

# Kronologija propadanja nizinskog brijesta (Ulmus minor Mill.) u Republici Hrvatskoj

---

Vulić, Marin

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry / Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:717506>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-11**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
ŠUMARSKI FAKULTET  
ŠUMARSKI ODSJEK**

**PREDDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVA**

**MARIN VULIĆ**

**KRONOLOGIJA PROPADANJA NIZINSKOG  
BRIJESTA (*Ulmus minor* Mill.) U REPUBLICI  
HRVATSKOJ**

**ZAVRŠNI RAD**

**ZAGREB. RUJAN 2020.**

## PODACI O ZAVRŠNOM RADU

<b>Zavod:</b>	Zavod za zaštitu šuma i lovno gospodarenje
<b>Predmet:</b>	Osnove zaštite šumarstva
<b>Mentor:</b>	doc. dr. sc. Marko Vucelja
<b>Asistent – znanstveni novak:</b>	
<b>Student:</b>	Marin Vulić
<b>JMBAG:</b>	0113140572
<b>Akadska godina:</b>	2019./2020.
<b>Mjesto, datum obrane:</b>	
<b>Sadržaj rada:</b>	Slika: 5 Tablica: 1 Navoda literature: 39
<b>Sažetak:</b>	<p>Nizinski brijest (<i>Ulmus minor Mill. sensu latissimo</i>) je plemenita listača, koja se zajedno s brijestom vezom (<i>U. laevis Pall.</i>) i gorskim brijestom (<i>U. glabra Huds.</i>) ubraja u rod <i>Ulmus</i> L. Nizinski brijest raste u većem dijelu Europe, osim sjevernim područjima, a raste i duž mediteranske obale, na većini otoka Sredozemnog mora, kao i u sjevernoj Africi, Maloj Aziji, Kavkazu i Transkavkaziji. Pojavom holandske bolesti brijesta dolazi do ubrzanog propadanja vrlo velikog broja stabala nizinskog brijesta u Europi, a u Hrvatskoj sušenje ove vrste počinje dvadesetih godina prošlog stoljeća. U Hrvatskoj je najviše rasprostranjen na području Đurđevca, Zagreba, Pule, Nina i Neretve. Katanić i sur. su 2017. godine proveli istraživanje u kojem su dokazali da 94% nizinskog brijesta u Hrvatskoj ima znakove sušenja i uvenuća. Kao metode zaštite provode se metode umjetne infekcije s kulturom gljive <i>O. ulmi</i>, no taj posao je opsežan i skup.</p>

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

---

Marin Vulić

U Zagrebu, 25.09.2020. godine.

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. CILJ RADA .....	2
3. NIZINSKI BRIJEST .....	3
3.1. Karakteristike.....	3
3.2. Stanište.....	4
3.3. Etimologija .....	4
3.4. Uzgajanja .....	4
4. NIZINSKI BRIJEST U HRVATSKOJ.....	6
5. EKSPLOATACIJA.....	8
6. POJAVA BOLESTI.....	10
6.1. Otporna gljiva.....	10
6.2. Holandska bolest brijesta .....	10
6.2.1. Vrsta <i>Ophiostoma novo-ulmi</i> .....	12
6.2.2. Postupak izolacije virusa.....	13
6.2.3. Holandska bolest brijesta u Hrvatskoj.....	13
6.2.4. Holandska bolest brijesta u svijetu.....	14
6.2.5. Ostale najčešće bolesti .....	15
7. ZAŠTITA BRIJESTA .....	17
8. JEDAN PREŽIVJELI.....	19
9. ZAKLJUČAK .....	20
10. LITERATURA .....	21

## 1. UVOD

Nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) je plemenita listača, koja se zajedno s brijestom vezom (*U. laevis* Pall.) i gorskim brijestom (*U. glabra* Huds.) ubraja u rod *Ulmus* L., taksonomski određenom unutar porodice Ulmaceae Mirb., nom. cons. Brijestovi su široko rasprostranjeni u sjevernom umjerenom području, a također rastu i u suptropskom području srednje Amerike i jugoistočne Azije. Njihova staništa odlikuju se velikom raznolikošću, tako da neki pripadnici roda dolaze i uz obale velikih rijeka (*U. minor* Mill., *U. laevis* Pall., *U. americana* L., *U. rubra* Mühl., *U. davidiana* Planch.), dok drugim vrstama (*U. glabra* Huds., *U. thomasi* Sarg., *U. androssowii* Litw., *U. changii* Cheng, *U. villosa* Brandis, *U. wallichiana* Planch.) više odgovaraju brdska područja i veća nadmorska visina (Zebec i sur, 2010). Nizinski brijest raste u većem dijelu Europe, osim sjevernim područjima, a raste i duž mediteranske obale, na većini otoka Sredozemnog mora, kao i u sjevernoj Africi, Maloj Aziji, Kavkazu i Transkavkaziji (Richens, 1976). Pojavom holandske bolesti brijesta dolazi do ubrzanog propadanja vrlo velikog broja stabala nizinskog brijesta u Europi, a u Hrvatskoj sušenje ove vrste počinje dvadesetih godina prošlog stoljeća (Zebec i sur, 2010).

## **2. CILJ RADA**

Cilj predloženog završnog rada jest izrada kronologije eksploatacije, pojave bolesti, propadanja i pokušaja zaštite nizinskog brijesta u Hrvatskoj. Pri izradi rada korištena je dostupna stručna i znanstvena literatura te je detaljno analizirana digitalna arhiva časopisa Šumarski list - znanstveno-stručnog i staleškog glasila Hrvatskoga šumarskoga društva. Pri pretrazi arhive pregledani su radovi vezani uz problematiku propadanje i zaštite nizinskoga brijesta od 1877. godine do današnjih dana.

### 3. NIZINSKI BRIJEST

#### 3.1. Karakteristike

Nizinski ili obični poljski brijest (*Ulmus minor* Mill.) je listopadno stablo koje pripada porodici brijestova (Ulmaceae). Uspravnog je rasta i naraste do 30 metara visine tvoreći široku i gustu krošnju. Deblo je promjera do 2 metra, kora je debela i crvenkastosmeđa koja je u početku glatka, a kasnije postane duboko izbrazdana. Korijski sustav je jak i dobro razvijen. Pupoljci su tamnosmeđi i prekriveni ljuskama dugim oko 3 mm. Listovi su ovalni ili eliptični, asimetrične osnove, dugi 5-10 cm, široki 4-5 cm, izraženih žila, ušiljenih vrhova, dvostruko pilasto nazubljeni, na licu tamnozeleni, sjajni i goli, naličje im je svjetlije i malo dlakavo, nalaze se na peteljka dugim 6-12 mm i dvoredno su raspoređeni. Cvjetovi su dvospolni, sjedeći, skupljeni po 15-20 u čuperke na prošlogodišnjim izbojima. Jedan je tučak, a prašnika ima pet. Cvatu prije listanja u ožujku i travnju. Plod je svijetlosmeđi oraščić, velik do 2,5 cm te visi na kratkoj stapci. Dozrijeva u svibnju i lipnju (Šilić, 1990).



