

Utjecaj stanišnih promjena i načina gospodarenja na sušenje obične smreke (*Picea abies* Karst.) u Hrvatskoj

Slavko Matić

Nacrtač – Abstract

Obična je smreka (*Picea abies* Karst.) vrsta koja prirodno uspijeva u visokom gorju u dolinama i mrazištima u kojima nema ozbiljnu konkurenciju drugih vrsta drveća, a u Europi se najviše koristila za osnivanje šumskih kultura. Obilježena je svojstvima pionirskih i prijelaznih vrsta drveća, osjetljiva je na ljetnu sušu, a tijekom razvoja na staništima stvara uvjete za razvoj klimatogenih šuma. Razvija se u regularnim i raznodobnim sastojinama, a u prebornim je manje zastupljena u omjeru smjese. Danas je izložena propadanju, tako da joj je postotak osutih krošanja u Hrvatskoj 59 %, i to u sastojinama koje se nalaze u najvišim debljinskim razredima, što upućuje na njihovu visoku dob i fiziološko slabljenje. Današnje sušenje uzrokuju velika suša, nepovoljna »kemijska klima« i kisele kiše te širenje na neodgovarajuća staništa uz izostanak nužne njege i obnove. Izmjerene su temperature u posljednjih 15 godina najviše u razdoblju od 150 godina otkada se mjere. Temeljem prosječnih godišnjih temperaturnih odstupanja za Europu od 1850. do 2009. godine uočavaju se dva hladna i tri topla razdoblja. Sve to smanjuje areal na kojem smreka ima dobre uvjete za razvoj. Obična je smreka značajna i vrlo upotrebljiva vrsta kojoj moramo u gospodarskim zahvatima uvažavati biološka svojstva, ekološke zahtjeve i gospodarske vrijednosti, što će joj osigurati veću stabilnost i bolji razvoj na pogodnim staništima i u sastojinama.

Gljučne riječi: obična smreka (*Picea abies* Karst.), osutost krošanja, stanište, klima, sušenje, njega, obnova, gospodarenje

1. Uvod – Introduction

Obična je smreka (*Picea abies* Karst.) vrsta brzoga rasta, na najboljim staništima postigne visinu preko 50 m i prsni promjer do 2 m. Do danas se najviše koristila pri osnivanju šumskih kultura. Vrsta je polusjene, postranu zasjenu podnosi dobro, a ako želimo da dobro uspijeva, vrh njezine krošnje mora biti osvjetljen makar podnevnim zrakama sunca (Matić i Prpić 1983). Otporna je na mraz, pogoduje joj zimska hladnoća kontinentalne i planinske klime, vrlo je otporna na zimsku studen, voli područja s obilnim oborinama, posebno sa snijegom, a izbjegava ona s malo oborina i niskom relativnom vlagom zraka. U Hrvatskoj prirodno uspijeva u visokom gorju u dubodolinama Gorskoga kotara, Velebita i ostaloga dijela Like, posebno na mrazištima u kojima nema ozbiljnu konkurenciju drugih vrsta drveća (Vajda 1933).

Njezina biološka svojstva i ekološki zahtjevi ubrajaju je u pionirske i prijelazne vrste drveća. Prirodnom sukcesijom osvaja obešumljene površine i stvara uvjete za postupno povećanje udjela vrsta koje grade klimatogenu šumu, najčešće obične bukve i obične jele. Brzina osvajanja prostora vrstama koje grade klimatogenu šumu ovisi ponajprije o stanišnim uvjetima, a i o intenzitetu i načinu provedenih uzgojnih zahvata na njezi i obnovi koji moraju uzimati u obzir biološka svojstva i ekološke zahtjeve vrsta drveća koje potičemo.

Vrlo je osjetljiva na ljetnu sušu na koju reagira smanjenjem prirasta, a u novije vrijeme i intenzivnim sušenjem. Slovi kao jedna od najprilagodljivijih vrsta drveća, pa je i to razlog što se u velikom dijelu Europe proširila izvan granica prirodnoga rasprostiranja na prirodna, ali sječom ogoljela staništa hrasta kitnjaka, obične bukve, obične jele i drugih vrsta drveća. Najbolje uspijeva na svježim i dubokim tli-

ma, a na suhim i ekstremno vlažnim tlima uspijeva slabije. Vrlo plitku korijensku mrežu razvija u plitkim tlima, tlima s visokom razinom podzemne vode, vlažnim i mokrim staništima pa su stabla na takvim staništima neotporna na vjetar. U prvim godinama života obična smreka raste polagano, a poslije 5. do 10. godine započinje brže prirašćivati.

Širila se na svim šumskim, a često i na poljoprivrednim staništima u srednjoj Europi i šire, a donekle je i u Hrvatskoj nekritično širena na gotovo sva staništa od nizinskih do planinskih.

S obzirom na to da je osjetljiva na štetnike, bolesti i stanišne promjene, posebno izvan svoga prirodno-ga areala, pri osnivanju šumskih kultura na takvim je staništima treba miješati s drugim pionirskim i prijelaznim vrstama kako bi se postigla veća stabilnost (Matić i Prpić 1983).

