török, Podani et Borhidi 1989

Podsveza: *Epimedio-Fagenion* (Borhidi 1963) Marinček et al. 1993

Asoc: *Hacquetio-Fagetum* Košir 1962

Asoc: *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011

Podsveza: *Lamio orvalae-Fagenion* (Borhidi 1963) Marinček et al. 1993

Asoc: *Lamio orvalae-Fagetum sylvaticae* (Horvat 1938) Borhidi 1963

Asoc: *Festuco drymeiae-Abietetum* Vukelić et Baričević 2007

Red: *Quercetalia robori-petraeae* Tx. (1931) 1937

Sveza: *Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1932

Asoc: *Quercu-Castaneetum sativae* Horvat 1938

Asoc: *Molinio arundinaceae-Quercetum petraeae* Šugar 1972

Asoc: *Potentillo micranthae-Quercetum petraeae* (Vukelić 1991) Vukelić, Baričević et Šapić 2010

Asoc: *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* (Janković 1968)

Hruška-Dell'Uomo 1975

Red: *Quercetalia pubescentis* Klika 1933

Sveza: *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932

Asoc: *Lathyro nigri-Quercetum petreae* Horvat (1938) 1958
Subas: *ostryetosum carpinifoliae*
Subas: *festuctosum drymeiae* Vukelić 1990
Subas: *quercetosum cerridis* Baričević 2002
Asoc: *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Medak 2009
Asoc: *Molinio arundinaceae-Quercetum pubescentis* Šugar,
Zupančić, Trinajstić et Puncer 1996
Sveza: *Quercion frainetto* Horvat 1954
Asoc: *Quercetum frainetto-cerridis* Rudski (1940) 1949
Subas: *carpinetosum betuli* Trinajstić i dr. (1996)

Razred: *Querc-Fagetea* Br.-Bl. et Vlieger 1937

Red: *Fagetalia sylvaticae* Pawl. in Pawl. et al. 1928

(Europske šume obične bukve, bukve i jele i plemenitih listača)

Sveza: *Alnion incanae*

(Vlažne i periodično plavljene šume nizinskog područja)

Podsveza: *Alnenion glutinoso-incanae*

(Šume sive i crne johe uz vodotoke)

***Carici brizoidis-Alnetum glutinosae* Horvat 1938**

(Šuma crne johe s blijedožućkastim šašem)

Ova se zajednica javlja često na širem području sjeverne Hrvatske, ali mozaično i na malim površinama. Vezana je uz vodotoke, depresije i cretne površine. Razvija se na humoznim, močvarnim tlima (euglej) u plitkim depresijama, u kojima nakon poplave još neko vrijeme stagnira voda. Te su depresije, ali i šire potočne doline obrasle crnojohovom šumom i higrofitima. Dominantna vrsta sloja drveća i grmlja je crna joha, a u sastojinama nadmorskih visina od 150 do 300 m se javljaju vrste *Carpinus betulus*, *Acer campestre*, *Euonymus europaeus*, *Crataegus monogyna* i druge. Kesten se javlja sporadično u ovoj zajednici. Sloj prizemnog rašća čine higrofilne i mezofilne vrste *Carex brizoides*, *Rubus caesius*, *Glechoma hederacea*, *Aegopodium podagraria* i druge (Vukelić, 2012).

Sveza: *Erythronio-Carpinion betuli* (Horvat 1938) Marinček in Wallnöfer et al. 1993
(Ilirske hrastovo grabove šume)

***Epimedio-Carpinetum betuli* (Horvat 1938) Borhidi 1963**

(Ilirske šume hrasta kitnjaka i običnog graba s biskupskom kapicom)

Šumska zajednica je rasprostranjena u kontinentalnom dijelu Hrvatske. Dominantno je prisutna na ogulinskom području, Kalniku, Moslavačkoj gori, Hrvatskom zagorju, nižim obroncima slavonskog gorja. Zajednica uspijeva na eutričnim smeđim tlima, kalkokambisolima povrh vapnenaca i dolomita. Dolazi na nadmorskim visinama od 150 do 450 m. Svojestvene vrste asocijacije su *Epimedium alpinum* i *Primula vulgaris*, a razlikovne su *Lonicera caprifolium*, *Hacquetia epipactis*, *Convallaria majalis*, *Savia glutinosa* i *Heracleum sphondylium*. U sloju drveća i grmlja su prisutne vrste *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra*, *Crataegus monogyna* i *Crataegus laevigata*, a u sloju prizemnog rašća uz skup dijagnostičkih vrsta dominiraju *Galium odoratum*, *Pulmonaria officinalis*, *Symphytum tuberosum* i druge. (Vukelić, 2012). Pitomi kesten značajno je zastupljen u asocijaciji *Epimedio-Carpinetum betuli*.

***Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* Vukelić 1991 ex Marinček 1994**

(Šuma hrasta kitnjaka i običnog graba s brdskom vlasuljom)

Zajednica dolazi na prapornim naslagama, rjeđe je zabilježena na pleistocenskim šljuncima i pijescima. Pogoduju joj blagi i široki hrptovi kao i njihove padine do 300 m nadmorske visine. Pridolazi na Kalniku, Zrinskoj gori, Papuku, Dilju i Krndiji. U flornom sastavu su prisutne vrste srednjoeuropskih bukovih šuma (*Festuca drymeia*, *Carex pilosa* i *Melica uniflora*). Od vrsta sveze *Carpinion betuli*: *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Stellaria holostea* i *Vinca minor*. Značajnije su zastupljene neutrofilne vrste reda *Fagetalia*, npr. *Cardamine bulbifera*, *Galium odoratum*, *Carex sylvatica*, *Pulmonaria officinalis*, *Viola reichenbachiana*, *Mycelis muralis* (Vukelić, 2012). Pitomi kesten je značajno zastupljena vrsta asocijacije *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*.

Sveza *Fagion sylvaticae* Laquet 1926

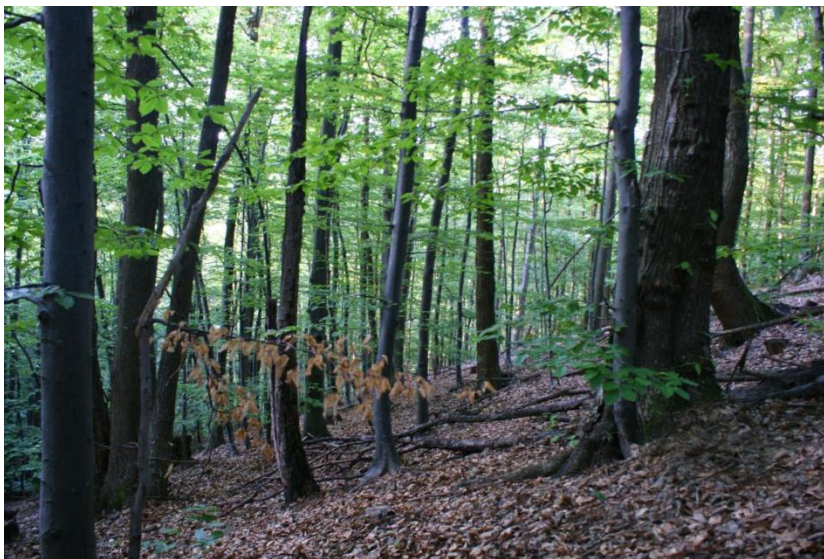
(Srednjoeuropske bukove i bukovo jelove šume)

Sveza objedinjuje bukove i bukovo-jelove zajednice središnje Europe. U sloju drveća osim obične bukve i jele dolaze vrste *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Ulmus montana*, *Fraxinus excelsior*, a *Carpinus betulus* i *Quercus petraea* na nižim nadmorskim visinama (Šapić, 2012). U ovome radu naglasak je na podvezi *Luzulo luzuloidis-Fagenion* koju će se u nastavku detaljnije analizirati (Vukelić, 2012).

***Castaneo-Fagetum* Marinček & Zupančić (1979) 1995**

(Šuma obične bukve i pitomog kestena)

Asocijacija *Castaneo-Fagetum* javlja se na Samoborskom gorju, Medvednici, nekoliko lokaliteta na Macelju i Trakošćanu, Zrinjskoj i Petrovoj gori. Zajednica uspijeva na nadmorskim visinama od 250 do 600 m. Učestalija je na sjevernim ekspozicijama (do 420 m), a na južnim i zapadnim ekspozicijama pristiže na nadmorskim visinama iznad 500 m. Pretežno dolazi na distričnom kambisolu, glinenim škriljevcima, brusilovcima, pješčenjacima i filitima. Tla su srednje duboka do duboka, slabo skeletena kisele reakcije (Medak 2004, 2009). U flornom sastavu sloja drveća pridolaze obična bukva i pitomi kesten, dok su hrast kitnjak, obični grab, srebrnolisna lipa, trešnja, breza i bagrema mjestimično zastupljeni. Sloj grmlja čine vrste reda *Fagetalia* (*Fagus sylvatica* i *Sambucus nigra*); *Quercetalia pubescentis* (*Tilia tomentosa*, *Fraxinus ornus* i *Sorbus torminalis*); *Rhamno-Prunetea* (*Crataegus monogyna* i *Pyrus pyraster*); sveze *Carpinion* (*Prunus avium*, *Carpinus betulus* i *Acer campestre*) i *Quercus petraea* vrsta razreda *Querco-Fagetea*. Od acidofilnih vrsta sloja grmlja su prisutne *Calluna vulgaris* i *Genista tinctoria*. U sloju prizemnog rašća najzastupljenije su vrste reda *Fagetalia*: *Festuca drymeia*, *Circea lutetiana*, *Galium odoratum*, *Carex sylvatica* itd.. Ističe se udio acidofilnih vrsta reda *Quercetalia robori-petraeae* i podsveze *Luzulo-Fagenion*: *Luzula luzuloides*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum* zajedno sa vrstama razreda *Querco-Fagetea*: *Cephalanthera longifolia*, *Galium sylvaticum* i *Platanthera bifolia* (Šapić, 2012). U ovoj asocijaciji pitomi kesten je edifikator.



Slika 2: Šuma obične bukve i pitomog kestena (Šapić, 2012)

***Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae* Meusel 1937**

(Bukova šuma sa bjelkastom bekicom)

Zajednica je rasprostranjena u sjeverozapadnoj Hrvatskoj na Zrinskoj i Petrovoj gori, a zabilježeno je i širenje njezinog areala na istok (Psunj, Papuk i Krndija). Pridolazi na strmim padinama, distrično smeđeg plitkog i srednje dubokog opodzoljenog tla, na nadmorskim visinama iznad 450 m i 300 m na istoku. U sloju drveća je obična bukva značajnije zastupljena, dok su pitomi kesten, hrast kitnjak i obični grab slabije zastupljeni. U sloju grmlja su prisutne termofilne vrste vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus* i *Sorbus torminalis*) i acidofilne vrste *Genista tinctoria* i *Calluna vulgaris*. Sloj prizemnog rašća čine acidofilne vrste razreda *Vaccinio-Piceetea*, reda *Quercetalia robori-petraeae* i podsveze *Luzulo-Fagenion*: *Luzula luzuloides*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum*, *Solidago virgaurea* (Šapić, 2012). Pitomi kesten je značajno zastupljena vrsta ove šumske zajednice.

***Blechno-Fagetum* (Horvat 1950) Tx. et Oberd. 1958 corr. Rivas-Martinez 1962**

(Bukova šuma s rebračom)

Zajednica dolazi na području Gorskog Kotara u predjelu Crnog luga i u okolici Broda na Kupi, a u znatno manjem opsegu na Samobriskom gorju, Macelju i Strahinjšćici. Uspijeva na nadmorskim visinama od 300 do 700 m. Pridolazak zajednice uvjetuje silikatna podloga zajedno

sa smeđim kiselim tlama i velikim udjelom kiselog sirovog humusa. U sloju drveća dominantna je obična bukva, a slabije su prisutni hrast kitnjak, obični grab i breza. U sloju prizemnog rašća povećani je udio mahovina *Thuidium tamariscifolium*, *Dicranium scoparium*, *Scleropodium purum* (Vukelić, 2012). U asocijaciji *Blechno-Fagetum* pitomi kesten je značajno zastupljen.

Podsveza: *Galio odorati-Fagenion* (Tx. 1995) T. Müller 1996
(Srednjoeuropske neutrofilne submontansko-montanske bukove šume)

***Galio odorati-Fagetum* Sougnez et Thill 1959**

(Bukova šuma s lazarkinjom)

Bukova šuma s lazarkinjom dolazi u Međimurju, u predjelu Železne gore. Snimljene sastojine su pod znatnim utjecajem čovjeka, a riječ je o fragmentiranim površinama 1 do 10 ha koje dolaze na nadmorskim visinama od 240 do 300 m. Sloj drveća čine vrste *Fagus sylvatica*, *Quercus petraea* i *Carpinus betulus*. Pitomi kesten se javlja sporadično. U sloju grmlja su prisutne vrste *Sambucus nigra* i *Prunus avium*. U sloju prizemnog rašća prevladavaju vrste reda *Fagetalia*: *Asarum europaeum*, *Anemone nemorosa*, *Sanicula europaea*, *Lamium galeobdolon*, *Carex sylvatica* i druge (Vukelić, 2012).

***Cephalanthero longifoliae-Fagetum* Vukelić, Baričević i Šapić 2012**

(Bukova šuma s dugolisnom naglavicom)

Bukova šuma s dugolisnom naglavicom dolazi na području Zrinske gore, Medvednice, Kalničkog gorja, Bilogore, Moslavačke gore, Papuka, Psunja i Krndije. Zauzima gotovo 40 000 ha, uspijeva u visinama od 200 do 700 m i najčešćim nagibima terena između 10 i 20°. Tla su vrlo dobrih fizikalnih i kemijskih svojstava, pretežno luvisol tipični, rjeđe pseudooglejani i pseudoglej obronačni, pH vrijednost humusno-akumulativnoga horizonta u vodi iznosi oko 5, sa osrednjim sadržajem kalcijeva karbonata. Sloj drveća i grmlja čine vrste *Fagus sylvatica*, *Acer campestre*, *Quercus petraea*, *Carpinus betulus*, dok se pitomi kesten javlja sporadično. U prizemnom sloju dominiraju vrste kolinskih kitnjakovo-grabovih i viših bukovih šuma uz prevlast vrsta *Festuca drymeia* i *Carex pilosa*. U odnosu na sastav ostalih bukovih šuma iste sinsistematske pripadnosti ističu se dijagnostičke vrste *Festuca drymeia*, *Polystichum setiferum*, *Cephalanthera longifolia*, *Rubus hirtus*, *Tilia tomentosa*, *Potentilla micrantha* i *Ruscus hypoglossum*.

Sveza *Aremonio-Fagion* (Horvat 1938) Borhidi in Török, Podani et Borhidi 1989
(Ilirske bukove i bukovo-jelove šume)

Sveza obuhvaća bukove i bukovo-jelove šume ilirske flore provincije. Najveći dio areala *Aremonio-Fagion* je u Hrvatskoj, Sloveniji i BiH. Šumske zajednice sveze *Aremonio-Fagion* dolaze na dinarskom, preddinarskom i subpanonskom području Hrvatske (Vukelić, 2012).

Podsveza: *Epimedio-Fagenion* (Borhidi 1963) Marinček et al. 1993

(Mezofilne i termofilne submontanske bukove šume dinarskog-preddinarskog-subpanonskog prostora)

***Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011**

(Šuma pitomog kestena s prasećim zeljem)

Šuma pitomog kestena s prasećim zeljem dolazi na Zrinskoj i Petrovoj gori, okolici Karlovca, na Kozjači i u blizini Bosiljeva, na Medvednici i Markuševačkoj gori. Zajednica se pojavljuje na sjevernim i istočnim ekspozicijama, na nadmorskoj visini od 200 do 400 (600) m. Najčešće dolazi na dubokim luvisolima, umjereno kisele reakcije (pH 4,77-6,57). U sloju drveća pitomi kesten je edifikatorska vrsta, a osim kestena prisutni su obični grab, divlja trešnja i hrast kitnjak. Sloj grmlja čine vrste razreda *Rhamno-Prunetea* (*Crataegus monogyna*, *Ligustrum vulgare* i *Pyrus pyraster* i dr.) i termofilne vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus*, *Tilia tomentosa*, *Sorbus torminalis*). Mezofilni karakter zajednice se očituje prisutstvom vrsta reda *Fagetalia* i sveze *Tilio-Acerion* (*Fagus sylvatica*, *Sambucus nigra* i *Acer pseudoplatanus*). Slabo acidofilan značaj se odražava prisutstvom vrsta *Juniperus communis* i *Genista tinctoria*. U sloju prizemnog rašća dominantno su zastupljene neutrofilne vrste reda *Fagetalia* (*Circea lutetiana*, *Brachypodium sylvaticum*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana* i dr.) i acidofilne vrste reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense*, *Luzula forsteri*). Pored sloja drveća i grmlja red *Quercetalia pubescentis* je zastupljen i u sloju prizemnog rašća sa vrstama *Potentilla micrantha*, *Viola hirta* i *Tamus communis*. Od ilirskih vrsta prisutne su *Aposeris foetida*, *Ruscus hypoglossum*, *Lamium orvala*, *Aremonia agrimonoides*, *Primula vulgaris* (Šapić, 2012). Raščlanjena je na subasocijacije *typicum* i *ligustretosum* (Vukelić, 2012). Pitomi kesten se unutar zajednice *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* javlja kao edifikatorska vrsta.