Slika 1. Izgled krošnje.

Izvor: <https://alchetron.com/>



Slika 2. Izgled lista.

Izvor: <http://www.euforgen.org/>



### 3.2.Stanište

Rasprostranjen je u zapadnoj, srednjoj i južnoj Europi, Maloj Aziji i u sjevernoj Africi. Raste na sunčanim mjestima, na dubokim, kiselim i plodnim, svježim, suhim, dubokim humusnim zemljištima šuma (bukva, grab, hrast lužnjak, gorski javor, javor klen), obično u brdskim područjima i nizinama. Razmnožava se sjemenom i vegetativno te može živjeti više od 500 godina (Vukičević, 1974).

Na području svog prirodnog staništa, nizinski brijest se pojavljuje na pretežito ravničarskim, ali i brežuljkastim terenima, tako da u srednjoj Europi dolazi na visinama do 600 metara, a na području Sredozemlja do 1000 metara nadmorske visine. Važan je član zajednica hrastovih poplavnih šuma, koje se protežu duž velikih srednjoeuropskih rijeka, a za prirodna staništa nizinskog brijesta karakteristični su vrlo različite značajke. Tako se, osim na područjima bogatim vodom, brijest javlja i u sredozemnim šumskim zajednicama, a ponekad izgrađuje i čiste sastojine na plitkim, suhim tlima u ekstremnim klimatskim uvjetima, pa se može pronaći i na području Aragona u Španjolskoj, Apeninima, stepama južne Rusije i sjeveroistočnom Balkanu (Richens, 1983; Namvar i Spethmann, 1985).

### 3.3.Etimologija

Naziv roda *Ulmus* kod Rimljana se koristio kao naziv za stablo. Ime vrste *minor* znači manji, sitno. Na nekim jezicima nazivi su *field elm* (eng.), *Feldulme*, *Iper* (njem.), *orme champetre*, *ormeau*, *petit orme* (fr.), *olmo campestre* (tal.), *olmo comun*, *negrillo* (špa.), *poljski brest* (slo.), *poljski brest* (sr). Neki autori navode kako se vrsta „minor“ (sitno) odnosi na veličinu lišća, ali neki autori osporavaju tu činjenicu jer smatraju da to označava vrstu brijesta koji je bio napadnut holandskom bolešću, te zbog toga ima izrazito sitno lišće (Vukelić i sur, 2008).

### 3.4.Uzgajanja

Sjeme nizinskog brijesta dozrijeva u svibnju i lipnju te u kratkom vremenu gubi klijavost te je stoga za sadnju prikladan samo svježe ubrani materijal. U prirodi se također može umnožiti i podrast, ali za amaterske rasadnike takve metode su neučinkovite u oplemenjivanju stabala.

Do vremena sjetve, sjemenke brijesta treba skladištiti u dobro prozračenom prostoru, ali ne dulje od tjedan dana. Nekoliko dana prije sadnje trebaju se navlažiti i tretirati fungicidom. Mjesta za sadnju ne zahtijevaju prethodnu pripremu, ali se može dodati malo mineralnog gnojiva u tlo. Sjeme se sije u redovima na udaljenosti od 20-30 cm između jama, na maloj dubini - samo 1 cm, a odozgo se prekrivaju sijenom, mahovinom ili tankim slojem tla te se dobro zalije. U prvoj godini života brijestovi narastu do 15 cm, a u svakoj sljedećoj za 40 cm (Blabto, 2020).

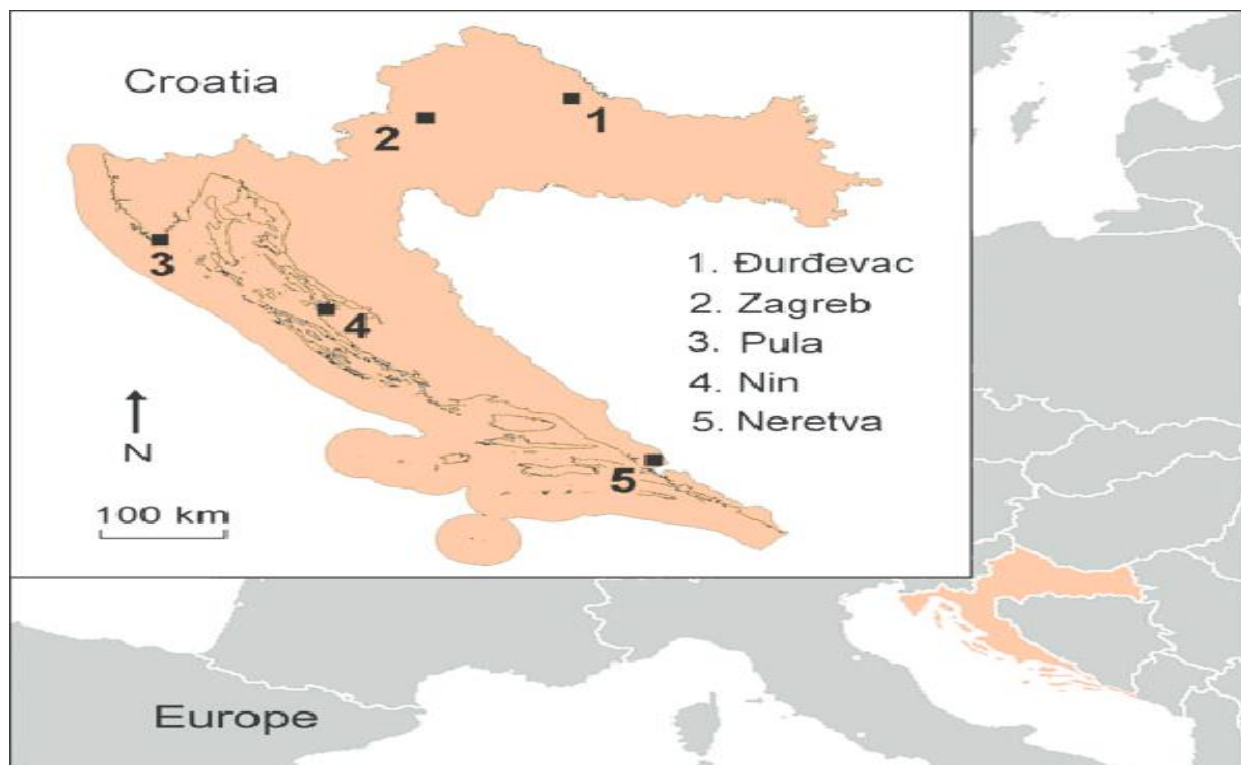
#### 4. NIZINSKI BRIJEST U HRVATSKOJ

Ova vrsta drveta u Hrvatskoj se rasprostire u kontinentalnom i mediteranskom dijelu Hrvatske. Na području kontinentalne Hrvatske u sloju drveća znatan udio zauzima u zajednici hrasta lužnjaka i velike žutilovke (*Genisto elatae-Quercetum roboris caricetosum remotae*), a također se javlja i u šumi hrasta lužnjaka i običnog graba (*Carpino betuli-Quercetum roboris*), u šumi poljskog jasena s kasnim drijemovcem (*Leucoio-Fraxinetum*), mješovitoj šumi crne johe i poljskog jasena sa sremzom (*Pruno-Fraxinetum*), šumi crne johe s trušljom (*Frangulo-Alnetum glutinosae*), te nešto manje u šumi crne johe s dugoklasim šašem (*Carici elongatae-Alnetum glutinosae*), šumi veza i poljskog jasena (*Fraxino-Ulmetum laevis*), poplavnoj šumi crne i bijele topole (*Populetum nigro-albae*) i poplavnoj šumi vrba i topola (*Salici-Populetum nigrae*) (Vukelić i Rauš, 1998; Vukelić et al, 2008.).