Prema Čavlovićevim (2010) podacima drvna zaliha smreke u šumama na razini Hrvatske iznosi 13 200 000 m³, što znači da je smreka zastupljena s 5,57 m³/ha u obrasloj površini šuma u Hrvatskoj, koja iznosi 2 377 690 ha. Od ukupnoga volumena smrekovih šuma na državne se šume odnosi 12 400 000 m³, na privatne 800 000 m³, što je 2,4 % od ukupnoga drvnoga volumena šuma Hrvatske koji iznosi 552 000 000 m³.

Od ukupne drvene zalihe obične smreke na razini Hrvatske, u odnosu na zastupljenost po debljinskim razredima, 46 % se nalazi u razredu > od 50 cm, a 34 % u razredu od 30 do 50 cm. Taj podatak nedvojbeno pokazuje da se 80 % drvnoga volumena nalazi u najvišim debljinskim razredima, što je istodobno za smreku i vrlo visoka dob te znak da su naše smrekove šume stare i da fiziološki slabe.

Jednodobne i raznodobne smrekove sastojine visokoga uzgojnoga oblika zauzimaju površinu od 6 300 ha s prosječnim volumenom od 474 m³/ha i ukupnim od 3 000 000 m³, gdje u omjeru smjese obična smreka sudjeluje s 52 %, obična jela 35 %, obična bukva 11 %, gorski javor 1 % i ostala meka bjelogorica s 1 %. Prosječna godišnja sječa iznosi 13,44 m³/ha ili 81 000 m³.

2. Današnje stanje obične smreke i njezinih sastojina – *The current condition of common spruce and its stands*

Kad govorimo o stanju jedne vrste drveća i njezinih sastojina na području njezina rasprostiranja, onda mislimo na obilježja njezine sastojinske strukture, proizvodnih mogućnosti, mogućnost obnove i širenja na druge površine, zdravstvenoga stanja i izgleda njezina opstanka na određenom staništu.

Kako smo već u uvodu istaknuli, obična smreka nosi obilježja pionirske i prijelazne vrste drveća te su joj ta svojstva omogućila prirodno širenje na sve prazne prostore unutar širokoga kompleksa, a posebno bukovo-jelovih šuma. Njezino prirodno ili umjetno širenje na obešumljene površine, posebno napuštene pašnjake, livade i slične površine, jedini je pravi put povratka vrsta koje grade klimatogene šume, najčešće bukve i jele, na napuštena staništa.

Ako se pomlađivanje u zajednici bukve i jele odvija u normalnim sastojinskim i stanišnim uvjetima, postotak udjela pionirske smreke u omjeru smjese relativno je nizak, normalan i poželjan. Ako ti uvjeti odstupaju od normalnih, njezin je udio veći. To se posebice odnosi na sastojine degradirane strukture nastale zbog sušenja ili prekomjerne sječe i izostanka prirodne obnove glavnih vrsta. Takvo sastojinsko stanje s manjim i većim progalama i plješinama u sastojini dovodi do poremećenih odnosa u tlu i na tlu. Dolazi do zakorovljenja, zamočvarenja, nestanka humusa, smanjenja biološke aktivnosti u tlu koje gubi svojstvo šumskoga tla i postaje nesposobno za prijam i uspijevanje vrsta koje grade klimatogene šume.

Takva tla obično izgube svojstva koja obilježavaju šumsko tlo, pa su za jedno dulje vrijeme izgubljena za kvalitetno uspijevanje sastojina glavnih vrsta drveća, ali su sposobna da na njima uspijevaju pionirske vrste drveća kao što je i obična smreka.

Smreka najčešće ispravlja greške ili ekscese nastale u razvoju ili u gospodarenju klimatogenim bukovo-jelovim sastojinama, jer se širi na prazne prostore nastale greškama ili ekscesnim pojavama unutar tih sastojina. To je jedan od značajnih razloga prekomjernoga širenja smreke izvan svoga prirodnoga staništa u klimatogene sastojine kao što su bukovo-jelove šume. Pionirske su vrste drveća poželjne, ali u jednom manjem postotku u omjeru smjese nekih naših klimatogenih šumskih zajednica (Matić i dr. 1996). Iako te zajednice nisu njihovo trajno stanište, pionirske vrste naseljavaju i najmanje površine koje ne odgovaraju vrstama koje grade klimatogene šume, povećavaju njihovu raznolikost i imaju značajan prirast, što je jedan od preduvjeta veće stabilnosti i produktivnosti sastojina. Tijekom vremena, usporedno s ponovnim razvojem klimatogene zajednice, sve su manje šanse obične smreke za opstanak unutar tih staništa. Ona su ponovno poprimila svojstva klimaksa, kako pedoklimaksa, tako i klimaksa, glavnih vrsta u fitocenozi, a ti uvjeti smanjuju konkurentnost obične smreke u odnosu na tipične vrste klimatogene zajednice.

