

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

Ida SEDLAR

**VZROKI SUŠENJA GRADNA (*Qercus petraea*)  
V KRAJEVNI ENOTI ADLEŠIČI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2009

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

Ida Sedlar

**VZROKI SUŠENJA GRADNA (*Quercus petraea*)  
V KRAJEVNI ENOTI ADLEŠIČI**

DIPLOMSKO DELO  
Univerzitetni študij

**DIEBACK OF SESSILE OAK (*Quercus petraea*)  
IN THE LOCAL UNIT ADLEŠIČI**

GRADUATION THESIS  
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva in obnovljivih gozdnih virov. Opravljeno je bilo na Katedri za varstvo gozdov in ekologijo prostozivečih živali Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in na Oddelku za varstvo gozdov Gozdarskega inštituta Slovenije. Terensko delo je bilo opravljeno v KE Adlešiči, ki spada v GGO Novo mesto.

Komisija za študijska in študentska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 1. avgusta 2005 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Dušana Jurca, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

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

Ida Sedlar

**KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA**

ŠD	Dn
DK	GDK 416.16:176.1 <i>Quercus petraea</i> (497.4 Adlešiči)(043.2)=163.6
KG	sušenje hrastov/propadanje hrastov/propadanje gozdov/graden/ <i>Quercus petraea/Cryphonectria parasitica/Collybia fusipes</i>
AV	SEDLAR, Ida
SA	JURC, Dušan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2009
IN	VZROKI SUŠENJA GRADNA ( <i>Qercus petraea</i> ) V KRAJEVNI ENOTI ADLEŠIČI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	IX, 54 str., 3 pregl., 35 sl., 0 pril., 48 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	

V diplomskem delu smo poskušali odkriti vzroke propadanja gradna (*Quercus petraea*) v KE Adlešiči in s tem dati prispevek k poznavanju teh gozdov. V ta namen smo jeseni leta 2006 in 2007 opravili obhode sestoja pri čemer smo bili pozorni na trosnjake gliv, ki se v tem času razvijejo. Spomladi leta 2007 smo nabrali vzorce potencialnih povzročiteljev bolezni s propadajočih dreves v času njihovega poseka. Nabранe vzorce smo na Gozdarskem inštitutu Slovenije mikroskopirali, slikali in na podlagi trosov in trosišč določili. Našli in določili smo 9 vrst različnih gliv, ki so bolj ali manj znane kot spremeljevalke pojava propadanja hrastov. V sestoju na trenutno zaskrbljujoče stanje pomembno vplivata njegov antropogen nastanek in drugi škodljivi antropogeni dejavniki. Prvič smo v Sloveniji kot primarnega patogena na hrastovih koreninah določili hrastovo korenovko (*Collybia fusipes*), pogoste pa so tudi poškodbe korenovca zaradi mraznic (*Armillaria spp.*). Z neobičajno hitrim razvojem in močno razširjenostjo na deblih in vejah nastopa kostanjev rak (*Cryphonectira parasitica*), kot pomemben dejavnik propadanja gradna. Na odmrlih tankih vejicah v krošnji smo determinirali ostale patogene in saprobe: *Colpoma quercinum*, *Coryneum elevatum*, *Fusicoccum quercus*, *Hercospora taleola*, in *Botryosphaeria melanops*. V vitalnih sestojih so nekatere od teh gliv koristne, vendar so tudi pogoste spremeljevalke propadanja hrastov in povzročajo odmiranje vej v krošnjah oslabelih dreves.

**KEY WORDS DOCUMENTATION**

DN	Dn
DC	FDC 416.16:176.1 <i>Quercus petraea</i> (497.4 Adlešiči)(043.2)=163.6
CX	oak decline/oak dieback/sessile oak/forest dieback/ <i>Quercus petraea</i> , <i>Cryphonectria parasitica/Collybia fusipes</i>
AU	SEDLAR, Ida
AA	JURC, Dušan (supervisor)
PP	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB	University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY	2009
TI	DIEBACK OF SESSILE OAK ( <i>Quercus petraea</i> ) IN LOCAL UNIT ADLEŠIČI
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	IX, 54 p., 3 tab., 35 fig., 0 ann., 48 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	

In this graduation thesis we are trying to determine the causes of sessile oak (*Quercus petraea*) dieback in the local unit Adlešiči and in this way contribute to better forest management. In the fall of 2006 and 2007 we visited the stand several times with special attention to presence of fungi that form their fruit bodies at that time of the year. In the spring 2007 we also performed sample gathering of potential disease agents on the declining trees in the time of their cut down. At the Slovenian Forestry Institute we microscoped samples of fungal fruitbodies that were gathered, took their pictures, and on the base of their characteristics and with the help of determination keys we found out their identity. Nine different fungal species were determined, which are known to accompany the process of oak decline. The current alarming state of the stand is also the consequence of the anthropogenic origin and other negative anthropogenic influences on the forest. As the primary pathogen on oak roots we determined the fungus *Collybia fusipes* for the first time in Slovenia. With unusually fast development on sessile oak and its large frequency we considered chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) to be an important factor of dieback. The other pathogens and saprophytic fungi were found on dead and dying thin branches on crown tops: *Colpoma quercinum*, *Coryneum elevatum*, *Cryphonectria parasitica*, *Fusicoccum quercus*, *Hercospora taleola* and *Botryosphaeria melanops*. Some of these fungi are beneficial in healthy stands, but are also frequent companions of decaying oaks and are causing injuries on branches in crowns of the weakened trees.

**KAZALO**

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA .....	III
KEY WORDS DOCUMENTATION .....	IV
KAZALO .....	V
KAZALO SLIK .....	VIII
1 UVOD .....	1
2 PREGLED OBJAV .....	3
4 MATERIALI IN METODE .....	11
4.1 TERENSKO DELO .....	11
4.1.1 Spomladansko nabiranje vzorcev .....	11
4.1.2 Jesensko nabiranje vzorcev .....	12
4.2 DELO V MIKROSKOPIRNICI .....	12
5.1 SPOMLADANSKO NABIRANJE VZORCEV .....	13
5.1.1 Mraznica – <i>Armillaria spp.</i> .....	14
5.1.3 <i>Colpoma quercinum</i> (Pers.) Wallr. (1832) .....	16
5.1.4 <i>Coryneum elevatum</i> (Riess) B. Sutton (1975) .....	18
5.1.6 <i>Botryosphaeria melanops</i> (Tul.) G. Winter (1887) .....	19
5.1.7 <i>Fusicoccum quercus</i> Oudem. (1894) .....	20
5.1.8 <i>Hercospora taleola</i> (Fr.) E. Müll. (1962) .....	21
5.2 JESENSKO NABIRANJE VZORCEV .....	22
5.2.1 Mraznica - <i>Armillara spp.</i> .....	23
5.2.2 Hrastova korenovka - <i>Collybia fusipes</i> (Bull.) Quél. (1872) .....	23
5.2.3 Jetraста cevača - <i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With. (1792) .....	24
5.2.4 Kostanjev rak - <i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr (1978) .....	25
6 RAZPRAVA IN SKLEPI .....	26
6.1 RAZPRAVA .....	26
6.1.1 Mraznica – <i>Armillaria spp.</i> .....	26
6.1.2 Hrastova korenovka - <i>Collybia fusipes</i> (Bull.) Quél. (1872), .....	29
6.1.3 Kostanjev rak - <i>Cryphonectria parasitica</i> (Murrill) M.E. Barr (1978) .....	32
6.1.4 Jetrasta cevača- <i>Fistulina hepatica</i> (Schaeff.) With. (1792) .....	34
6.1.5 Glive na manjših vejicah .....	35

6.1.5.1	<i>Colpoma quercinum</i> (Pers.) Wallr. (1832) .....	37
6.1.5.2	<i>Fusicoccum quercus</i> Oudem. (1894).....	37
6.1.5.3	<i>Hercospora taleola</i> (Fr.) E. Müll. (1962).....	38
6.1.5.4	<i>Botryosphaeria melanops</i> (Tul.) G. Winter (1887), .....	39
6.1.6	Suša in ostali fiziološki dejavniki.....	39
6.2	SKLEPI.....	43
7	POVZETEK .....	46
	VIRI.....	48
	ZAHVALA .....	54

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Skupne letne in mesečne padavine v mm/m <sup>2</sup> – Dobliče pri Črnomlju.....	8
Preglednica 2: Podatki o sanitarnem poseku hrastov iz Kronike krajevne enote Adlešiči....	9
Preglednica 3: Dimenzije dreves in prisotni patogeni povzročitelji poškodb .....	13

**KAZALO SLIK**

Slika 1: Pomen posameznih škodljivih dejavnikov pri hiranju hrastov .....	2
Slika 2: Lokacija objekta raziskave v katastrski občini Vinica .....	6
Slika 3: Mrazna razpoka .....	10
Slika 4: Krošnje .....	10
Slika 5: Poškodba pri spravilu .....	10
Slika 6: Poškodba na korenčniku .....	14
Slika 7: Poškodba na korenčniku 2 .....	14
Slika 8: Rizomorfi štorovke .....	14
Slika 9: Ena izmed ran na drevesu G8 .....	15
Slika 10: Micelij kostanjevega raka .....	15
Slika 11: <i>Cryphonectria parasitica</i> (trosiča) .....	16
Slika 12: <i>Cryphonectria parasitica</i> (aski) .....	16
Slika 13: <i>Colpoma quercinum</i> (apotecij) .....	17
Slika 15: <i>Colpoma quercinum</i> (parafiza) .....	17
Slika 16: <i>Coryneum elevatum</i> (konidiogeneza) .....	18
Slika 17: <i>Coryneum elevatum</i> (trosiče) .....	18
Slika 18: <i>Coryneum elevatum</i> (konidiji) .....	18
Slika 19: <i>Botryosphaeria melanops</i> (trosiča) .....	19
Slika 20: <i>Botryosphaeria melanops</i> (prerez) .....	19
Slika 21: <i>Botryosphaeria melanops</i> (vzdolž) .....	19
Slika 22: <i>Botryosphaeria melanops</i> (konidiji) .....	20
Slika 23: <i>Botryosphaeria melanops</i> (prečno) .....	20
Slika 25: <i>Hercospora taleola</i> (konidiji) .....	21
Slika 26: <i>Hercospora taleola</i> (peritecij) .....	21
Slika 27: <i>Hercospora taleola</i> (askospore) .....	21
Slika 28: Suhe veje v krošnji .....	22
Slika 29: <i>Armillaria</i> sp. (skupina trosnjakov) .....	23
Slika 30: <i>Collybia fusipes</i> (skupina) .....	24
Slika 31: <i>Collybia fusipes</i> (podaljšan bet) .....	24
Slika 32: <i>Fistulina hepatica</i> .....	24

---

Slika 33: <i>Fistulina hepatica</i> (odraščajoča skupina).....	25
Slika 34: <i>Cryphonectria parasitica</i> (rana).....	25
Slika 35: <i>Cryphonectria parasitica</i> .....	26

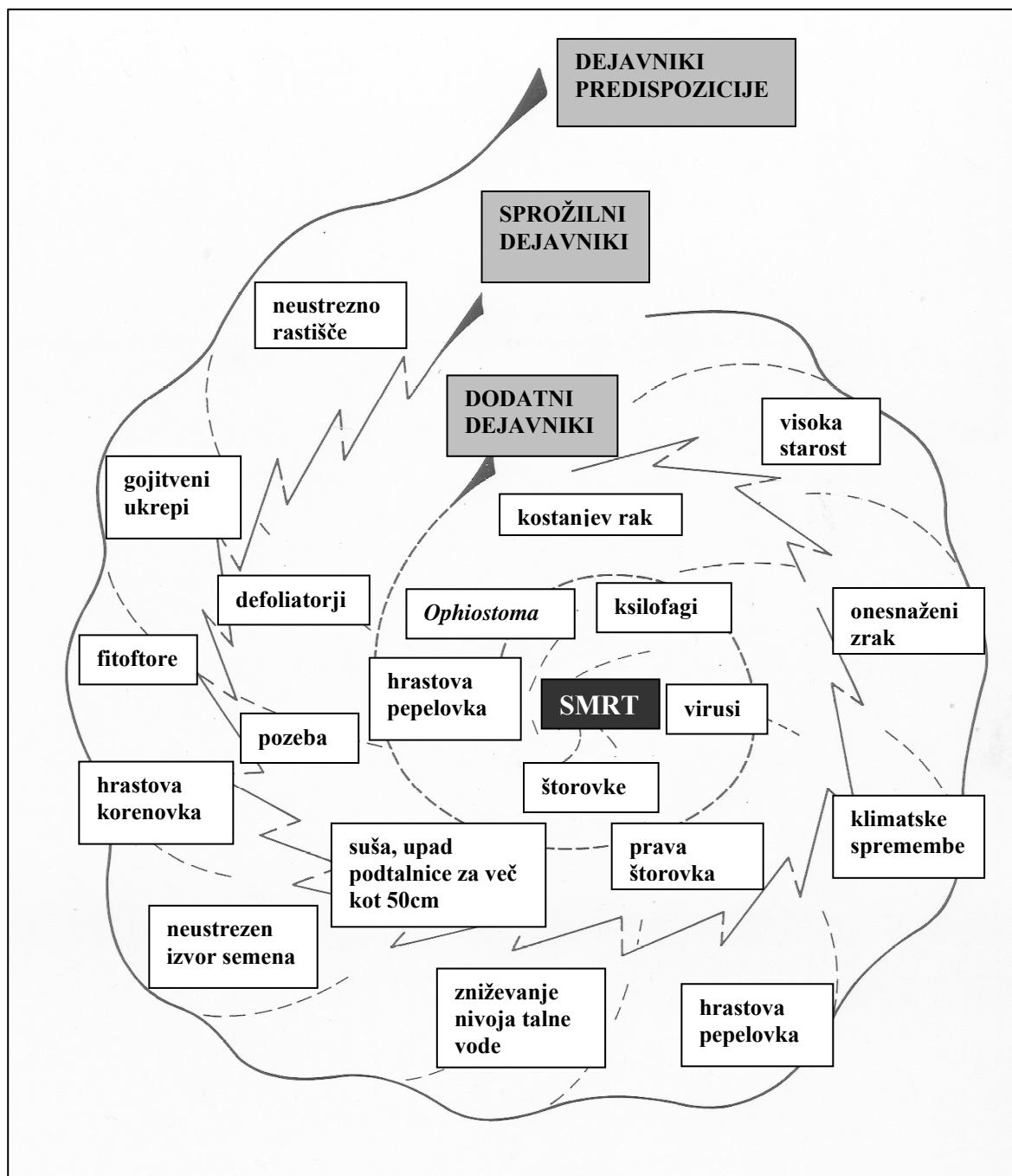
## 1 UVOD

Z začetkom osemdesetih let se je zdravstveno stanje vseh vrst hrastov (rod *Quercus*) pričelo drastično slabšati. Tudi v Sloveniji je popis poškodovanosti dreves pokazal povečano poškodovanost hrastov (Mavšar, 1999, cit. po Jurc, 1999). Tako imenovano propadanje hrastov je kronični problem celotne Evrope, katerega vzrok ni popolnoma pojasnjen. Pomembni dejavniki pa so tako klimatski stres, kot tudi žuželke in glive. Hrasti so poleg bukve najpomembnejši listavci Evrope, zato ima njihovo propadanje velike gospodarske in ekološke posledice.