Slika 3: Šuma pitomog kestena s prasećim zeljem (Šapić, 2012)

***Hacquetio-Fagetum* Košir 1962**

(Bukova šuma s volujskim okom)

Zajednica raste na karbonatnoj podlozi, suših i neutrofilnih tala nadmorskih visina od 300 do 700 m. U Hrvatskoj je rasprostranjena u sjeverozapadnom i zapadnom dijelu (Velika Kapela, Samoborsko gorje, Cesargradska gora, Brezovica, Strahinščica, Ivanščica). Sloj drveća čine vrste *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus* i *Quercus petraea*. Učestale vrste sloja grmlja su *Daphne mezereum*, *Acer pseudoplatanus*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna* i *Sorbus aria*. U sloju prizemnog rašća su prisutne ilirske vrste *Ruscus hypoglossum*, *Epimedium alpinum*, *Cyclamen purpurascens* i dr. (Vukelić, 2012). U ovoj šumskoj zajednici pitomi kesten je značajno zastupljena vrsta drveća.

Podsveza: *Lamio orvalae-Fagenion* (Borhidi 1963) Marinček et al. 1993
(Ilirsko montanske bukove i bukovo-jelove šume)

***Lamio orvalae-Fagetum* (Horvat 1938) Borhidi 1963**

(Brdska bukova šuma s mrtvom koprivom)

Brdska bukova šuma s mrtvom koprivom dolazi na dinarskom području Gorskog kotara, Male i Velike Kapele, na području Plitvičkih jezera i u sjeverozapadnoj Hrvatskoj (Samoborsko gorje, Ivanščica i Medvednica). Zajednica pridolazi na nadmorskoj visini od 400 do 800 m. Na području dinarida uspijeva na smeđim tlama i crnici na vapnencu, a u sjeverozapadnoj Hrvatskoj

na distrično smeđim dubokim tlima i luvisolu. Sloj drveća čine obična bukva, gorski brijest, gorski javor, obični jasen i druge. U bujnom sloju grmlja prevladavaju vrste *Daphne mezereum*, *Daphne laureola*, *Sambucus nigra*, *Lonicera alpigena* i druge. Pitomi kesten pridolazi sporadično u flornom sastavu. Sloj prizemnog rašća grade vrste bukovih šuma (*Galium odoratum*, *Sanicula europaea*, *Actea spicata*, *Carex sylvatica*, *Viola reichenbachiana* i dr) i dinarsko ilirske vrste *Calamintha grandiflora*, *Omphalodes verna*, *Scopolia carniolica*, *Geranium nodosum* (Vukelić, 2012).

***Festuco drymeiae-Abietetum* Vukelić et Baričević 2007**

(Panonsko bukovo-jelove šume s brdskom vlasuljom)

Panonsko bukovo-jelove šume s brdskom vlasuljom se javljaju na Maclju, Medvednici, Papuku, mjestimično na Psunju, Strahinščici i Ivanščici. Zajednica dolazi na nadmorskoj visini od 600 do 1 000 m. Razvija se na distričnom tlu i na silikatnoj podlozi. Edifikatorske vrste zajednice su obična bukva i jela, a od ostalih vrsta sloja drveća ističemo *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra* i *Fraxinus excelsior*. Osim vrsta iz sloja drveća u sloju grmlja prevladavaju vrste *Sambucus nigra*, *Corylus avellana* i *Daphne mezereum*. Najčešće vrste sloja grmlja su *Festuca drymeia*, *Lunaria rediviva*, *Polystichum setiferum*, *Sanicula europaea*, *Galium odoratum* i druge (Vukelić, 2012).

Red *Quercetalia robori-petraeae* Tx. (1931) 1937

Sveza: *Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1932

(Acidofilne šume hrasta kitnjaka, pitomog kestena i obične breze)

***Querco-Castaneetum sativae* Horvat 1938**

(Šuma hrasta kitnjaka s pitomim kestenom)

Šuma hrasta kitnjaka s pitomim kestenom najveće komplekse čini u sjeverozapadnoj Hrvatskoj i Banovini, na južnim padinama Medvednice, na Markuševačkoj gori, na Zrinskoj i Petrovoj gori (Vukelić, 2012). Zajednica dolazi na nadmorskoj visini od 250 do 600 m. Uspijeva na glinenim škriljevcima, brusilovcima, pješčenjacima i filitima. Tla su srednje duboka do duboka, slabo skeletna (Vukelić, 2012). Pitomi kesten je dominantna vrsta sloja drveća. Osim kestena sloj drveća čine vrste sveze *Carpinion betuli* (obični grab, divlja trešnja, klen i malolisna lipa); reda

Fagetalia (obična bukva, crna bazga i crni likovac); sveze *Tilio-Acerion* (*Acer pseudoplatanus* i *Ulmus glabra*); razreda *Quercu-Fagetea* (*Corylus avellana*) i termofilne vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus* i *Sorbus torminalis*). Sloj grmlja uz vrste sloja iz drveća čine vrste razreda *Rhamno-Prunetea*: *Crataegus monogyna*, *Pyrus pyraeaster*, *Cornus sanguinea*, *Ligustrum vulgare* itd. Sloju prizemnog rašća glavno obilježje daju acidofilne vrste reda *Quercetalia roboripetraeae* i razreda *Vaccinio-Piceetea*: *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pretense*, *Hieracium racemosum*, *Luzula forsteri* itd. Ističe se i velika zastupljenost neutrofilnih vrsta reda *Fagetalia* (*Circea lutetiana*, *Carex sylvatica*, *Sanicula europaea*, *Actea spicata*) i sveze *Carpinion betuli*: *Aposeris foetida*, *Primula vulgaris* i *Carex pilosa* (Šapić, 2012). Medak (2004) je asocijaciju raščlanila na subasocijacije *typicum* i *carpinetosum betuli*. U zajednici *Quercu-Castaneetum sativae* pitomi kesten je aedifikatorska vrsta drveća.



Slika 4: Acidofilna šuma pitomog kestena (Šapić, 2012)

***Potentillo micranthae-Quercetum petraeae* (Vukelić 1991) Vukelić, Baričević et Šapić 2010**
(Acidotermofilna šuma hrasta kitnjaka i sitnocvjetnog petoprsta)

Zajednica dolazi u sjeverozapadnoj Hrvatskoj na području Medvednice, Zrinske gore, Petrove gore i Slavenskog gorja. Preferira južne ekspozicije na nadmorskim visinama od 300 do 500 m, na škriljevcima i pješčenjacima. Riječ je o distrično smeđem plitkom do srednje dubokom tlu kisele reakcije (Vukelić, 2012). U sloju drveća dominantna je vrsta hrast kitnjak, a od ostalih vrsta prisutne su obična bukva, pitomi kesten, trešnja, brekinja i crni jasen. Sloj grmlja čine vrste

reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis* i *Tilia tomentosa*); reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Castanea sativa* i *Chamaecytisus supinus*); sveze *Carpinion betuli* (*Carpinus betulus* i *Acer campestre*). U sloju prizemnog rašća ističu se acidofilne vrste reda *Quercetalia robori-petraeae* i razreda *Vaccinio-Piceetea*: *Festuca heterophylla*, *Pteridium aquilinum*, *Luzula forsteri* i druge. Termofilni karakter se ogleda u prisutnosti vrsta reda *Quercetalia pubescentis*: *Potentilla micrantha*, *Campanula persicifolia*, *Viola alba* i druge (Šapić, 2012). U asocijaciji *Potentilla micranthae-Quercetum petraeae* pitomi kesten značajno zastupljen.

***Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* (Janković 1968) Hruška-Dell'Uomo 1975**

(Šuma hrasta kitnjaka s brdskom vlasuljom)

Zajednica uspijeva na toplijim padinama, na južnim i jugozapadnim ekspozicijama na području Zrinske gore, Moslavačke gore i Fruške gore. Raste na nadmorskim visinama od 200 do 500 m na tipičnim i pseudoglejnim luvisolima na silikatu i distričnim kambisolima na škriljercima. Florni sastav sloja drveća čini hrast kitnjak i nešto slabijim udjelom crni jasen i brekinja. Sloj grmlja osim vrsta iz sloja drveća čini *Genista tinctoria* i druge acidotermofilne vrste. U sloju prizemnog rašća slabije sudjeluju acidofilne vrste (*Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Gentiana asclepiadea* i druge), a značajnije mezofilno-neutrofilne vrste reda *Fagetalia*: *Festuca drymeia*, *Carex pilosa*, *Luzula pilosa* i druge (Vukelić, 2012). Pitomi kesten je značajno zastupljena vrsta u flornom sastavu ove asocijacije.

***Molinio arundinaceae-Quercetum petraeae* Šugar 1972**

(Šuma hrasta kitnjaka s beskoljenkom)

Zajednica dolazi na otvorenim, svijetlim terenima gdje je sloj grmlja vrlo siromašan i gotovo nepostojeći, ako ne uzmemo u obzir vrste *Calluna vulgaris* i *Erica herbacea* koje na pojedinim dijelovima potpuno prekrivaju tlo. Asocijacija se razvija na nadmorskim visinama od 250 do 500 m, a tla na kojima dolazi su plitki distrični kambisol i kremeniti konglomerat. Asocijacija predstavlja trajni degradacijski stadij acidofilnih bukovih šuma. Hrast kitnjak je edifikatorska vrsta, a pitomi kesten je značajno zastupljen (Vukelić, 2012).

Red: *Quercetalia pubescentis* Klika 1933
(Termofilne šume i šikare hrasta medunca)

Sveza: *Quercion pubescenti-petraeae* Br.-Bl. 1932
(Termofilne, srednjoeuropske hrastove šume)

Sveza: *Quercion frainetto* Horvat 1954
(Mezijske šume hrasta sladuna)

***Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Medak 2009**
(Submediteranske kestenove šume s krškim kukurjekom)

Na području Lovrana i Učke pitomi kesten je znatnoe rasprostranjen, a u većoj mjeri se uzgaja zbog ploda (maruna). Submediteranska šuma pitomog kestena se razvija u Istri i na otoku Cresu. Zajednica raste na nadmorskoj visini od 150 do 450 m, na sjevernoj ekspoziciji. Šume pitomog kestena u Sredozemlju tijekom prošlosti su bile pod velikim utjecajem čovjek što je rezultiralo pojavom znatnog broja acidofilnih vrsta poput *Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum*, *Festuca heterophylla* i *Veronica officinalis*.



Slika 5: Submediteranske kestenove šume s krškim kukurjekom (Medak, 2009)

U flornom sastavu pitomi kesten je edifikator, a uz kesten u sloju drveća redovito su prisutni crni jasen i trešnja. Slabije su zastupljene vrste hrast medunac, cer, obični, bijeli i crni grab. U

sloju grmlja prevladavaju mezofilne (*Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*) i termofilne vrste (*Ligustrum vulgare*, *Sorbus torminalis*, *Acer obtusatum*). Sloj prizemnog rašća vrlo je razvijen, a prevladavaju vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Tamus communis* i *Melittis melissophyllum*); mezofilne vrste reda *Fagetalia* (*Salvia glutinosa*, *Campanula trachelium*, *Brachypodium sylvaticum* i druge); acidofilne vrste reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum* i *Veronica officinalis*). Značajnije su zastupljene ilirske vrste *Lonicera caprifolium*, *Primula vulgaris*, *Lamium orvala*, *Aposeris foetida* i druge (Vukelić, 2012). Pitomi kesten se javlja kao edifikator unutar zajednice *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae*.

***Lathyro nigri-Quercetum petraeae* Horvat (1938) 1958**

(Termofine šume hrasta kitnjaka s crnim grahorom)

Na području Hrvatske zajednica dolazi u gorjima sjeverozapadne Hrvatske, Požege i Dilja. Preferira izložene, tople južne ekspozicije na nadmorskim visinama od 300 do 550 m. Dominantna vrsta sloja drveća je hrast kitnjak, a cer, bukva, crni jasen i brekinja su slabije prisutne. U sloju grmlja redovito su prisutni *Viburnum lantana*, *Prunus spinosa*, *Pyrus pyraeaster*, *Prunus avium*, *Corylus avellana* i druge. Sloj prizemnog rašća čine *Hedera helix*, *Melica uniflora*, *Lathyrus niger* i druge (Vukelić, 2012). U asocijaciji *Lathyro nigri-Quercetum petraeae* pitomi kesten je značajno zastupljen.

***Molinio arundinaceae-Quercetum pubescentis* Šugar, Zupančić, Trinajstić et Puncer 1996**

(Šuma hrasta medunca s trstolikom beskoljenkom)

Zajednica je zabilježena na području Istre gdje joj pogoduje flišna podloga povrh vapnenaca. Preferira strme, tople padine, južnih i zapadnih ekspozicija. Sloj drveća pored dominantno zastupljenog hrasta medunca čine *Fraxinus ornus*, *Ostrya carpinifolia* i *Quercus cerris*. Sloj grmlja osim vrsta iz sloja drveća čine i *Juniperus communis*, *Cotinus coggygria*. Najčešće vrste sloja prizemnog rašća su *Carex flacca*, *Peucedanum cervaria*, *Geranium sangiuneum* i dr. (Vukelić, 2012). U ovoj je asocijaciji pitomi kesten značajno zastupljen.

***Quercetum frainetto-cerridis* Rudski (1940) 1949**

(Šuma hrasta sladuna i cera)

Zajednica *Quercetum frainetto-cerridis* prijelazna je zajednica stepe u šumu i specifična je za područje Balkanskog poluotoka. Na području Hrvatske dolazi samo na području Kutjeva i riječ je o sastojinama koje dolaze u obliku manjih enklava. Asocijaciji pogoduju blaži nagibi južnih ekspozicija na visinama od 150 do 350 m. Dolazi na praporu i praporastom sedimentu, a tlo je tipično ilimerizirano ili pseudoglejno. U sloju drveća je značajno zastuplje hrast sladun, a slabije hrast cer i kitnjak. Sloj grmlja čine vrste *Quercus frainetto*, *Pyrus pyraeaster*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria* i druge. Najčešće vrste sloja prizemnog rašća su *Dactylis glomerata*, *Helleborus croaticus*, *Potentilla micrantha* i druge (Vukelić, 2012). U ovoj zajednici je pitomi kesten značajno zastupljena vrsta.

1.4. Dosadašnja istraživanja

Prva istraživanja šuma pitomog kestena je započeo Ivo Horvat (1938). Na području sjeverozapadne Hrvatske u šumi hrasta kitnjaka i pitomog kestena su snimljene 22 fitocenološke snimke, a zajednica je nazvana *Querceto-Castanetum croaticum*. Horvat je za svojstvene vrste izdvojio acidofilne vrste *Castanea sativa*, *Juniperus communis*, *Hieracium murorum*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum vulgatum*, *Genista germanica*, *Hieracium umbellatum* i *Luzula forsteri*.

Istraživanja pitomog kestena na području Medvednice je proveo Milan Anić (1940). Ističe ekološke i biološke značajke pitomog kestena, stanišne značajke (klima i tlo), geomorfološke značajke nalazišta pitomog kestena i odnose između sastojina pitomog kestena. Anić je istaknuo pojavu pitomog kestena u mješovitim šumama hrasta kitnjaka, šumama hrasta kitnjaka i običnog graba, u šumama obične jele, u šuma obične bukve i hrasta kitnjaka i šumama hrasta medunca.

Problemom povećanog sudjelovanja obične bukve i izostanka hrasta kitnjaka u šumama pitomog kestena se bavio Miodrag Glišić (1954). Glišić je opisao novu fitocenozu *Castaneto-Fagetum*. Zajednici je određen florni sastav, ali ne i svojstvene vrste.