U mediteranskom dijelu Hrvatske, u specifičnim sinekološkim uvjetima *U. minor* raste u zajednicama hrasta medunca, no česte su i čiste sastojine nizinskog brijesta, posebice na antropogeniziranim staništima i napuštenim poljoprivrednim površinama. Uz veće rijeke jadranskog slijeva (Cetina, Krka, Neretva), brijest se pojavljuje u zajednicama bijele topole (Hećimović 1982; Trinajstić 1991; Marković i sur, 1993; Kamenjarin 1996; Milović 2000, 2002). Tablica 1. prikazuje osnovne karakteristike nizinskog brijesta, da je najviše rasprostranjen u srednjoj i južnoj Europi te svoju primjenu najviše pronalazi u građevini i izradi namještaja. Slika 3 prikazuje kako je nizinski brijest najviše rasprostranjen na području Đurđevca, Zagreba, Pule, Nina i Neretve.

Tablica 1. Osnovne značajke nizinskog brijesta. Izvor: <https://korak.com.hr/>.

Botanički naziv	Ulmus carpiniifolia, Gled., sin. Ulmus minor, Mill.)
Botanički rod	Ulmaceae
Strani nazivi	common elm, field elm (engl.), orme champetre, orme rouge (fr.), Feldulme, Rotulme (njem.), olmo campestre, olmo comune (tal.)
Područje rasprostranjenosti (zrakom)	Uspijeva u srednjoj i južnoj Europi, sjevernoj Africi i zapadnoj Aziji. Pripada skupini ugroženih vrsta drva, jer brzo umire od takozvane holandske bolesti koju izazivaju gljivice.
Značajke drva	Poljski brijest može izrasti do 30, rjeđe i do 40 m i razvija široku krošnju. Kod mladoga drva kora je glatka, sivosmeđa, a kasnije tamni i raspucava se. Listovi su jajčastog oblika, do 10 cm dugački te imaju nazupčani rub i dugačak, ušiljeni vrh. Plod je oraščić sa dosta velikim krilcem, koji je značajan kod širenja sjemenki.
Građa drva	Godovi su dobro vidljivi, prijelaz iz ranog u kasno drvo je oštar, trakovi uski i nisu vidljivi prostim okom. Na radijalnom presjeku su dobro vidljiva tamna »ogledalca«, kako izgledaju uzdužno prerezani trakovi. Sitne pore kasnoga drva razvijaju se u tangencijalnim, valovitim pojascima i začepljene su bilama.
Svojstva drva	Brijestovina je vjenčasto porozna vrsta drva obojene središnjice. Bijeli dio je širok i žučkast, a tamni čokoladno smeđ. Drvo se jako steže: radijalno stezanje je 4,6-postotno, tangencijalno oko 8,3-postotno, gustoća je srednja (uz 12- do 15-postotnu vlažnost u prosjeku 680 kg/m <sup>3</sup> ). Udio kasnog drva, a time i gustoća je – kao i kod svih vjenčasto poroznih vrsta drva – obrnuto srazmjerna širini goda. Drvo je srednje tvrdo i srednje čvrsto, ali zato elastično i žilavo pa se teško cijepi. Bijeli dio nije trajan, a tamni jest, i to čak i u vodi, ali nije otporno na vremenske utjecaje.
Sušenje	Suši se brzo, ali ne bez poteškoća. Nakon sušenja drvo ostaje stabilnih dimenzija.
Obrada	Brijestovina se dobro obrađuje, teše i lijepi, ali teže se pili i teško se u nju uvrtaju vijci (potrebno je predvrtanje) ili zabijaju čavli. Učinci površinske obrade parketa su u pravilu dobri. Pareno drvo se dobro savija.
Uporaba	Koristi se u građevinarstvu, za izradu vodenih konstrukcija, za namještaj - bilo masivan, bilo u obliku plemenitog furnira, za obloge, izradu parketnih daščica, športski pribor, u kolarstvu i posvuda gdje se zahtijevaju tvrdoća, čvrstoća i žilavost. Pripada našim najljepšim vrstama drva.



Slika 3. Rasprostranjenost nizinskog brijesta u Hrvatskoj. Izvor: <https://www.researchgate.net/>.

## 5. EKSPLOATACIJA

Nizinski brijest ukrašava ulice mnogih gradova. Drvo brijesta Ulmus je odavno poznato zbog svog neobičnog izgleda i nepretencioznosti prema posebnostima tla, ali se od tada mnogo toga promijenilo. Kao rezultat značajnog pogoršanja ekološke situacije i brojnih bolesti stabala, broj brijestova u prirodi se značajno smanjio.

Drvo brijesta ima mnogo pozitivnih svojstava, primjerice, otporno je na truljenje u uvjetima konstantne vlage. Drvo je čvrsto, tvrdo, viskozno, elastično, teško ubodljivo i lako se obrađuje. Široko se koristi u industriji namještaja, stolarstvu i proizvodnji vagona. Pored tvrdoće, otpornost na vlagu i cijepanje je također važna karakteristika, a još jedna značajka ovog materijala je lijepa tekstura prirodnog drva. Zbog toga se često koristi u obliku furnira na vrhu drugih materijala, a zbog svoje izuzetne tvrdoće, ovaj materijal je odličan za izradu lukova, ručki za alat i bejzbol palica.

Posebnost ovog materijala u proizvodnji jest u njegovoj jedinstvenoj sposobnosti savijanja. Uzimajući u obzir njegovu nježnu nijansu, koristi se za izradu neravnih kontura i uokvirivanje u dekorativnim panelima. Brijest ploča ima atraktivnu teksturu, zbog čega se koristi kao završni materijal, a često ga koriste i u umjetnosti.

Zbog svoje otpornosti na propadanje, koristi se u rudnicima, za vrijeme izgradnje brana i kanala. Od ovog drveta su izgrađeni stupovi prvog Londonskog mosta jer se pri kontaktu sa zemljom gubi otpornost na truljenje u vodi. U brodogradnji se koristi ne samo za završnu obradu kabina i salona, već i za proizvodnju dijelova brodskih trupa. Neke zgrade u Veneciji izgrađene su na stupovima koji su napravljeni od brijesta. Dovoljno visoka otpornost na trošenje omogućava da se koristi u proizvodnji parketa. Zbog prekrasne teksture vlakana, ima prednost u odnosu na orah, topole i čak karelijske breze.