S obzirom na današnje dosta složene i nepovoljne ekološke uvjete za naše glavne vrste drveća, koji se oslikavaju u sušenju i propadanju, značenje je pionirskih vrsta drveća sve veće. One postaju nezamjenjive

u biološkoj pripremi staništa, ako se radi o površinama unutar suvislih sastojina na kojima se dogodilo sušenje i degradacija šumskog tla. Tu imaju zadatak pripreme uvjeta u tlu i na tlu za ponovni dolazak glavne vrste drveća, kao i ponovno stvaranje suvisle strukture tih sastojina. Pri tome se ne smije zaboraviti da je smreka u tim sastojinama samo privremeni gost koji će nestati kad sastojina ponovno poprimi sve uvjete stabilnosti, suvislosti i vječnosti koju joj jamče vrste klimatogene zajednice.

Osim navedenih svojstava koja se obilno koriste u gospodarenju šumama, pionirske su vrste drveća nezamjenjive u proširenoj biološkoj reprodukciji ili pošumljavanju (Matić i dr. 1996). S običnom je smrekom osnovano najviše šumskih kultura u Europi. Pošumljavana su gotovo sva staništa od nizinskih lužnjakovih šuma, brdskoga pojasa koji pripada šumama obične bukve i hrasta kitnjaka pa sve do planinskih staništa bukve i jele i subalpske smreke. Pri tome su se vrlo često pravile značajne pogreške, jer je pošumljavanje obavljano na onim staništima koja ne pripadaju običnoj smreci, te u takvim slučajevima ona postaje nestabilna vrsta drveća, osobito u ekstremnim situacijama klimatskih promjena i grešaka pri gospodarenju.

Vanjski izgled stabla, posebno izgled krošnje daje dobru informaciju o njegovu zdravstvenom stanju koje se može i ocijeniti s obzirom na stupanj osutosti. Stupanj osutosti krošnje dobar je pokazatelj vitalnosti i zdravstvenoga stanja svakoga stabla. Prema Čavloviću (2010) u nas je 39,5 % bez osutosti, 46,7 % je osuto, 12,6 % je vrlo osuto, a 1,2 % je suhih stabala. Podatak od 59,3 % osutih krošanja smreke na cijelom njezinu arealu vrlo je zabrinjavajući i pokazuje da se mogu u budućnosti očekivati još veći gubici.

Šume Gorskoga kotara uglavnom se rasprostiru na staništima prebornih bukovo-jelovih šuma. U sklopu toga velikoga i šumama bogatoga područja raste i obična smreka u svom prirodnom staništu, ali i na staništima koja pripadaju bukovo-jelovim šumama.

Prema procjeni oštećenosti krošanja obične smreke koncem 2010. godine, temeljenoj na uzorku od 38 252 stabla obične smreke, koju je obavio Ekološki odjel Uprave šuma podružnica Delnice, na površini cijele Uprave dobiveni su ovi podaci: 3,56 % je zdravih stabala, 14,92 % slabo osutih, 71,92 % srednje osutih, 9,36 % jako osutih, a 0,24 % je sušaca. Prema tomu, 96,2 % smrekovih je stabala osuto, što je u odnosu na cijelu Hrvatsku povećanje od 36,9 %.

Osim navedenih podataka o osutosti krošanja obične smreke u cijeloj Hrvatskoj, lokalno gledajući, pa i u Gorskom kotaru, važno je istaknuti da se unutar areala bukovo-jelovih šuma i obične smreke nalaze tri nacionalna parka u kojima se u značajnom postotku smreka suši. To su nacionalni parkovi Pli-

tvička jezera, Risnjak i Sjeverni Velebit. U njima je zabranjena i obustavljena svaka aktivnost koja se odnosi na njegu i obnovu šuma, što je kardinalna stručna pogreška koja vrijedne ekosustave vodi u starenje, sušenje, truljenje i propadanje, odnosno u propast. U svakom od njih je u omjeru smjese sastojina zastupljena i obična smreka, a značajne su i površine čistih smrekovih sastojina.

Upravo zabrana normalne njege i uklanjanja sušenjem napadnutih stabala pogoduje razvoju potkornjaka obične smreke (*Ips tipographus* i *Pityogenes calcographus*) i drugih štetnika koji dokrajčuju sušenje započeto osutošću krošanja i drugim razlozima stručnih promašaja.

Iz svega navedenoga možemo zaključiti da je obična smreka u Hrvatskoj današnjim stanišnim uvjetima ugrožena vrsta drveća izložena fiziološkomu slabljenju i sušenju.

3. Uzroci sušenja i propadanja obične smreke – *Causes of dieback and decline of common spruce*

Premda je smreka pionirska i prijelazna vrsta drveća, vrsta s dosta širokom ekološkom valencijom, u posljednja dva desetljeća bilježi se njezino intenzivno sušenje, a jedan od razloga te pojave može se objasniti nepovoljnim klimatskim uvjetima, posebno ekstremnim sušama, koje smanjuju vitalnost te vrste, što pogoduje njezinu fiziološkomu slabljenju, osutosti krošanja, širenju potkornjaka i ostalih sekundarnih štetnika.