Maks Wraber (1957) utvrđuje da se pitomi kesten dominantno javlja u tada opisanim zajednicama *Querceto-Carpinetum croaticum castanetosum*, *Luzuleto-Fagetum castanetosum*, *Querceto-Castanetum croaticum* i *Querceto-Castanetum hercegovanicum*. Izdvaja asocijaciju

Luzuleto-Fagetum castanetosum, a razlog izdvajanja je dominantnost obične bukve u sloju drveća dok je pojavnost pitomog kestena uvjetovana antropogenim djelovanjem.

Horvat (1962) u red *Quercetalia robori-petraeae* Tx. 1931 svezu *Quercion robori-petraeae* (Malcuit 1929) Br-Bl. 1931 smješta tri asocijacije: *Quercu-Castanetum croaticum*, *Quercu-Betuletum* Tx. 1937 i *Blechno-Fagetum* Horvat 1950. Navodi svojstvene vrste šuma hrasta kitnjaka i pitomog kestena, a one su *Castanea sativa*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica* i *Lathyrus montanus*.

U disertaciji Šugar (1972) klasificira *Quercu-Castanetum croaticum* kao acidofilnu šumsku zajednicu s pitomim kestenom kao dominantnom vrstom u sloju drveća.

U disertaciji Regula-Bevilaqua (1978) prikazuje mješovitu šumu hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercu-Castanetum illyricum* Horvat 1938) na Strahinjščici. Izdvaja subasocijacije *typicum* i *fraxinetosum orni*. Subasocijaciju *typicum* opisuje kao acidofilnu zajednicu mezofilnog karaktera.

Vukelić (1991) izdvaja acidotermofilne šume hrasta kitnjaka iz zajednice *Quercu-Castanetum* i svrstava ih u novu zajednicu *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* Vukelić 1990. Za svojstvene vrste asocijacije navodi *Castanea sativa* i *Melampyrum pratense*. Vukelić odbacuje vrste *Genista tinctoria*, *Genista germanica* i *Lathyrus montanus* kao svojstvene za asocijaciju, a vodeći razlog je njihova zastupljenost u čistim šumama hrasta kitnjaka. U svojim istraživanjima Vukelić je potvrdio ispravnost izdvajanja sveze *Castaneo-Quercion petraeae* i konstatira njezine svojstvene i razlikovne vrste. Izdvaja acidotermofilne svojstvene vrste: *Castanea sativa*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica* f. *heteracantha*, *Hieracium racemosum*, *Lembotropis nigricans*, *Festuca heterophylla* i *Genista ovate* te razlikovne: *Fraxinus ornus*, *Serratula tinctoria* i *Cruciata glabra*.

Na Požeškoj gori Baričević (2002) snima 6 snimaka kestenovih šuma, temeljem kojih je ustanovljen homogen florni sastav u kojem se ističe facijes *Festuca drymeia*. Zabilježeno je znatno sušenje pitomog kestena što ima za posljedicu acidotermofilne kitnjakove šume na lošijim lokalitetima i mješovite kitnjakovo-kestenovo-bukove šume na boljim lokalitetima.

Medak u magisteriju (2004) i disertaciji (2009) provodi najšira istraživanja kestenovih fitocenoza u Republici Hrvatskoj. Istražuje šume pitomog kestena na Sredozemlju i konstatira ih kao zajednicu *Helleboro multifidi-Castanetum sativae* Šumu hrasta kitnjaka i pitomog kestena (*Quercu-Castaneetum sativae* Horvat 138) Medak (2009) raščlanila je na subasocijacije *typicum* i

carpinetosum betuli. Utvrđuje zajednicu *Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić Medak (2009) i unutar nje opisuje subasocijaciju *genistetosum tinctoriae*. Po prvi puta opisuje i zajednicu *Aposeridi foetiae-Castaneetum sativae* Medak 2011, a ujedno izdvaja i njene subasocijacije *typicum* i *ligustretosum*.

U diplomskim radovima Miličević (2020) i Pintarić (2020) bave se problematikom diferencijacije stanišnih tipova pitomog kestena. Pintarić (2020) provedbom statističke analize zaključuje da su stanišni tipovi Zrinske gore *Castaneo-Fagetum*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* i *Quercu-Castaneetum sativae* u kojima je pitomi kesten edifikatorska vrsta slabo diferencirani. Analizom stanišnih tipova pitomog kestena kontinentalne Hrvatske Miličević (2020) je utvrdila kako stanišni tip *Castaneo-Fagetum* nema niti jednu dijagnostičku vrstu kojom bi se razlikovao od ostalih stanišnih tipova.

2. MATERIJALI I METODE ISTRAŽIVANJA

U ovome radu je provedeno istraživanje šumske vegetacije pitomoga kestena prema načelima ciriško-monpelješke škole ili srednjoeuropske škole. (Braun-Blanquet 1964, Westhoff i van der Maarel 1973). Njezino je polazište florni sastav pojedine biljne zajednice kao osnova koja najbolje pokazuje ekološke, zemljopisne, povijesne i genetske prilike neke zajednice ili kraja, a temelji se na sociološkim svojstvima pojedine vrste ili vegetacijske kategorije. Dijagnostičke su vrste ključne za definiranje, identifikaciju i razgraničenje pojedinoga sintaksona na temelju standardne srednjoeuropske fitocenološke metode ili ciriško-monpelješke fitocenološke škole (Braun-Blanquet 1964). Dijagnostička je vrsta širi pojam koji objedinjuje svojstvene i razlikovne vrste pojedinoga sintaksona. Pripadnost biljnih vrsta pojedinim sinsistematskim kategorijama usklađena je prema Vukeliću (2012). Svojstvenim su vrstama označene vrste koje pokazuju ograničenost ili jasnu vezanost uz određeni sintakson i u njemu imaju težište rasprostranjenosti. U drugima ne pridolaze ili su mnogo rjeđe, s manjim udjelom, pokrovnošću pa i vitalnošću. Razlikovne vrste služe za međusobno razdvajanje pojedinih sinsistematskih kategorija iste razine, najčešće subasocijacija i asocijacija. Edifikatorima su označene glavne vrste iz sloja drveća, svojom prisutnošću utječu na sve ostale članove zajednice, uvjetuju njezino ustrojstvo, mikroekološke karakteristike i drugo.

U fitocenologiji se statistika koristi kod donošenja zaključaka o klasifikaciji određenih fitocenoloških snimaka kao novih ili već postojećih sintaksona kroz usporedbu sa sličnim i srodnim vegetacijskim jedinicama iz susjednih i drugih područja. Osnovnu statističku obradu fitocenoloških snimaka čini postupak multivarijantne analize (klasterska analiza i multidimenzionalno skaliranje), gdje svaka vrsta predstavlja jednu varijablu, a svaki fitocenološki snimak jedan objekt. Klaster analiza nije tehnika statističkog zaključivanja u smislu pretpostavki odnosa uzorak - populacija, nego objektivna metoda za klasificiranje tj. ona brzo i pregledno pokazuje strukturu podataka, njihovu eventualnu povezanost u skupine i odnose između tih skupina. Multidimenzionalno skaliranje je metoda koja pomaže analitičaru u određivanju relativnog odnosa između objekata u prostoru. Ona nije uvriježena kao egzaktna metoda i više se upotrebljava kao oblik pregrupiranja objekata na način koji može najbolje aproksimirati opažene udaljenosti.

U ovom istraživanju provedena je sveobuhvatna multivarijantna analiza svih do sada objavljenih fitocenoloških snimaka s pitomim kestenom u svom flornom sastavu. Ukupno je analizirano 712 fitocenoloških snimaka. Fitocenološki snimci su u analitičkom obliku unešeni u Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). U programu Juice 7.0 (Tichý 2002) je provedena multivarijantna klsterska analiza uz Bray-Curtisov indeks sličnosti. Dijagnostičke su vrste određene pomoću programa JUICE 7.0 (Tichý 2002) na temelju analize svojstvenosti vrsta (*Fidelity measure*). Vrste s većim *fidelity* (ϕ) koeficijentom od 20 uzete su u obzir kao dijagnostičke. Za definiranje ekoloških uvjeta korištene su Ellenbergove indikatorske vrijednosti prema Ellenbergu i Leuschneru (2010). Prosječne (*unweighted*) indikacijske vrijednosti su izračunate za svaki snimak u programu JUICE 7.0 (Tichý 2002). Statistička analiza ekoloških podataka provedena je u programu STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc.) neparametarskim Kruskal-Wallis-ovim testom.

Prema posljednjem pregledu šumske vegetacije Hrvatske (Vukelić, 2012) izdvojene su zajednice u kojima je prisutan pitomi kesten. Prisutnost pitomog kestena na više od 40 % snimaka sa stupnjem udjela 3,4 i 5 u sloju drveća i grmlja predstavljala kriterij prema kojima su izdvajane asocijacije za daljnju analizu. Značajno zastupljena vrsta je vrsta koja je u sloju drveća i grmlja prisutna u najmanje 40 % objavljenih snimaka određene zajednice. Pitomi kesten je značajno zastupljen u 15 asocijacija: *Epimedio-Carpinetum betuli*, *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, *Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae*, *Blechno-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*, *Potentillo micranthae-Quercetum petraeae*, *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum petraeae*, *Lathyro nigri-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum pubescentis*, *Quercetum frainetto-cerridis*.

Kesten je zabilježen i u sintaksonima *Alnenion glutinoso-incanae*, *Galio odorati-Fagenion* i *Lamio orvalae-Fagenion*. U sintaksonima je kesten prisutan na manje od 40 % snimaka sa stupnjevima udjela 1 i 2 u sloju drveća i grmlja, javlja se sporadično, a ne kao edifikator ili značajno zastupljena vrsta. Asocijacije u kojima se pitomi kesten pojavljuje, ali ne unutar zadovoljavajućih kriterija su: *Carici brizoidis-Alnetum glutinosae*, *Galio odorati-Fagetum*, *Cephalanthero longifoliae-Fagetum*, *Lamio orvalae-Fagetum sylvaticae* i *Festuco drymeiae-Abietetum*. Ove asocijacije su izuzete iz florističke i vegetacijsko-sinekološke analize šuma pitomoga kestena u Hrvatskoj.

Fitocenološki podaci korišteni u ovoj analizi prikazani su izvornim nazivima zajednica kako su objavljene, a sinsistematski položaj usklađen je prema Vukeliću (2012).

Tablica 1: Fitocenološki snimci sintaksona *Erythronio-Carpinion betuli*

Sintakson: <i>Erythronio-Carpinion betuli</i>		
Asocijacija	Broj snimaka	
<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	77	Šugar 1972 (17); Vukelić 1990 (20); Baričević 2002 (15); Medak 2004 (25)
<i>Festuco drymeiae-Carpinetum betuli</i>	39	Vukelić 1990 (20); Vukelić, Pernar i Seletković 1993 (9); Baričević 2002 (10)
<i>Quercu-Carpinetum croaticum*</i>	40	Horvat 1938 (30); Šegulja 1974 (10)

Sintakson *Erythronio-Carpinion betuli* je prikazan asocijacijama *Epimedio-Carpinetum betuli*, *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli* i *Quercu-Carpinetum croaticum*. U klasterku analizu je uzeto 156 fitocenoloških snimaka (Tablica 1). Asocijacije *Quercu-Carpinetum croaticum** je prema Vukeliću (2012) podređena zajednici *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*.

Tablica 2: Fitocenološki snimci sintaksona *Luzulo luzuloidis-Fagenion*

Sintaksona: <i>Luzulo luzuloidis-Fagenion</i>		
Asocijacija	Broj snimaka	
<i>Luzulo-Fagetum</i>	83	Šugar 1972 (14); Šegulja 1974 (11); Hruška Dell'Uomo 1974 (18); Regula-Bevilacqua 1978 (14); Kuzmanić 2009 (5); Škvorc 2011 (14); Šapić 2012 (7)
<i>Blechno-Fagetum</i>	15	Šugar 1972 (7); Hruška Dell'Uomo 1974 (3); Regula-Bevilacqua 1978 (5)
<i>Castaneo-Fagetum</i>	33	Medak 2004 (11); Medak 2009 (16); Šapić 2012 (6)

Podsveza *Luzulo luzuloidis-Fagenion* je prikazana asocijacijama *Luzulo-Fagetum*, *Blechno-Fagetum* i *Castaneo-Fagetum*. Za potrebe analize je uzeta 131 fitocenološka snimka (Tablica 2).

Tablica 3: Fitocenološki snimci sintaksona *Epimedio-Fagenion*

Sintakson: <i>Epimedio-Fagenion</i>		
Asocijacija	Broj snimaka	
<i>Hacquetio-Fagetum</i>	9	Trinajstić 2004 (9)
<i>Fagetum illyricum montanum*</i>	27	Regula-Bevilacqua 1978 (27)
<i>Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae</i>	90	Medak 2009 (85); Šapić 2012 (5)

Podsveza *Epimedio-Fagenion* obuhvaća 126 fitocenoloških snimka asocijacija *Hacquetio-Fagetum*, *Fagetum illyricum montanum* i *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* (Tablica 3). Zajednica *Fagetum illyricum montanum** je prema Vukeliću (2012) podređena zajednici *Hacquetio-Fagetum*.

Tablica 4: Fitocenološki snimci sintaksona *Quercion robori-petraeae*

Sintakson: <i>Quercion robori-petraeae</i>		
Asocijacija	Broj snimaka	
<i>Querco-Castaneetum</i>	179	Horvat 1938 (21); Šugar 1972 (25); Regula-Bevilacqua 1978 (23); Vukelić 1991 (15); Baričević 2002 (6); Medak 2004 i 2009 (83); Šapić 2012 (6)
<i>Potentillo micranthae-Quercetum petraeae</i>	30	Jurkić 2010 (13); Šapić 2012 (17)
<i>Hieracio racemosi-Quercetum petraeae</i>	10	Baričević 2002 (10)
<i>Festuco drymeiae-Quercetum petraeae</i>	18	Hruška-Dell'Uomo 1974 (18)

Sintakson *Quercion robori-petraeae* je prikazan sa 237 snimaka asocijacija *Querco-Castaneetum*, *Potentillo micranthae-Quercetum petraeae*, *Hieracio racemosi-Quercetum petraeae* i *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae* (Tablica 4).

Tablica 5: Fitocenološki snimci sintaksona *Quercion pubescenti-petraeae*

Sintakson: <i>Quercion pubescenti-petraeae</i>		
Asocijacija	Broj snimka	
<i>Lathyro-Quercetum petraeae</i>	31	Šugar 1972 (6); Vukelić 1990 (5); Baričević 2002 (20)
<i>Quercetum frainetto-cerris</i>	9	Trinajstić, Franjić i Samardžić 1996 (9)
<i>Helleboro multifidi-Castaneetum sativae</i>	22	Medak 2009 (22)

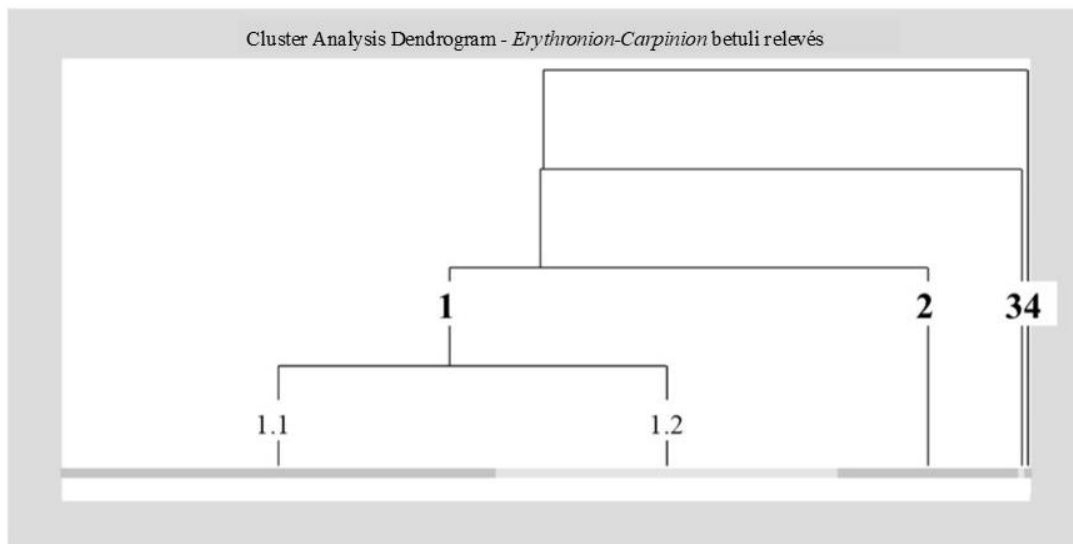
Sintakson *Quercion pubescenti-petraeae* je prikazan sa 62 snimka (Tablica 5) asocijacija *Lathyro-Quercetum petraeae*, *Quercetum frainetto-cerris* i *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae*.