Brijestovi se vrlo često koriste u vrtlarstvu zbog činjenice da gotovo sve vrste imaju gustu i sjenovitu krunu. Njihovo lišće stvara prepreku prašini i zbog toga se brijest smatra jednim od najboljih pročistača zraka. Lišće ove vrste drveta sakuplja 7 puta više čađe nego listovi topole.

U medicini, zahvaljujući ljekovitom sastavu lišća i kore, brijest se koristi u liječenju mnogih bolesti. Zbog visokog udjela drvnih polisaharida, vlakana, proteina, ulja, katehina, flavonoida, steroida, karboksilnih kiselina i tanina, sadrži ljekovita svojstva:

- Antibakterijska;
- Diuretska;
- Protuupalna;
- Vrućice;

Kora brijesta se koristi kod cistitisa, uretritisa, disfunkcije crijeva, kožnih lezija i upale sluznice usne šupljine.

Priprema infuzije brijestove kore bazira se na brušenju i vodenoj kupelji, kako je opisano:

- Primjena kod upaljenog grla, gingivitisa i problema s kožom- sipa se pola litre kipuće vode preko 25 grama zdrobljene brijestove kore i ostavi pola sata,
- Kod upale zglobova, crijevne disfunkcije - deset grama zdrobljene kore skuhati u čaši kipuće vode na petnaest minuta i u toplom, filtriranom obliku, uzeti jednu trećinu šalice za dan prije obroka, tri puta,
- U slučaju patologije raka, uliti petnaest grama praha kore s čašom kipuće vode i držati infuziju u vodenoj kupelji još deset minuta. Nakon toga, infuzija se treba sipati i ohladiti jedan sat. Dodanu količinu dodati toploj prokuhanoj vodi u iznosu od dvjesto mililitara. Uzeti šezdeset grama prije jela (Emupauto, 2020).

## 6. POJAVA BOLESTI

Nizinski brijest (*Ulmus minor* Mill. emen., Richens) je drvo koje je karakteristično za naše nizinske predjele. Areal njegove rasprostranjenosti obuhvaća južnu, zapadnu i srednju Europu i prelazi u sjevernu Afriku i Malu Aziju. Sastavni je član šume hrasta lužnjaka, raste i na otvorenim položajima i nešto sušim tlima, ali rijetko kad se pronalazi na visinama iznad 800 m. Nizinski brijest pronalazi se samo u mješovitim sastojinama, a najviše se pronalazi na mineralnim, bogatim i dubokim tlima. Ova vrsta drveća je izrazito varijabilna i na našem području ima nekoliko prirodnih svojti. Nekada je nizinskog brijesta u hrastovim šumama bilo i do 30%, dok primjerice sada odraslih stabala skoro da i nema.

### 6.1. Otporna gljiva

Patogena gljiva uzročnica Holandske bolesti brijesta, zbog koje je nizinski brijest doživio masovno stradanje, smatra se jednom od najopasnijih bolesti šumskog drveća uopće. Spomenuta bolest zbog svoje visoke virulentnosti gotovo je u potpunosti uništila nizinski brijest, osobito u nizinskim šumama hrasta lužnjaka, posljedice čega su danas vidljive u vidu sušenja brijesta (Polimac, 2002).

### 6.2. Holandska bolest brijesta

Holandska bolest brijesta prvi puta je otkrivena 1918. godine u zapadnoj Europi, a godinu dana kasnije je otkrivena u Nizozemskoj gdje je napravila velike štete. Budući da je tamo šteta bila najvećih razmjera i da je najdetaljnije proučavana, ova virusna bolest naziva se i holandska. Kada je bolest dospjela u Europu, žestoko je napala sve vrste brijestova uzrokujući njihovo sušenje u cijelom arealu brijesta, odnosno u kratkom vremenu ga je skoro u potpunosti uništila.

Bolest se u Europi razvijala u dva vala. Prvi val je kulminirao u period između dva svjetska rata, a drugi se počeo javljati 60-ih godina prošlog stoljeća šireći se i na ostale kontinente. Uzročnik prvog vala je *Ophiostoma ulmi* koja se ubraja u neagresivnu grupu i spada u slabe patogene. Puno jači uzročnik bolesti je *Ophiostoma novo-ulmi* koja je vrlo virulentna i svrstava se u agresivnu grupu. Obje vrste gljiva imaju sličnu biologiju i učinak na nizinski brijest. Napadaju stabla i grane brijestova bez obzira na dob. Ova vrsta bolesti je tipična traheomikoza jer

se gljive razvijaju u provodnim elementima (trahejama) brijesta. Uzročnici holandske bolesti brijesta mogu se razvijati kao jednostanični ili višestanični oblici (Polimac, 2002). Razmnožavanje ovih vrsta može biti spolno ili nesporno. Sporno razmnožavanje odvija se uz pomoć askospora. Nesporno razmnožavanje odvija se preko konidija, dok se jednostanični oblici mogu razmnožavati pupanjem (Stipes i Campana, 1981). Šire se tako da gljive razvijaju stanice slične kvascima koje se množe i šire stvarajući toksine koji stimuliraju razvoj tila koji djelomično zatvara traheje. Zbog toga dolazi do nemogućnosti protoka biljnih sokova što dovodi do uvenuća, zatim sušenja grana ili cijelog stable. Pomladak u pravilu ne podliježe holandskoj bolesti.