V sestoju se kažejo različne stopnje prizadetosti dreves. Večina dreves ne umre naenkrat, ampak kaže znake stresa več let. Lahko si delno opomorejo, če so razmere ugodne, vendar si odrasla drevesa po prekiniti stresa opomorejo težje in so zato bolj ogrožena. Debelinska rast je pogosto zmanjšana še preden se pojavijo prvi znaki propadanja.

Simptomi in povzročitelji propadanja se znotraj areala hrastov razlikujejo. Postavljenе so bile mnoge teorije propadanja in opravljen je bilo obsežno število raziskav, ki dajejo različno težo škodljivim dejavnikom. Vsi pa se strinjajo, da gre za skupno delovanje teh in ne posamezne dogodke.

Škodljive dejavnike, ki naj bi bili odgovorni za propadanje, nekateri avtorji razvrščajo v različne skupine s katerimi jim določijo pomen. Tako jih je Manion (1981, cit. po Jurc, 1999) razvrstil v dejavниke predispozicije, sprožilne in dodatne dejavnike (slika 1). Dejavniki predispozicije so tisti, ki predstavljajo neprekinjen stres na drevo (izvor semena, tla, klima, onesnaženost). Sprožilni dejavniki so kratkotrajni vendar močno prizadenejo rastlino (defoliatorji, pozeba, suša). Po sprožilnih dejavnikih bi si drevo lahko opomoglo, če ne bi bilo že pred tem oslabljeno zaradi dejavnikov predispozicije. S tako zmanjšano vitalnostjo pa zlahka postane žrtev dodatnih škodljivih dejavnikov (podlubniki, glive), ki so na drevesu najočitnejši in jih pogosto krivijo za propad (Jurc, 1999).



Slika 1: Pomen posameznih škodljivih dejavnikov pri hiranju hrastov (Prirejeno po Manion, 1981 in Jurc, 1999)

Kot simptome propadanja obravnavamo:

- redčenje zgornjega dela krošnje
- šopasto listje na vejah
- razbarvanje

- rumenenje ali zmanjšanje velikosti listov
- epikormske poganjke na deblu
- nekroze skorje in kambija
- madeže na deblu
- zmanjšano debelinsko rast

Simptomi se ne pojavljajo hkrati in se razlikujejo glede na povzročitelja in stopnjo prizadetosti.

V Evropi se je v letih od 1989 do 1995 odstotek nepoškodovanih dreves črnik (Quercus ilex L.) zmanjšal iz 70,9 na 20,2 %, pri dobu (Quercus robur L.) iz 70,6 na 33,3 % in gradnu (Quercus petraea (Mattuschka) Liebl.) iz 61,1 na 29,1 %. Kot nepoškodovana drevesa pri tem so tista, ki imajo osutost krošnje manjšo kot 10 %. Leta 1987 v Sloveniji ni bilo poročanja o poškodbah hrastov, leta 1998 pa je bil delež prizadetih dreves 45 %. Pri tem so obravnavana kot poškodovana tista z več kot 25 % osutostjo (Jurc, 1999).

## 2 PREGLED OBJAV

Raziskave o propadanju hrastov, ki so bile izvedene v Sloveniji, se nanašajo predvsem na nižinska, dobova rastišča in so objavljene v skupni publikaciji (Smolej, 1999). Znotraj te Jurc govori o splošni problematiki propadanja hrastov in med drugim razlaga Manionovo opredelitev škodljivih dejavnikov in njihov pomen (Jurc, 1999). O propadanju hrastov obstajajo različne teorije in te sta predstavila Čater in Batič v svojem delu (1999). Drugače pa raziskav v takšni obliki, kot je to diplomsko delo, znotraj Slovenije nismo zasledili.

Z uporabo spletne strani Index Fungorum smo preverili trenutno veljavna imena gliv, njihove sinonime in taksonomsko uvrstitev. Veliko podatkov smo dobili v knjigi Heinza Butina (1995). Pri določevanju gliv pa so nam bile v veliko pomoč determinacijske knjige za glive na Gozdarskem inštitutu Slovenije (Sinclair in sod., 1987; Ellis M. B. in Ellis J. P., 1985; Sutton, 1980).

V veliki meri smo pri nastanku diplome uporabili članke iz tujih strokovnih revij. Prisotnost glice *Collybia fusipes* je v Sloveniji s strani gobarjev potrjena že nekaj časa, vendar smo jo prvič obravnavali kot enega izmed dejavnikov v procesu propadanja hrastov. Velik pomen in veliko raziskav v povezavi z njo je bilo narejenih predvsem s strani Benoita Marçaisa in različnih sodelavcev iz Laboratorija za gozdno patologijo v Franciji (Marçais in sod., 1998; Marçais in Caël, 2000; Marçais in Caël, 2001; Marçais in Bréda, 2006 ...).

O pojavu kostanjevega raka (*Cryphonectria parasitica* ) na gradnu v svojih delih obravnavajo avtorji iz Madžarske in Švice (Szabo in sod., 2007 ter Bissegger in Heininger, 1991). O vplivu na priraščanje hrastov okuženih s kostanjevim rakom pa govori raziskava iz Pensylvanije (Davis in sod., 1997).

Članki, ki obravnavajo vrste *Armillaria* kot patogene glice v procesu propadanja hrastov, izhajajo iz območja celotne Evrope. Raziskava izvedena na Poljskem poskuša odkriti vpliv pojava mraznice na pojavnost drugih gliv na deblih in v rizosferi hrastov (Kavašna, 2001). Na območju južne Italije so opazovali pojavnost gliv *Armillaria* v propadajočih sestojih hrasta (Luisi in sod., 1995), v Franciji pa njihovo vlogo oportunističnih patogenov na predhodno oslabljenih, propadajočih hrastih (Marçais in Bréda, 2006).

O glivah na manjših vejah v krošnji največ izvemo iz članka Heinza Butina (1981) ter iz nekoliko novejših raziskav, ki opisujejo glice v krošnji dreves povezane s simptomi propadanja (Kowalski, 1991; Kehr in Wulf, 1993).

V procesu propadanja hrastov imajo velik pomen poleg biotskih tudi abiotski faktorji, zato je v delu na kratko povzet tudi njihov vpliv. Podrobni pregled biotskih in abiotskih faktorjev najdemo v delu Thomasa in sod. (2002).

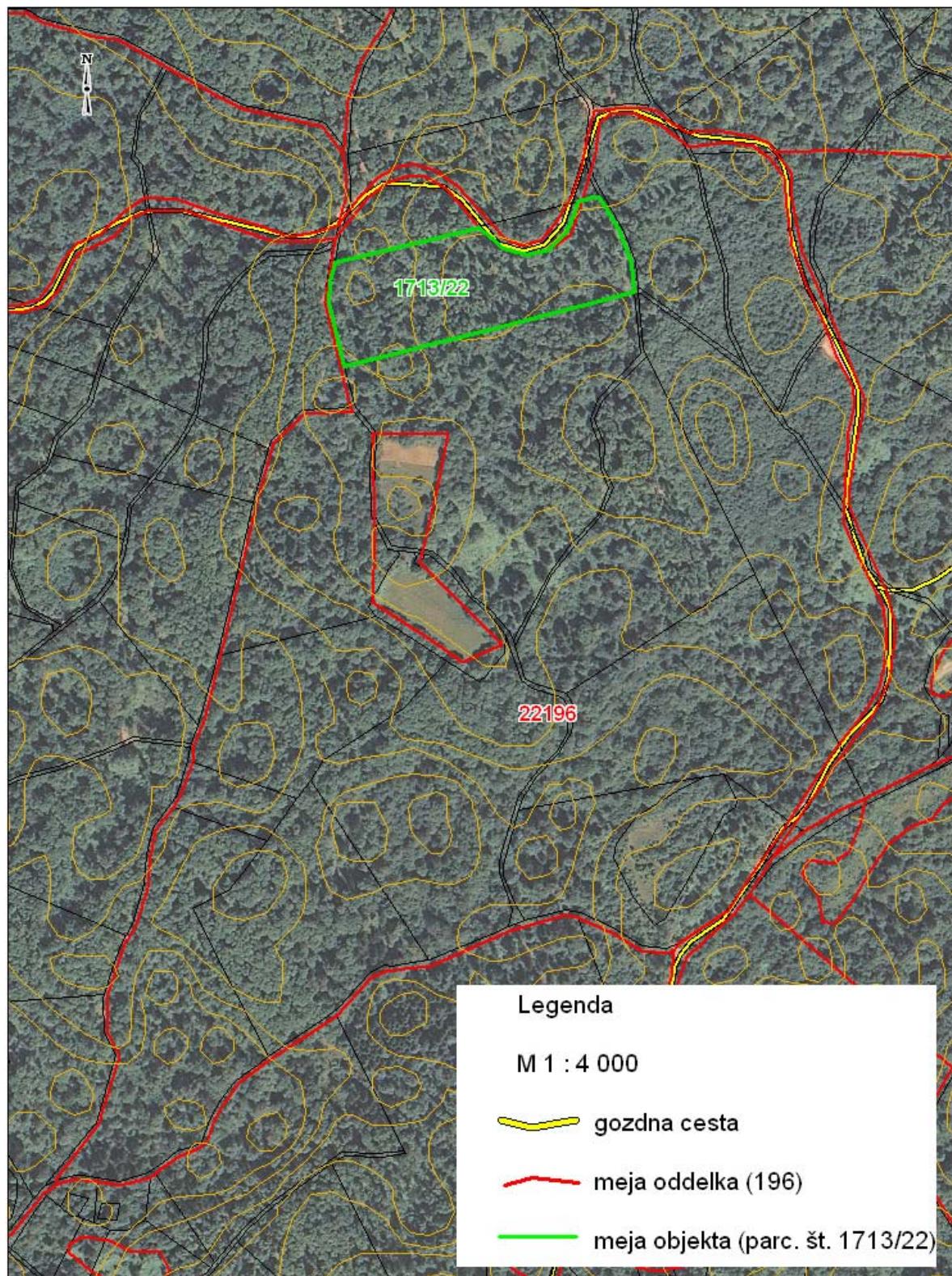
Podatke o objektu raziskave smo v veliki meri našli v Gozdnogospodarskih načrtih in v Kroniki krajevne enote Adlešiči.

### 3 PREDSTAVITEV OBJEKTA RAZISKAVE

Propadanje hrastov je problem, ki ga srečamo tudi v Beli krajini. V tem diplomskem delu smo se osredotočili na območje Žežlja, ki leži v Krajevni enoti Adlešiči, v Območni enoti Novo mesto. Nabiranje vzorcev je bilo po dogovoru z gozdarji in lastnikom gozda opravljeno v Gospodarski enoti Adlešiči, oddelku 196, na parceli št. 1713/22 (slika 2).

Ti skoraj čisti sestoji gradna (*Quercus petraea*) predstavljajo eno izmed večjih zanimivosti v KE. Pokrivajo približno 300 ha in ležijo v katastrski občini Vinica. Nekoč je bila to »Viniška gmajna«, kjer so pasli živino in kosili steljo. Pred nekaj več kot stoletjem pa so bile te površine razdeljene po okoliških vaseh in po posameznih gospodarstvih znotraj vasi. Tako so površine dobile »pravega lastnika«, vendar so bile prepuščene zaraščanju zaradi naravnih katastrof in obubožanosti prebivalcev, ki so množično odhajali v zahodno Evropo in Ameriko (Gozdnogospodarski načrt ..., 1993).

Ker sta se opuščali paša in steljarjenje so bili pašniki in košenice prepuščeni naravnim sukcesiji. Med drevesnimi vrstami, ki so naseljevale te površine se je množično pojavljala graden in prevzemal vlogo pionirske drevesne vrste. Nasemenil se je s pomočjo ptic v dreves, ki so bila posamezno prisotna na košenicah. Po pričevanju gozdarjev se ta tudi danes množično pojavlja na novo zaraščajočih površinah (Gozdnogospodarski načrt ..., 1993).



Slika 2: Lokacija objekta raziskave v katastrski občini Vinica (Žeželj, 2008)  
(oranžne linije so plastnice, črne parcelne meje)

Tako je nastal velik kompleks gradna, ki pa v preteklosti ni bil niti najmanj negovan, kar ima za posledico močno utesnjene in majhne krošnje. Gozdarji so odkazovali le posamezna drevesa za potrebe lastnikov gozdov. Kompleks je namreč v celoti v privatni lasti, ta pa je močno razdrobljena, kar dodatno otežuje gospodarjenje. Škarje in platno nista v tolikšni meri v rokah revirnega gozdarja kot v državnem gozdu, saj so mnogi lastniki nezainteresirani za delo v gozdu, ostareli, ali ne vedo za obstoj parcele. Sestoji v preteklosti niso bili negovani tudi zaradi zaprtosti, saj je bila gozdna cesta zgrajena šele leta 1983 (Gozdnogospodarski načrt ..., 1993).

To je združba nižinskih gozdov hrasta in belega gabra na karbonatih (*Querco - Carpinetum var. Hacquetia*). Jugovzhodni del Slovenije pripada Dinarskemu gorstvu, kjer so močno razviti kraški pojavi, saj tu prevladujejo apnenci in dolomiti. Kompleks se nahaja na nadmorski višini 150-320 m, na vrtačastem terenu, brez oz. malo skalovitosti. Lesna zaloga sestaja, pretežno debeljaka, se giblje okrog 280 m<sup>3</sup>/ha. Graden se pojavlja v 80 in več odstotkih, najdemo pa tudi smreko (*Picea abies* (L.) Karsten), beli gaber (*Carpinus betulus* L.), cer (*Quercus cerris* L.), gorski javor (*Acer pseudoplatanus* L.), jelko (*Abies alba* Mill.) in bukev (*Fagus sylvatica* L.). Pogosto naletimo na križance med cerom in gradnom. Ponekod se na manjših površinah pojavljajo združbe z jelko, kot sta jelov gozd s praprotmi (*Dryopterido - Abietetum*) ter združba jelke in belega gabra (*Abio albae - Carpinetum*) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2003).

Za graden je značilno, da naseljuje nekoliko dvignjen gričevnat teren. Tu podtalnica ne igra več tako pomembne vloge, kot na rastiščih doba (*Quercus robur*) v niževju. Večina rastišč, ki so jih nekoč pokrivali gozdovi gradna in belega gabra (*Querco – Carpinetum*) je sedaj naseljenih ali pod kmetijsko rabo. V gozdovih, ki so ostali se je nekdaj steljarilo in čeprav je ta način gospodarjenja sedaj opuščen, so posledice dolgoročne in se močno odražajo na drevesni sestavi gozda in njegovi donosnosti. Od podobnih gozdov v Evropi se ločijo predvsem po ilirskih vrstah v zeliščni plasti. Na karbonatnih tleh Dolenjske v tej gozdni združbi močno prevladuje lipica (*Epimedium alpinum* L.). Z naraščajočo nadmorsko višino združba prehaja v bukovje. Ta prehod je na vrtačastem terenu zabrisan in zato tu opazimo posamezne manjše skupine drugih gozdnih združb kislega bukovja in jelovja (Gregorič in sod., 1975).

V začetku osemdesetih let je prvič opaženo propadanje dreves, ki se izraža kot sušenje posameznih vej v zgornjem delu krošnje. Po nekaj letih hiranja drevo propade oz. ga pred tem s posekom odstranijo iz sestoja. Med neurjem leta 1999 je močan veter ruval drevesa, zaradi česar so nastale v sestoju večje vrzeli. Pri obnovi sestoja predstavlja problem tudi leska. Kljub temu, da je to združba hrasta in belega gabra, je slednji v sestoju prisoten le posamezno in zelo redko.