3. REZULTATI

Za svaki viši sintakson provedena je klasteraska analiza. Analizirane su sve fitocenoze u kojima je pitomi kesten edifikator ili značajno zastupljena vrsta. Analiza svakog sintaskona je prikazana u poglavlju Rezultati, a dijagnostičke vrste svakog klastera konačne analize su analizirane u poglavlju Rasprava.

3.1. *Erythronion-Carpinion betuli*

U klasteraskoj analizi sintaksona *Erythronion-Carpinion betuli* je analizirano 156 fitocenoloških snimaka razlučenih u 4 klastera (Slika 6, Tablica 6).



Slika 5: Klasteri dobiveni analizom sintaksona *Erythronion-Carpinion betuli*

U finalnu analizu je uzet klaster 2, a iz daljnje analize izbačeni su klasteri jedan, tri i četiri. Utvrđena je manja pokrovnost *Castanea sativa* u snimcima prvog klastera, a znatno veća kod snimaka drugog klastera gdje je zastupljen u svim slojevima.

Snimci drugoga klastera su acidofilni što se očituje prisutnošću vrsta *Castanea sativa*, *Melampyrum pretense*, *Pteridium aquilinum*, *Luzula luzuloides* i *Gentiana asclepiadea*. Sloj drveća i grmlja čine vrste *Castanea sativa*, *Corylus avellana*, *Acer campestre*, *Crataegus monogyna* i *Cornus sanguinea*. Veća je pojavnost vrsta *Potentilla micrantha* i *Galium sylvaticum* u sloju prizemnog rašća. Mezofilne vrste reda *Fagetalia* (*Cephalanthera longifolia*, *Hedera helix*

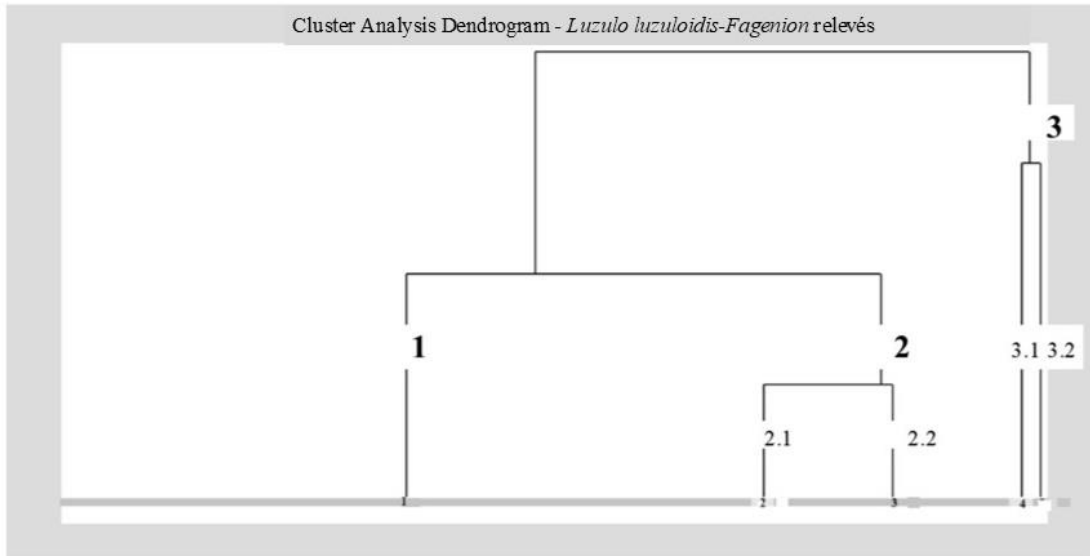
i *Pulmonaria officinalis*) su značajnije prisutne dok su vrste *Carex sylvatica*, *Sanicula europaea*, *Anemone nemorosa* i *Symphytum tuberosum* slabije zastupljene. Slabije je sudjelovanje ilirskih vrsta bukovih šuma (*Aposeris foetida* i *Lamium orvala*).

Tablica 6: Rezultati analize *Erythronion-Carpinion betuli*

Sintakson: <i>Erythronion-Carpinion betuli</i>				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (125)	Podklaster 1.1	<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	46	Šugar 1972 (15); Vukelić 1990 (19); Baričević 2002 (12)
		<i>Quercu-Carpinetum croaticum*</i>	40	Horvat 1938 (30); Šegulja 1974 (10)
	Podklaster 1.2	<i>Festuco drymeiae-Carpinetum betuli</i>	39	Vukelić 1990 (20); Vukelić, Pernar i Seletković 1993 (9); Baričević 2002 (10)
Klaster 2 (29)		<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	29	Vukelić 1990 (1); Baričević 2002 (3); Medak 2004 (25)
Klaster 3 (1)		<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	1	Šugar 1972 (1)
Klaster 4 (1)		<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	1	Šugar 1972 (1)

3.2. *Luzulo luzuloidis*-Fagenion

U analizi podsveze *Luzulo luzuloidis*-Fagenion smo 131 snimku razlučili u 3 klastera (Slika 7, Tablica 7).



Slika 6 Klasteri dobiveni analizom sintaksona *Luzulo luzuloidis*-Fagenion

U finalnu analizu je uzet podklaster 2.2, a iz daljnje analize su izuzeti klasteri jedan, dva (podklaster 2.1) i 3. Na snimcima klastera 1 je utvrđena neznatna pokrovnost *Castanea sativa*, a klaster 3 je obuhvaćeni sa malim brojem snimaka. Snimci podklastera 2.1 imaju veliki udio acidofilnih vrsta, ali manji udio vrste *Castanea sativa*.

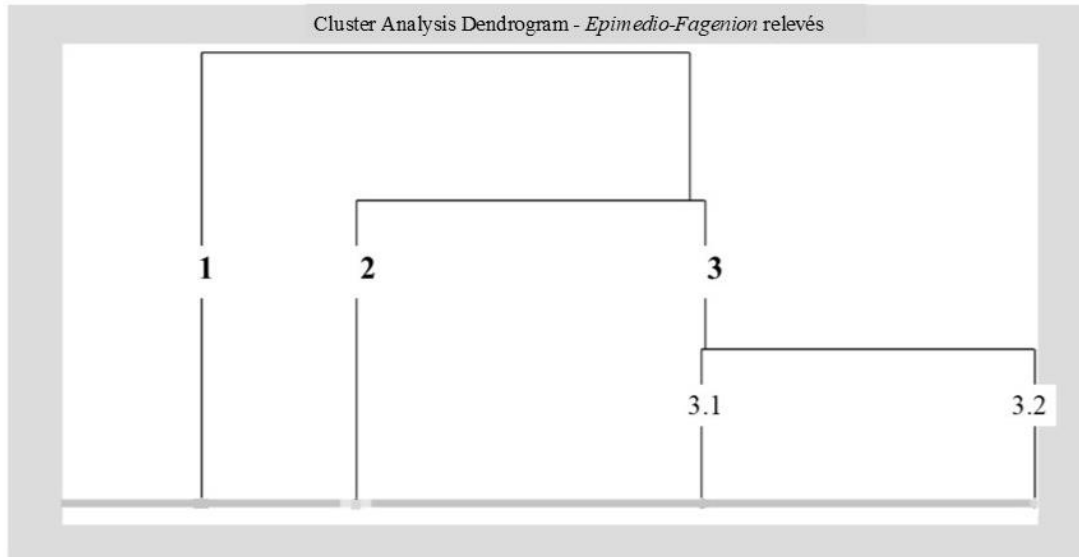
U flornom sastavu podklastera 2.2 *Castanea sativa* je dominantna vrsta, a ostale vrste sloja drveća su: *Carpinus betulus*, *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* i *Abies alba*. Utvrđen je znatan udio vrsta *Cephalanthera longifolia* i *Festuca drymeia*. U sloju prizemnog rašća slabije su zastupljene neutrofilne vrste reda *Fagetalia* (*Dryopteris filix-mas*, *Sanicula europaea* i *Galium odoratum*) i vrste razreda *Quercu-Fagetea* (*Galium sylvaticum* i *Hedera helix*). Od acidofilnih vrsta reda *Quercetalia robori-petraeae* i podsveze *Luzulo-Fagenion* treba naglasiti udio vrsta *Pteridium aquilinum* i *Luzula luzuloides*.

Tablica 7: Rezultati analize podsveze *Luzulo luzuloidis-Fagenion*

Sintakson: <i>Luzulo luzuloidis-Fagenion</i>				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (92)		<i>Luzulo-Fagetum</i>	75	Šugar 1972 (14); Šegulja 1974 (11); Hruška Dell'Uomo 1974 (15); Regula-Bevilacqua 1978 (14); Kuzmanić 2009 (5); Škvorc 2011 (9); Šapić 2012 (7)
		<i>Blechno-Fagetum</i>	15	Šugar 1972(7); Hruška Dell'Uomo 1974 (3); Regula-Bevilacqua 1978 (5)
		<i>Castaneo-Fagetum</i>	2	Šapić 2012 (2)
Klaster 2 (34)	Podklaster 2.1	<i>Luzulo-Fagetum</i>	3	Hruška Dell'Uomo 1974 (3)
	Podklaster 2.2	<i>Castaneo sativae-Fagetum</i>	31	Medak 2009 (27); Šapić 2012 (4)
Klaster 3 (5)	Podklaster 3.1	<i>Luzulo-Fagetum</i>	3	Škvorc 2011 (3)
	Podklaster 3.2	<i>Luzulo-Fagetum</i>	2	Škvorc 2011 (2)

3.3. *Epimedio-Fagenion*

U analizi podsveze *Epimedio-Fagenion* 126 snimaka je razlučeno u 3 klastera (Slika 8, Tablica 6).



Slika 7: Klasteri dobiveni analizom sintaksona *Epimedio-Fagenion*

U finalnu analizu su uzeti podklasteri 3.1 i 3.2. Prvi klaster je izuzet iz daljne analize, a snimcima dominira vrsta *Fagus sylvatica*. Snimci podklastera 3.1 se ističu velikim udjelom acidotermofilnih vrsta. Nema jasnih kriterija za razlikovanje snimaka podklastera 3.2 od onih unutar podklastera 3.1.

Flornim sastavom podklastera 3.1 dominira *Castanea sativa*. U sloju drveća i grmlja značajnije je sudjelovanje vrste *Quercus petrae*; vrsta reda *Rhamno-Prunetea*: (*Prunus avium*, *Crataegus monogyna*, *Pyrus pyraster* i *Ligustrum vulgare*) i termofilnih vrsta reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus*, *Potentilla micrantha*, *Tilia tomentosa*, *Viola hirta* i *Sorbus torminalis*). Slabije je prisutstvo acidofilnih vrsta (*Genista tinctoria* i *Juniperus communis*) u sloju grmlja. U sloju prizemnog rašća zabilježen je povećani udio acidofilnih vrsta reda *Quercetalia robori-petraeae*: *Melampyrum pretense*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum*, *Veronica officinalis*, *Luzula forsteri* i *Luzula luzuloides*. Značajan je udio neutrofilnih vrsta reda *Fagetalia*: *Ruscus hypoglossum*, *Circaea lutetiana*, *Dryopteris filix-mas*, *Brachypodium sylvaticum*, *Mycelis muralis*, *Carex sylvatica* i *Viola reichenbachiana*. Nešto manje su zabilježene vrste vlažnih staništa reda *Molinio-Arhenatherretea* (*Ajuga reptans* i *Prunella vulgaris*), a od mahovina

Polytrichum attenuatum, *Atrichum undulatum* i *Hypnum cupressiforme*. Od ostalih se mogu istaknuti *Hedera helix*, *Galeopsis pubescens* i *Rubus hirtus*.

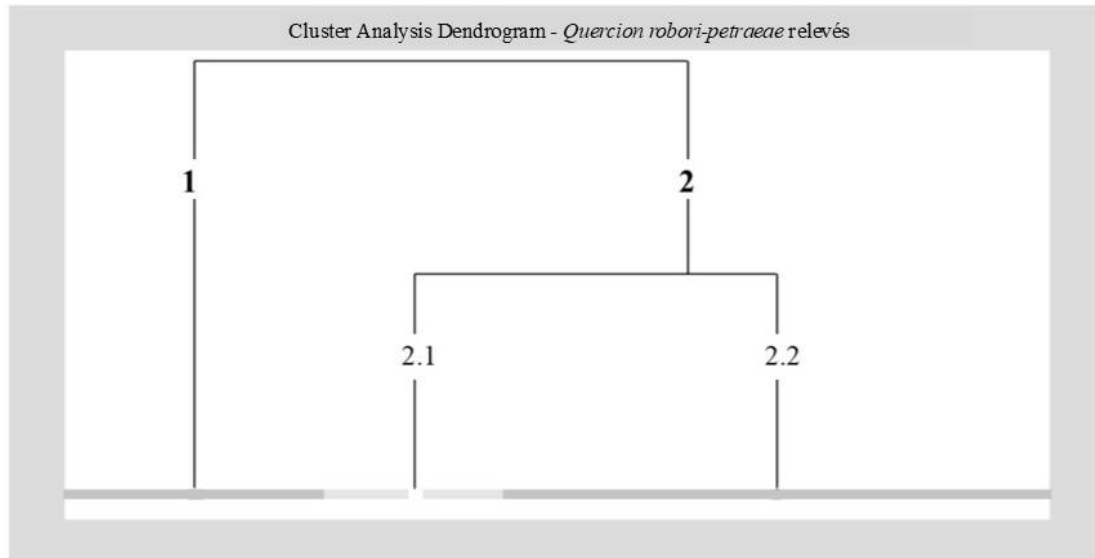
Tablica 6: Rezultati analize sintaksona *Epimedio-Fagenion*

Sintakson: <i>Epimedio-Fagenion</i>				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (36)		<i>Hacquetio-Fagetum</i>	9	Trinajstić 2004 (9)
		<i>Fagetum illyricum montanum</i> *	27	Regula-Bevilacqua 1978 (27)
Klaster 2 (4)		<i>Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae</i>	4	Medak 2009 (1); Šapić 2012 (3)
Klaster 3 (86)	Podklaster 3.1	<i>Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae</i>	85	Medak 2009 (83); Šapić 2012 (2)
	Podklaster 3.2	<i>Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae</i>	1	Medak 2009 (1)

Podklaster 3.2 se ističe udjelom *Castanea sativa* i vrsta *Aposeris foetida*, *Circea lutetiana* i *Pteridium aquilinum*. Česta vrsta sloja drveća je *Fagus sylvatica* dok su vrste *Carpinus betulus*, *Fraxinus ornus*, *Corylus avellana*, *Prunus avium* i *Crataegus monogyna* slabije zastupljene. Od ilirskih vrsta najzastupljenije su: *Primula vulgaris*, *Carex sylvatica*, *Dryopteris filix-mas*, *Viola reichenbachiana*. Ostale često prisutne vrste su: *Rubus hirtus*, *Athyrium filix-femina* i *Galeopsis tetrahit*.

3.4. *Quercion robori-petraeae*

Analizom *Quercion robori-petraeae* je razlučeno 237 fitocenoloških snimaka u 2 klastera (Slika 9, Tablica 7).



Slika 8: Klasteri dobiveni analizom sintaksona *Quercion robori-petraeae*

U finalnu analizu je uzet klaster 2 (podklasteri 2.1 i 2.2). Iz daljnje analize je izuzet klaster jedan koji zbog povećanog udjela termofilnih vrsta odstupa od uzetih podklastera. U prvi je klaster diferenciran jedan snimak *Quercus-Castaneetum sativae typicum* (Horvat 1938), a ostali snimci su klasificirani u treći klaster. Jedan snimak prvog klastera zajedno s cijelim prvim klasterom izostavlja se iz daljnje analize. Snimci podklastera 2.1 i 2.2 su vrlo bliski (Slika 9), ali statistički se razlikuju. Manji udjel *Castanea sativa* imaju snimci podklastera 2.1., ali zato ima veći udio acidofilnih vrsta. Snimci podklastera 2.2 imaju veliki udio *Castanea sativa*, ali zato ima manji udio acidofilnih vrsta.