Uzimajući u obzir osutost smrekovih krošanja za cijelu Hrvatsku, koja iznosi 59,3 %, i uspoređujući ju s osutošću smreke u Gorskom kotaru, koja iznosi 96,2 %, zaključujemo da je smreka na tom području vrlo ugrožena. Tamo je osutost veća za 36,9 %, što znači da su druga područja gdje se javlja smreka manje ugrožena (Velebit i ostali dio Like).

Iako smrekove šume na Velebitu, a posebno subalpske smrekove zajednice, u usporedbi s ostalim dinarskim i susjednim subalpskim smrekovim zajednicama, pa tako i onima u Gorskom kotaru, imaju svoje posebnosti u vegetacijskom sastavu, strukturi, nadmorskoj visini i proizvodnosti, te razlike sigurno nisu presudne u odnosu na osjetljivost prema pojavi osutih krošanja i sušenja. Posebno je zanimljivo da se u razdoblju od 2006. do 2009. godine dio subalpske smrekove zajednice potpuno osušio (Vukelić i dr. 2010).

Manju ugroženost velebitskih šuma možemo objasniti povoljnijom ružom vjetrova i manjim donošenjem elemenata nepovoljne »kemijske klime« i kisele kiše u kojoj teške kovine imaju vidljivu ulogu.

Znači da nepovoljni utjecaji onečišćenja zraka vode i tla, koji najvjerojatnije dolaze iz industrijskih razvijenih zapadnih zemalja, najviše loše utječu na šume u Gorskom kotaru, s tim da ni ostala područja u kojima se javlja obična smreka nisu od toga pošteđena.

Posebno treba istaknuti da sadržaj olova u tlima zapadne i sjeverozapadne Hrvatske iznosi 32 mg po kilogramu tla. Upravo u Gorskom kotaru taj sadržaj ima ekstremne vrijednosti koje se kreću od 71 do 128 mg/kg (Vrbek i Gašparac 1992). Prema podacima iz literature dopuštena vrijednost olova u tlu iznosi 50 do 100 mg/kg. Olovo se, poput drugih teških kovina, prenosi atmosferom kao dio aerosola veličine 0,1 do 10 miligrama u promjeru, a prijenos može biti na različite, pa i najdalje udaljenosti (Vikić-Topić i Carević 2011).

Prema svemu navedenom nepovoljna »kemijska klima« i kisele kiše uz ekstremnu sušu drugi su razlog koji u nas uzrokuje i ubrzava sušenje smreke, a i ostalih vrsta drveća (jela, bukva).

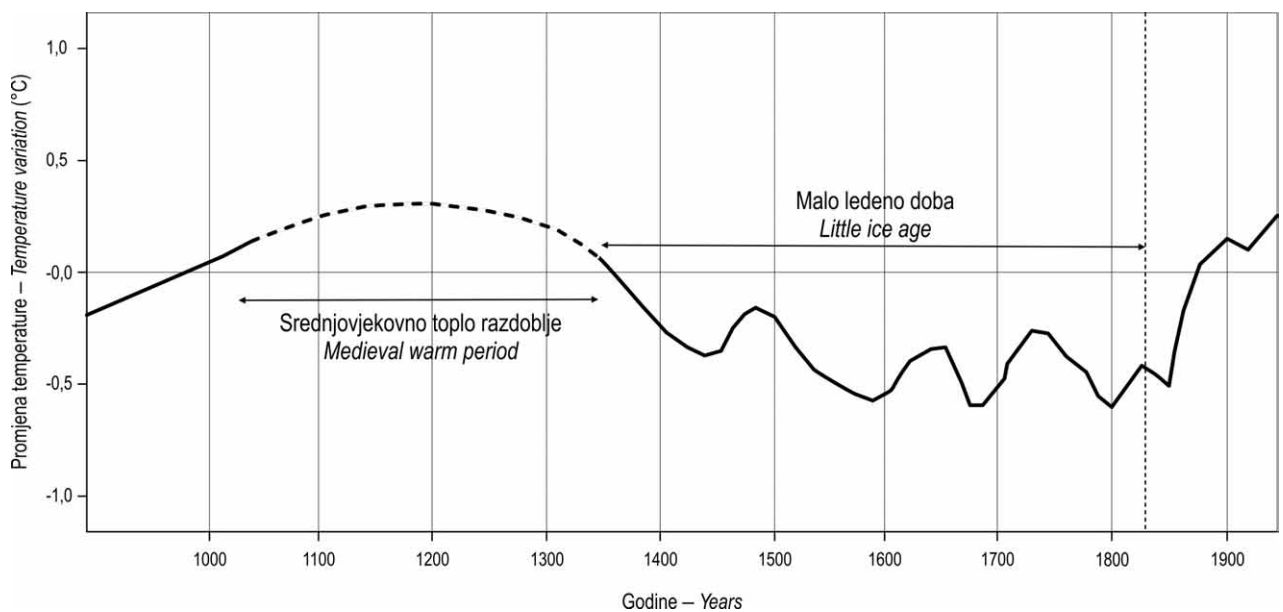
Treći razlog možemo tražiti u umjetnom i prirodnom širenju smreke na staništa koja joj nisu odgovarajuća, uz izostanak pravodobne njege i obnove, kako u njezinim prirodnim sastojinama, tako i u umjetno podignutim šumskim kulturama.