O propadanju hrastov se velikokrat govori v povezavi s sušnimi obdobji, zato smo na tem mestu podali pregled skupnih letnih in mesečnih padavin v najbližji meteorološki postaji Dobliče pri Črnomlju z nadmorsko višino 153 m (preglednica 1). Iz preglednice izstopa izrazito sušno leto 2003 s samo 847 mm padavin na m<sup>2</sup>, medtem ko v ostalih letih ponavadi presegajo tudi 1200 mm/m<sup>2</sup>.

Preglednica 1: Skupne letne in mesečne padavine v mm/m<sup>2</sup> – Dobliče pri Črnomlju (vir: Skupne letne ..., 2007)

leto	letna kol. pad.	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Avg	Sep	Okt	Nov	Dec
1981-1990	1210	66	81	89	85	107	137	87	135	118	118	101	86
1991-2000	1277	56	60	71	102	95	121	112	93	118	176	146	128
2001	1300	164	70	135	136	44	91	35	31	357	30	146	61
2002	1383	33	91	30	221	103	75	79	185	182	136	107	141
2003	874	130	56	16	62	45	56	45	46	136	160	80	45
2004	1427	114	116	105	155	104	89	49	152	127	240	66	110
2005	1431	40	77	73	121	112	81	154	232	134	86	167	154
2006	1185	60	89	122	145	145	42	26	266	122	15	94	59
2007	1323	123	68	106	11	167	158	84	114	173	166	71	82

Sanitarni posek hrastov, ki ga beležijo revirni gozdarji pri odkazilu na terenu je podan v Gozdni kroniki Krajevne enote Adlešiči. Do leta 1994 je bil ta podan skupaj s sanitarnim posekom domačega kostanja (*Castranea sativa* Mill.) propadajočega zaradi kostanjevega raka (*Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr), nato pa so ga pričeli podajati ločeno. Kot sanitarni posek pri tem smatrajo tista drevesa, pri katerih je prizadete več kot tretjina krošnje. V preglednici 2 so podatki, ki smo jih pridobili na osnovi kronike. Razvidna je zabeležena količina celotnega sanitarnega poseka po posameznih letih, količina sanitarnega poseka hrastov, celotno izkoriščanje gozda, ter porazdelitev izkoriščanja med iglavce in

listavce. Iz teh podatkov smo lahko izračunali deleže, ki jih predstavlja sanitarni posek hrasta glede na celotni sanitarni posek in glede na izkoriščanje gozdov.

Preglednica 2: Podatki o sanitarnem poseku hrastov iz kronike KE Adlešiči (vir: Gozdna kronika ..., 1994-2007)

leto	količina san. poseka [m <sup>3</sup> ]	san. posek hrasto v [m <sup>3</sup> ]	izkor. gozdov [m <sup>3</sup> ]	iglavci [m <sup>3</sup> ]	listavci [m <sup>3</sup> ]	san. posek hrast / sanitarni posek [%]	san. posek hrast / izkor. gozdov [%]	san. posek hrast / izkor. listavcev [%]
1995	1663	972	15934	2039	13895	58,45	6,10	7,00
1996	3562	583	15934	2039	13895	16,37	3,66	4,20
1997	12625	494	18595	4763	13832	3,91	2,66	3,57
1998	4355	577	21054	4074	16980	13,25	2,74	3,40
1999	10662	660	27504	5469	22035	6,19	2,40	3,00
2000	9196	1141	32686	8186	24500	12,41	3,49	4,66
2001	8858	1173	31388	10310	21078	13,24	3,74	5,57
2002	11491	1200	33977	12031	21946	10,44	3,53	5,47
2003	10133	2087	33763	9042	24721	20,60	6,18	8,44
2004	10825	1587	35418	12345	23073	14,66	4,48	6,88
2005	10575	1737	29651	10226	19425	16,43	5,86	8,94
2006	7607	1976	38608	9326	29282	25,98	5,12	6,75
2007	5236	1730	29340	6366	22974	33,04	5,90	7,53

Količina sanitarnega poseka hrastov skozi leta počasi narašča, po neurju leta 1999 se je dvignila nad 1000 m<sup>3</sup>, po sušnem letu 2003 pa nad 1500m<sup>3</sup>. Sanitarni posek hrastov narašča tudi znotraj poseka listavcev. Njegov delež, ki v devetdesetih letih znaša 3-4 %, v nekaterih letih po letu 2003 dosega tudi krepkih 8 % poseka listavcev. Sanitarni posek hrasta v zadnjem letu predstavlja kar tretjino celotnega sanitarnega poseka.

V sestoju lahko že takoj opazimo majhne, redke krošnje z suhimi vejami, adventivne poganjke na deblih, poškodbe nastale zaradi spravila, ter mrazne razpoke na velikem številu dreves.



Slika 3: Mrazna razpoka



Slika 4: Krošnje



Slika 5: Poškodba pri spravilu

Pobuda za nastanek diplome je bila dana na Krajevni enoti Adlešiči. Graden tu predstavlja pomemben delež drevesne sestave in njegovo propadanje povzroča probleme pri gospodarjenju z gozdom znotraj celotne enote, ne le na območju raziskovalnega kompleksa. Postavlja se vprašanje kaj je vzrok propadanja in kako ravnati s sestoji.

V diplomskem delu poskušamo ugotoviti nekatere dejavnike propadanja, z upoštevanjem katerih bi lahko našli ugodnejše gojitvene ukrepe, s tem pa olajšali delo revirnih gozdarjev in zmanjšali škodo lastnikov gozdov.

Zaradi množične prisotnosti patogenih gliv v sestoju smo se odločili za njihovo obravnavo. S tem smo zanemarili nekatere izmed ostalih vzrokov propadanja, ki so prav tako prisotni in pomembni v procesu.

## 4 MATERIALI IN METODE

### 4.1 TERENSKO DELO

V letih 2006 in 2007 smo sestoj večkrat obiskali in bili pozorni na znake propadanja. Terensko delo je bilo opravljeno v spomladanskem času (20., 21., 22. marec 2007), ko smo vzorce nabirali na podrtih drevesih in v jesenskem času (15. septembra 2006, 21. oktobra, 3. novembra 2007) na obhodu sestaja.

#### 4.1.1 Spomladansko nabiranje vzorcev

V dogovoru z revirnim gozdarjem in lastnikom gozda smo bili prisotni ob poseku. Drevesa, s katerih smo nabirali vzorce, so bila različno prizadeta, vendar nobeno izmed njih ni bilo popolnoma odmrlo. Drevesom smo izmerili višino in prsní premer. Vzorce smo nabirali v papirnate vrečke, označene z datumom, številko drevesa in lokacijo na drevesu, kjer je bil nabran. Nabirali smo vzorce na živem ozziroma na prehodu med živim in mrtvim delom drevesa. Kot se je izkazalo, so bili to večinoma vzorci patogenih gliv, poškodbe, ki so jih povzročale, pa so ponekod že napadle žuželke.

#### 4.1.2 Jesensko nabiranje vzorcev

V jesenskem času (15. septembra 2006, 21. oktobra, 3. novembra 2007) smo na obhodu sestoja nabirali in fotografirali vzorce gliv, ki v tem času razvijejo svoje trosnjake. Vzorce smo posušili in shranili.

#### 4.2 DELO V MIKROSKOPIRNICI

Na Gozdarskem inštitutu Slovenije se je delo nadaljevalo v mikroskopirnici. Z lupo in kamero smo najprej slikali poškodbe in trosišča gliv. S pomočjo laboratorijskih instrumentov smo izrezali, prerezali ali postrgali trosišča gliv iz nabranih vzorcev. Trosišča smo prenesli na objektno stekelce s kapljico vode, ga prekrili s krovnim stekelcem in tako dobili preparat za mikroskopiranje. Tudi mikroskopski preparat smo posneli s kamero in izvedli meritve trosov in trosišč. Za dovolj natančne rezultate smo morali narediti vsaj 20 meritov.

Slike in meritve, ki smo jih opravili, smo primerjali s tistimi v fitopatoloških knjigah in determinacijskih ključih za glive in tako ugotovili povzročitelja poškodb.

Določevanje bolezni je potekalo s pomočjo mikroskopa Olympus BX 51, lupe Olympus SZX 12 in kamere Nikon, ki so povezani z računalnikom oziroma računalniškim programom NISElements BR. 2.30, s pomočjo katerega smo lahko naredili slike in meritve, ki jih podajamo pri rezultatih.

## 5 REZULTATI

### 5.1 SPOMLADANSKO NABIRANJE VZORCEV

Spomladi 2007 smo nabirali vzorce gliv s podrtih dreves, ki smo jih kasneje v mikroskopirnici določili. Izmerili smo tudi višino in prsni premer podrtih dreves. Na spomladni nabranih vzorcih je bilo določenih pet različnih vrst gliv, izmed katerih so nekatere v Sloveniji prvič najdene (*Coryneum elevatum* (Riess) B. Sutton). V preglednici 3 so podatki o vrstah gliv na posameznih drevesih in o dimenzijah dreves. Povprečna višina pregledanih dreves je znašala 25 m, povprečni prsnii premer pa 35 cm. Najpogosteji so bili rizomorfi mraznice (*Armillaria spp.*), kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*) in gliva *Botryosphaeria melanops* (Tul.) G. Winter. Kostanjev rak se je poleg na vejah v krošnji pogosto pojavljjal tudi na deblih. Najdene so bile tudi glice *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr., *Fusicoccum quercus* Oudem., *Hercospora taleola* (Fr.) E. Müll. in *Coryneum elevatum*.

Preglednica 3: Dimenzije dreves in prisotni patogeni povzročitelji poškodb

<b>drevo</b>	<b>d<sub>1,3</sub></b>	<b>višina</b>	<b>prisotne glice</b>
<b>G1</b>	25 cm	29 m	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i>
<b>G2</b>	35 cm	30 m	<i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Colpoma quercinum</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i>
<b>G3</b>	30 cm	26 m	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Fusicoccum quercus</i> , <i>Hercospora taleola</i>
<b>G4</b>	45 cm	29 m	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Coryneum elevatum</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i>
<b>G5</b>	35 cm	20 m	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i>
<b>G6</b>	35 cm	20 m	<i>Armillaria sp.</i> , <i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i>
<b>G7</b>	35 cm	24 m	<i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Colpoma quercinum</i>
<b>G8</b>	30 cm	25 m	<i>Botryosphaeria melanops</i> , <i>Cryphonectria parasitica</i> , <i>Fusicoccum quercus</i>

### 5.1.1 Mraznica – *Armillaria spp.*

(Physalacriaceae, Agaricales, Agaricomycetidae, Agaricomycetes, Basidiomycota, Fungi)

Mraznice oz. štorovke (*Armillaria spp.*) ni bilo potrebno določati v mikroskopirnici, saj so bile votline v deblih in rizomorfi na korenčniku po poseku lepo vidne (slika 6, slika 7, slika 8). Na enem izmed dreves so se rizomorfi vzpenjali po rani na drevesu nekaj metrov visoko. Mraznica je bila prisotna na petih izmed osmih pregledanih dreves in povzroča nastanek votlin v spodnjem delu debla.



Slika 6: Poškodba na korenčniku



Slika 7: Poškodba na korenčniku 2



Slika 8: Rizomorfi štorovke

### 5.1.2 Kostanjev rak – *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (1978)

(Cryphonectriaceae, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi)

Trosišča kostanjevega raka smo prepoznali že na terenu, v mikroskopirnici smo to samo potrdili. Poleg trosišč je bil lepo viden tudi pahljačast oranžen micelij pod skorjo (slika 10). Prisoten je bil na šestih od skupno osmih dreves.



Slika 9: Ena izmed ran na drevesu G8

Na drevesih z oznako G1 in G8 se pojavi na deblu v precejšnjem obsegu, pri tem ni bilo opaznih večjih zadebelitev. Na deblu drevesa G1 poškodba objema  $\frac{3}{4}$  drevesa, meri 19 cm in 70 cm v dolžino. Na drevesu G8 na višini 8,5 m smo našli rakasto rano dolgo 70 cm, ki je zajemala  $\frac{1}{4}$  obsega drevesa. Tudi meter nižje na deblu je bila poškodba, dolga 60 cm, in je prav tako obsegala  $\frac{1}{4}$  debla (slika 9). V primeru G8 se je rak se je pojavil na nekaj mestih v krošnji in vejah s premerom približno 15 cm.



Slika 10: Micelij kostanjevega raka

Pri ostalih drevesih smo našli trosišča na vejah in vejicah v krošnji. Gliva oblikuje tako spolna kot nespolna trosišča. Našli smo peritecije, spolna trosišča (slika 11), z aski in askosporami (slika 12).



Slika 11: *Cryphonectria parasitica* (trosišča)



Slika 12: *Cryphonectria parasitica* (aski)

### 5.1.3 *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr. (1832)

(Rhytismataceae, Rhytismatales, Leotiomycetidae, Leotiomycetes, Ascomycota, Fungi)

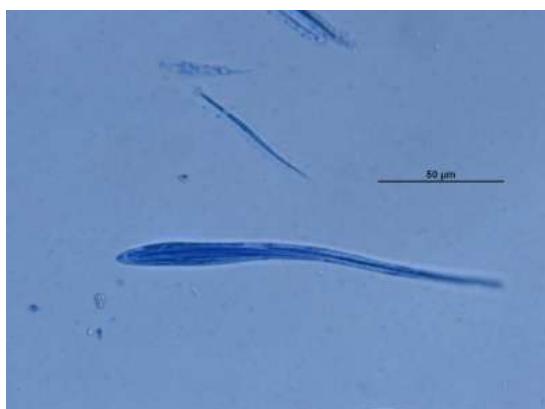
V sestoju so močno opazne suhe veje v zgornjem delu krošnje. Suhe vejice se tako kot v krošnji pojavljajo tudi na adventivnih poganjkih nižje po deblu. Nabirali smo pred kratkim odmrle vejice in lubje z vej, na katerih so bila opazna trosišča gliv in sicer na prehodu mrtvega in živega tkiva. S tem smo se izognili nabiranju saprofitnih vrst. Na tako nabranih vzorcih smo determinirali sledečo in vse nadaljnje vrste gliv navedene v rezultatih.

Na trosišča glive *Colpoma quercinum* smo naleteli na drobnih vejicah z dreves G2 in G7, in sicer pri pregledu v mikroskopirnici. Niso se pojavljala množično, zato jih na terenu nismo opazili. Potem ko smo vejico v petrijevki izpostavili vlagi, so se trosišča lepo razprla (slika 13).



Slika 13: *Colpoma quercinum* (apotecij)

Pod mikroskopom so bili lepo vidni aski, askospore (slika 14) in parafize (slika 15). Askospore so merile (35,27-) 44,46 (-57,38) v dolžino in (1,07-) 1,53(-2,02) µm v širino.