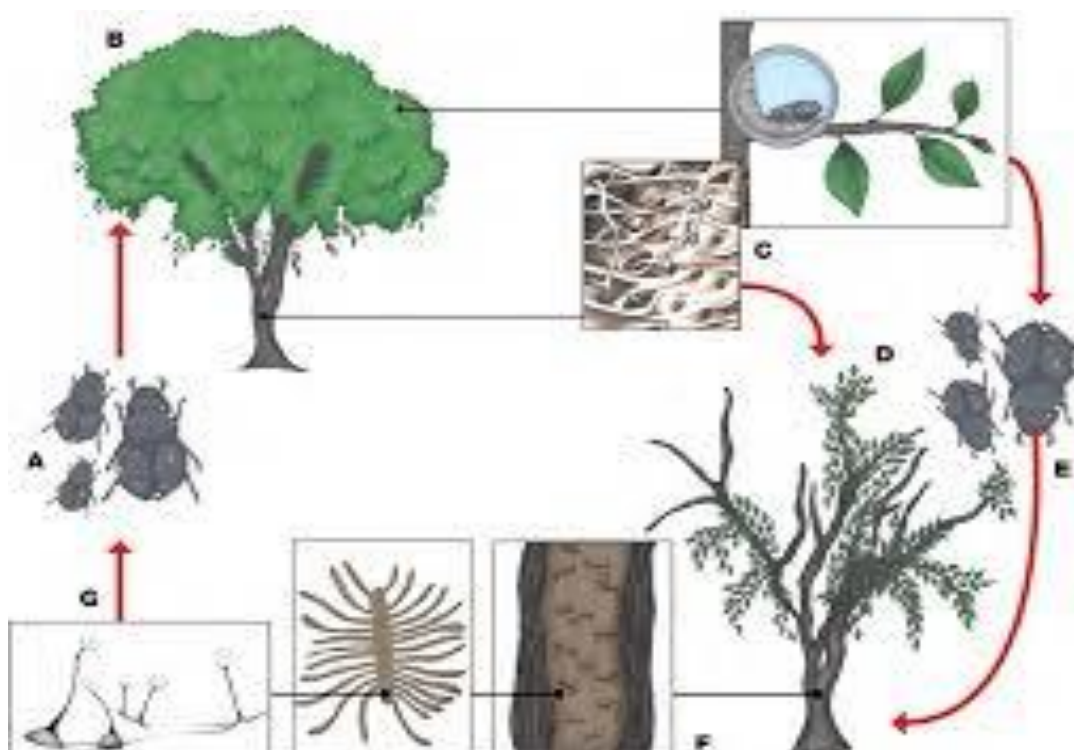
Važan faktor u širenju zaraze su potkornjaci koji prenose spore na veliku udaljenost. Najznačajnije vektorske vrste potkornjaka u Europi su *Scolytus scolytus* i *S. multistriatus* (Webber, 2004) koji buše hodnike u kori bolesnih brijestova i tamo polažu jaja. Ličinke potkornjaka se hrane floemom i okomito buše nove tunele kako bi se mogle zakukuljiti na tom mjestu. U hodnicima koje su potkornjaci izbušili odvija se saprofitska faza gljive kada ona raste nitasto i stvara brojne spore. Spore gljive se lijepe za mlade kukce koji se odlaze hraniti na mlada i zdrava stabla te ih na taj način prenose. Gljiva se tada kroz ksilem širi i uzrokuje pojavu bolesti (Stipes i Campana, 1981; Kirisits, 2013). Također je dokazano da i vjetar prenosi konidije, no u tom slučaju nisu mogući prijenosi na veću udaljenost. Još jedan vrlo lak način za širenje zaraze je žilnim kontaktom bolesnih i zdravih stabala. Holandska bolest nizinskog brijesta razvija se u dva oblika, akutnom i kroničnom. Akutni oblik karakterizira naglo uvenuće i sušenje zelenog lišća, a ta pojava se najprije opaža na najmlađem lišću, zatim na starijem lišću i u cijeloj krošnji. Nakon sušenja listovi su još zeleni, zatim požute i otpadnu. Vrhovi se mladih, zelenih izbojaka saviju kukasto, a kora se na deblu i granama također polako počinje sušiti.

Akutni se oblik najčešće javlja na mlađim stablima i ona se osuše iste godine nakon zaraze ili sljedećeg proljeća. Kronični oblik karakterizira uvenuće lišća na starijim granama, ponajviše pri vrhu krošnje. Takvo lišće dugo ostaje na stablu. Drugi simptomi tog oblika bolesti se očituju na krošnji koja kasno ozeleni, rijetka je, lišće je manje, rumenkasto i otpada cijelo ljeto. Za starija stabla je karakteristično da odumiranje traje nekoliko godina. Na poprečnom prerezu oboljelog drveta mogu se u ovogodišnjim ili susjednim godovima primjetiti tamne pjege u obliku isprekidanog ili cjelovitog prstena, a ispod kore se mogu uočiti uzdužne tamne pruge različite duljine. Navedene tamne pruge, odnosno točke, vide se samo u godu godine kada je došlo do zaraze te se iz toga može saznati kada je došlo do zaraze. Do infekcije grane može doći svake



godine te se stoga u prerezu grane može nalaziti i više godina s karakterističnim točkama, odnosno prugama. Najbrži način širenja gljive je preko korijena jer na taj način najlakše prelazi iz goda u god. Budući da se u žilama ova vrsta gljive nalazi pretežito u obliku koji je sličan kvascima, njeno širenje je moguće do 5 m unutar 24 sata (Polimac, 2002.)

Sušenje brijesta je je uzrokovalo ogromnu neposrednu štetu kao i poremetnju u redovnom gospodarenju. Poremećeni su odnosi triju glavnih vrsta drveća, a time su se pogoršale i ekološke prilike tih staništa (Spaić, 1974.)



Slika 4. Način širenje holandske bolesti. Izvor: <https://www.fs.fed.us/>.

### 6.2.1. Vrsta *Ophiostoma novo-ulmi*

Iako pripadaju istom rodu, vrsta *O. novo-ulmi* i vrsta *O. ulmi* razlikuju se u brojnim biološkim, fiziološkim, i molekularnim svojstvima (Brasier 1991, Brasier i Kirk 2010). Vrsta *O. novo-ulmi* znatno je virulentniji patogen te je do danas gotovo u potpunosti potisnula manje virulentnu vrstu *O. ulmi* na svim područjima gdje je bolest prisutna (Brasier i Buck 2001, Tziros i sur. 2017). Jedan od najjednostavnijih način identifikacije vrsta je na temelju razlike u temperaturnom optimumu. Primjerice, optimalna temperatura rasta vrste *O. ulmi* je 30 °C, dok je

*O. novo-ulmi* 20-22 °C. Vrstu *O. ulmi* karakterizira glatka, voštana konzistencija micelija, a dnevne zone rasta su slabo vidljive, dok izolati vrste *O. novo-ulmu* razvijaju zračni micelij te imaju dobro uočljive dnevne zone rasta (Brasier 1981, 1991).



Slika 5. Štetni učinak patogena *Ophiostoma novo-ulmi*. Izvor: <http://nem-trees.com/>.

### 6.2.2. Postupak izolacije virusa

Postupak izolacije virusa iz brijesta odvija se tako da se infektivnim sokom listova brijesta natrljaju listovi zeljeste biljke *Chenopodium quinoa* posute abrazivom. Nakon tjedan dana na natrljanim listovima mogu se uočiti jedna do dvije žućkastoklorotične virusne lezije. Izdvajanjem dobivenih lezija i ponovnom inokulacijom virus je razmnožen na istoj zeljastoj vrsti. Pri nižim temperaturama virusni simptomi u obliku žute pjegavosti se pojavljuju i na neinokuliranim gornjim listovima pokusne vrste *Ch. quinoa* što potvrđuje činjenicu da niže temperature pogoduju sistematičnoj zarazi biljke.