Redosljed iznošenja razloga sušenja nije temeljen na njihovu intenzitetu utjecaja jer bi drugi i treći razlog u nekim drugim uvjetima mogao biti značajniji od prvoga, a sušenje je najizraženije i najveće kod njihova uzajamnoga djelovanja. Da bismo upozorili na današnje stanje obilježeno nepovoljnim kli-

matskim uvjetima, iznijet ćemo samo neke najnovije podatke koji to pokazuju.

Prema Državnom hidrometeorološkom zavodu (DHMZ 2008) prosječne temperature na sjevernoj hemisferi tijekom druge polovice 20. stoljeća vrlo su vjerojatno bile više nego tijekom bilo kojega drugoga 50-godišnjega razdoblja u posljednjih 500 godina. Isto tako jedanaest od proteklih dvanaest godina (1995 – 2006) ubraja se u najtoplije godine od početka instrumentalnoga bilježenja globalne površinske temperature (od 1850), a 2010. godina bila je najtoplija u tom razdoblju. Stogodišnji linearni trend (1901 – 2005) povišenja temperature iznosi 0,74 °C.

U posljednje se vrijeme u znanstvenoj i drugoj javnosti vode rasprave mogu li se pojave sušnih godina i kraćih razdoblja s visokom temperaturom prihvatiti kao globalno zatopljenje koje nastaje zbog porasta koncentracije ugljičnoga dioksida u atmosferi, odnosno zbog čovjekova grijanja Zemlje i upotrebe ugljena i nafte. Svakim se danom javljaju sve veće sumnje da je riječ o globalnom zatopljenju i sve više znanstvenika izražava sumnju u opravdanost potpisivanja sporazuma poput onoga iz Kyota. Do danas je 31 486 znanstvenika samo u Sjedinjenim Državama potpisalo peticiju protiv takvih i sličnih sporazuma jer njihovi rezultati istraživanja govore upravo suprotno (Marjanac 2010). Takvo gledište dijeli dosta i europskih znanstvenika. Marjanac (2010) u raspravi o tom problemu, služeći se znanstvenim rezultatima objavljenima u svijetu, poriče pojavu globalnoga zatopljenja i ističe neznatan utjecaj čovjeka na pojavu koja prema njegovu mišljenju i ne postoji.



Slika 1. Promjena temperature za razdoblje od 1000. do 1900. godine (izvor: Holmes, Principles of Physical Geology, 4. izd., 21. 21. 8) (Marjanac 2010)

Fig. 1 Temperature changes for the period 1000 - 1900 (Source: Holmes, Principles of Physical Geology, 4th edition, 21. 21. 8) (Marjanac 2010)

On iznosi podatke da se topla klima koja je vladala od 1000. do 1350. godine nazivala srednjovjekovnim toplim razdobljem, nakon kojega je nastupilo hladno razdoblje nazvano malim ledenim dobom, koje je završilo oko 1870. (slika 1). U tom su vremenu nastali ledenjaci u Alpama i drugdje koji se danas tope.

Potkraj maloga ledenoga doba počela su i sustavna meteorološka motrenja, i to prvo u Londonu 1691, a u Zagrebu 1851. godine. To nam omogućuje da danas uočavamo porast temperature te, kako smo naprijed naveli, da stogodišnji linearni trend povišenja iznosi 0,74 °C. Od toga vremena do današnjih dana najvjerojatnije se nalazimo u toplom razdoblju sličnom onomu iz srednjega vijeka.

Marjanac (2010) navodi da oscilacije temperature od 1850. do 2009. godine pokazuju da je, unatoč intenzivnim antropogenim utjecajima koji bi trebali izazvati povišenje temperature, globalna temperatura u dva navrata padala, pa su se pojavila dva hladna razdoblja: od 1880. do 1910. i od 1941. do 1975. godine. Prvo je hladno razdoblje trajalo 30, a drugo 34 godine.

Promatrajući navedene podatke u kontekstu sušenja šuma, s kojim se problemom šumarska struka i znanost s manjim i većim intenzitetom bavi preko 100 godina, uočili smo neke zakonitosti koje mogu biti na tragu definiranja nekoga od uzroka sušenja. Naime, dva navedena hladna razdoblja, koje je autor posebno grafički obilježio da bi istakao sumnju na pojavu globalnoga zatopljenja, dala su nam mogućnost da uočimo i pojavu triju toplih razdoblja koja su za nas i problem sušenja šuma vrlo zanimljiva.

Naime, prije prvoga, između prvoga i drugoga te nakon drugoga hladnoga uočili smo tri topla razdoblja. Svako od tih triju toplih razdoblja trajalo je oko 30 godina ili, točnije, prvo 30 godina (1850 – 1880), drugo 31 (1910 – 1941) i treće, koje još nije završilo, 33 godine (1975 – 2008) godine. Te su temperature anomalije u razdoblju od 1850. godine do današnjih dana oscilirale od –0,6 do + 0,6 °C.