Slika 14: *Colpoma quercinum* (aski, askospore)



Slika 15: *Colpoma quercinum* (parafiza)

### 5.1.4 *Coryneum elevatum* (Riess) B. Sutton (1975)

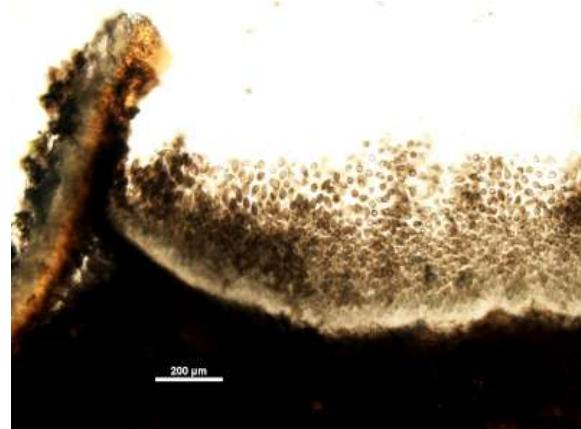
(Pseudovalsaceae, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi)

Tudi trosišča te glive smo našli na drobnih vejicah, ko smo jih pregledali na inštitutu (slika 16). Pojavili so se le na enem mestu pri drevesu G4. Pod mikroskopom je bila lepo vidna tvorba konidijev (slika 17).

Konidiji (slika 18) so imeli več sept in so merili (43,56-) 50,5 (-54,44) v dolžino in (15,97) 22,21(-42,34) v širino. Drevo G4 je imelo suho krošnjo in veliko adventivnih pogankov po deblu. Deblo je bilo močno poškodovano in okuženo z glivo *Armillaria* spp.



Slika 16: *Coryneum elevatum* (konidiogeneza)



Slika 17: *Coryneum elevatum* (trosišče)



Slika 18: *Coryneum elevatum* (konidiji)

### 5.1.6 *Botryosphaeria melanops* (Tul.) G. Winter (1887), (*Botryosphaeria quercum*)

(Botryosphaeriaceae, Botryosphaerales, Incertae sedis, Dothideomycetes, Ascomycota, Fungi)

Gliva *Botryosphaeria melanops* je bila najbolj očitna in najbolj množično prisotna na vejah in vejicah vseh dreves. Opazne so bile črne izboklinice, ki so prekrivale skorjo vej in vejic (slika 19), nekatere so bile prazne, druge še polne trosov. Trosišča so bila velika, opazna že s prostim očesom, vidni so bili tudi prekati znotraj njih (slika 20, 21, 22). Izmerjeni trosi obdani s sluzjo (slika 23) so merili (47,77-) 57,45 (-67,34) × (8,53-) 11,35 (-13,75).



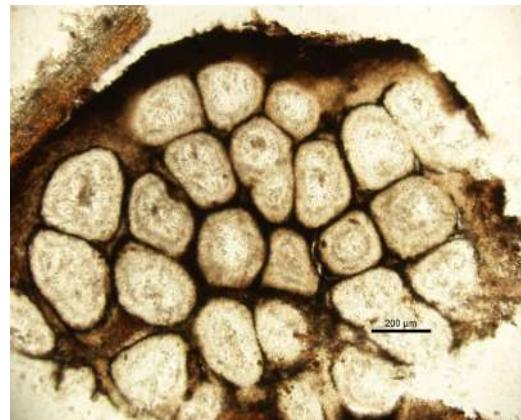
Slika 19: *Botryosphaeria melanops* (trosišča)



Slika 20: *Botryosphaeria melanops* (prerez)



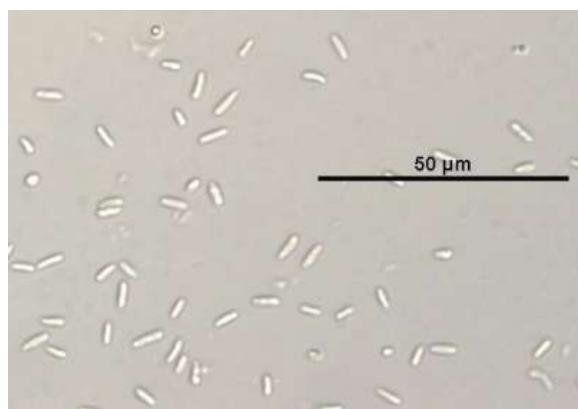
Slika 21: *Botryosphaeria melanops* (vzdolž)

Slika 22: *Botryosphaeria melanops* (konidiji)Slika 23: *Botryosphaeria melanops* (prečno)

### 5.1.7 *Fusicoccum quercus* Oudem. (1894)

(Botryosphaeriaceae, Botryosphaerales, Incertae sedis, Dothideomycetes, Ascomycota, Fungi)

Skupaj z glivo *Botryosphaeria melanops* so se pod mikroskopom pojavili trosi te glive (slika 24), katerih trosišč nismo odkrili. Pojavljali so se zelo množično na dveh drevesih, G3 in G8. Trosi so merili (3,5-) 4,85 (-6,86) × (1,26-) 1,58 (-2,12), domnevali smo da gre za glivo *Fusicoccum quercus*.

Slika 24: *Fusicoccum quercus* (trosi)

### 5.1.8 *Hercospora taleola* (Fr.) E. Müll. (1962), (*Caudospora taleola*)

(Incertae sedis, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi)



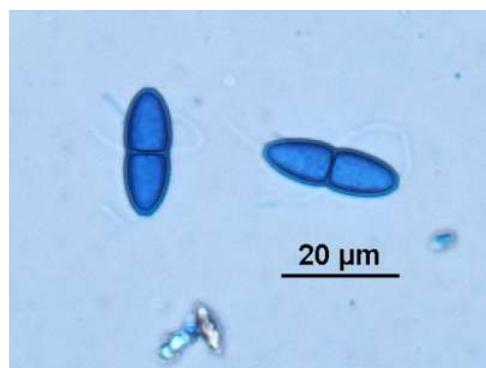
Slika 25: *Hercospora taleola* (konidiji)

Glivo v njeni drugi (spolni) obliki smo našli tudi na drevesu G8, ki je imelo veliko krošnjo, vendar je bilo 2/3 suhe. To drevo je močno okuženo s kostanjevim rakom. Uspeli smo posneti trosišče - peritecij (slika 26) in askospore (slika 27). Trosi imajo prosojne izrastke in merijo (15,25-) 20,97 (-23,87) × (7,07-) 8,23 (-9,62).

Na drevesu G3 smo odkrili nekaj konidijev gline *Hercospora taleola* (slika 25). Trosišč nismo našli. Meritev zaradi premajhnega števila vzorcev prav tako nismo uspeli narediti.



Slika 26: *Hercospora taleola* (peritecij)

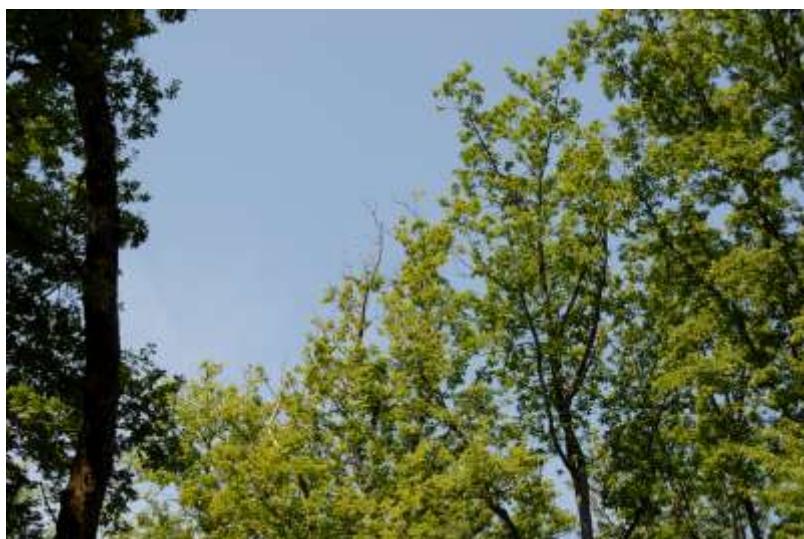


Slika 27: *Hercospora taleola* (askospore)

## 5.2 JESENSKO NABIRANJE VZORCEV

Konec poletja in jeseni leta 2006 in 2007 smo sestoj večkrat prehodili in bili pozorni na vrste patogenih gliv, ki v tem času razvijejo svoje trosnjake. V sestoju so lepo vidne prizadete krošnje s suhimi vejami v zgornji polovici (slika 28). Posamezna drevesa imajo večji del krošnje suh in mnoge adventivne poganjke po deblu. Popolnoma suhih dreves v sestoju ni, ker jih odstranijo s posekom.

Ob vznožju dreves ali na panjih smo nabrali ali fotografirali patogene gline. Nabrane primerke smo posušili in shranili.



Slika 28: Suhe veje v krošnji

### 5.2.1 Mraznica - *Armillaria spp.*

(Physalacriaceae, Agaricales, Agaricomycetidae, Agaricomycetes, Basidiomycota, Fungi)



Jesenji so bile ob napadenem drevesu opazne skupine trosnjakov (slika 29). To je lističasta gliva z zastiralcem, ki tvori bazidije z bazidiosporami. Trosnjaki se nahajajo tudi ob panjih podrtih dreves.

Slika 29: *Armillaria* sp. (skupina trosnjakov)

### 5.2.2 Hrastova korenovka - *Collybia fusipes* (Bull.) Quél. (1872), (*Gymnopus fusipes*)

(Tricholomataceae, Agaricales, Agaricomycetidae, Agaricomycetes, Basidiomycota, Fungi)

Hrastova korenovka se pojavlja ob vznožju dreves, ki imajo lahko močno in vitalno krošnjo in ne kažejo znakov propadanja. Raste v skupinah in jo lahko zamenjamo z mraznicico, kljub temu da je ponavadi manjša in nekoliko temnejše barve s temno rdečimi pikicami (slika 30). Jasna razlika je podaljšan bet, ki se pod zemljo nadaljuje v vrvi podobno črno tvorbo (slika 31).

Slika 30: *Collybia fusipes* (skupina)Slika 31: *Collybia fusipes* (podaljšan bet)

### 5.2.3 Jetrasta cevača - *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. (1792)

(Fistulinaceae, Agaricales, Agaricomycetidae, Agaricomycetes, Basidiomycota, Fungi)

Posamezno ali v manjših skupinah je v sestoju prisotna jetrasta cevača. Izgleda kot kos rdečega mesa in raste na koreninskem vratu ali deblu drevesa (slika 32 in 33). Velika je do 30 cm, je nepravilne pahljačaste oblike, rdeče ali oranžne barve. Če jo poškodujemo, izloča krvi podoben sok, njeno meso je podobno jetrom.

Slika 32: *Fistulina hepatica*



Slika 33: *Fistulina hepatica* (odraščajoča skupina)

#### 5.2.4 Kostanjev rak - *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (1978)

(Cryphonectriaceae, Diaporthales, Sordariomycetidae, Sordariomycetes, Ascomycota, Fungi)

Tudi pri jesenskem pregledu sestoja smo pogosto opazili rane na drevesih s trosišči glive *Cryphonectria parasitica*. Ena izmed takih je bila na spodnjem delu debla z zaraščajočo poškodbo, ki je najverjetneje nastala pri spravilu lesa.



Na bližnjem drevesu je bilo opaziti vzdolžno razpokano odstopajoče lubje više na deblu, obdano z mnogimi adventivnimi poganjki. Rane na drevesu, ki so nastale kot posledica kostanjevega raka, pogosto napadejo žuželke.

Slika 34: *Cryphonectria parasitica* (rana)



Slika 35: *Cryphonectria parasitica*

## 6 RAZPRAVA IN SKLEPI

### 6.1 RAZPRAVA

#### 6.1.1 Mraznica – *Armillaria spp.*

V Evropi je prisotnih več vrst mraznic. Sivorumena mraznica (*Armillaria mellea* (Vahl) P. Kumm. (1871)) se pojavlja predvsem na listavcih in je primarna zajedavka. Črnomekinasta mraznica (*Armillaria ostoyae* (Romagn.) Herink (1973)) je manj patogena zajedavka predvsem iglavcev. Severnjaška mraznica (*A. borealis* Marxm. & Korhonen (1982)), rumenovenčna mraznica (*A. gallica* Marxm. & Romagn. (1987)), čebulasta mraznica (*A. cepistipes* Velen. (1920)) in dobova mraznica (*A. tabescens* (Scop.) Emel (1921)) so gniloživke ali le rahli patogeni. Točna determinacija vrst mraznic zahteva izolacijo glive v čisto kulturo in križanje s testerskimi vrstami. Zaradi obsežnosti tega dela v naši raziskavi nismo poskušali determinirati vrst mraznic, ki so prisotne v našem raziskovalnem objektu.

Propadanje korenin, ki je posledica delovanja gliv iz rodu *Armillaria*, je ena najpogostejših bolezni lesnatih rastlin v zmernem in tropskem klimatskem pasu. Med listavci v gozdu najpogosteje kužijo hrast, kostanj ali brest, ki so oslabeli zaradi klimatskega stresa ali neprimerenega rastišča. Posebej ogroženi so tudi sestoji iglavcev nastali na krčevinah okuženih listavcev. Simptomi, ki se pojavijo ob napadu, so počasnejša rast, klorotično in majhno listje, ki se suši in odpada, odmiranje posameznih vej in korenin. Kambij med lesom in skorjo nadomesti bel pahljačast micelij, ki v mrazu fosforescira. Pojavi se trohnoba.

Drugi tip poškodb nastane z dolgoletnim skupnim življenjem drevesa in patogena. Mraznica se v tem primeru ne razrašča v kambialnem delu drevesa ampak v jedrovini, ki jo razkraja. Značilno je, da ne prodira visoko v deblo in da se le redko razraste v kambij. Tak način okužbe ne vpliva na zdravje okuženega drevesa v tolikšni meri kot okužba kambija v koreninah in deblu in je redko vzrok za propad drevesa. Z dolgotrajnim razgrajanjem centralnega dela debla nastane votlina v deblu, v kateri najdemo rizomorfe mraznice.

Mraznica se širi s trosi in rizomorfi. Rizomorfi so lahko ploščati (*Rhizomorpha subcorticalis*), z njimi se širi pod skorjo drevesa, ali okrogli (*Rhizomorpha subterranea*), ki služijo širjenju po zemlji do sosednjih dreves. Ta drevesa okužijo skozi rane ali prodrejo skozi nepoškodovan periderm. Pri dnu okuženega drevesa ali na panjih ostalih po poseku, se v jesenskem času v skupinah pojavijo trosnjaki lističaste glice, ki na lamelah tvori bazidije z bazidiosporami. Bazidiospore lahko okužbo prenašajo naprej le skozi rane.

Gliva okuži skorjo korenin in prodre do kambija. Lahko je zelo agresivna in hitro napreduje pod skorjo do koreninskega vrata, ko objame drevo in onemogoči tok hrani, sledi propad drevesa. Bel micelij, ki nastaja pod lubjem v kambialni coni, s svojimi hifami prodira v les in povzroča belo trohnobo. Tak les je bel ali svetlo rumen, mehak in vlažen.

Mraznice smatramo kot sekundarne patogene, ki napadejo le oslabela drevesa. Pomembnost oportunističnih patogenov pri propadanju gozdov je vprašljiva, ker se pojavijo kasno v procesu propadanja. Vseeno pa jim včasih pripisujemo pomembno vlogo, ker s svojim delovanjem propadanje znatno pospešijo. Suša in napačni gojitveni prijemi so

eden izmed razlogov zaradi katerih je drevo v večji meri izpostavljenem delovanju mraznic. *Armillaria gallica* z majhno patogenostjo ni sposobna naseliti vitalna drevesa, pogosto pa napade tista, ki so oslabela zaradi žuželk ali suše. Gliva nima nujno direktnega vpliva na propad drevesa, vendar vpliva na njegovo zmožnost, da se odzove na akutni stres (defoliacije, hrastova pepelovka...). *Armillaria ostoyae* je zmožna hitre invazije panjev in poškodovanih dreves po izbirальнem redčenju in se sčasoma tako močno razvije, da lahko okuži tudi sosednja drevesa. Ne glede na vrsto gostitelja in klimatske razmere pa je najbolj pogosta in najbolj škodljiva *Armillaria mellea* (Marçais in Bréda, 2006).