U fitocenozi podklastera 2.1 je zabilježen manji udio *Castanea sativa* u svim slojevima. Sloj drveća ima manji broj vrsta od kojih valja istaknuti *Quercus petraea* i *Fagus sylvatica*. Vrste sloja drveća zajedno s acidofilnom vrstom *Juniperus communis* jedine su značajno zastupljene vrste sloja grmlja. U sloju prizemnog rašća zabilježen je veliki udio acidofilnih vrsta razreda *Vaccinio-Piceetea*: *Luzula luzuloides*, *Pteridium aquilinum*, *Melampyrum pratense*, *Hieracium murorum*, *Calluna vulgaris*, *Solidago virgaurea* i manjim udjelom vrste *Veronica officinalis*, *Vaccinium*

myrtilus, *Serratula tinctoria* i *Festuca heterophylla*. Utvrđen je i znatan udio acidotermofilnih vrsta *Chamaecytisus supinus*, *Genista germanica* i *Genista tinctoria*. Od mahovina zabilježen je povećani udio *Hypnum cupressiforme* i *Polytrichum attenuatum*.

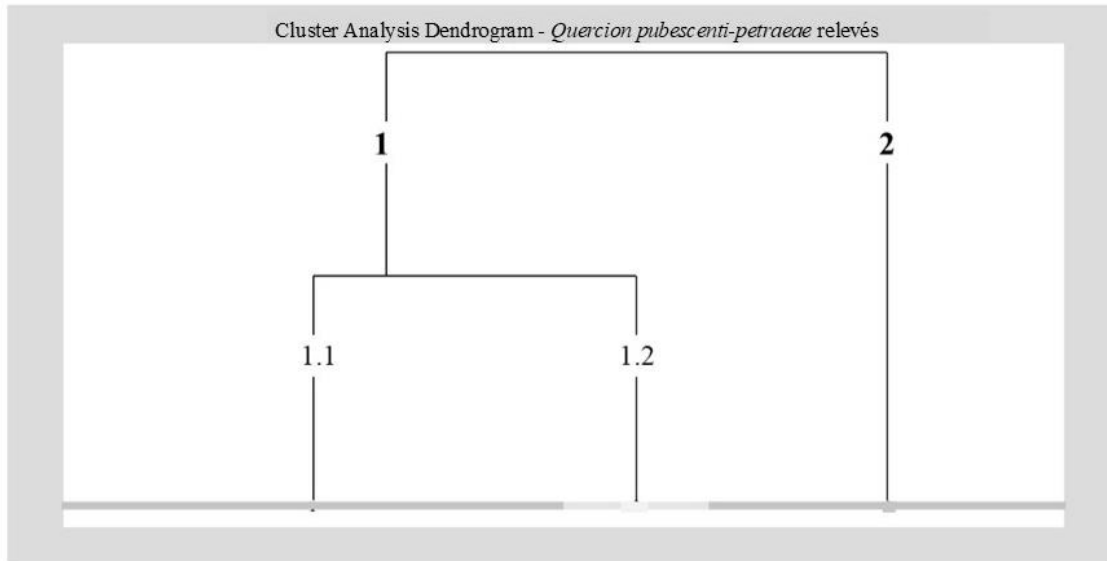
Tablica 7: Rezultati analize *Quercion robori-petraeae*

Sintaksona : <i>Quercion robori-petraeae</i>				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (63)		<i>Quercu-Castaneetum sativae</i>	5	Horvat 1938 (1); Baričević 2002 (4)
		<i>Potentillo micranthae-Quercetum petraeae</i>	30	Jurkić 2010 (13); Šapić 2012 (17)
		<i>Hieracio racemosi-Quercetum petraeae</i>	10	Baričević 2002 (10)
		<i>Festuco drymeiae-Quercetum petraeae</i>	18	Hruška-Dell'Uomo 1974 (18)
Klaster 2 (174)	Podklaster 2.1	<i>Quercu-Castaneetum sativae</i>	43	Horvat 1938 (43)
	Podklaster 2.2	<i>Quercu-Castaneetum sativae</i>	131	Šugar 1972 (25); Vukelić 1991 (15); Baričević 2002 (2); Medak 2004 i 2009 (83); Šapić 2012 (6)

Snimci podklastera 2.2 se ističu povećanim udjelima i ocjenama pokrovnosti vrste *Castanea sativa* u svim slojevima. U sloju drveća uz pitomi kesten dolaze vrste *Fagus sylvatica* i *Quercus petraea*. U sloju grmlja je osim vrsta iz sloja drveća prisutna termofilna vrsta *Fraxinus ornus*. U prizemnom rašću su u nešto manjem omjeru prisutne acidofilne vrste razreda *Vaccinio-Piceetea* i reda *Quercetalia robori-petraeae*: *Gentiana asclepiadea*, *Melampyrum pretense*, *Hieracium racemosum*, *Vaccinium myrtilus*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium racemosum* i *Luzula luzuloides*. Svojim sudjelovanjem se ističe mahovina *Polytrichum* sp.

3.5. *Quercion pubescenti-petraeae*

U analizi *Quercion pubescenti-petraeae* analizirana su 62 fitocenološka snimaka koja su razlučena u 2 klastera (Slika 10, Tablica 8).



Slika 9: Klasteri dobiveni analizom sintaksona *Quercion pubescenti-petraeae*

U finalnu analizu je uzet klaster 2. Iz daljnje analize su izbačeni podklasteri 1.1 i 1.2 zbog smanjenog udijela vrste *Castanea sativa*, a povećanog udjela *Quercus petraea*. Na snimcima podklastera 1.1 je zabilježen veći udio termofilnih vrsta, a na snimcima podklastera 1.2 povećani udio vrste *Quercus frainetto*.

Na snimcima klastera 2 zabilježen je veliki udio *Castanea sativa* u sloju drveća i prizemnog rašća, a znatno manji u sloju grmlja. U sloju prizemnog rašća ističemo značajno sudjelovanje vrsta reda *Quercetalia pubescentis* (*Helleborus multifidus* i *Sesleria autumnalis*). Sloju drveća čine vrste *Corylus avellana*, *Prunus avium* i *Quercus cerris*. Sloj grmlja grade vrste *Corylus avellana*, *Cornus sanguinea*, *Acer campestre*, *Prunus avium* i *Crataegus monogyna*. Znatno je sudjelovanje termofilnih vrsta reda *Quercetalia pubescentis* kao što su *Fraxinus ornus*, *Sorbus torminalis* i *Ligustrum vulgare*. U sloju prizemnog rašća zastupljene su vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Tamus communis*, *Viola hirta* i *Melittis melissophyllum*), mezofilne vrste reda *Fagetalia* (*Salvia glutinosa* i *Campanula trachelium*) i vrsta razreda *Querco-Fagetea* (*Hedera helix*). Slabije su prisutne acidofilne vrste reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Hieracium racemosum* i *Pteridium*

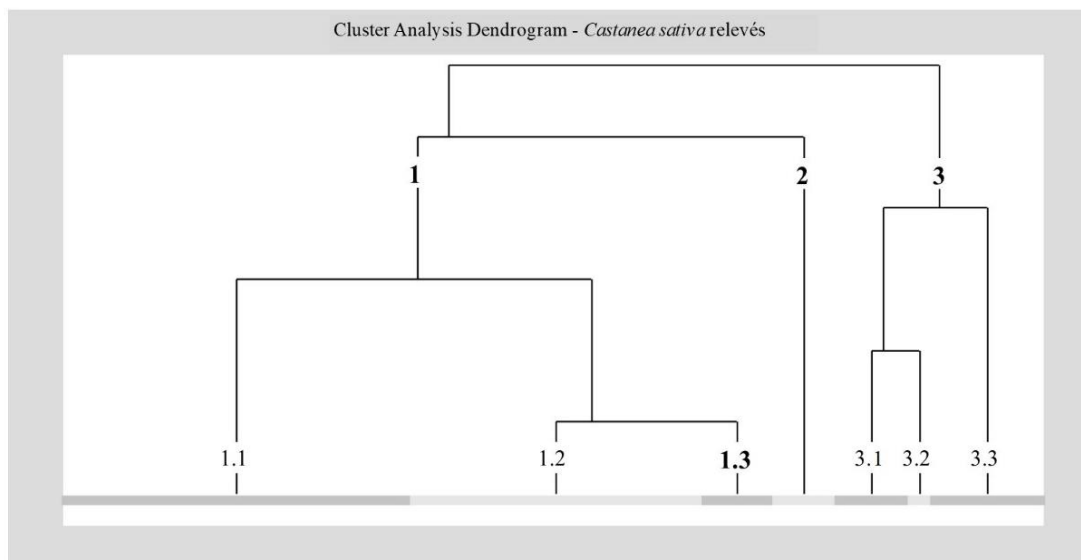
aquilinum). Od ilirskih vrsta zabilježena je samo vrsta *Primula vulgaris*. Prisutne su još i vrste *Clematis vitalba*, *Fragaria vesca* te *Geum urbanum*.

Tablica 8: Rezultati analize *Quercion pubescenti-petraeae*

Sintakson: <i>Quercion pubescenti-petraeae</i>				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (40)	Podklaster 1.1	<i>Lathyro nigri-Quercetum petraeae</i>	31	Šugar 1972 (6); Vukelić 1990 (5); Baričević 2002 (20)
	Podklaster 1.2	<i>Quercetum frainetto-cerridis</i>	9	Trinajstić, Franjić i Samardžić 1996 (9)
Klaster 2 (22)		<i>Helleboro multifidi-Castaneetum sativae</i>	22	Medak 2009 (22)

3.6. Rezultati konačne klusterske analize

U konačnoj klusterskoj analizi statistički su obrađene stratificirane skupine snimaka s izraženim karakteristikama kestenovih sastojina unutar viših sintaksona *Erythronio-Carpinion betuli*, *Luzulo-Fagenion*, *Epimedio-Fagenion*, *Quercion robori-petraeae* i *Quercion pubescenti-petraeae*. Svrha ove konačne analize bilo je jasno definiranje, utvrđivanje i razlikovanje skupine snimaka koje se poistovjećuju sa postojećim zajednica pitomog kestena na području Hrvatske dobivenih primjenom suvremenih statističkih metoda. Klasteri dobiveni ovom analizom definirani su dijagnostičkim vrstama odnosno vrstama najveće *fidelity* vrijednosti.



Slika 10: Rezultati konačne klsterske analize

Konačnom klsterskom analizom (Slika 11, Tablica 9) su analizirana 347 snimka koja su razlučena u 3 osnovna klastera. Unutar klastera 1 je skupina snimaka zajednice *Castaneo-Fagetum* odvojena u podklaster 1.3. Iako je analiza rezultirala sa 3 glavna klastera, podklaster 1.3 kojeg čine isključivo snimci zajednice *Castaneo-Fagetum* u daljnjim analizama Ellenbergovih indeksa (slike 8 i 9) i *fidelity* vrijednosti (tablica 10) tretiran je na razini klastera tj. asocijacije, kako bi se utvrdilo postoje li opravdane florne i ekološke razlike koje diferenciraju neutrofilno-mezofilne snimke na razini asocijacija. Podklaster 1.1 obuhvaća snimke zajednica *Epimedio-Carpinetum betuli*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativa* i nekoliko snimaka *Castaneo-Fagetum* koje su zbog veće srodnosti i bliskosti izdvajaju iz podklastera 1.3 i klasificiraju u ovaj podklaster. Unutar podklastera 1.2 je skupina snimka zajednice *Quercu-Castaneetum* koji se jasno izdvajaju od ostalih snimaka te zajednice diferenciranih u klaster 3. Klaster 3 se dijeli na 3 podklastera koji obuhvaćaju snimke zajednice *Quercu-Castaneetum*.

U klasteru 1 konačnom analizom su obuhvaćena 226 snimka (Tablica 9). U flornom sastavu skupine snimaka klastera 1 je zabilježen značajan udio *Castanea sativa* u svim slojevima. Sloj drveća ima manji broj vrsta od kojih ističemo *Fagus sylvatica* i *Quercus petraea*. U sloju grmlja su osim vrsta iz sloja drveća prisutne *Prunus avium*, *Carpinus betulus*, *Corylus avellana* i termofilna vrsta *Fraxinus ornus*. U sloju prizemnog rašća su prisutne vrste acidofilnog karaktera

reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Pteridium aquilinum*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum pretense* i *Gentiana asclepiadea*). Od ostalih vrsta ističe se prisutnost vrste *Rubus hirtus*.

Tablica 9: Rezultati konačne klsterske analize

Konačna klsterska analiza				
		Asocijacija	Broj snimaka	
Klaster 1 (253)	Podklaster 1.1	<i>Epimedio-Carpinetum betuli</i>	29	Vukelić 1990 (1); Baričević 2002 (3); Medak 2004 (25)
		<i>Castaneo-Fagetum</i>	4	Šapić 2012 (4)
		<i>Aposeridi foetidae-Castaneetum sativa</i>	90	Medak 2009 (85); Šapić 2012 (5)
	Podklaster 1.2	<i>Quercu-Castaneetum</i>	103	Horvat 1938 (5); Regula-Bevilacqua 1978 (2); Vukelić 1991 (11); Medak 2004 i 2009 (79); Šapić 2012 (6)
	Podklaster 1.3	<i>Castaneo-Fagetum</i>	27	Medak 2004 (11) i 2009 (16)
Klaster 2 (22)		<i>Helleboro multifidi-Castaneetum</i>	22	Medak 2009 (22)
Klaster 3 (72)	Podklaster 3.1	<i>Quercu-Castaneetum</i>	27	Horvat 1938 (2); Šugar 1972 (19); Vukelić 1991 (4); Medak 2009 (2)
	Podklaster 3.2	<i>Quercu-Castaneetum</i>	8	Šugar 1972 (6); Medak 2004 (1) i 2009 (1)
	Podklaster 3.3	<i>Quercu-Castaneetum</i>	37	Horvat 1938 (14); Regula-Bevilacqua 1978 (21); Baričević 2002 (2)

Podklaster 1.3 obuhvaća 27 snimaka zajednice *Castaneo-Fagetum* (Tablica 9). Vrsta *Castanea sativa* dominantno je zastupljena u svim slojevima asocijacije. Analizom je zabilježena značajna prisutnost vrsta *Fagus sylvatica* i *Abies alba*, a nešto slabije vrsta *Quercus petraea* i *Carpinus betulus*. Sloj grmlja čine vrste iz sloja drveća *Carpinus betulus*, *Corylus avellana*, *Fagus*

sylvatica i *Fraxinus ornus*. U sloju prizemnog rašća znatno sudjeluju vrste reda *Fagetalia*: *Scrophularia nodosa*, *Euphorbia dulcis*, *Dryopteris filix-mas*, *Galium odoratum*, *Hedera helix*, *Sanicula europaea* i *Festuca drymeia*. Vrste bukovih šuma indikator su svježih, mezofilno-neutrofilnih do slabo kiselih stanišnih prilika. Osim vrsta reda *Fagetalia* zabilježen je značajniji udio acidofilnih vrsta reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Melampyrum pretense*, *Pteridium aquilinum*, *Gentiana asclepiadea* i *Luzula luzuloides*). Od ostalih vrsta je prisutna *Rubus hirtus*.

Klaster 2 obuhvaća 22 snimke zajednice *Helleboro multifidi-Castaneetum* (Tablica 9). U flornom sastavu asocijacije pitomi kesten je prisutan u svim slojevima. U sloju prizemnog rašća pored pitomog kestena dominantno su prisutne vrste *Helleborus multifidus* po kojoj je asocijacije dobila ime i *Sesleria autumnalis*. Sloj drveća ima manji broj vrsta, a svojom prisutnošću se ističu vrste *Quercus cerris* i *Prunus avium*. Sloj grmlja je značajnije razvijen, a čine ga vrste sloja drveća *Prunus avium*, *Acer campestre*, *Corylus avellana* i termofilne vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Fraxinus ornus*, *Ligustrum vulgare* i *Sorbus torminalis*). Sloj prizemnog rašća čine vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Melittis mellisophyllum*, *Tamus communis*, *Fraxinus ornus* i *Viola hirta*); vrste mezofilne bukovih šuma (*Campanula trachelium*, *Primula vulgaris*, *Salvia glutinosa* i *Hedera helix*) i vrsta red *Rhamno-Prunetea* (*Ligustrum vulgare*, *Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba* i *Cornus sanguinea*). Acidofilne vrste reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Pteridium aquilinum* i *Hieracium racemosum*) su slabije zastupljene u sloju prizemnog rašća. Od ostalih vrsta možemo istaknuti udio vrsta *Geum urbanum* i *Fragaria vesca*.

Konačnom klasterskom anaizom klaster 3 obuhvaća 72 snimke zajednice *Quercu-Castaneetum* (Tablica 9). Na snimcima ove zajednice je utvrđen manji udio vrste *Castanea sativa* u svim slojevima. U sloju drveća značajno su prisutne vrste *Quercus petraea* i *Fagus sylvatica*. Sloj grmlja čine vrste sloja drveća. U sloju prizemnog rašća je zabilježen značajan udio vrsta acidofilnog karaktera reda *Quercetalia robori-petraeae* (*Calluna vulgaris*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria*, *Solidago virgaurea*, *Melampyrum pretense*, *Hieracium murorum*, *Genista asclepiadea*, *Vaccinium myrtillus* i *Luzula luzuloides*).