Da bismo tu pojavu što više približili našim uvjetima, poslužili smo se podacima Europske agencije za okoliš (EEA) koji se odnose samo za Europu (slika 2). Na prikazanoj slici uočavamo podatke o prosječnim godišnjim temperaturnim odstupanjima za kopno, izgladene vrijednosti za 10 godina za kopno te za kopno i more za razdoblje od 1850. do 2009. godine.

Uspoređujući naše prikazane podatke (slika 2) s podacima koje iznosi Marjanac (2010), za veće područje sjeverne hemisfere uočava se sličan trend u pojavama hladnih i toplih temperaturnih razdoblja. I u Europi se javljaju dva hladna i tri topla razdoblja u gotovo istom razdoblju, s tim da je prvo hladno razdoblje trajalo 30 godina (1880 – 1910), a drugo 45 godina (1940 – 1985). Drugo je hladno razdoblje u

Europi trajalo 11 godina duže nego u prosjeku na cijeloj sjevernoj hemisferi.

Prvo je tople razdoblje trajalo 30 godina (1850 – 1880), drugo 40 (1910 – 1950), a treće, koje najvjerojatnije još traje, 29 godina (1980 – 2009). I ovdje možemo zapaziti da je u Europi drugo tople razdoblje trajalo 9 godina duže, a možemo samo pretpostaviti da će tako biti i s trećim razdobljem.

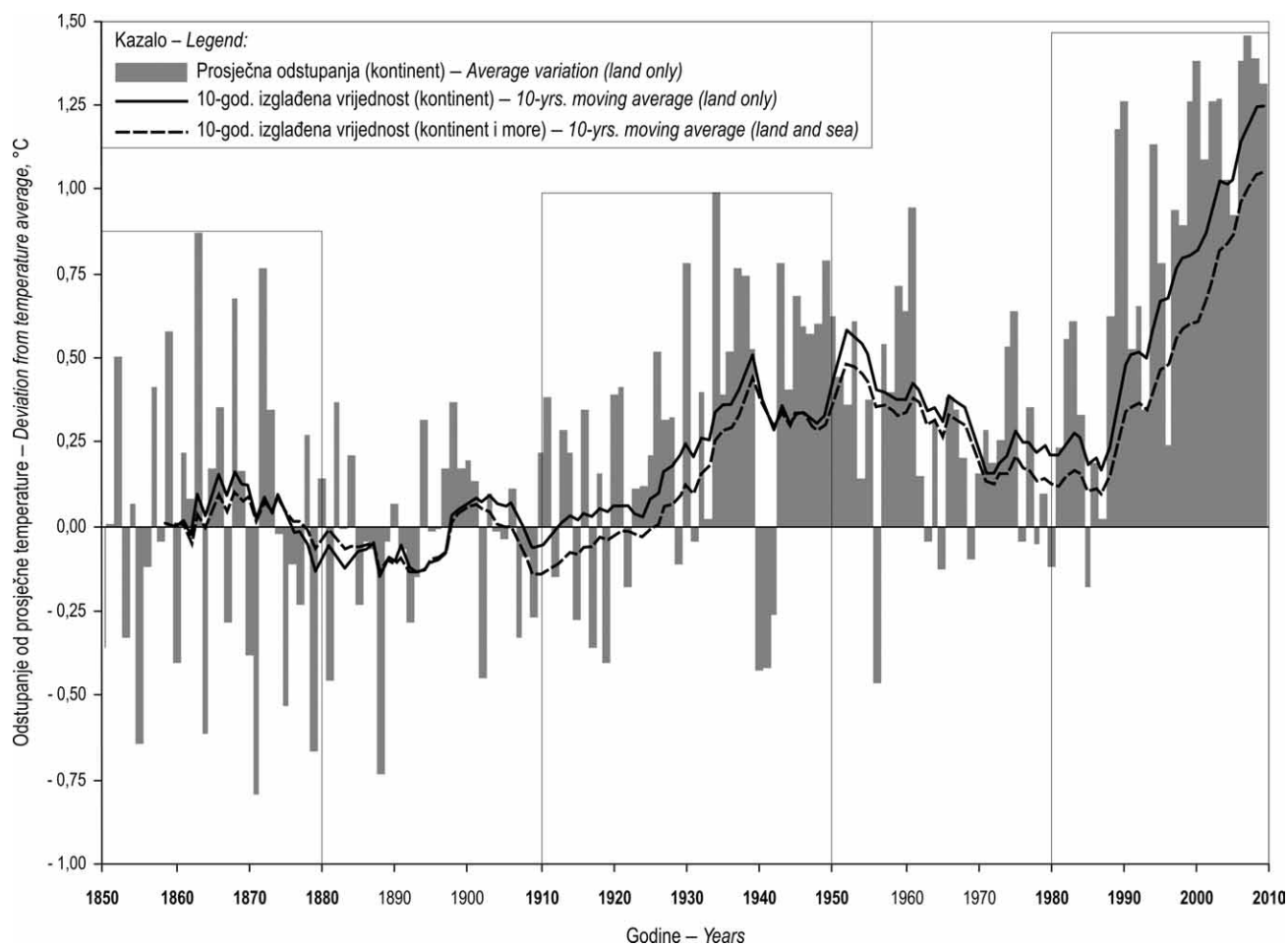
Uspoređujući izgladene temperaturne vrijednosti za kopno s istim vrijednostima za kopno i more u Europi, vidljive su niže temperaturne vrijednosti za kopno i more od vrijednosti samo za kopno. Prema navedenim podacima nakon dvaju hladnih razdoblja kada su temperature padale, uvijek je prije, između i nakon njih došlo tople razdoblje s vidljivim porastom temperature. Ako ćemo u kontekst tih podataka uključiti naše dosadašnje spoznaje o sušenju šuma, možemo podržati pretpostavku da postoji veza između pojave sušnih razdoblja i sušenja šuma.