Tudi raziskave v Italiji so pokazale, da je *Armillaria mellea* najbolj pogosta na propadajočih drevesih hrasta. *A. tabescens*, ki je pogost kolonizator v makiji, se tu pojavlja na propadajočih hrastih mezofilnih gozdov mediteranske regije. Pokazalo se je tudi, da je *A. gallica* bolj razširjena, kot je bilo pričakovati. Sledilo je vprašanje ali napade le drevesa oslabela zaradi napada *A. mellea* ali okužuje drevesa neodvisno od nje. To bi lahko ugotovili s pregledom dreves v različnih stopnjah propadanja (Luisi in sod., 1996).

V gozdovih propadajočega hrasta na jugu Italije se bolj pogosto kot *A. mellea* pojavlja *A. gallica*. Tudi na Poljskem je slednja bolj pogosta. *A. mellea* je tu zelo redka, kljub močni agresivnosti v hrastovih sestojih drugod po Evropi. *A. ostoyae* in *A. gallica* sta dve vrsti, ki se na deblih hrasta na Poljskem pojavljajo najpogosteje. Prva je najbolj nevarna iglavcem, ki sledijo takemu sestoju, *A. gallica* pa drugim trdim listavcem, vendar napada le oslabela drevesa. Čeprav nekateri trdijo, da lahko ti dve vrsti delujeta v sinergiji, raziskave na Poljskem tega niso potrdile. Stopnja okuženosti in količina rizomorfov je večja, če hrastova debla po propadu ostanejo v sestoju. Ti glivi služita kot zavetišče in vir hrane vse dokler razkroj ni že zelo napredoval. Rizomorfi se proizvajajo vsaj še 40 let, njihova gostota pa je največja 14 let po poseku (Kwasna, 2001).

Nekatere vrste gliv, ki živijo v rizosferi hrastov in katerih gostota s propadom drevesa naraste, stimulirajo rast štorovke. Druge vrste z lokalno visoko gostoto pa rast rizomorfov zavirajo. Opazovanja pospeševalnega efekta nekaterih gliv na rast mraznice niso nova, že pred tem so opazili pospešeno rast rizomorfov skozi okužena tkiva. V propadajočih drevesih *Armillaria* zelo hitro napreduje, medtem ko v živih drevesih raste zelo počasi.

Rizomorfne glive proučujejo kot potencialne antagoniste mraznice. Temeljna predpostavka je, da glive, ki niso patogene, naselijo korenine hrasta, ki bi jih drugače naselila *Armillaria* – biološka kontrola. Prevladuje namreč mnenje, da je obseg okužbe odvisen od kompeticije z ostalimi glivami (v glavnem *Basidiomycotina*). Ko korenine drevesa odmrejo se gostota gliv poveča 2- do 5-krat, poveča pa se tudi število vrst. Zaradi impregnacije s tanini in počasnega razkroja se to zgodi šele dve leti po propadu. Na hrastih na Poljskem so našli skupno 172 vrst gliv. Na delovanje gliv in njihovo kompeticijo vplivajo tudi temperatura in okoljski dejavniki. S prisotnostjo organskega substrata se poveča njihova gostota in vrstna pestrost (Kwasna, 2001).

#### **6.1.2 Hrastova korenovka - *Collybia fusipes* (Bull.) Quél. (1872), (*Gymnopus fusipes*)**

Gliva se pojavlja na *Fagus sylvatica*, *Quercus robur*, *Q. rubra* L., *Q. petraea*, *Carpinus betulus* L., *Castanea sativa*, *Corylus avellana* L. Spada med prostotrosnice, poznana je že dlje časa, vendar so nedavno ugotovili, da deluje patogeno na odrasle hrastove korenine. Je primarni patogen in je zmožna okužiti vitalna drevesa. V Franciji jo pogosto povezujejo s propadanjem hrasta.

*C. fusipes* proizvaja vrvem podobne tvorbe – psevdorizomorfe. Domnevajo, da so psevdorizomorfi pomembni pri širjenju po površini skorje, glede na to, da se ponavadi pojavljajo nekaj centimetrov od roba okužbe. Pritrjene so na gostiteljeve korenine in se prosto širijo po zemlji samo z namenom, da dosežejo površino tal, kjer razvijejo trošnjake. *C. fusipes* proizvaja ogromno spor vse od sredine junija do konca septembra (Marçais in sod., 1999).

Z analizo strukture populacije znotraj sestoj sestavljenih iz mnogo različnih klonov. Kar nakazuje na to, da se širi z bazidiosporami. Če bi se širila s kontaktom korenin bi posamezni kloni zavzemali večja področja, bili maloštevilni in okuževali skupine dreves. Tudi razpršenost glive znotraj sestoj kaže na tak način širjenja. Vzrok slabega širjenja preko korenin bi lahko bila tudi sama lokacija glive,

saj se ponavadi nahaja na korenčniku. Drevo se torej okuži z bazidiosporami, ki naselijo površino skorje, ali z micelijem, ki raste prosto v zemlji (Marçais in sod., 1998).

Na stoječem drevju glivo lahko prepoznamo kot oranžne zaplate odmrle skorje na večjih koreninah. Na notranji strani skorje so posute majhne bele pahljače micelija. Na robu med zdravo in tipično oranžno obarvano okuženo skorjo je opazna rjava nekrotična skorja, široka 1-10 cm. Psevdorizomorfi se nahajajo po celotnem delu nekrotične skorje, še posebej na rjavem nekrotičnem delu na prehodu v zdravo tkivo (Marçais in sod., 1999).

Ker je bilo zelo malo znanega o patogenosti te glice, so v Franciji delali raziskave, da bi ugotovili vpliv na hraste. Ugotovili so, da potrebuje veliko časa da okuži in uniči koreninski sistem odraslih dreves. Infekcija v začetku zelo počasi napreduje, ko pa so uničene večje korenine, se proces močno pospeši (Camy in sod., 2002).

Rdeči hrast ima v Franciji pomembno vlogo na plantažah, kjer je lahko okuženih tudi 60 % dreves, od katerih ima 25 % prizadetih uničeno več kot polovico koreninskega sistema. Vse kaže na to, da je rdeči hrast (*Q. rubra*) bolj dovzet na infekcije kot dob (*Q. robur*) in graden (*Q. petraea*). *C. fusipes* povzroča velike težave v mladih sestojih rdečega hrasta, ne toliko v mladih sestojih drugih vrst hrastov. Ogroženi sestoji doba in gradna so običajno starejši kot 110 let, sestoji rdečega hrasta pa so močno ogroženi že pri 50 letih. Bolj pogosto je bila najdena na drevesih doba kot gradna (Marçais in Caël, 2000).

Rane na rdečem hrastu se močno razlikujejo od tistih na dobu. Rane na dobu so lahko zelo obsežne preden je prizadet kambij. Pri močnejši napadenih drevesih je površina okuženega dela korenine pokrita z debelo plastjo skorje, večina kambija pa je pri tem še živa. Nekrotične hipertrofije so ponavadi debele 3-4 cm. Kambij je prvič dosežen na več razpršenih lokacijah, ki se počasi povečujejo in združujejo dokler korenina ne odmre. Pri rdečem hrastu so poškodbe na skorji skoraj enake tistim na kambiju in ni opaziti zadebelitve skorje. Pri tej vrsti zlahka kolonizira in uniči večje korenine. Manjše korenine vseh vrst hrastov pa so enako močno dovzetne za okužbo (Marçais in Caël, 2000).

Ugotovili so, da infekcija hitro doseže del koreninskega sistema tik pod deblom in se od tu širi na ostale korenine. Pri rahlo poškodovanih drevesih je bila infekcija vedno omejena na centralni del koreninskega sistema. Poškodb na ostalih koreninah ni bilo, če te niso bile prisotne na koreninskem vratu. Indeks infekcije korenin, ki so ga merili blizu debla, zato dobro odraža infekcijsko stanje celotnega koreninskega sistema in s tem tudi obseg poškodb. Uničenje koreninskega sistema pri hrastih je očitno, saj pri močno napadenih drevesih ostaja le še skelet večjih napadenih in odmirajočih korenin (Marçais in sod., 1999).

Potrdili so povezavo med stanjem krošnje in okužbo korenin, vendar ta ni močna. Nekatera močno poškodovana drevesa s samo nekaj živimi koreninami, v krošnji niso kazala večjih poškodb. Ugotovili so tudi, da okužena drevesa kažejo znake propadanja šele pozno, v infekcijskem procesu.

Patogen napade centralni del drevesa, to so tiste korenine, ki prodirajo globoko v tla, tiste iz močnih lateralnih preživijo in so sposobne črpati vodo iz tal. Slaba povezava s stanjem krošnje kaže na to, da je preostala količina korenin zadostna za preživetje. K obstanku pa pripomorejo tudi adventivne korenine, ki kompenzirajo izgubljene. Vendar taka drevesa ne morejo preživeti dodatnega stresa, kot je pomanjkanje vode (Marçais in sod., 1999).

Obstaja visoka korelacija med pogoji v tleh in propadanjem korenin, ki jih povzroča *C. fusipes*. Ugotovili so namreč, da je bolj pogosta na suhih in peščenih tleh ter občutljiva na pogosto zastajanje vode. Učinek zastajanja vode bi lahko pojasnili z dostopnostjo kisika. Tudi nekatere druge glive so pogosteje na suhih tleh, med njimi *Armillaria spp.* (Camy in sod., 2002).

Niso mogli dokazati, da bi okužena drevesa bila oslabljena zaradi drugih stresnih dejavnikov in tako slabše vitalnosti. Dendrokronološke analize so potrdile, da ni razlike v desetletnem prirastku, ki so ga merili pred začetkom slabše rasti prizadetih dreves in njihovih sosedov. Raziskave v Franciji so pokazale tudi, da imajo drevesa zmanjšan prirastek in da je to zmanjšanje odvisno od časa, ki je pretekel od začetka bolezni. Podatki

se skladajo z boleznijo, ki se razvija počasi na vitalnih drevesih in povzroča drastično zmanjšanje rasti kasneje v infekcijskem procesu. Tudi v sestojih, ki niso kazali znakov propadanja v krošnji, je bilo zmanjšanje prirastka očitno. Izguba lesne zaloge v letnem temeljničnem prirastku se ocenjuje na 30-40 %, vendar je najverjetnejše podcenjena saj se nanaša le na dominantna in kodominantna drevesa, čeprav najbolj okužena drevesa danes to več niso. Izgube na ravni sestoja je težko določiti, ker na račun slabše rastočih okuženih dreves neokužena rastejo bolje zaradi zmanjšane konkurence (Marçais in Caël, 2001).

Z odstranjevanjem močno okuženih dreves bi lahko zmanjšali izgube prirastka. Kot indikator resne okužbe bi pri tem uporabljali nadzemno pojavljanje trosišč.

#### **6.1.3 Kostanjev rak - *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (1978)**

Razširjen je po celotni Evropi, severni Ameriki in Aziji. Kot najpogosteji gostitelji mu služijo vrste *Castanea* in *Quercus spp.* Najbolj občutljiva je vrsta *Castanea dentata* (Marsh.) Borkh., sledi pa ji *Castanea sativa*. Napada drevesa vseh starosti, je parazit ran in povzroča raka na deblih ter nekroze vej in debel. Razširjen je povsod po Sloveniji, kjer uspeva pravi kostanj.

V 3-5 tednih po okužbi se pojavi prvi znaki odmiranja lubja, ki so bolj očitni na delih dreves z gladko skorjo. Lubje se ulekne, suši in na začetku vzdolžno, kasneje pa tudi prečno poka. Ko se radialno razširi in objame vejo ali deblo, ta odmre. Pod rano se pojavi adventivni poganjki. Sušijo se listje in veje, pri čemer listje ostaja na drevesu tudi skozi zimo. Na mladih poganjkih se pojavi rumene lise, ki pordečijo.

Nespolna trosišča so na lubju vidna kot rumeno rdeče izboklinice (piknidiji), nekoliko kasneje pa se v stromi pojavi tudi spolna trosišča (periteciji). Pod lubjem se pahljačasto razrašča micelij bledo oranžne barve. Nespolni trosi se prenašajo z dežnimi kapljicami, spolni pa z vetrom in raznimi vektorji, kot so žuželke, veverice in ptiči.

Hipovirulentna oblika bolezni je posledica okužbe glive z virusom. S tem je oslabljena aktivnost encima, ki razgraja celične stene. Njena širitev je pogojena s kompatibilnostjo sevov, prenaša pa se s kontaktom hif in nespolnimi trosi. Hipovirulanca je povzročila omilitev bolezni in obstanek kostanja.

Pri bolj tolerantnih gostiteljih (*Q. petraea*, manj pogosto *Q. robur* in ostali hrasti) se pojavlja v bolj blagi obliki ali samo na površini skorje. Podobno kot pri hipovirulenci manj pogosto povzroča nekroze. Hrasti so bolj redko okuženi, okužba je omejena in se razvija počasi, eventualno lahko propadejo posamezne veje (Jurec in Turchetti, 2005).

V Švici leta 1991 prvič poročajo o pojavu te bolezni na gradnu (*Q. petraea*). Ugotovijo, da so v močno okuženem sestolu kostanja (*Castanea sativa*) okuženi tudi podstojni mladi hrasti. Na eni izmed lokacij so našli 10 mladih hrastov z rakom na deblu, s katerega so izolirali glivo *Cryphonectria parasitica*. Rak ni bil površinski in vse je kazalo na počasen razvoj bolezni. Dendrokronološke analize so pokazale, da so bili nekateri hrasti okuženi tudi več kot 6 let in imajo uničenega več kot 50 % kambija. Najdena sta bila tudi dva hrasta, ki sta bolezni podlegla. Zaključili so, da v močno okuženih sestojih kostanja obstaja možnost ogroženosti gradna (Bissegger in Heininger, 1991).

Leta 1999 se je kostanjev rak masovno pojavil na zahodnem in jugozahodnem delu Madžarske v mladih in srednje starih sestojih gradna s primesjo pravega kostanja. Pojav glive na hrastih so ugotovili tudi v nekaterih drugih državah Evrope in ZDA. V Sloveniji je bil kostanjev rak najden na različnih vrstah hrastov, tudi na gradnu, že takoj po vdoru kostanjevega raka v začetku 50. let prejšnjega stoletja (Jurec, 2002).

Leta 2003 so na Madžarskem začeli s sistematičnimi raziskavami, da bi ugotovili njegov vpliv in našli odgovore na gojitvena vprašanja. Raziskovali so tudi biološko kontrolo, ki temelji na hipovirulentni obliki bolezni. Ugotovili so, da se bolezen večinoma pojavlja kot rak na deblu ali na več različnih mestih, na oslabelih drevesih. Rane se zaraščajo, pri čemer nastajajo zadebelitve, kar kaže na počasen razvoj boleni. Okuženost gradna je bila tudi 23 %, umrljivost pa ponekod skoraj 6 %. Naravna hipovirulanca se je pojavljala pri 8 % hrastovih in 51 % kostanjevih dreves (Szabo in sod., 2007).