3.7. Analiza Ellenbergovih indeksa

Statističkom analizom Ellenbergovih indikatorskih vrijednosti utvrđene su ekološke razlike između četiri klastera koji predstavljaju 4 zajednice (1 - *Aposerdi foetidae-Castaneetum*, 2 - *Castaneo-Fagetum*, 3 - *Helleboro multifidi* i 4 - *Querco-Castaneetum*). Analizirani su sljedeći ekološki parametri: svjetlost, temperatura, kontinentalnost, vlaga, reakcija tla i sadržaj dušika u tlu (Tablica 10, Slika 12).

Tablica 10: Statistička analiza Ellenbergovih indeksa - Kruskal-Wallisov test

Multiple Comparisons z' values; Light (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =89.07662 p =.0000	
Depend.: Light	1 2 3 4 R:150.03 R:84.700 R:237.05 R:254.93
1	3.116901 3.917618 7.752961
2	3.116901 5.240392 7.360383
3	3.917618 5.240392 0.737002
4	7.752961 7.360383 0.737002

Multiple Comparisons z' values; Temperature (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =48.22940 p =.0000	
Depend.: Temperature	1 2 3 4 R:160.95 R:103.30 R:284.84 R:198.82
1	2.750417 5.577972 2.798669
2	2.750417 6.244660 4.129958
3	5.577972 6.244660 3.545035
4	2.798669 4.129958 3.545035

Multiple Comparisons z' values; Continentiality (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =50.61474 p =.0000	
Depend.: Continentiality	1 2 3 4 R:147.00 R:181.08 R:205.45 R:240.43
1	1.625776 2.631743 6.905277
2	1.625776 0.838438 2.566156
3	2.631743 0.838438 1.441315
4	6.905277 2.566156 1.441315

Multiple Comparisons z' values; Moisture (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =28.47441 p =.0000	
Depend.: Moisture	1 2 3 4 R:185.21 R:193.34 R:74.159 R:155.17
1	0.387750 5.000035 2.220525
2	0.387750 4.099595 1.650436
3	5.000035 4.099595 3.338406
4	2.220525 1.650436 3.338406

Multiple Comparisons z' values; Soil Reaction (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =119.7563 p =0.000	
Depend.: Soil Reaction	1 2 3 4 R:192.70 R:189.44 R:287.27 R:66.676
1	0.155485 4.258058 9.314446
2	0.155485 3.365259 5.308065
3	4.258058 3.365259 9.090753
4	9.314446 5.308065 9.090753

Multiple Comparisons z' values; Nutrients (eco_petra in eco_petra) Independent (grouping) variable: Group No Kruskal-Wallis test: H (3, N= 344) =90.62250 p =0.000	
Depend.: Nutrients	1 2 3 4 R:196.02 R:212.84 R:206.59 R:72.859
1	0.802344 0.475846 9.103055
2	0.802344 0.214957 6.052489
3	0.475846 0.214957 5.511064
4	9.103055 6.052489 5.511064

Vrijednost za parametar svjetla podjednake su za klaster zajednica *Aposeridi-Castaneetum*, *Castaneo-Fagetum* i *Helleboro-Castaneetum*. Klaster 4 (zajednica *Querco-Castaneetum*) se razlikuje povećanim vrijednostima svjetla (Tablica 10, Slika 12).

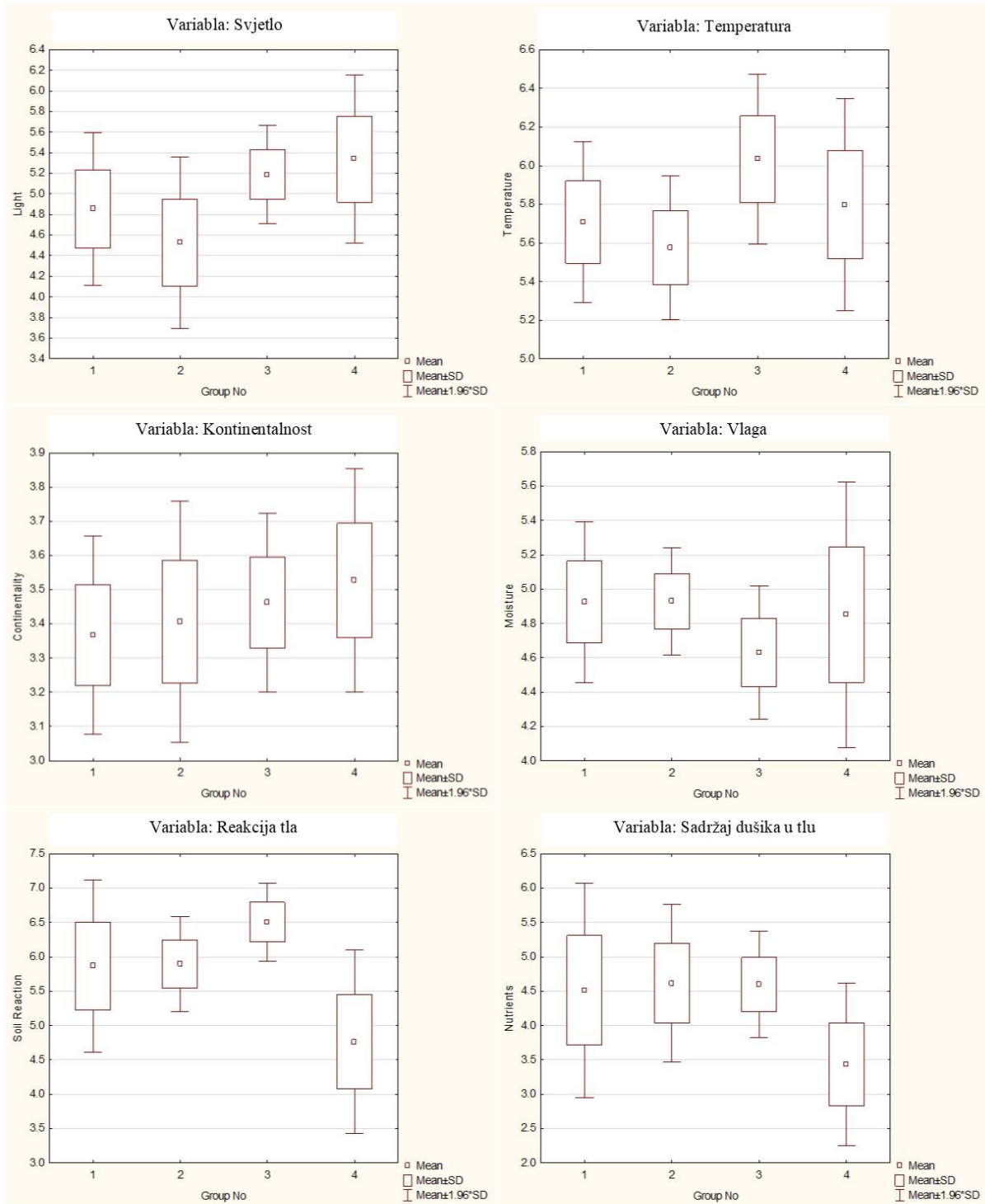
U pogledu temperature svi klasteri tj. zajednice se međusobno statistički razlikuju (Tablica 10). Na grafu (Slika 12) se može vidjeti kako je najtoplija zajednica *Helleboro-Castaneetum*, a najmanje vrijednosti temperature su unutar zajednice klastera 2 (*Castaneo-Fagetum*).

Vrijednosti za parameter kontinentalnost podjednake su za klaster zajednice *Aposeridi-Castaneetum*, *Castaneo-Fagetum* i *Helleboro-Castaneetum*. Povećane vrijednosti kontinentalnosti su unutar klastera 4 (*Querco-Castaneetum*) (Tablica 10, Slika 12).

Promatranjem vrijednosti za parametar vlage uočavamo kako klasteri zajednica *Aposeridi-Castaneetum*, *Castaneo-Fagetum* i *Querco-Castaneetum* imaju podjednake zahtjeve (Slika 12).

Klaster 3 zajednice *Helleboro-Castaneetum* se razlikuje smanjenim vrijednostima vlage (Tablica 10).

U pogledu reakcije tla i sadržaja dušika u tlu klasteri zajednica *Aposeridi-Castaneetum*, *Castaneo-Fagetum* i *Helleboro-Castaneetum* imaju podjednake zahtjeve (Tablica 10). Na grafu (Slika 12) se može vidjeti kako najmanje zahtjeve glede reakcije tla i sadržaja dušika u tlu ima zajednica klastera 4 (*Querco-Castaneetum*).



Slika 12: Dijagrami Box&Whiskers za Ellenbergove ekoindikatorske vrijednosti

4. RASPRAVA

U ovom će se poglavlju objasniti važnost diferencijalnih vrsta i utvrditi koje su vrste ključne za razlikovanje 4 asocijacije pitomog kestena. Dijagnostičke vrste su ključni elementi u određivanju i izlučivanju sintaksona. Služeći se dijagnostičkim vrstama utvrđujemo jasne razlike u flornom sastavu šumske zajednice u odnosu na drugu zajednicu, a utvrđene razlike daju povod za izlučivanje zajednice u novi sinakson. Vrste uzete kao dijagnostičke su one za koje je utvrđen veći *fidelity* koeficijent.

Horvat (1938) je utvrdio karakteristične vrste za fitocenozu *Quercu-Castaneetum sativae*, a to su vrste *Castanea sativa*, *Juniperus communis*, *Hieracium murorum*, *Luzula luzuloides*, *Melampyrum vulgatum*, *Genista germanica*, *Hieracium umbellatum* i *Luzula forsteri*. Za svojstvene vrste asocijacije određuje vrste *Castanea sativa*, *Genista germanica*, *Genista tinctoria* i *Lathyrus montanus*.

Medak (2009) izdvaja asocijacije *Quercu-Castaneetum sativae* i *Castaneo-Fagetum* kao acidofilne kestenove asocijacije. Za asocijaciju *Quercu-Castaneetum* izdvaja karakterističnu vrstu *Melampyrum pretense* i acidofilne vrste *Vaccinium myrtillus*, *Luzula luzuloides*, *Calluna vulgaris* i *Frangula alnus*. Ističe i značajnije prisustvo vrsta iz reda *Quercetalia roboris-petraeae*: *Juniperus communis*, *Gentiana asclepiadea*, *Luzula pilosa*, *Veronica officinalis*, *Festuca heterophylla*, *Cruciata glabra* i *Serratula tinctoria*. Za drugu acidofilnu asocijaciju *Castaneo-Fagetum* izdvaja veliki udio vrsta *Festuca drymeia*, *Cephalanthera longifolia* i *Acer pseudoplatanus*. U sloju grmlja ističe udio termofilnih vrsta (*Fraxinus ornus*, *Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Berberis vulgaris* i *Sorbus aria*) i mezofilnih vrsta bukovih šuma (*Dryopteris filix-mas*, *Dentaria bulbifera*, *Symphytum tuberosum* i *Pulmonaria officinalis*).

Medak (2009) opisuje novu asocijaciju *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae*. Asocijaciju karakterizira kao mezofilnu. Za karakteristične vrste asocijacije izdvaja vrste *Aposeris foetida*, *Circea lutetiana*, *Galeopsis tetrahit*, vrste bukovih šuma (*Dryopteris filix-mas*, *Dentaria bulbifera*, *Symphytum tuberosum*, *Pulmonaria officinalis*, *Viola reichenbachiana*, *Carex sylvatica*, *Athyrium filix-femina*, *Polygonatum multiflorum* i *Asarum europaeum*).

Medak (2009) ističe kako se submediteranske kestenove šume od ostalih kestenovih zajednica ističu svojom termofilnošću. Izdvaja sljedeće termofilne vrste karakteristične za asocijaciju *Helleboro multifidi-Castaneetum sativae*: *Helleborus multifidus*, *Sesleria autumnalis*,

Quercus cerris, *Quercus pubescens*, *Ostrya carpinifolia*, *Carpinus orientalis*, *Crataegus transalpinum*, *Cornus mas*, *Rubus ulmifolius*, *Viola hirta*, *Ruscus aculeatus* i *Arum italicum*.

Pintarić (2020) je u svojem radu definirala prirodne stanišne tipove Zrinske gore. Za svaki stanišni tip je utvrđen skup dijagnostičkih vrsta prema *fidelity* vrijednostima. Statističkom analizom ustanovljava da su stanišni tipovi u kojima je pitomi kesten edifikatorska vrsta slabo diferencirani, a riječ je o sljedećim stanišnim tipovima *Castaneo-Fagetum*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* i *Querco-Castaneetum sativae*. Posebno ističe kako stanišni tip *Castaneo-Fagetum* i pri graničnom *fidelity* indeksu 40 nema niti jednu dijagnostičku vrstu.

Miličević (2020) provodi statističku analizu fitocenoza pitomog kestena sa ciljem definiranja stanišnih tipova pitomog kestena na području kontinentalne Hrvatske. Konstatira kako stanišni tip *Castaneo-Fagetum* u usporedbi s ostalim stanišnim tipovima kestena ima znatno manji broj vrsta. Utvrđuje i izostanak vrsta termofilnog i neutrofilnog karaktera. Dokazuje da stanišni tip nema niti jednu dijagnostičku vrstu koja ga jasno razlikuje od ostalih stanišnih tipova. Glavno obilježje stanišnog tipa *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* su vrste neutrofilnog karaktera. Dijagnostičke vrste ovoga stanišnog tipa u odnosu na ostale stanišne tipove su *Lamium orvala*, *Aremonia agrimonioides*, *Polygonatum multiflorum* i *Ligustrum vulgare*. Stanišni tip *Querco-Castaneetum sativae* definiran je vrstama acidotermofilnog karaktera reda *Quercetalia robori-petraeae*: *Sorbus aria*, *Chamaecytisus nigricans*, *Genista germanica* i *Festuca heterophylla*.

Za 4 klastera dobivena konačnom analizom utvrđene su dijagnostičke vrste, a uzete vrste su s najvećim *fidelity* indeksom. Zbog velike srodnosti asocijacija i nemogućnosti utvrđivanja dijagnostičkih vrsta kod povećane *fidelity* vrijednosti spuštene su kriterij za istu na 20.