Ne ulazeći u širu raspravu da li čovjek značajno utječe na globalno zatopljenje i da li ono uopće postoji, činjenica je, ako promatramo samo zadnje razdoblje od 1980. do danas, da se pojavilo katastrofalno sušenje hrasta lužnjaka, obične jele i obične smreke, sa svim svojim popratnim pojavama fiziološkoga slabljenja stabala, osutosti krošanja, pojave potkornjaka i drugih štetnika.

Sušenje još traje, a temeljne razloge sigurno možemo pronaći u dugotrajnijem gotovo 30-godišnjem sušnom razdoblju koje je obilježeno visokim temperaturama, pomanjkanjem vode bilo oborinske, poplavne ili podzemne i dr. Zbog toga nastaju negativne promjene u svim sastavnicama šumskoga ekosustava. Uzajamni sklad, veza, utjecaj i ravnoteža u biocenozi gubi se zbog slabljenja i nestanka njezinih pojedinih sastavnica (fitocenoza, zoocenoza, mikrobiocenoza), a što je posebno uočljivo u fitocenozi odnosno u sloju drveća kao značajnom elementu sastojine.

Bez obzira na to što se ovo, općenito gledajući, drugo tople razdoblje, koje traje od 1850. godine, možda i ne može nazvati globalnim i katastrofalnim zatopljenjem, sama pojava sušnih razdoblja dovoljna je da se šumsko drveće nađe u nepovoljnim klimatskim uvjetima koji, uz druge čimbenike, uzrokuju sušenje. To ne znači da u drugim, za šumu boljim uvjetima koji, nadamo se, slijede, neće doći do njezina oporavka i daljnega normalnoga razvoja.

Jasno je iz navedenoga da je svako duže sušno razdoblje, pa tako i ovo posljednje, koje traje gotovo 30 godina, dovelo do promjene u staništu, odnosno u šumskom tlu i klimi. Vrste drveća (hrast, jela, bukva) koje grade klimatogene šume, kao i neke prijelazne vrste, kao što je obična smreka koja je unošena i širena na njoj neodgovarajućim staništima, vrlo teško podnose dugotrajniju promjenu u stanišnim



Slika 2. Prosječna godišnja temperaturna odstupanja za Europu od 1850. do 2009. Puna krivulja označuje 10-godišnji prosjek za kopno, a isprekidana za kopno i more (izvor: EEA, temeljeno na podacima CRU CRUTEM3 CRUTEMP&HADSST2)

Fig. 2 Average annual temperature deviations for Europe from 1850 to 2009. The full line denotes the 10-year average for the land, while the dashed line denotes the 10-year average for the land and the sea (Source: EEA, based on CRU CRUTEM3 CRUTEMP&HADSST2 data)

uvjetima i promjene u strukturi sastojine. To je razlog zašto su se stanišni uvjeti u takvim sušnim uvjetima promijenili toliko da te vrste drveća na to reagiraju fiziološkim slabljenjem, što uzrokuje osutost krošnja, pojavu sekundarnih štetnika i sušenje.

4. Osvrt na dosadašnje načine gospodarenja običnom smrekom u prirodnim sastojinama i šumskim kulturama – Review of past methods of management of common spruce in natural stands and forest cultures

Dosadašnji načini gospodarenja običnom smrekom, koji nisu bili prilagođeni novonastalim stanišnim i drugim uvjetima, uz sušna razdoblja i nepovoljan utjecaj »kemijske klime«, jedan su od triju čimbenika koji uzrokuju njezino sušenje.

Pod gospodarskim čimbenicima, u ovom slučaju, smatramo one zahvate koji se nisu provodili a koji su bili nužni za kvalitetan razvoj i opstanak smreke, ali i one zahvate koji su se provodili a nisu bili u skladu s njezinim biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima te stanišnim uvjetima u kojima se ona nalazi.

Važno je analizirati dosadašnje gospodarske zahvate te ih staviti u kontekst bioloških svojstava i ekoloških zahtjeva smreke i utvrditi da li se ti podaci uklapaju u današnje stanišne i sastojinske uvjete u kojima se smreka razvija.