Rak, ki ga povzroča *Cryphonectria parasitica* se pojavlja tudi na celotnem arealu *Q. coccinea* Münchh. v Panmsylvaniji. Tu so raziskovali efekt, ki ga ima na debelinsko rast. Ugotovili so, da zmerno in rahlo okužena drevesa povečujejo svoj premer bolj počasi. Čeprav so predvidevali, da bo rast okuženih dreves enostavno manjša, temu ni bilo tako. Močno prizadeta drevesa so namreč priraščala hitreje, kar kaže na to, da ima glivna infekcija stimulativen učinek. Vendar se je kljub povečani rasti posameznih dreves prirastek sestoja zmanjšal. Potrdili so, da je rak na deblu rezultat dolgotrajnega delovanja glive in se počasi razvija. Nekatera izmed dreves so okužena že pri 3-4 letih starosti (Torsello in sod., 1994).

Čeprav stopnja umrljivosti v narejenih raziskavah ni visoka, je škoda znatna zaradi zmanjšanega prirastka in kvalitete debla. Les pod rakasto tvorbo je pogosto okužen z drugimi glivami in napaden od žuželk, ki dodatno razvrednotijo les in zmanjšajo prirastek.

Za drevesa, ki smo jih pregledali na terenu in na njih potrdili prisotnost kostanjevega raka, lahko rečemo, da so bile poškodbe zelo obsežne in brez zadebelitev, iz česar sklepamo da gre za hiter razvoj bolezni. Drevesa so očitno tako oslabljena, da se ne uspejo uspešno braniti in gliva se hitro širi znotraj kambialne cone. Poškodbe skorje zaradi kostanjevega raka preprečujejo normalno oskrbo krošnje z vodo in povzročajo odmiranje krošnje. Zaradi velikega števila okuženih dreves in velikega števila okužb na posameznem drevesu je kostanjev rak eden od najpomembnejših škodljivih dejavnikov za graden v preiskanem sestoju.

#### **6.1.4 Jetrasta cevača- *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. (1792)**

Je saprofitska in včasih parazitska gliva, ki se pojavlja na *Castanea sativa* in *Quercus spp.* Raste posamezno ali v manjših skupinah na koreninskem vratu ali deblu drevesa v poletnjem in jesenskem času. Zaradi mesnatega izgleda jo v angleško govorečih državah imenujejo tudi »beefsteak fungus« ali »ox tongue«.

Delovanje glive je zelo počasno vendar vztrajno in razgraje tudi les prepojen s tanini. V začetni fazni razkroju povzroča rdečkasto rjavo obarvanje črnjave hrasta, imenovano »brown oak«. To obarvanje, ki se občasno pojavi tudi pri kostanju, nastane zaradi produktov glive. Obarvan les je visoko cenjen v pohištveni industriji zaradi privlačne barve in neprizadetih tehničnih lastnosti lesa.

Narejeni testi trdnosti lesa na okuženem in neokuženem lesu v različnih inkubacijskih dobah niso pokazali večjih razlik. Šele dolgoletno delovanje glive lahko privede do razkroja, pri katerem se les razgradi v kvadratnih razpokah. Les nikoli ne postane mehak in se ne drobi, kot pri drugih glivah, ki povzročajo rjavo trohnobo (Schwarze in sod., 2000).

Sicer užitna goba kiselkastega okusa je v Sloveniji kot ogrožena uvrščena v seznam zaščitenih gliv (Uredba o varstvu ..., 1998).

### 6.1.5 Glive na manjših vejicah

Glive, ki smo jih našli na odmrlih vejicah v krošnji ali na pred kratkim odmrlih adventivnih poganjkih so:

- *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr. (1832)
- *Coryneum elevatum* (Riess) B. Sutton (1975)
- *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (1978)
- *Fusicoccum quercus* Oudem. (1894)
- *Hercospora taleola* (Fr.) E. Müll. (1962), (*Caudospora taleola*)
- *Botryosphaeria melanops* (Tul.) G. Winter (1887), (*Botryosphaeria quercuum*)

*Botryosphaeria melanops* ter *Cryphonectria parasitica* se pojavljata najpogosteje. Trosiča kostanjevega raka se pojavljajo na šestih od osmih pregledanih dreves. *Botryosphaeria melanops* pa v sedmih primerih, torej je nismo našli le na enem izmed dreves. Trosiča kostanjevega raka na manjših vejicah se pojavljajo neodvisno od raka na deblu.

Večina zgoraj naštetih vrst gliv je tipičnih kolonizatork skorje, ki lahko okužijo tudi les. V močnih in zdravih sestojih je njihova vloga lahko celo pozitivna, saj naseljujejo veje, ki so prizadete zaradi pomanjkanja svetlobe in tako skrbijo za naravno obvejevanje. Simptomi, ki jih povzročajo, pa pogosto spremljajo tudi pojav propadanja hrastov. V večini primerov te glive za okužbo potrebujejo predhodno ranjena ali kako drugače oslabela drevesa. Defoliacije, poškodbe korenin in neprimermost rastišča vodijo k njihovi večji učinkovitosti. *Fusicoccum quercus* pa je ena izmed gliv, ki lahko povzročajo znake propadanja tudi na relativno zdravih drevesih (Butin in Kowalski, 1983).

Tekom raziskave v Nemčiji so odkrili 80 vrst različnih gliv na nadzemnih delih hrastov. V večini primerov so bile glive in simptomi, ki jih povzročajo, sekundarnega pomena pri propadanju. Prisotnost gliv so beležili glede na dele drevesa, ki ga naseljujejo. Čeprav je bilo odkritih skoraj 50 različnih vrst gliv na odmrlih delih krošnje in adventivnih poganjkih, so bile samo nekatere izmed njih prisotne v več kot 10 %. Med njimi tudi *Colpoma quercinum*, *Dothiorella advena* Sacc. (1882) (eden izmed mnogih sinonimov *Botryosphaeria melanops*), *Hercospora taleola* in *Fusicoccum quercus*. Mesta na skorji, kjer sta bila najdena *Colpoma quercinum* in *Fusicoccum quercus*, so bila svetlejša, rdečkasto rjava in ponekod uleknjena. Najpogostejša je bila *Colpoma quercinum* in večinoma je razvila vegetativno obliko *Conostroma didymum* (Fautrey & Roum.) Moesz (1920) (Kowalski, 1991).

Avtorja neke druge raziskave v Nemčiji (Kehr in Wulf, 1993) sta se trudila pregledati dele vej in debel čim prej v začetku procesa odmiranja z namenom, da bi ugotovila ali so glive primarni povzročitelj. Odkrila sta trosišča gliv na večini odmrlih poganjkov, na tretjini izmed njih so bila že dovolj razvita za identifikacijo. Daleč najpogosteje se je pojavljala *Conostroma didymum* – anamorf *Colpoma quercinum*, pojavljala se je tudi *Botryosphaeria melanops* in nekatere druge. Samo 3 % odmrlih vejic je bilo sterilnih, živih vej pa je bilo sterilnih 83 %. Zanimivo, da kljub množičnemu pojavu *Colpoma quercinum* v krošnji, te niso našli v nekrozah na deblu. To potrjuje raziskavo Kowalskega (1991), ki je ugotovil, da gliva raje naseljuje tanke veje.

*C. quercinum* je znana kot endofit v skorji hrasta, vendar lahko deluje kot rahel parazit v primeru aktivnega naravnega obvejevanja. To je proces, ki se očitno odvija tudi na zgornjem delu krošenj hrastov, ki imajo zmanjšano vitalnost.

V vsaki geografski regiji je v povezavi s propadanjem hrastov prisotna določena mikoflora, nekatere izmed gliv pa so stalnice. Najpogosteje so prisotne kot slabii, sekundarni paraziti, ki z naravnim redčenjem in obvejevanjem pozitivno prispevajo h gojitvenemu procesu. Endofitske glice zajemajo tudi nekatere slabe parazite, ki postanejo patogeni v primeru da je njihov gostitelj izpostavljen stresu. Oslabljano drevo tako postane žrtev endofitov, ki končno povzročijo tudi njegov propad.

#### 6.1.5.1 *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr. (1832)

V suhem stanju je opazna kot veliko ustnato trosišče, ob zrelosti poči in se razpre. Veje naseljuje v vzdolžni smeri. Apotecij je 15 mm dolg in 1-3 mm širok, belo obrobljen, ko poči, se navzven razpre tudi tkivo mladega lubja. Ima nitaste, ravne do 90 µm dolge askospore. Naseljuje in širi se pretežno na mrtvih in odmirajočih vejah in deblu. Kljub temu je sposobna prodreti tudi v zdravo tkivo, seveda le, če je to oslabljeno. Pojavlja se v povezavi s pozebo in hrastovo pepelovko ter povzroča grmičasto razrast poganjkov (Butin, 1980).

#### 6.1.5.2 *Fusicoccum quercus* Oudem. (1894)

Najbolj opazno se pojavlja v drevesnicah, na mladih drevescih. Prvi simptomi napada so vidni spomladi v dolžini 5-15 cm, eliptične oblike z rumeno rdečo obarvanostjo skorje. To obarvanje je od zdrave skorje ločeno z ostro mejo. Piknidiji v obliki mehurjev predrejo povrhnjico. Z začetkom vegetacijske dobe se sproži obrambna reakcija drevesa, kot histološka omejitev napadenega tkiva. Tekom normalnega poteka bolezni, se konec leta pojavi temno rjava globoka razpokanost skorje. V naslednjih letih se s širjenjem glice širi tudi razpokanost in se kot rakava rana nepravilnega poteka delno zarašča. Ker trosišč vedno ne odkrijemo, težko samo po bolezenski sliki z gotovostjo trdimo, da gre za napad te glice. Prav tako se na teh mestih sekundarno pojavijo druge glice. Posledica napada je

odvisna od starosti drevesa in moči infekcije. Pri sejankah pride pogosto do izbruha na celotni rastlini. Če se bolezen razširi na večjem delu debla, drevesca in enoletne sadike odmrejo. S propadanjem poganjkov se aktivirajo speči brsti in tako prihaja do grmičaste oblike. Pri blagi okužbi z manjšim številom nekroz prihaja do stalnega preraščanja in tako bolezenski znaki ostajajo neopaženi (Butin, 1980).

Od pomladi do poletja se razvijajo v odmrli skorji trosišča poletne oblike, ki so velika 1-1,5 mm. V notranjosti piknidija se nahajajo velike  $\alpha$ -spore ali manjše, posamične  $\beta$ -spore.  $\alpha$ -spore imajo vretenasto do eliptično obliko, so na obeh koncih zaobljene in velike  $12-14-18 \times 3,5-4,5 \mu\text{m}$ .  $\beta$ -spore so krajše, eliptične do cilindrične oblike, prozorne in zaobljene na obeh koncih, velike  $5,5-6,5-8,0 \times 2,5-3,0 \mu\text{m}$ . Ugotovljeno je, da gliva prezimi z oblikovanjem odpornejše zimske oblike trosišč. Ta se razvije septembra, v obliki izstopajočih, nepravilnih, črnih, do 3 mm velikih stromatičnih piknidijev (Butin, 1980).

Gliva je parazit, ki prizadene mlado tkivo hrasta. Največjo škodo povzroča v času mirovanja dreves, ko se ta ne morejo braniti, je sezonski parazit. Posebno nevaren v je zimskem času, saj ostane micelij glive močno aktiven tudi pri nizkih temperaturah. Sposoben je okužbe zdravega tkiva, brez predhodne oslabitve. Na podlagi spremeljanja razvoja bolezni lahko sklepamo, da ima klima pomemben vpliv s tem ko spreminja vodni režim. Von Schneider (1980) je z analizo je ugotovil, da epidemija glivesov pada z deževnimi leti. Butin (1980) pa trdi, da je za razvoj glive ugodna sušna podlaga z minimalno sposobnostjo skladiščenja vode.

#### 6.1.5.3 *Hercospora taleola* (Fr.) E. Müll. (1962)(*Caudospora taleola*)

Na različno velikih delih odmrle skorje se najprej pojavijo piknidiji s cilindrično oblikovanimi, upognjenimi,  $24-28 \times 5-6 \mu\text{m}$  velikimi konidiji. V jeseni istega leta ali naslednje leto pa se izoblikujejo spolna trosišča. Zunanji del trosišča je omejen s črno linijo. V stromi pa se nahaja 4-6 črnih okroglih peritecijev. V cilindričnih askih so s šibko pregrado v sredini izoblikovane dvocelične askospore. Vsak konec ima na obodu tri upognjene nitaste tvorbe. Askospore so velike  $20-25 \times 8-10 \mu\text{m}$ . Kar se tiče patogenosti, je

dvomljiva in sporna gliva, ki se velikokrat pojavlja skupaj s *Colpoma quercinum* (Butin, 1980).

#### 6.1.5.4 *Botryosphaeria melanops* (Tul.) G. Winter (1887), (*Botryosphaeria quercuum*)

Gliva je opisana pod številnimi sinonimi. Posebej pogosta je v zmernem klimatskem pasu, naseljuje skorjo različnih listavcev. Je parazit ran in povzroča rakasta obolenja. Najdena je na vrstah *Quercus spp.* v Evropi, ZDA in Kanadi.

Stroma askokarpov je v obliki okroglih ali nepravilno oblikovanih, črnih, vdrtih ali izbočenih trosišč, velikih do 3 mm. Askospore so prozorne, velike (31-)34-36(-48) × (14-)16-18(-21) µm (Phillips, 2006). Piknidiji se pojavijo v isti stromi kot askospore, pogosto se pojavljajo skupaj. Konidiji so prav tako prozorni, rahlo cilindrični s tanko gladko steno, veliki (41-)47-50(-53) × (9-)10-10,5(-11) µm (Phillips, 2006). Različni avtorji navajajo različne dimenzije askospor in konidijev. Zelo veliki, prozorni konidiji z zrnato strukturo, ki dosegajo 50 µm (v našem primeru tudi 57 µm), so eden izmed razpoznavnih lastnosti glive. Konidiogene celice so dolge in ozke, med njimi so nitasto razvezjane parafize. Prav tako značilna je sluz, ki obdaja askospore, in je nenavadna za ostale vrste rodu *Botryosphaeria*.

O pojavu glive *Botryosphaeria melanops* je le nekaj poročil, zato je o njej znanega zelo malo. Shear in Davidson (1936, cit. po Phillips, 2006) navajata kot eno izmed njenih posebnih lastnosti tudi izjemno počasno rast, zaradi katere je bila v izolacijskih kulturah dostikrat verjetno tudi spregledana (Phillips, 2006).

#### 6.1.6 Suša in ostali fiziološki dejavniki

Suša je velikokrat izpostavljena kot najpomembnejši začetni razlog propada (faktor predispozicije). Je vzrok manjšega debelinskega prirastka, še preden se pojavijo znaki propadanja v krošnji. Močneje prizadene starejša drevesa, ki niso več sposobna toliko podaljševati svojih korenin. Kot dejavnik, ki drevo izpostavi propadanju, jo obravnavamo

tudi zato, ker najmanj škode trpijo sestoji, ki so bili najmanj pod vplivom sprememb vodnega režima. Močna suša lahko sproži propadanje tudi brez pomoči drugih škodljivih dejavnikov.