### 6.2.3. Holandska bolest brijesta u Hrvatskoj

U Hrvatskoj su prirodno rasprostranjene tri vrste brijesta: nizinski brijest (*U. minor*), gorski brijest (*U. glabra* Huds.) i brijest vez (*U. laevis* Pall.). Pojava holandske bolesti brijesta u Hrvatskoj prvi puta je zabilježena 1929. godine na području Slavonije (Škorić, 1943; Spaić, 1955). Širenje ove bolesti u Hrvatskoj smatra se najznačajnijim uzročnikom sušenja brijesta u Hrvatskim šumama, a posebno je imala utjecaja na nizinski i gorski brijest (Zebec et al, 2010,

2014, 2015; Katanić, 2014). Brasier i Kirk (2001) analizirali su uzorake te su došli do zaključka da su osamdesetih godina prošlog stoljeća u Hrvatskoj bile prisutne obje podvrste *O. novo-ulmi*, pri čemu je podvrsta *O. novo-ulmi* ssp. *novo-ulmi* bila učestalija, te je tada još uvijek bila prisutna i vrsta *O. ulmi*. Novija istraživanja ukazala su na jako veliku učestalost holandske bolesti u Hrvatskoj te dokazala da je virulentniji patogen, vrsta *O. novo-ulmi*, do danas potpuno zamijenila manje virulentnog uzročnika, vrstu *O. ulmi* (Katanić, 2014). U radu Katanić (2014) utvrđena je velika učestalost holandske bolesti brijesta na lokalitetima Nova Kapela, Jastrebarsko i Đurđevac. Većina stabala nizinskog brijesta na ovim lokalitetima bila je zaražena, a kao glavni uzročnik determinirana je vrsta *O. novo-ulmi*. Jedini dostupni podaci o zastupljenosti podvrsta gljive *O. novo-ulmi* na području Hrvatske stari su gotovo 40 godina, a ukazuju na veća učestalost podvrste *O. novo-ulmi* subsp. *novo-ulmi*, a noviji podaci zasad nisu dostupni (Brasier i Kirk 2001).

Katanić i sur. (2017) proveli su istraživanje u kojem su istraživali sudbinu brijestova u Hrvatskoj. U istraživanju su prikupljeni uzorci nizinskog brijesta (*U. minor*) i brijesta veza (*U. laevis*) na četiri lokaliteta s područja istočne i središnje Hrvatske. Oko 94% stabala nizinskog brijesta i 56% stabala brijesta veza je pokazivalo simptome venuća, žućenja, opadanja listova i sušenja. Holandska bolest je dokazana kao uzročnik bolesti u 79% uzoraka nizinskog brijesta i 20% uzoraka brijesta veza. Zastrašujuća je činjenica da je prisutnost bolesti utvrđena na svim ispitanim lokalitetima. Morfologija gljivičnih izolata i analiza rasta je pokazala da vi izolati pripadaju vrsti *O. novo-ulmi*. Rezultati ovoga istraživanja ukazuju na jako loše zdravstveno stanje brijestova u šumama središnje i istočne Hrvatske, posebice nizinskog brijesta. U Hrvatskoj se u roku od 20 godina posušilo približno 6 milijuna brijestovih stabala s drvnom masom od preko 2 milijuna kubnih metara (Katanić et al, 2017).

#### **6.2.4. Holandska bolest brijesta u svijetu**

Prva pojava holandske bolesti u Europi je zabilježena oko 1910. godine u sjeverozapadnoj Europi čime je i započela prva pandemija ove bolesti. Ubrzo nakon toga bolest se širi na istok, u nekoliko područja širom Europe i jugozapadnu Aziju. U Ujedinjenom Kraljevstvu i Americi je prvi puta zabilježena 1927. godine, a u Aziji 1930. godine. Na taj način bolest se javila već 1921. u Njemačkoj, Belgiji i Francuskoj, 1926. i 1927. u Austriji i Engleskoj, 1928.—1929. već je poznata u Poljskoj, Češkoj, Švicarskoj, Rumunjskoj. Prva epidemija ove bolesti u Europi se povukla 40-ih godina prošlog stoljeća nakon gubitka 10-40% stabala brijesta u većini europskih

zemalja, dok u Americi nije zabilježeno slabljenje bolesti (Peace, 1960). Druga pandemija ove bolesti započela je 1970. Godine u zapadnoj Europi, od Nizozemske do jugozapadne Azije, a pretpostavlja se da se proširila uvozom zaraženog drveta. Tijekom ove pandemije je nestalo čak 28 milijuna brijestova samo u Ujedinjenom Kraljevstvu, a u Americi se šteta procjenjuje na milijarde stabala (Brasier, 2008).

### 6.2.5. Ostale najčešće bolesti

Kao ostale najčešće bolesti brijesta navode se:

#### 1. Bolesti lista - (*Foliage diseases*)

##### a) Prugavost brijesta (elm stripe)

Bolest je opisana prvi puta u Njemačkoj na vrsti *U. glabra*. Simptomi se vide kao pjegavost te klorotična i nekrotična prugavost na plojci i duž glavne žile lista. Iz listova s navedenim simptomima izoliran je *elm mottle virus*, a u soku brijesta nađene su i produžene fleksibilne virusne čestice duljine od oko 750nm. Nije rasvijetljeno je li uzrok bolesti sinergističko djelovanje virusne infekcije.

##### b) Mozaik brijesta (elm mosaic)

To je virusna bolest koja je zabilježena u više država SAD-a, i uglavnom na vrsti *U. Americana*. Opisani simptomi su različiti te variraju od pojave abnormalno velikih tamno zelenih listova, smanjenih listova sa simptomima pjegavosti i deformacijama do žutozelenog šarenila ili klorotične prstenaste pjegavosti. Kora i drvo bolesnih stabala s vremenom postaju krhki i stabla naginju postupnom sušenju. Zabilježeno je prenošenje virusa sjemenom, a bilo je i naznaka da dolazi i u polenu.

#### 2. Bolesti stabla - (*Stem diseases*)

##### a) Zonirani rak brijesta (elm zonate cancer)

Bolest je zabilježena na brijestu *U. americana* u SAD. Nije zapažena u prirodi, a simptomi se javljaju na površini kore u obliku uzdignutih svjetlijih i tamnijih koncentričnih prstenova koji postupno prelaze u nekrotični rak, sežući u drvo i uzrokujući uginuće dijelova krošnje. Gljivično oboljenje nije utvrđeno, pa je zaključeno da je uzročnik latentan u brijestu, a bolest rezultat kombinacije dvaju ili čak više patogena.

b) Bolest vještice metle brijesta (elm witches broom)

Bolest je zapažena na vrsti *U. carpinifolia* u Italiji, češkoj, Slovačkoj i Velikoj Britaniji, a vjerojatno dolazi i drugdje budući da se simptomi mogu maskirati. Simptomi su obilježeni vrlo smanjenim klorotičnim listovima na skraćenim internodijima grančica, pa se listovi nalaze u obliku rozete. Dolazi i do kasnog, ljetnog istjerivanja novih slabih ogranaka što uzrokuje da krošnja poprima grmolik izgled. Grane se suše i postupno dolazi do potpunog uginuća cijelog stabla. Uzročnik nije identificiran, ali simptomatologija odgovara mikoplazmozama, tj. bolestima koje uzrokuju biljne mikoplazme, odnosno fitoplazme.

c) Nekroza floema brijesta (elm phloem necrosis)

Bolest je opisana na brijestu *U. americana* u više država SAD-a. Simptomi se opisuju kao žućenje i kovrčanje listova koji zatim kolabiraju, suše se i otpadaju. Ako process započinje u proljeće, tada najčešće odmah u ljeto propada i cijelo stablo. Floemsko tkivo kore stabla i korijena odumire (nekrotizira) i poprima tamnosmeđu boju.. Najčešći način prijenosa bolesti je cijepljenjem i cikadama (cvrčcima). Uzročnik je identificiran neizravno. Kad su bolesna stabla u SAD bila tretirana tetraciklinom, došlo je do značajne remisije simptoma i kratkog opravka, što dokazuje daje uzročnik nekroze floema brijesta fitoplazma (Pleše i Juretić, 1999).