Tablica 10: Sinoptička tablica frekvencija i ϕ koeficijenata četiri klastera/asocijacije

Group No. No. of relevés	Klaster 1 226	Klaster 2 25	Klaster 3 22	Klaster 4 71
<i>Polygonatum multiflorum</i>	31 47.2	. ---	. ---	3 ---
<i>Galeopsis tetrahit</i>	25 42.6	. ---	. ---	1 ---
<i>Viburnum opulus</i>	23 32.5	. ---	. ---	8 1.3
<i>Asarum europaeum</i>	22 31.4	8 1.3	. ---	. ---
<i>Circaea lutetiana</i>	44 31.4	24 3.5	18 ---	. ---
<i>Viola reichenbachiana</i>	38 29.1	28 14.7	. ---	7 ---
<i>Symphytum tuberosum agg.</i>	26 27.4	. ---	14 5.1	4 ---
<i>Pyrus pyraeaster</i>	35 25.3	8 ---	9 ---	21 4.1
<i>Aposeris foetida</i>	56 24.8	40 5.3	18 ---	28 ---
<i>Athyrium filix-femina</i>	31 24.2	24 13.8	. ---	7 ---
<i>Pteridium aquilinum</i>	83 20.7	76 11.9	64 ---	42 ---
<i>Abies alba</i>	4 ---	80 78.8	. ---	7 ---
<i>Festuca drymeia</i>	23 ---	92 75.7	. ---	10 ---
<i>Cephalanthera longifolia</i>	34 1.0	84 62.9	14 ---	. ---

<i>Galium odoratum</i>	19	---	64	61.6	.	---	.	---
<i>Doronicum austriacum</i>	9	---	40	45.5	.	---	4	---
<i>Cyclamen purpurascens</i>	12	---	40	39.7	9	---	.	---
<i>Dryopteris filix-mas</i>	34	14.3	52	39.5	.	---	7	---
<i>Scrophularia nodosa</i>	27	5.8	52	39.4	9	---	4	---
<i>Dentaria bulbifera</i>	21	8.2	40	37.8	.	---	3	---
<i>Polypodium vulgare</i>	7	---	36	36.8	.	---	13	---
<i>Carex pilosa</i>	10	---	28	36.7	.	---	.	---
<i>Pulmonaria officinalis</i>	32	19.4	44	36.6	.	---	.	---
<i>Mycelis muralis</i>	35	15.8	48	33.6	9	---	1	---
<i>Picea abies</i>	1	---	20	32.7	.	---	4	---
<i>Sanicula europaea</i>	34	---	64	31.9	45	9.7	6	---
<i>Euphorbia dulcis</i>	31	2.3	52	29.7	18	---	14	---
<i>Acer pseudoplatanus</i>	29	---	56	29.5	23	---	21	---
<i>Ruscus hypoglossum</i>	21	10.1	32	28.4	.	---	6	---
<i>Galium sylvaticum</i>	37	1.2	56	24.4	14	---	37	1.1
<i>Prenanthes purpurea</i>	22	---	44	23.2	.	---	39	17.3
<i>Carpinus betulus</i>	71	15.3	76	21.4	55	---	30	---
<i>Lathyrus vernus</i>	16	13.7	20	20.8	.	---	1	---
<i>Potentilla erecta</i>	13	---	36	20.0	14	---	24	3.1
<i>Helleborus multifidus</i>	.	---	.	---	91	93.9	.	---
<i>Sesleria autumnalis</i>	.	---	.	---	86	90.9	.	---
<i>Crataegus monogyna</i>	47	13.3	.	---	91	66.3	6	---
<i>Quercus cerris</i>	.	---	.	---	59	65.0	8	---
<i>Tamus communis</i>	13	---	.	---	64	63.2	3	---
<i>Viola hirta</i>	3	---	.	---	50	62.9	.	---
<i>Quercus pubescens</i>	.	---	.	---	45	62.0	.	---
<i>Calamintha grandiflora</i>	.	---	.	---	45	62.0	.	---
<i>Clematis vitalba</i>	4	---	.	---	50	61.7	.	---
<i>Salvia glutinosa</i>	17	---	20	---	77	59.7	6	---
<i>Rubus ulmifolius</i>	.	---	.	---	41	58.5	.	---
<i>Ostrya carpinifolia</i>	.	---	.	---	41	58.5	.	---
<i>Cornus mas</i>	4	---	.	---	45	58.1	.	---
<i>Geum urbanum</i>	8	---	.	---	50	57.9	.	---
<i>Carpinus orientalis</i>	.	---	.	---	36	54.8	.	---
<i>Prunus spinosa</i>	5	---	.	---	41	53.4	.	---
<i>Acer campestre</i>	32	1.7	16	---	73	52.2	3	---
<i>Ruscus aculeatus</i>	.	---	.	---	32	50.9	.	---
<i>Polytrichum commune</i>	.	---	.	---	32	50.9	.	---
<i>Acer obtusatum</i>	3	---	.	---	36	50.3	1	---
<i>Cornus sanguinea</i>	31	9.1	.	---	59	47.8	6	---
<i>Euonymus verrucosus</i>	.	---	.	---	27	46.9	.	---
<i>Hedera helix</i>	45	---	64	10.1	95	46.7	17	---
<i>Lonicera caprifolium</i>	17	1.9	.	---	45	46.3	1	---
<i>Ligustrum vulgare</i>	26	9.4	.	---	50	45.0	1	---
<i>Brachypodium sylvaticum</i>	17	---	.	---	45	44.4	4	---
<i>Vincetoxicum hirsutinaria</i>	.	---	.	---	23	42.5	.	---
<i>Ulmus minor</i>	.	---	.	---	23	42.5	.	---
<i>Veronica montana</i>	1	---	.	---	23	41.9	.	---
<i>Sorbus domestica</i>	2	---	.	---	23	40.0	.	---
<i>Melittis melissophyllum</i>	11	---	24	3.3	50	39.8	1	---
<i>Rosa arvensis</i>	19	---	.	---	45	37.3	14	---
<i>Prunus avium</i>	65	6.4	64	4.7	91	36.4	20	---
<i>Hypericum perforatum</i>	7	---	.	---	23	34.1	.	---
<i>Primula vulgaris</i>	38	9.9	20	---	55	31.2	7	---
<i>Campanula trachelium</i>	14	---	40	17.8	50	30.9	1	---
<i>Melica nutans</i>	10	3.4	.	---	23	30.9	.	---
<i>Euphorbia amygdaloides</i>	10	3.4	.	---	23	30.9	.	---
<i>Corylus avellana</i>	58	6.9	56	4.6	77	29.2	17	---
<i>Fragaria vesca</i>	19	---	32	---	55	28.4	21	---
<i>Prunella vulgaris</i>	11	3.2	.	---	23	27.6	3	---
<i>Fraxinus ornus</i>	64	---	80	13.0	91	26.7	44	---
<i>Tanacetum corymbosum</i>	8	---	.	---	23	25.5	8	---
<i>Platanthera bifolia</i>	11	---	.	---	27	25.4	13	---
<i>Veronica chamaedrys</i>	21	5.1	.	---	32	21.1	18	---
<i>Vaccinium myrtillus</i>	22	---	4	---	.	---	63	57.1
<i>Calluna vulgaris</i>	13	---	20	---	.	---	59	49.6
<i>Chamaecytisus supinus</i>	8	---	20	---	.	---	52	46.1
<i>Hieracium murorum</i>	47	---	48	---	41	---	89	37.8
<i>Hieracium umbellatum</i>	2	---	.	---	5	---	25	37.3
<i>Frangula alnus</i>	15	---	24	5.1	.	---	42	31.2

<i>Solidago virgaurea</i>	20	---	12	---	32	3.5	52	29.3
<i>Lathyrus linifolius</i>	10	1.0	.	---	5	---	24	27.9
<i>Genista germanica</i>	19	5.1	12	---	.	---	31	24.9
<i>Genista tinctoria</i>	46	11.0	28	---	18	---	56	22.8
<i>Luzula luzuloides</i>	53	---	92	37.5	.	---	96	41.9
<i>Quercus petraea</i>	75	12.7	92	33.0	.	---	92	32.4
<i>Fagus sylvatica</i>	85	20.1	100	38.8	5	---	86	21.3

Za klaster 1 kojim dominiraju snimci zajednice *Aposeridi foetidae-Castaneetum* analizom je utvrđeno da ima dijagnostičke vrste. Riječ je o neutrofilnim vrstama reda *Fagetalia* (*Fagus sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum*, *Circea lutetiana*, *Viola reichenbachiana* i *Symphytum tuberosum*) i acidofilnim vrsta (*Pteridium aquilinum*, *Aposeris foetida*, *Genista tinctoria* i *Galeopsis tetrahit*). S *fidelity* vrijednosti većom od 20 diferenciraju se vrste reda *Rhamno-Prunetea* (*Viburnum opulus* i *Pyrus pyraeaster*). Od ostalih vrsta prisutna je *Athyrium filix-femina* vrsta visokih zelenih i *Galeopsis tetrahit* vrsta nešumskih staništa.

U klasteru 2 (zajednica *Castaneo-Fagetum*) je utvrđeno veliko sudjelovanje vrsta *Abies alba* i *Carpinus betulus*. Sloj prizemnog rašća grade vrste reda *Fagetalia* (*Festuca drymeia*, *Galium odoratum*, *Dryopteris filix-mas*, *Scrophularia nodosa*, *Dentaria bulbifera*, *Pulmonaria officinalis*, *Mycelis muralis* i *Lathyrus vernus*); vrsta reda *Quercu-Fagetea* (*Cephalanthera longifolia*) i ilirske vrste (*Cyclamen purpurascens*, *Sanicula europaea*, *Euphorbia dulcis*, *Ruscus hypoglossum*, *Galium sylvaticum* i *Prenanthes purpurea*). Vrste *Picea abies* i *Acer pseudoplatanus* izdvajaju se kao diferencijalne vrste ovog klastera zbog 11 snimaka varijante *Abies alba* (Medak, 2009). Ostale zabilježene vrste su *Doronicum austriacum*, *Polypodium vulgare* i *Rubus hirtus*.

Analizom klastera 3 (zajednica *Helleboro-Castaneetum*) potvrđeno je da su vrste *Helleborus multifidus* i *Sesleria autumnalis* uistinu razlikovne vrste asocijacije. Velikim *fidelity* indeksom ističu se vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Tamus communis*, *Viola hirta*, *Quercus pubescens*, *Quercus cerris*, *Ostrya carpinifolia*, *Ruscus aculeatus*, *Eonymus verrucosus*, *Melittis melissophyllum* i *Tanacetum corymbosum*); termofilne vrste (*Fraxinus ornus*, *Cornus mas*, *Acer obtusatum* i *Sorbus domestica*); vrste reda *Fagetalia* (*Calamintha grandiflora*, *Salvia glutinosa*, *Prunus avium*, *Brachypodium sylvaticum*, *Veronica montana*, *Primula vulgaris*, *Campanula trachelium*, *Melica nutans* i *Euphorbia amygdaloides*) i vrste reda *Rhamno-Prunetea* (*Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba*, *Cornus sanguinea*, *Prunus spinosa* i *Ligustrum vulgare*). Znatnim udjelom su prisutne vrste *Carpinion betuli* (*Acer campestre*); vrste reda *Quercu-Fagetea* (*Corylus avellana*, *Lonicera caprifolium*, *Hedera helix*, *Rosa arvensis* i *Platanthera bifolia*) i vrste reda *Molinio-Arhenatherrethea* (*Prunella vulgaris* i *Veronica chamaedrys*). Od ostalih vrsta su prisutne

Rubus ulmifolius, *Geum urbanum*, *Vincetoxicum hirundinaria*, *Hypericum perforatum* i *Fragaria vesca*.

Za klaster 4 (zajednica *Quercus-Castaneetum*) utvrđene su dijagnostičke vrste *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* i acidofilne *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Frangula alnus*, *Hieracium murorum*, *Solidago virgaurea*, *Lathyrus linifolius* i *Luzula luzuloides*. Kao dijagnostička izdvaja se i *Hieracium umbellatum*, vrsta nešumskih staništa.

5. ZAKLJUČAK

U sklopu ovoga istraživanja provedena je sveobuhvatna statistička analiza kojom je obrađeno 712 fitocenoloških snimaka zajednica u kojima je kesten značajno zastupljen. Svi relevantni zaključci vezani za diferencijaciju fitocenoza pitomog kestena doneseni su primjenom statističkih analiza. Stratifikacijom je izlučeno 347 fitocenoloških snimka čijom su analizom utvrđena 4 klastera koji odgovaraju zajednicama pitomoga kestena. Radi izrazito velike sličnosti snimaka i srodnosti asocijacija za potrebe izlučivanja diferencijalnih vrsta određen je granični *fidelity* indeks 20.

Zajednica *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* rezultatima klusterske analize obuhvaća 90 snimaka izvorno određenih kao ta asocijacija, 29 snimaka izvorno opredjeljenih kao asocijacija *Epimedio-Carpinetum betuli*, 4 snimke opredjeljene kao asocijacija *Castaneo-Fagetum* i 103 snimke opisane kao *Querco-Castaneetum sativae*. Diferencijalne vrste ove zajednice su neutrofilne vrste reda *Fagetalia* (*Fagus sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum*, *Circea lutetiana*, *Viola reichenbachiana* i *Symphytum tuberosum*) i manji broj acidofilnih vrsta (*Pteridium aquilinum*, *Aposeris foetida* i *Genista tinctoria*). Povećanim učešćem u flornom sastavu su prisutne vrste reda *Rhamno-Prunetea* (*Viburnum opulus* i *Pyrus pyraster*). Analiza Ellenbergovih indeksa je pokazala da je najneutrofilna zajednica *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* florno-ekološki najsirodnija zajednici *Castaneo sativae-Fagetum*.

Zajednica *Castaneo-Fagetum* rezultatima klusterske analize obuhvaća 27 snimaka izvorno klasificirane kao ta zajednica. Diferencijalne vrste u sloju drveća su *Abies alba*, *Carpinus betulus*, *Picea abies* i *Acer pseudoplatanus*. U sloju prizemnog rašća povećanom *fidelity* vrijednosti su prisutne vrste reda *Fagetalia* (*Festuca drymeia*, *Galium odoratum*, *Dryopteris filix-mas*, *Scrophularia nodosa*, *Dentaria bulbifera*, *Pulmonaria officinalis*, *Mycelis muralis* i *Lathyrus vernus*); reda *Querco-Fagetea* (*Cephalanthera longifolia*) i ilirske vrste (*Cyclamen purpurascens*, *Sanicula europaea*, *Euphorbia dulcis*, *Ruscus hypoglossum*, *Galium sylvaticum* i *Prenanthes purpurea*). Klusterskom analizom i analizom Ellenbergovih indeksa utvrđena je velika srodnost sa zajednicom *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae*, što potvrđuje i vrlo mali broj razlikovnih vrsta. Florno-ekološku diferencijaciju ove zajednice naglašava 11 snimaka varijante *Abies alba* (Medak, 2009).

Zajednica *Helleboro multifidi-Castaneetum* uključuje 22 snimke izvorno opisane kao ta asocijacija. Zajednicu jasno diferenciraju vrste reda *Quercetalia pubescentis* (*Tamus communis*, *Viola hirta* i *Quercus pubescens*); reda *Fagetalia* (*Calamintha grandiflora*, *Salvia glutinosa* i *Prunus avium*); reda *Rhamno-Prunetea* (*Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba* i *Prunus spinosa*) i termofilne vrste (*Cornus mas*, *Ligustrum vulgare*, *Fraxinus ornus* i *Sorbus domestica*). Analizom Ellenbergovi indeksa zajednica se od ostalih statistički značajno razlikuje u pogledu parametara vlage i temperature.

Prema rezultatima konačne klusterske analize zajednica *Querco-Castaneetum* obuhvaća 72 snimka izvorno opisanih kao ta asocijacija. Dijagnostičke vrste zajednice su: *Quercus petraea*, *Fagus sylvatica* i acidofilne *Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Frangula alnus*, *Hieracium murorum*, *Solidago virgaurea*, *Lathyrus linifolius* i *Luzula luzuloides*. Analizom Ellenbergovih indeksa je utvrđeno da se *Querco-Castaneetum* statistički značajno razlikuje kao najacidofilnija zajednica u odnosu na ostale 3 zajednice.

U istraživanju je provedena floristička i vegetacijsko-sinekološka analiza šuma pitomog kestena kojom su utvrđena 4 stanišna tipa s pitomim kestenom. Stanišni tipovi su diferencirani sa skupom dijagnostičkih vrsta. Rezultati istraživanja će imati primjenu u praksi prilikom kartiranja i identificiranja šumskih stanišnih tipova prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS), NATURA 2000 i EUNIS klasifikaciji.

6. ZAHVALE

Željela bih zahvaliti svojoj mentorici doc. dr. sc. Ireni Šapić na strpljivosti, pristupačnosti, korisnim savjetima i konstruktivnim kritikama koje su me usmjeravale tijekom pisanja, pomoći i velikom zalaganju koju sam dobila prilikom izrade ovoga rada.

Posebno hvala mojim roditeljima i sestrama na neizmjernoj podršci i potpori. Mojim prijateljicama Jeleni, Heleni i Andrei na strpljenju, podršci i motivaciji prilikom pisanja ovoga rada.

7. LITERATURA

- Anić, M., 1940: Pitomi kesten u Zagrebačkoj gori. Glasnik za šumske pokuse 7: 103-312.
- Baričević, D., 2002: Sinekološko-fitocenološke značajke šumske vegetacije Požeške i Babje gore. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dizertacija: 175 str.
- Braun-Blanquet, J., 1964: Pflanzensoziologie Grundzüge der Vegetationskunde. Springer WienNew York: 865 str.
- Conedera, M., P. Krebs, W. Pradella, D. Torriani, 2004a: The cultivation of *Castanea sativa* Mill. in Europe, from its origin to its diffusion on a continental scale. Veget Hist Archaeobot, 13: 161-179.
- Conedera, M., M. C. Manetti, F. Giudici, E. Amorini, 2004b: Distribution and economic potential of the Sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Europe. Ecol. Med., 30: 179-193.
- Dane, F., P. Lang, H. Huang, Y. Fu, 2003: Intercontinental genetic divergence of *Castanea* species in eastern Asia and eastern North America. Heredity, 91: 314-321.
- Ellenberg, H., C. Leuschner, H. Dierschke, 2010: Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen: in Ökologischer, dynamischer and historischer Sicht. 6., vollständig neu bearbeitete und stark erweiterte Auflage Stuttgart: Ulmer.
- Fernández-López, J., R. Alía, 2003: Tehnical Guidelines for genetic conservation and use for chesnut (*Castanea sativae* Mill.). EUFORGEN International Plant Genetic Resources Institute, 6 str. Rome.
- Glavaš M., 2004: Pitomi kesten i njegova bolest (*Castane sativa* Mill.). Glasnik zaštite bilja 6/2004, 97-102.
- Glišić, M., 1954: Prilog poznavanju fitocenoza pitomog kestena i bukve u Bosni. Šumarstvo VII, 162-175, Beograd.
- Hennekens, S.M., J.H. Schaminée, 2001: TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. Journal of Vegetation Science, 12: 589-591.