Nekatere izmed morfoloških prilagoditev, ki hrastom omogočajo uspešen boj s izsušitvijo, so:

- globok koreninski sistem
- dlačice na površini listov
- aktivno odmetavanje vejic
- povečanje mase drobnih koreninic v primerjavi z maso listja
- kontrola transpiracije s katero se izognejo zračni emboliji
- redukcija fotosintetske aktivnosti
- prenehanje rasti (pri dobu prenehajo rasti poganjki pri boljši oskrbljenosti z vodo)

Čeprav hrasti lahko brez večje škode preživijo obdobja dalj trajajoče suše, so občutljivi na pomanjkanje vode v zgodnjem poletju. Dob ima večjo potrebo po vodi in hranilnih snoveh kot graden, zato ga suša močneje prizadene.

Raziskave ameriških hrastov, kot tudi *Q. robur* in *Q. petraea*, kažejo visoko stopnjo odpornosti dreves na sušo. Obe vrsti hrastov, ki rasteta tudi pri nas, kažeta podoben potek procesa fotosinteze v primeru poletne suše. Vendar večja notranja učinkovitost izrabe vode pri gradnji lahko prispeva k boljši tekmovalni sposobnosti na suhih tleh (Epron in Dreyer, 1993).

Raziskave Thomasa in Hartmanna (1996) na treh lokacijah v severni Nemčiji, odkrivajo, da so okužbe drobnih koreninic z glivami veliko večje, če so te prizadete zaradi suše. Tudi to bi lahko bil pomemben dejavnik pri propadanju hrastov. Ugotavljata, da je največ škode v sestojih, ki so tekom leta izpostavljeni velikim spremembam vode v tleh, tako da so del leta izpostavljeni zastajanju vode in potem suši. V nasprotju z dobovimi, v sestojih gradna niso odkrili velikega vpliva vodnega stresa na propadanje. Z dendrokronološkimi analizami so potrdili, da v teh sestojih defoliacije in mraz igrajo večjo vlogo. V sušnih letih pa je ta vpliv še večji.

Meritve v Nemčiji so pokazale, da je v preteklih 75 letih letni prirastek kasnega lesa pri zdravih drevesih v prizadetem sestoju prepričljivo manjši, kot pri zdravih drevesih v zdravem sestoju. Pri ranem lesu so razlike med posameznimi leti minimalne. Proizvodnja kasnega lesa je namreč v večji meri odvisna od zunanjih dejavnikov. Tudi tukaj ugotovijo, da v sestojih gradna nič ne kaže na to, da bi bila suša pomemben dejavnik, ampak dajejo večjo težo defoliacijam in poškodbam zaradi mraza. Širina branike se ne ujema tako močno z obdobji suše, kot s slednjimi pojavili. Učinek mraza in defoliacij je tudi tu močnejši v sušnih letih. Enako potrjujejo raziskave na Madžarskem in v Franciji (Thomasin sod., 2002).

Defoliacija sama ali v kombinaciji s sušo, pri *Q. robur* in *Q. petraea*, povzroči zmanjšanje biomase drobnih koreninic. Po drugi strani, pa v primeru suše pri obeh vrstah pride do povečanja biomase drobnih koreninic v primerjavi z biomaso listja, in služi kot obrambni mehanizem. Defoliacija vodi tudi do povečane transpiracije, kar pomeni večjo zahtevo po vodi. V kombinaciji s sušo defoliacija torej povečuje tveganje izsušitve dreves na dva načina, tako da povečuje izgubo vode in zmanjšuje sposobnost absorpcije (Gieger in Thomas, 2002).

Ponekod so obravnavali kot faktor predispozicije tudi stresna rastišča na plitvih tleh in južnih ekspozicijah s slabšo vsebnostjo hranil. Vendar raziskave pri rdečih hrastih v visokogorju Ozark tega niso potrdile. Velik koreninski sistem, ki se razvije na revnejših in bolj suhih tleh omogoča boljšo absorpcijo. To hrastom omogoča preživeti sušne razmere enako ali celo bolje od tistih na kvalitetnem rastišču. Ugotovljena je bila enaka umrljivost na slabih in dobrih rastiščih in ne moremo sklepati, da je drevesna vrsta na boljših rastiščih izpostavljena manjšemu tveganju. Tveganje pa se povečuje z naraščajočo gostoto sestojja (Kabrick in sod., 2008).

Pri dobu je arhitektura krošnje močno odvisna od starosti in vitalnosti drevesa. Vitalna drevesa imajo na obodu krošnje gosto mrežo dolgih poganjkov. Pri manj vitalnih se začne dolžina poganjkov krajšati. Pri starih hrastovih drevesih se začne pojavljati aktivno odmetavanje vejic (cladoptosis) in vej in deluje kot mehanizem preoblikovanja arhitekture krošnje. Pojav je pogosto opaziti v sestojih doba, vendar se količina aktivnega odmetavanja

povečuje s sušo in z zmanjšano možnostjo pridobivanja vode zaradi okužbe korenin z glivami (Rust in Roloff, 2004).

Suša zmanjša rast poganjkov in zato tudi asimilacijsko površino, fotosintezo in rezervo ogljikovih hidratov, kar bi lahko bil razlog zmanjšane mrazne odpornosti dreves. Na severu Nemčije so odkrili, da ima 20 % hrastovih dreves poškodbe na deblih zaradi nizkih temperatur. Zimavost je poškodba živega tkiva in skorje, ki se pojavlja pretežno na južni strani drevesa, v času pozne zime. V tem času se debla na južni strani čez dan že toliko ogrejejo, da pričnejo z mobilizacijo, ponoči pa jih presenetijo nizke temperature. *Q. robur* je manj dovzeten za zmrzal, tako spomladansko, kot tudi jesensko in zimsko, v primerjavi s *Q. petraea*. Na jugu Švedske smatrajo, da je inicialna faza propadanja hrastov lahko posledica zmrzali korenin zaradi pretanke snežne odeje (Thomas in sod., 2002).

Tudi na Švedskem so že več kot dve desetletji priča propadanju. Narejene so bile dendrokronološke analize s katerimi so hoteli potrditi prisotnost tako imenovane predsmrtne zmanjšane rasti. Prsni premeri mrtvih dreves so bili znatno manjši, ko so jih uskladili s primerljivimi živimi drevesi. Kar kaže na to, da bi tekmovanje med drevesi lahko bil eden izmed razlogov izpostavljenosti dreves propadanju. Hrast ni sencozdržna vrsta in senčenje krošnje v močno strnjениh sestojih lahko poveča smrtnost. Čeprav so nekateri hrasti kazali zmanjšano rast že nekaj desetletij, je imelo 51 % mrtvih dreves zmanjšano rast vsaj 4 leta pred smrtjo. Razlike v priraščanju med živimi in mrtvimi hrasti so se začele povečevati v poznih osemdesetih, prirastek pa je postal očitno manjši v drugi polovici devetdesetih let. Razlika v priraščanju med živimi in mrtvimi drevesi je bila vidna vsaj 30 let pred smrtjo in je vnovič potrditev temu, da je propadanje hrastov desetletja dolg proces (Drobyshev in sod., 2007).

Domnevamo, da škodljivi abiotiski dejavniki niso pomembnejše vplivali na zdravje sestojev v KE Adlešiči. Pregled količine padavin je pokazal zviševanje povprečne letne količine padavin v zadnjih letih v primerjavi s povprečjem 1981-1990 ali 1990-2000. Izjema je le leto 2003, ko je bila izjemna suša. Graden velja kot vrsta, ki je s pomočjo različnih mehanizmov sposobna preživeti obdobja suše. Energija, ki jo porabi v ta namen pa mu gotovo primanjkuje v boju z glivami, ki izkoristijo obdobja suše v svojo korist. Z našo

raziskavo smo ugotovili številne škodljive biotske dejavnike in z njihovim škodljivim delovanjem lahko pojasnimo večino opaženih poškodb.

## 6.2 SKLEPI

Vsi se strinjamо, da je propadanje hrastov dolgotrajen, kompleksen proces, v katerem imajo svojo vlogo različni škodljivi dejavniki. Tudi na tem raziskovalnem objektu to dejstvo prihaja do izraza z velikim številom patogenih gliv najdenih na pregledanih drevesih.

In ker pri propadanju hrastov sodelujejo poleg biotskih tudi abiotski dejavniki, jih najdemo tudi tukaj. Pojavlja se v obliki neprimernega rastišča, te nedavno zarašcene košenice so pionirski gozd. Svoje prispeva pomajkljiva drevesna sestava, saj v sestoju le redko naletimo na beli gaber, ki naj bi igral pomembno vlogo v tej združbi. Vzrok temu, bi lahko našli v zelo verjetnem steljarjenju, ki je bilo značilno za takšne gozdove.

Nenegovanost sestoja z redčenji v mladosti je nemogoče nadomestiti, zato so krošnje dreves majhne kljub sedanjim redčenjem. Majhne krošnje pa pomenijo manjši prirastek drevesa in večjo občutljivost za neugodne razmere. Neurja, spravilo in zimavost puščajo na drevesih rane in s tem še dodatno odpirajo pot ostalim škodljivim dejavnikom. Vse to, ob upoštevanju novejših klimatskih sprememb s pogostejšimi sušnimi obdobji, naredi drevesa občutljivejša in bolj dovetna za razne bolezni in škodljivce.

Oslabljeni drevesa zlahka postanejo žrtve patogenih gliv, ki jim v zdravem, nestresnem stanju ne bi mogle do živega. Kljub temu, da so nekatere gline sposobne okužiti korenine popolnoma zdravega drevesa, ga same ne morejo prizadeti tako močno kot v sodelovanju z drugimi škodljivimi dejavniki (defoliatorji, suša ...). V oslabljenih drevesih pa najdejo zatočišče žuželke (*Buprestidae*), ki še dodatno prispevajo k propadu.

V krajevni enoti Adlešiči letni posek listavcev predstavlja velik delež celotnega letnega poseka. Sanitarni posek hrastov, ki ga beležijo gozdarji narašča. Vendar so gozdovi večinoma v privatni lasti in odkazilo se izvaja samo po potrebi lastnikov gozdov. Med njimi pa je veliko takšnih, ki za delo v gozdu niso zainteresirani. Bolj kot količina sanitarnega poseka je zaskrbljujoče slabo zdravstveno stanje dreves, ki v gozdu ostajajo po spravilu in ki naj bi predstavljalna ogrodje sestoja.

Skupno smo našli na drevesih 9 vrst gliv, ki smo jih nabrali na živem in na prehodu med živim in mrtvim tkivom. Na koreninah in deblu najbolj izstopata *Armillaria spp.* in *Cryphonectria parasitica*. Vrste *Armillaria* se velikokrat pojavljajo v povezavi s propadanjem hrastov. Pri tem je vrsta *Armillaria mellea* prisotna kot primarni zajedalec, ki lahko kuži relativno zdrava drevesa. Ostale vrste pa se pojavijo kasneje v procesu propadanja.

O kostanjevem raku (*Cryphonectria parasitica*) kot parazitu ran na gradnu poročajo skupaj s pojavom kostanjevega raka na kostanju. Po navedbah se na hrastu bolezen razvija počasi in nima večjih posledic. Vendar v tem sestoju ni tako, s svojo hitro širtvijo tu znatno vpliva na odmiranje.

Prvič smo kot primarnega patogena na koreninah hrastov opisali hrastovo korenovko (*Collybia fusipes*), ki ji v Franciji pripisujejo velik pomen. Zmožna je okužiti popolnoma zdrave korenine, na zdravih drevesih se razvija zelo počasi. Ne pušča vidnih posledic na stanju krošnje, ker se drevo uspešno brani in razvija adventivne korenine, s katerimi nadomesti propadle. Slika je drugačna, če so drevesa kako drugače oslabljena, oziroma se naknadno pojavijo stresni dejavniki.

Glive najdene v krošnjah dreves (razen kostanjevega raka), so značilne kolonizatorke skorje, lahko kužijo tudi les, in so slabi sekundarni paraziti. V močnih in zdravih sestojih je njihova vloga lahko celo pozitivna, saj prispevajo k naravnemu obvejevanju in redčenju krošnje. Simptomi, ki jih povzročajo, pa pogosto spremljajo pojav propadanja hrastov. V večini primerov za okužbo potrebujete predhodno ranjena ali kako drugače oslabela

drevesa. Defoliacije, poškodbe korenin in neprimerna rastišča vodijo k njihovi večji učinkovitosti. *Fusicoccum quercus* lahko okuži tudi relativno zdrava drevesa, *Cryphonectria parasitica* in *Botryosphaeria melanops* pa sta parazita ran.

Problem pri propadanju hrastov je ta, da so tudi dominantna in dokaj vitalna drevesa pod stresom do te mere, da postanejo dovezetna za sekundarne patogene. Domnevamo, da je velik delež gradna eden od pomembnih dejavnikov, ki omogočajo patogenim glivam hitro širjenje (npr. mraznice, hrastova korenovka, kostanjev rak). Zato bi bil ustrezен gojitveni cilj zmanjšanje deleža gradna v obravnavanih sestojih.

Vzrok za močno okuženost debel in krošenj gradna s kostanjevim rakom ni jasen. Dodatne raziskave na to temo bi lahko znatno prispevale k razumevanju pojava. V preiskanem sestaju je pravega kostanja malo, zato je infekcijski potencial kostanjevega raka majhen. Hrasti so bili vedno obravnavani kot potencialni gostitelji kostanjevega raka in na njih bolezen običajno ne povzroča škode. Gliva *Cryphonectria parasitica* pa je v tem sestaju postala eden od pomembnih povzročiteljev bolezni, ki na gradnu verjetno oblikuje dovolj trosišč za reprodukcijo in intenzivno širjenje. To pomeni, da bi morali povečati sanitarno sečnjo obolelih dreves in s tem zmanjšati njen infekcijski potencial.

Zanimivo bi bilo ugotovili, kako pogosto se pojavlja hrastova korenovka (*Collybia fusipes*) in kašen je njen pomen v sestaju. V povezavi z njo francoski avtorji svetujejo odstranjevanje močno okuženih dreves ob vznožju katerih se pojavljajo trosišča.

Drevesa, ki imajo poškodbe krošnje večje kot 30 %, si le težko opomorejo. Pomembna je odstranitev starejših, močno poškodovanih in odmirajočih dreves, saj predstavljajo zatočišče žuželkam in glivam. V sestaju je pomembno ohranjevanje močnih in vitalnih. Drevesa morajo ustrezati rastišču in biti ustrezne provenience. Mešani sestoji so manj izpostavljeni, zato je potrebno povečati delež drevesnih vrst. Ko sestoj doseže proizvodno sposobnost rastišča, je potrebno ukrepati, tveganje za propadanje pa se takrat povečuje. Omogočiti je potrebno pomlajevanje, odpirati sestoj mladju in ne predolgo odlašati z obnovo. Redčenja naj bi bila zgodnja, pogosta in neintenzivna, vendar Matić (1996 cit. po

Jurc, 1999) svetuje spremembo v zgodnja, redna in močna redčenja (Jurc, 1999). Redčenja naj se izvajajo od konca poletja in skozi zimo saj s tem zmanjšamo obseg poškodb na stojecem drevju.

Gojenje hrastov je kljub njihovemu propadanju, zaradi visoko vrednega lesa in njegovega ekološkega pomena, pomembna naloga gozdarstva. Vedno obstaja možnost, da bodo nekatera drevesa bolj odporna, in le-ta bodo lahko osnova nove populacije. Zato je pomembno, da obdržimo hrastove sestoje.