## 7. ZAŠTITA BRIJESTA

U tu svrhu napravljeni su brojni pokusi, da se upotrebom raznih kemijskih sredstava spriječe napadi uzročnika na drvo, njihovo razmnožavanje, a po tome i kasnije regeneracijsko izjedanje. U najviše slučajeva pokusi su završili sa slabim uspjehom, a kad je upotreba kemijskog sredstva bila uspješna, tada je preskupa. Stoga je potrebno da se upotrebe drugi putevi i načini kako bi se uništile ličinke i na taj način onemogućilo dalje širenje bolesti. Prva mjera sastoji se u tome da se sva bolesna i zaražena stabla obore, kora oguli i spali, ukoliko se posao obavlja u vrijeme vegetacije. U slučaju da je guljenje kore u zimskim mjesecima, tada je dovoljno samo okoravanje jer će nježne ličinke i kukuljice poginuti djelovanjem zimskih nepogoda. Ipak u prvom slučaju, premda se pali kora, mora se voditi brigu i o kukuljicama, koje su za vrijeme okoravanja pale na zemlju, te bi mogle da se razviju i do savršena insekta. Stoga u tom slučaju mjesto na kojem se vrši skidanje kore poprskamo otopinom paradichlorbenzola u petroleju (20 ccm 10 "» otopine paradichlorbenzola u kupovnom petroleju emulgira se u 1 litri kišnice sa dodatkom 20 grama kalijskog sapuna). Pokusi ove vrste pokazali su da je doista moguće potapanjem unutar 5 mjeseci u vodi uništiti insekte u deblima ljetne sječe, no ona jesenske i zimske sječe potrebno je držati u vodi barem 7 mjeseci.. Konačno da se onemogućí razmnožavanje ličinki na materijalu, koji potječe od gljivom zaraženih stabala, no koja još nisu napadnuta od nametnika, pokušala se zaštita na sličan način kako su to učinili Tragardh i Butovitsch protiv smrekovih potkornjaka. Doista pokrivanje debala ili trupaca sa slojem šumske zemlje debelim 20 cm sačuvalo ih je od napada nametnika i omogućilo njihovu dalju pravovremenu otpremu. U istu svrhu može se upotrebiti i potapanje u vodi u istom trajanju kako je to gore navedeno za već od nametnika napadnuto drvo. Ogromni gubitci koje je ta bolest prouzročila posvuda u Europi, pa i u nas, je tolika da prijete potpuni nestanak brijesta. U tu svrhu bilo bi potrebno višegodišnje opažanje pojedinih točno označenih brijestovih stabala, koja su se u centrima najjače zaraze ipak održala. Od takvih stabala trebalo bi prikupiti sjeme i uzgojiti mlade biljke, koje bi se onda podvrgavale umjetnoj zarazi sa gljivom *Ceratostomella ulmi* (Schw.) Buism. i tako utvrdilo da bi one i pod tako ekstremno povoljnim prilikama za zarazu ostaju zdrave ili barem veoma otporne. Od tuda bi potekao u pozitivnom slučaju materijal za regeneraciju naših brijestovih šuma, koje se nalaze u propadanju (Škorić, 1943). Uspješni su bili pokusi interne terapije oboljelih stabala različitim fungicidima. Tu se sistemični fungicidi injektiraju u tlo, prskaju po lišću, ubrizgaju u deblo, a onda ih samo stablo raznosi kolanjem sokova. Koriste se u zaštiti parkovnih stabala, ali za

šumarsku praksu nemaju veliko značenje. Da bi se riješio problem te bolesti, već nakon njezine pojave (1919.g.) je zamišljeno da se križanjem dobiju otporni križanci. Nažalost, i ti uspjesi nisu koristili našoj praksi, jer se plemke otpornih klonova moraju prethodno cijepiti na podlogu uzgojenu od običnog (neotpornog) brijesta. Cijeli posao traje čak 12 godina, kada se tek može znati koji je križanac otporan (zbog juvenilne rezistentnosti). Ipak se i dalje radi na provjeri otpornosti potomstva naših preostalih brijestova. Da bi se postigli sigurni rezultati, izvođene su brze i jednostavne metode umjetne infekcije s istom kulturom gljive *O. ulmi*. Svi koji se u umjetnoj infekciji pokažu kao neotporni, izbacuju se, a preostali se za koju godinu opet umjetno zaraze. Vjerojatnost otpornosti je 1: 10 000. Posao je opsežan i skup, ali ipak se provodi u nekim zemljama koje žele riješiti ovaj problem (Polimac, 2002).

## 8. JEDAN PREŽIVJELI....

Jedan od nizinskih brijestova koji nesumnjivo zaslužuje posebnu pažnju, je brijest u reviru Dvorac, šumarije Tikveš. Impozantne dimenzije, s promjerom od preko 240 cm izaziva divljenje svih koji ga vide. Privilegija je stati ispod ovog stabla. Ovakvi preostali primjerci brijesta, izuzetno su važni te se može pretpostaviti da se radi o osobito otpornom na holandsku bolest. To je vrijedno istražiti, iako je to dugotrajan i skup posao. Podmlatka se još uvijek nađe, ali on u pravilu propada kada prijeđe 10. godinu. Iako je nedvojbeno dokazano da je *Ophiostoma ulmi* glavni uzročnik sušenja brijesta, stručnjaci ističu da se u nizinskim šumama već duže vrijeme suši čak i hrast lužnjak, a u novije vrijeme i jasen. To znači da postoji neki abiotski faktor koji uvjetuje predispoziciju brijesta, jasena i hrasta, odnosno slabi njihovu prirodnu otpornost. Melioracije, uglavnom sa poljoprivrednog gledišta, djelomično su spriječile povremene poplave nizinskih šuma hrasta lužnjaka, razina podzemnih voda je pala, ili jako koleba, te starija stabla s plitkim korijenjem trpe sušu. Primjerice, s druge strane, na terenima gdje se voda dugo zadržava, stradava korijenje od pomanjkanja kisika. Ako se k tome doda globalno zatopljenje i sveprisutno zagađenje okoliša, razumljivo je mišljenje stručnjaka da je u nas osnovni uzrok masovnog, naglog sušenja brijesta, lužnjaka i jasena abiotski faktor koji je poremetio biološku ravnotežu zajednica hrasta lužnjaka stvorenu stoljećima (Polimac, 2002).



## 9. ZAKLJUČAK

- Na području hrvatske glavni uzročnik sušenja brijesta je *Ophiostoma novo-ulmi*.
- U roku od 20 godina, posušilo se približno 6 milijuna brijestovih stabala.
- Ovoj prirodnoj pojavi koja je nanijela ogromne štete šumskom gospodarstvu nije posvećena dovoljna pažnja.
- Iako je problem sušenja brijestova postavljen još početkom prošlog stoljeća, ipak je ostao neriješen.