- Horvat, I., 1938: Biljnosociološka istraživanja šuma u Hrvatskoj. Glasnik za šumske pokuse 6: 127-279.
- Horvat, I., 1962: Vegetacija planina zapadne Hrvatske. Acta biologica 2., Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti Zagreb, 30: 1-179.
- Idžojić M., 2004: Listopadno drveće i grmlje u zimskom razdoblju. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb: 55 str.
- Idžojić M., 2009: Dendrologija lista. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb: 185 str.
- Idžojić M., M. Zebec, I. Poljak, J. Medak, 2009: Variation of sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) populations in Croatia according to the morphology of fruits. Sauteria, 18: 232-333.
- Idžojić M., 2013: Dendrologija cvijet, češer, plod, sjeme. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zagreb: 118 str.
- Johnson, G. P., 1988: Revision of *Castanea* sect. *Balanocastanon* (*Fagaceae*). J Arnold Arboretum, 69: 25-49.
- Lang, P., F. Dane, T. L. Kubisiak, 2006: Phylogeny of *Castanea* (*Fagaceae*) based on chloroplast *trn* T-L-F sequence data. Tree Genet. Genom., 6: 735-744.
- Matošević, D., M. Pernek, B. Hrašovec, 2010: Prvi nalazi kestenove ose šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*) u Hrvatskoj. Šumarski list 9-10 (2010): 497-502.
- Medak, J., 2004: Fitocenološke značajke šuma pitomog kestena u sjeverozapadnoj Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, magistarski rad: 126 str.
- Medak, J., 2009: Šumske zajednice i staništa pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, dizertacija: 165 str.
- Medak, J., M. Idžojić, S. Novak-Agbaba, M. Ćurković-Perica, I. Mujić, I. Poljak, D. Juretić, Ž. Prgomet, 2009: Croatia, U: D. Avanzato (ur.): Following chesnut footprints (*Castanea* spp.) – Cultivation and culture, folklore and history, traditions and use. Scripta Horticulture, 9: 40-43.

- Miličević, A., 2020: Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) u Nacionalnoj klasifikaciji staništa na području kontinentalne Hrvatske. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, diplomski rad: 32 str.
- Novak-Agbaba, S., B. Liović, M. Pernek, 2000: Prikaz sastojina pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) u Hrvatskoj i zastupljenost hipovirulentnih sojeva gljive *Cryphonectria parasitica* (Murr.) Barr.. Šumarski institut Jastrebarsko, Radovi, br. 35 (1): 91-110.
- Pintarić, L., 2020: Šumarski stanišni tipovi Zrinske gore prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa i europskim klasifikacijama. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, diplomski rad: 53 str.
- Regula-Bevilacqua, Lj., 1979: Acidofilne šume razreda *Quercetea robori-petraeae* Br.Bl. Et Tx. 1943 na području Strahinščice. Drugi kongres ekologe Jugoslavije II: 1019-1031.
- StatSoft, Inc. (2012). Electronic Statistics Textbook. Tulsa, OK: StatSoft. WEB:
<http://www.statsoft.com/textbook/>.
- Šapić, I., 2012: Šumska vegetacija Zrinske gore. Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, doktorska dizertacija: 216 str.
- Šugar, I., 1972: Biljni svijet Samoborskog gorja. Dizertacija, Sveučilište u Zagrebu.
- Tichý, L., 2002: JUICE, software for vegetation classification. Journal of Vegetation Science 13: 451–453.
- Vukelić, J., 1991: Šumske zajednice i staništa hrasta kitnjaka. Glasnik za šumske pokuse 27: 1-82.
- Vukelić J., 2012: Šumska vegetacija Hrvatske. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Državni zavod za zaštitu prirode, Zagreb: 403 str
- Wang, Y., M. Kang, H. Huang, 2008: Microsatellite Loci Transferability in Chestnut. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 133 (5): 692-700.
- Westhoff, V., E. van der Maarel, 1973: The Braun-Blanquet Approach. In: Whittaker, R.H. (ur.) Ordination and Classification of Communities. The Hague, W.Junk: 617-726.

Wraber, M., 1957: Biljnosociološki prikaz kestenovih šuma Bosne i Hercegovine. Godišnjak
Biološkog instituta Univerziteta u Sarajevu XI (1958), Sarajevo.

8. SAŽETAK

U šumskoj vegetaciji Hrvatske pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.) sudjeluje u flornom sastavu 20 asocijacija. U pet asocijacija javlja se sporadično, a značajno je zastupljen u 15 asocijacija, od čega je edifikatorska vrsta 4 asocijacije. Zajednice s pitomim kestenom kao edifikatorom su: šuma bukve s pitomim kestenom (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić /1979/1995), šuma pitomog kestena s prasećim zeljem (*Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011), šuma pitomog kestena s hrastom kitnjakom (*Querco-Castaneetum sativae* Horvat 1938) i šuma pitomog kestena s krškim kukurjekom (*Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Anić/1953/ Medak 2009).

Prilikom sistematiziranja i istraživanja sastojina pitomoga kestena nisu se provodile sustavne fitocenološke analize. Rezultat toga je nemogućnost izdvajanja skupa dijagnostičkih vrsta ključnih za razlikovanje četiri zajednice (stanišna tipa) pitomoga kestena. Problematikom diferencijacije stanišnih tipova na osnovi fitocenoloških podataka prema izvornom opredjeljenju autora snimaka bavile su se Miličević (2020) i Pintarić (2020). Pintarić (2020) provedbom statističke analize zaključuje da su stanišni tipovi *Castaneo-Fagetum*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* i *Querco-Castaneetum sativae* na području Zrinske gore vrlo slabo diferencirani. Analizom stanišnih tipova pitomog kestena kontinentalne Hrvatske Miličević (2020) je utvrdila kako stanišni tip *Castaneo-Fagetum* nema niti jednu dijagnostičku vrstu kojom bi se razlikovao od ostalih stanišnih tipova pitomoga kestena.

S ciljem utvrđivanja flornih i vegetacijsko-sinekoloških razlika asocijacija pitomoga kestena provedena je sveobuhvatna statistička analiza fitocenoloških snimaka svih zajednica u kojima je pitomi kesten značajno zastupljen (frekvencija najmanje 40 %), bez obzira na izvorno opredjeljenje autora određenoj zajednici. Obuhvaćeno je 15 asocijacija: *Epimedio-Carpinetum betuli*, *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, *Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae*, *Blechno-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*, *Potentillo micranthae-Quercetum petraeae*, *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum petraeae*, *Lathyro nigri-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum pubescentis*, *Quercetum frainetto-cerridis*.

Multivarijantnom analizom obrađeno je ukupno 712 fitocenoloških snimaka. Fitocenološki snimci su u analitičkom obliku unešeni u Turboveg (Hennekens & Schaminée 2001). U programu Juice 7.0 (Tichý 2002) provedena je multivarijantna klsterska analiza te su određene dijagnostičke

vrste. Vrste s *fidelity* (ϕ) koeficijentom većim od 20 uzete su u obzir kao dijagnostičke. Za definiranje ekoloških uvjeta korištene su Ellenbergove indikatorske vrijednosti (Ellenberg i Leuschner, 2010). Statistička analiza ekoloških podataka provedena je u programu STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc.). Stratificirane su 347 fitocenološke snimke. Klusterskom analizom utvrđena su 4 klastera koja odgovaraju zajednicama pitomog kestena.

Dijagnostičke vrste zajednice *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* su neutrofilne vrste reda *Fagetalia* (*Fagus sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum*, *Circea lutetiana*, *Viola reichenbachiana* i *Symphytum tuberosum*) i manji broj acidofilnih vrsta (*Pteridium aquilinum*, *Aposeris foetida* i *Genista tinctoria*). Analiza Ellenbergovih indeksa je pokazala da je zajednica florno-ekološki najsirodnija zajednici *Castaneo sativae-Fagetum*.

Analizom zajednice *Castaneo-Fagetum* utvrđene su dijagnostičke vrste *Abies alba*, *Carpinus betulus*, *Picea abies* i *Acer pseudoplatanus*. Glavni razlog izdavanja zajednice *Castaneo-Fagetum* od *Aposeridi-Castaneetum* su značajne florno-ekološke različitosti istaknute na 11 snimaka varijate *Abies alba*.

Zajednicu *Helleboro multifidi-Castaneetum* diferenciraju mezofilne vrste reda *Fagetalia* (*Calamintha grandiflora*, *Salvia glutinosa* i *Prunus avium*) i termofilne vrste (*Cornus mas*, *Fraxinus ornus*, *Sorbus domestica* i *Ligustrum vulgare*). Bazofilne submediteranske kestenove šume statistički se značajno razlikuju u odnosu na preostale kontinentalne zajednice pitomog kestena u pogledu ekoloških parametara.

Provedbom analize zajednice *Quercu-Castaneetum* utvrđene su acidofilne dijagnostičke vrste (*Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Frangula alnus*, *Hieracium murorum*, *Solidago virgaurea*, *Lathyrus linifolius* i *Luzula luzuloides*). Analizom Ellenbergovih indeksa je utvrđeno da se acidofilni *Quercu-Castaneetum* statistički značajno razlikuje od preostalih zajednica pitomog kestena.

Svi iznjeti zaključci vezanih za klasifikaciju fitocenoza pitomog kestena doneseni su primjenom statističkih analiza. Statističkom analizom su sistematizirane sve sastojine pitomog kestena za koje prilikom njihova istraživanja i klasifikacije nisu provedene sustavne fitocenološke analize.

Rezultat ovog istraživanja je identificiran skup dijagnostičkih vrsta zajedno s florističkom i vegetacijsko-sinekološkom analizom šuma pitomog kestena kojim su utvrđena 4 stanišna tipa s pitomim kestenom u Republici Hrvatskoj. Dobiveni rezultati će pronaći praktičnu primjenu u

identifikaciji i kartiranju šumskih stanišnih tipova prema Nacionalnoj klasifikaciji staništa (NKS), NATURA 2000 i EUNIS klasifikaciji.

Ključne riječi: zajednice pitomog kestena, ekološki čimbenici, vegetacijsko-sinekološka obilježja, statistička analiza, dijagnostičke vrste

9. SUMMARY

In the forest vegetation of Croatia sweet chestnut (*Castanea sativa* Mill.) participates in floral composition of 20 associations. In five associations it appears sporadically, and is significantly represented in 15 associations, of which the edificatory species is in 4 associations. Forest communities with sweet chestnut as an edificator are: beech forest with sweet chestnut (*Castaneo sativae-Fagetum* Marinček & Zupančić / 1979/1995), sweet chestnut forest with pig cabbage (*Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* Medak 2011), sweet chestnut with sessile oak (*Quercu-Castaneetum sativae* Horvat 1938) and the the chestnut forest with karst corn (*Helleboro multifidi-Castaneetum sativae* Anić/1953/ Medak 2009).

No systematic phytocenological analyzes were performed during the systematization and research of chestnut communities. The result is the inability to extract a set of diagnostic species crucial for distinguishing the four communities (habitat type) of a sweet chestnut. Miličević (2020) and Pintarić (2020) dealt with the problem of differentiation of habitat types on the basis of phytocenological data according to the original orientation of the authors relevés. Pintarić (2020) concluded using statistical analysis that the habitat types of *Castaneo-Fagetum*, *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* and *Quercu-Castaneetum sativae* in the Zrinska Gora area are very poorly differentiated. By analyzing habitat types of sweet chestnut in continental Croatia Miličević (2020) determined that habitat type *Castaneo-Fagetum* does not have a single diagnostic species that would distinguish it from other habitat types of the sweet chestnut.

In order to determine floral and vegetation-synecological differences of sweet chestnut associations, a comprehensive statistical analysis of phytocenological relevés from all communities in which sweet chestnut is significantly represented was carried out (frequency at least 40 %), regardless of the authors original commitment to a particular community. In statistical analysis 15 associations are included: *Epimedio-Carpinetum betuli*, *Festuco drymeiae-Carpinetum betuli*, *Luzulo luzuloidis-Fagetum sylvaticae*, *Blechno-Fagetum*, *Hacquetio-Fagetum*, *Potentillo micranthae-Quercetum petraeae*, *Festuco drymeiae-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum petraeae*, *Lathyro nigri-Quercetum petraeae*, *Molinio arundinaceae-Quercetum pubescentis*, *Quercetum frainetto-cerridis*.

A total of 712 phytocenological relevés were processed by multivariate analysis. Relevés were entered in analytical form into the TURBOVEG database (Hennekens & Schaminée 2001).

In the program Juice 7.0 (Tichý 2002), a multivariate cluster analysis was performed and diagnostic species were determined. Species with a fidelity (ϕ) coefficient higher than 20 were considered diagnostic. Ellenberg indicator values were used to define ecological conditions (Ellenberg and Leuschner, 2010). Statistical analysis of ecological data was performed in software STATISTICA 8.0 (StatSoft Inc.). Total of 347 phytocenological relevés were stratified. The cluster analysis has identified 4 clusters that correspond as forest communities of sweet chestnut.

Diagnostic species of community *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* are neutrophilic species of the order *Fagetalia* (*Fagus sylvatica*, *Polygonatum multiflorum*, *Asarum europaeum*, *Circea lutetiana*, *Viola reichenbachiana* and *Symphytum tuberosum*) and a smaller number of acidophil species (*Pteridium aquilinum*, *Aposeris foetida* and *Genista tinctoria*). The analysis of Ellenberg values showed that forest community is closely related to the *Castaneo sativae-Fagetum* community in terms of floristic composition and ecology.

Diagnostic species *Abies alba*, *Carpinus betulus*, *Picea abies* and *Acer pseudoplatanus* were identified as diagnostic for *Castaneo-Fagetum* by community analysis. The main reason for distinguishing *Castaneo-Fagetum* community from *Aposeridi-Castaneetum* is the significant floral-ecological differences highlighted in 11 relevés of the variety *Aposeridi foetidae-Castaneetum sativae* var. *Abies alba* (Medak, 2009).

The *Helleboro multifidi-Castaneetum* community is differentiated by mesophilic species of the order *Fagetalia* (*Calamintha grandiflora*, *Salvia glutinosa* and *Prunus avium*) and thermophilic species (*Cornus mas*, *Fraxinus ornus*, *Sorbus domestica* and *Ligustrum vulgare*). Basophilic submediterranean chestnut forests are statistically significantly different compared to other continental chestnut communities.

Acidophilic diagnostic species (*Vaccinium myrtillus*, *Calluna vulgaris*, *Chamaecytisus supinus*, *Genista tinctoria*, *Genista germanica*, *Frangula alnus*, *Hieracium murorum*, *Solidago virgaurea*, *Lathyrus linifolius* and *Luzula luzuloides*) for *Querco-Castaneetum* were determined by community analysis. Analysis of Ellenberg ecological values showed that *Querco-Castaneetum* community differs statistically significantly as the most acidophilic compared to other chestnut communities.

All the presented conclusions related to the classification of chestnut phytocenoses were made using statistical analysis. Statistical analysis systematized all chestnut communities for

which no systematic phytocenological analyzes were performed during their research and classification.

The result of this research is an identified set of diagnostic species together with floristic and vegetation-synecological analysis of chestnut forests, which identified 4 habitat types with chestnut in the Republic of Croatia. The obtained results will find practical application in the identification and mapping of forest habitat types according to the National Habitat Classification (NCS), NATURA 2000 and EUNIS classification.

Keywords: sweet chestnut communities, ecological factors, vegetation-synecological characteristics, statistical analysis, diagnostic species

10. ŽIVOTOPIS

Petra Matak rođena je 06.06. 1997. godine u Vinkovcima. Osnovnu školu je pohađala u Ivankovu, a opću gimnaziju u Vinkovcima. Šumarski fakultet sveučilišta u Zagrebu upisala je 2016. godine. Dobitnica je STEM stipendije u biotehničkom znanstvenom području 2018. godine. Titulu sveučilišne prvostupnice stječe 2019. godine sa završnim radom na temu „ Model upravljanja prašumama na primjeru prašume Prašnik kod Okučana“. Povodom dana fakulteta 2019. godine dobila je posebnu nagradu za najbolje studente Šumarskog fakulteta. Trenutno je na posljednjoj godini diplomskog studija Uzgajanja i uređivanja šuma s lovnim gospodarenjem.