## 7      POVZETEK

Propadanje hrastov je kronični problem celotne Evrope, s katerim se po letu 1980 močneje srečamo tudi v Sloveniji. In čeprav se večinoma govorí o propadanju v povezavi z dohom (*Quercus robur*), v tem diplomskem delu obravnavamo propadanje gradna (*Quercus petraea*). Obstaja mnogo teorij, zakaj prihaja do tega pojava, vse pa so si edine v tem, da vključujejo več povzročiteljev. Obravnavamo predvsem vpliv patogenih gliv in nekaterih abiotiskih dejavnikov.

Objekt raziskave se nahaja v Območni enoti Novo mesto in sicer v Krajevni Enoti Adlešiči, na območju Žežlja pri Vinici. Spomladi 2007 smo bili v dogovoru z gozdarji in z lastnikom gozda prisotni pri poseku dreves, ki smo jih podrobno pregledali in z njih nabrali vzorce gliv. Te smo kasneje v mikroskopirnici na Gozdarskem inštitutu Slovenije pregledali in določili. Jeseni 2006 in 2007 smo sestoj prehodili in nabirali ter fotografirali vzorce gliv, ki v tem času razvijejo svoje trošnjake.

Našli in določili smo 9 vrst gliv. Na deblu in ob vznožju dreves smo v jesenskem času odkrili vrste gliv *Armillaria spp.*, *Collybia fusipes* (Bull.) Quél. (1872), *Fistulina hepatica* (Schaeff.) With. (1792), na deblih dreves pa so bile vidne številne poškodbe *Cryphonectria parasitica* (Murrill) M.E. Barr (1978). Spomladi smo na deblih podrtih dreves prav tako našli kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*). Njegova trosiča so bila pogosta tudi na tanjših vejah v krošnjah dreves. Na panjih podrtih dreves so bili pogosto prisotni rizomorfi

štovke (*Armillaria spp.*). Na tanjših vejah v krošnji smo odkrili trosiča gliv *Colpoma quercinum* (Pers.) Wallr. (1832), *Fusicoccum quercus* Oudem. (1894), *Hercospora taleola* (Fr.) E. Müll. (1962), *Coryneum elevatum* (Riess) B. Sutton (1975). Med glivami v krošnji so bili pogosta tudi trosiča glive *Botryosphaeria melanops* (Tul.) G. Winter (1887), (*Botryosphaeria quercuum*).

V primeru sestoja na Žežlju ima pomembno vlogo vpliv človeka na sam nastanek, zanemarjanje nege in pomanjkljiva drevesna sestava. Sestoji gradna so nastali z zaraščanjem košenic in iz ne čisto jasnega razloga jih sestavlja skoraj izključno ta drevesna vrsta. V sestoju ni bilo izvedenih potrebnih redčenj v mladosti, zato so krošnje dreves majhne.

Čisti gradnov debeljak je izpostavljen delovanju zgoraj naštetih gliv, ki se v takšnih sestojih hitro širijo. Vrste *Armillaria spp.* velikokrat povezujejo s propadanjem hrastov. Tu so njihove poškodbe vidne po poseku dreves, kot votline z rizmorfi na korenčniku. Prvič v Sloveniji kot primarnega patogena odraslih hrastovih korenin določimo *Collybia fusipes*, ki ji velik pomen pri propadanju hrastov pripisujejo predvsem na področju Francije. Pri propadanju ima pomembno vlogo zaradi močne razširjenosti in invazivnosti kostanjev rak (*Cryphonectria parasitica*). V sestoju ni le bolezen, ki se na hrastih pojavlja v blagi obliki brez večjih posledic, ampak ravno nasprotno.

Glive v krošnji so posledica oslabelosti dreves in so pogoste spremljevalke propadanja hrastov. Nekatere izmed njih so v vitalnih sestojih koristne, saj z obvejevanjem pripomorejo k procesu nege.

## VIRI

Bissegger M., Heininger U. 1991. Chestnut blight (*Cryphonectria parasitica*) north of the Swiss alps. European journal of plant pathology, 21: 250-252.

Butin H. 1995. Tree diseases and disorders. Causes, biology and control in forest and amenity trees. Oxford, Oxford University Press: 261 str.

Butin H. 1981. Über den Rindenbranderreger *Fusicoccum quercus* Oudem. und andere Rindenpilze der Eiche. European journal of plant pathology, 11: 33-44.

Camay C., Delatour C., Marcais B. 2003. Relationships between soil factors, *Quercus robur* health, *Collybia fusipes* root infection and *Phytophthora* presence. Annals of forest science, 60: 419-426.

Clatterbuck W.K., Kauffman B.W. Managing oak decline. Professional hardwood notes, The University of Tennessee.  
<http://www.utextension.utk.edu/publications/spfiles/SP675.pdf> (15. jul. 2008)

Čater M., Batič F. 1999. Nekateri ekofiziološki kazalci stresa pri dobu (*Quercus robur* L.) v severovzhodni Sloveniji. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 58: 47-83.

Davis D. D., Torsello M. L., McClenahan J. R. 1997. Influence of *Cryphonectria parasitica* basal cankers on radial growth of Scarlet oak in Pennsylvania. Plant Disease, 81: 369 – 373.  
<http://apsjournals.apsnet.org/doi/pdf/10.1094/PDIS.1997.81.4.369> (4. sep. 2008)

Drobyshev I., Linderson H., Sonesson K. 2007. Temporal mortality pattern of pedunculate oaks in southern Sweden. Dendrochronologia, 24: 97-108.

Ellis M. B., Ellis J. P. 1985. Microfungi on land plants: an identification handbook. London, Sydney, Croom Helm: 818 str.

Epron D., Dreyer E. 1993. Long-term effects of drought on phytosynthesis on adult oak trees (*Quercus petraea* (Matt.)Liebl. and *Q. Robur* L.) in a natural stand. New Phytologist, 125, 2: 381-389.

<http://www.jstor.org/pss/2558226> (20. jul. 2008)

Gibs J. 1999. Dieback of pedunculate oak. Forestry commission

[\\$FILE/fcin22.pdf](http://www.forestryresearch.gov.uk/pdf/fcin22.pdf) (15. jul. 2008)

Gieger T., Thomas F. M. 2002. Effects of defoliation and drought stress on biomass partitioning and water relations of *Quercus robur* and *Quercus petraea*. Basic and applied ecology, 3: 171-181.

Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Adlešiči za leta 1993 – 2002. 1993. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Adlešiči.

Gozdnogospodarski načrt za gospodarsko enoto Adlešiči za leto 2003– 2012. 2003. Novo mesto, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Adlešiči.

Gozdna kronika Krajevne enote Adlešiči za leto 1994 – 2007. Črnomelj, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto, Krajevna enota Adlešiči.

Gregorič V., Kalan J., Košir Ž. 1975. Geološka in gozdno vegetacijska podoba. V: Gozdovi na Slovenskem. Remic C.(ur.). Ljubljana, Založba borec: 26-62.

INDEX FUNGORUM. 2008.

<http://www.indexfungorum.org/index.htm> (27. okt. 2008)

Juhasova G., Bernadovičova S. 2001. *Cryphonectria parasitica* (Murr.)Barr and Phytophthora spp. in chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Slovakia. Forestry, snow and landscape research, 76, 3: 373 – 377.

<http://www.wsl.ch/publikationen/pdf/4863.pdf> (4. sep. 2008)

Jurc D. 1999. Bolezni in sušenje hrastov v Evropi in pri nas.V: Raziskave nižinski hrastovih gozdov. 1999. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 37-40.

Jurc, D. 2002. An overview of the history of the chestnut blight epidemic in Slovenia. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 68: 33-59.

Jurc D. 2006. Hrasti. Bolezni listja. *Microsphaera alphitoides*, *Discula quercina*, *Tubakia dryina*. Gozdarski vestnik, 64, 10: 485-500.

Jurc D., Turchetti T. 2005. *Cryphonectria parasitica*. Diagnostics. Bulletin OEPP, 35, 2: 295 – 298.

[http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Cryphonectria\\_parasitica/pm7-45\(1\)%20ENDOPA%20web.pdf](http://www.eppo.org/QUARANTINE/fungi/Cryphonectria_parasitica/pm7-45(1)%20ENDOPA%20web.pdf) (4. sep. 2008)

Kabrick J. M., Dey D. C., Jensen R. G., Wallendorf M. 2008. The role of environmental factors in oak decline and mortality in Ozrak Highlands. Forest ecology and management, 225, 5/6: 1409-1417.

Kavašna H. 2001. Fungi in the rhizosphere of common oak and its stumps and their possible effect on infection by *Armillaria*. Applied soil ecology, 17: 215-227.

Kehr R. D., Wulf A. 1993. Fungi associaed with above- ground portions of declining oaks (*Quercus robur*) in Germany. European journal of plant pathology, 23: 18-27.

Kowalski T. 1991. Oak decline: I. Fungi associated with various disease symptoms on ovreground portions of middle-aged and old oak (*Quercus robur* L.). European journal of plant pathology, 21: 136-151.

Luisi N., Sicoli G., Lerario P. 1996. Observations on *Armillaria* occurrence in declining oak woods of southern Italy. Annals of forest science. 53: 389-394.

[http://www.afsjournal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/pdf/1996/02/AFS\\_0003-4312\\_1996\\_53\\_2-3\\_ART0021.pdf](http://www.afsjournal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/pdf/1996/02/AFS_0003-4312_1996_53_2-3_ART0021.pdf) (21. jul. 2008)

Maček J. 1983. Gozdna fitopatologija. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 267 str.

Marçais B., Bréda N. 2006. Role of an opportunistic pathogen in the decline of stressed oak trees. Journal of ecology, 94: 1214-1223.

Marçais B., Caël O. 2000. Comparison of the susceptibility of *Q. petraea*, *Q. robur* and *Q. rubra* to *Collybia fusipes*. European journal of plant pathology, 106: 227-232.

Marçais B., Caël O. 2001. Relation between *Collybia fusipes* root rot and growth of pedunculate oak. Canadian journal of forest research, 31: 757 – 764.

Marçais B., Caël O., Delatour C. 1998. Measuring the impact of *Collybia fusipes* on the root system of oak trees. Annals of forest science, 56: 227-235.

Marçais B., Martin F., Delatour C.. 1998. Structure of *Collybia fusipes* population in two infected oak stands. Mycological research, 102, 3: 361 – 367.

Phillips A. J. L. 2006. *Botryosphaeria melanops*. Centro de Recursos Microbiológicos, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Caparica, Portugal (17. jul. 2006)

[http://www.crem.fct.unl.pt/botryosphaeria\\_site/botryosphaeria\\_melanops\\_2.htm](http://www.crem.fct.unl.pt/botryosphaeria_site/botryosphaeria_melanops_2.htm) (18. dec. 2008)

Ric J., Bykov A. 2002. Oak decline in High park, Toronto. Urban Forestry Services, City of Toronto

<http://www.toronto.ca/trees/pdfs/OakDecline.PDF> (15. jul. 2008)

Rust S., Rolff A. 2004. Acclimation of crown structure to drought in *Quercus robur* L. – intra-and inter-annual variation of abscission and traits of shed twigs. Basic and applied ecology, 5: 283-291.

Schwarze F. W. M. R., Baum S., Fink S. 2000. Dual modes of degradation by *Fistulina hepatica* in xylem cell of *Quercus robur*. Mycological research, 104, 7: 846 – 852.

Sinclair W. A., Lyon H. H., Johnson W. T. 1987. Diseases of trees and shrubs. Ithaca, London, Comstock Publishing Associates, Cornell University press: 575 str.

Skupne letne in mesečne padavine po meteoroloških postajah, Slovenija. 2008. Statistični urad republike Slovenije. Ministrstvo za okolje in prostor. Agencija Republike Slovenije za okolje.

[http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156102S&ti=Skupne+letne+in+mese%E8ne+padavine+po+meteorolo%9Akih+postajah%2C+Slovenija&path=../Database/Okolje/01\\_ozemlje\\_podnebje/10\\_01561\\_podnebni\\_kazalniki/&lang=2](http://www.stat.si/pxweb/Dialog/varval.asp?ma=0156102S&ti=Skupne+letne+in+mese%E8ne+padavine+po+meteorolo%9Akih+postajah%2C+Slovenija&path=../Database/Okolje/01_ozemlje_podnebje/10_01561_podnebni_kazalniki/&lang=2) (15. dec. 2008)

Sutton B. C. 1980. The Coelomycetes. Fungi Imperfecti with Pycnidia, Acervuli and Stromata. Kew, Surrey, CMI: 696 str.

Szabo I., Varga S., Berenyi A., Vidoczi H. 2007. *Cryphonectria parasitica* in sessile oak in Hungary. Acta Silvatica et Lignaria Hungarica, Special Edition: 187 – 197.  
[http://aslh.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/acta\\_silvatica/cikkek/VolE3-2007/22\\_szabo\\_et\\_al.pdf](http://aslh.nyme.hu/fileadmin/dokumentumok/fmk/acta_silvatica/cikkek/VolE3-2007/22_szabo_et_al.pdf) (4. sep. 2008)

Thomas F.M., Blank R., Hartmann G. 2002. Abiotic and biotic factors and their interactions as causes of oak decline in central Europe. Forest pathology, 32: 277 – 307.

Thomas F.M., Hartmann G. 1996. Soil and tree water relations in mature oak stands of northern Germany differing in the degree of decline. Annals of forest science, 53: 697-720.

[http://www.afsjournal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/pdf/1996/02/AFS\\_0003-4312\\_1996\\_53\\_2-3\\_ART0047.pdf](http://www.afsjournal.org/index.php?option=article&access=standard&Itemid=129&url=/articles/forest/pdf/1996/02/AFS_0003-4312_1996_53_2-3_ART0047.pdf) (20. jul. 2008)

Torsello M. L., Davis D. D., Nash B. L. 1994. Incidence of *Cryphonectria parasitica* cankers on scarlet oak (*Quercus coccinea*) in Pennsylvania. Plant disease, 78: 313 – 315.

[http://www.apsnet.org/pd/PDFS/1994/PlantDisease78n03\\_313.PDF](http://www.apsnet.org/pd/PDFS/1994/PlantDisease78n03_313.PDF)(4. sep. 2008)

Uredba o varstvu samoniklih gliv. Ur. l. RS, št. 57/1998

[http://www.arsop.gov.si/narava/rastlinske%20vrste/zavarovane%20glive/Uredba\\_glive\\_57.98\\_P1.pdf](http://www.arsop.gov.si/narava/rastlinske%20vrste/zavarovane%20glive/Uredba_glive_57.98_P1.pdf) (15. okt. 2008)

Voss W. 1889-1892. Mycologia Carniolica. Ein Beitrag zur Pilzkunde des Alpenlandes. Berlin, R. Friedländer & Sohn: 302 str.

Wołczańska A. 2007. First report of *Erysiphe carpinicola* s. l. (perfect state) in Poland. Plant pathology, 56, 2: 354-354.

Žeželj. 2008. Novo mesto. Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Novo mesto (neobjavljeno).

## **ZAHVALA**

Iskreno se zahvaljujem mentorju doc. dr. Dušanu Jurcu za vse nasvete in usmeritve v času najinega sodelovanja in recenzentu prof. dr. Juriju Diaciju za hitro recenzijo diplomskega dela.

Zahvala gre tudi gozdarjem KE Adlešiči, posebej Ignaciju Strmcu, za samo pobudo in kasnejšo pomoč pri izdelavi naloge.

Hvala Mariji Judnič za izdelavo karte in Vesni Radojčič za lektoriranje besedila.

In zahvala mojim najdražjim, mami in očetu za vso podporo tekom študija, ter moji mali družinici Simonu in Filipu, ker mi vedno stojita ob strani.