## 10. LITERATURA

1. Braiser, C.M., (2008) The biosecurity threat to the Ukand global enviroment from international trade in plants. *Plant Pathology*, Tom, 57, 792-808.
2. Brasier, C.M. (1981) Laboratory investigation of *Ceratocystis ulmi*. U: Stipes, R.J., Campana, R.J. (ur.) *Compendium of elm diseases*. American Phytopathological Society, Str. 76-79.
3. Brasier, C.M. (1991) *Ophiostoma novo-ulmi* sp. nov., causative agent of current Dutch elm disease pandemics. *Mycopathologia*, 115, 151-161.
4. Brasier, C.M., (1990) China and the origins of Dutch elm disease: an appraisal. *Pl Path*, Tom, 39, 5-16.
5. Brasier, C.M., Buck, K.W. (2001) Rapid evolutionary changes in a globally invading fungal pathogen (Dutch elm disease). *Biological Invasions*, 3, 223-233.
6. Brasier, C.M., Kirk, S.A. (2001) Designation of the EAN and NAN races of *Ophiostoma novo-ulmi* as subspecies. *Mycological Research*, 105, 547-55.
7. Brijest-opis, fotografija, korisna svojstva i primjena. Gdje brijest raste. Dostupno na: <https://emupauto.ru/> [15.09.2020.]
8. Forenbacher S. (2002) *Velebit i njegov biljni svijet*. Zagreb: Školska knjiga.
9. Gusta stabla brijesta: Opis i karakteristike uzgoja. Dostupno na: <https://hr.blabto.com/> [15.09.2020.]
10. Hećimović, M. (1982) Vegetacija razreda *Quercetea-ilicis* Br.-Bl. 1947 na otoku Šipanu, *Acta Bot. Croat*, 41, 77–85.
11. Kamenjarin, J., (1996) Vascular flora of mount Kozjak above Split. *Natura Croatica*, 5 (2), 119–144.
12. Katanić, Z. (2014) Identifikacija i molekularna karakterizacija fitoplazme brijesta ‘*Candidatus Phytoplasma ulmi*’ u Hrvatskoj. Doktorski rad. Osijek: Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Sveučilište u Dubrovniku, Institut Ruđer Bošković u Zagrebu, Sveučilišni poslijediplomski interdisciplinarni doktorski studij Molekularne bioznanosti.
13. Katanić, Z., Krstin, Lj., Ježić, M., Zebec, M., Ćurković, P., Perica, M. (2017) Sudbina brijestova u Hrvatskoj-utjecaj holandske bolesti brijesta. U: 6. Simpozij s međunarodnim

- sudjelovanjem Kopački rit jučer, danas, sutra 2017. Mjesto izdavanja:kopačevo, Bilje: javna ustanova „Park prirode Kopački rit“, 47-48.
14. Kirisits, T. (2013) Dutch elm disease and other Ophiostoma diseases U: Gonthier, P., Nicolotti, G. (ur.) Infectious forest diseases, CAB International, UK, str. 256-282.
  15. Marković, Lj., Ilijanić, Lj., Lukač, G., Hršak, V. (1993) Kvalitativni sastav flore papratnjača i sjemenjača Nacionalnog parka Krka. U: Povijesni pregled istraživanja flore i vegetacije Nacionalnog parka „Krka“, Zagreb: Botanički zavod Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, str102.
  16. Milović, M. (2000) Flora papratnjača i sjemenjača Šibenika i okolice, Magistarski rad. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet Zagreb.
  17. Milović, M., (2002) The flora of Šibenik and its surrounding., *Natura Croatica*, 11(2), 171–223.
  18. Namvar, K., Spethmann, W. (1985) Waldbaumarten aus der Gattung *Ulmus*. *AFZ*, 45, 1220–1225.
  19. Peace, T.R., (1960) The Status and Development of Elm Disease in Britain. *Forestry Commission Bulletin*, Tom, 33, 1-44.
  20. Pleše, N., Juretić, N. (1999) Virusna bolest poljskog brijesta (*Ulmus minor* Mill.) u Hrvatskoj. *Šumarski list*, 3-4, 95-100.
  21. Polimac, M. (2002) Kako je nestao brijest. *Hrvatske šume*, 67(6), 8-10.
  22. Richens R.H. (1976) Variation, cytogenetics and breeding of the European field elm (*Ulmus minor* Miller sensu latissimo=*U. carpinofoia* Suckow). *Anali za šumarstvo*, 7, 107-145.
  23. Richens, R. H., (1983) *Elm*. Cambridge: Cambridge University Press.
  24. Šilić Č. (1990) Atlas drveća i grmlja. Sarajevo: Svjetlost.
  25. Škorić, V. (1943) Holandska bolest brijestova. *Šumarski list*, 67, 65–73.
  26. Škorić, V. (1943) Holandska bolest brijesta. *Hrvatski šumarski list*, 3,65-73.
  27. Spaić, I. (1955) Problematika zaštite šuma u NR Hrvatskoj. *Šumarski list*, 11-12, 440-46.
  28. Spaić, I. (1974) O sušenju hrastika. *Šumarski list*, 98, 273-284.
  29. Stipes, R.J., Campana, R.J. (1981) *Compendium of elm diseases*. Minnesota: American Phytopathological Society.
  30. Trinajstić, I., (1991) Prilog poznavanju flore otoka Dugog, *Acta Bot. Croat*, 50, 121–127.

31. Tziros, G.T., Nakopoulou, Z.G., Perlerou, C., Diamandis, S. (2017) Current status of the Dutch elm disease pathogen populations affecting *Ulmus minor* in Greece. *Forest Pathol*, 47, e12323.
32. Vukelić, J., Mikac, S., Baričević, D., Bakšić, D., Rosavec, R. (2008) Šumska staništa i šumske zajednice u Hrvatskoj. Zagreb: Državni zavod za zaštitu prirode.
33. Vukelić, J., Rauš, Đ. (1998) Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Zagreb: Šumarski fakultet Zagreb.
34. Vukićević E. (1974) Dekorativna dendrologija. Beograd: Izdavačko-informativni centar studenata.
35. Webber, J.F. (2004) Experimental studies on factors influencing the transmission of Dutch elm disease. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales*, 13, 197-205.
36. Zebec M, Idžojtić M, Poljak I, Mihaldinec I. (2010) Varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sense latissimo) na području hrvatske podravine prema morfološkim svojstvima listovima. *Šumarski list*, 11-12, 569-580.
37. Zebec, M., Idžojtić, M., Poljak, I. (2014) Morphological variability of the field elm (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) in continental Croatia. *Šumarski list*, 138, 563–572.
38. Zebec, M., Idžojtić, M., Poljak, I., Mihaldinec, I. (2010) Varijabilnost nizinskog brijesta (*Ulmus minor* Mill. sensu latissimo) na području Hrvatske podravine prema morfološkim svojstvima listova. *Šumarski list*, 134, 569-579
39. Zebec, M., Idžojtić, M., Poljak, I., Modrić, I. (2015) Population variability of wych elm (*Ulmus glabra* Huds.) in the mountainous region of Croatia according to the leaf morphology. *Šumarski list*, 139, 429–439.