U uvodnom dijelu dali smo pregled temeljnih bioloških svojstava i ekoloških zahtjeva te vrste te opis onih stanišnih uvjeta u kojima ona daje najbolje rezultate glede rasta, prirasta i stabilnosti.

Smreka je poželjna »treća vrsta« u prebornim jelovo-bukovim šumama, ali s manjim postotnim udjelom u omjeru smjese. Ona popravlja nepovoljne struk-

turne i stanišne uvjete koji nastaju zbog klimatskih ekscesa ili pogrešnih gospodarskih zahvata. Nepovoljni se uvjeti najčešće javljaju u obliku golih manjih ili većih površina s kojih je nestala klimatogena jelovo-bukova šuma.

Pogrešno je govoriti o prebornom gospodarenju smrekovim šumama jer je smreka pionirska vrsta drveća koja se teško ili nikako pomlađuje na klimatogenim suvislo obraslim staništima. Ona je prijelazna vrsta koja stvara uvjete za povratak jele i bukve te postupno s razvojem te sastojine nestaje iz njezina omjera smjese (Matić i dr. 2001).

Prema Čavloviću i dr. (2008) u staroj, 161-godišnjoj šumskoj kulturi obične smreke u razdoblju od 42 godine prirodno se osušilo 110 smrekovih stabala po hektaru s drvnom zalihom od 120 m³/ha. U istom vremenu uočena je prirodna sukcesija autohtonih vrsta pomlatka i mladika obične jele, obične bukve i ostalih vrsta meke bjelogorice jer je smreka s vremenom stvorila uvjete za povratak tih vrsta na to stanište. Ti uvjeti više ne odgovaraju smreci pa se pojava pomlatka i mladika obične smreke nije uočila.

Smreka se širi prirodno, a često i umjetno na prazne prostore unutar suvislih prebornih sastojina. Na taj način naseljava i ona za nju nepovoljna staništa, kao što su plitka i kamenita tla na južnim ekspozicijama. Na njima relativno kratko vrijeme dobro uspijeva, a sukladno s višom dobi ti joj uvjeti sve manje odgovaraju te postupno slabi i propada.

Kako smo već naveli, smrekove sastojine u nas imaju jednodobnu i raznodobnu strukturu s prosječnim volumenom od 474 m³/ha (Čavlović 2010), gdje je u omjeru smjese smreka s 52 %, na drugom je mjestu obična jela s 35 % te slijedi obična bukva s 11 %, a udio je gorskoga javora i ostalih vrsta meke bjelogorice 2 %. Glede debljinske strukture značajan je podatak da se 80 % drvnoga volumena nalazi u najvišim debljinskim, a to znači i najvišim dobnim razredima, na osnovi čega možemo zaključiti da su naše smrekove šume prestare i da fiziološki slabe. Ti podaci vrlo jasno ukazuju na razvojni put kojim idu smrekove sastojine u nas. Smreka je kao pionirska vrsta drveća tijekom svoga dugogodišnjega razvoja, na staništima koja su bila najvjerovatnije gola i izložena mrazu te u ono vrijeme nepovoljna za običnu jelu i bukvu, stvorila uvjete za prirodnu sukcesiju obične jele i bukve.

Isto tako temeljem rezultata istraživanja na pokusnim plohama moguće je i mlađe 20-godišnje smrekove kulture umjetno pomladiti jelovim sjemenom ako u sastojinu dopire oko 6 % relativno užitnoga svjetla uz istodobnu prirodnu pojavu i bukova pomlatka (Matić i dr. 2001).

Jela i bukva danas zauzimaju 46 % u omjeru smjese smrekovih sastojina pa zato tim vrstama moramo gospodariti na drugi način u odnosu na smre-

ku. Smreka ranije doživljava kulminacije rasta, prirašta i fiziološke zrelosti i slabije se prirodno pomlađuje. Kako je danas u takvu fiziološkom stanju izložena nepovoljnim klimatskim i drugim uvjetima, treba ju njegovom i obnovom ukloniti iz sastojine.

Sušenje je, ne samo smreke, u svakoj sastojini do 10 % normalna pojava, posebno u gospodarenju prirodnim šumama. Najčešće se javlja kao posljedica međusobne konkurencije određenih vrsta, posebno zbog izostanka njege čišćenjem i proredom i kao reakcija na manje lokalne stanišne promjene (Matić i dr. 1996).

Do većih sušenja, koja su vrlo često poprimala katastrofalne razmjere, dolazilo je i danas dolazi zbog promjena u staništu, posebno u vlazi zraka i tla te smanjenju ili povećanju vlaženja, zbog klimatskih promjena i ekstremnih ekscesnih pojava, onečišćenja zraka, vode i tla, pojave sekundarnih štetnika koji napadaju fiziološki oslabljena stabla i dr.

Zbog izostanka ili pogrešne njege oblikuju se sastojine koje nisu pripremljene da se odupru takvim pojavama (Oršanić i dr. 2001). Svaka od navedenih pojava može uzrokovati sušenje koje premašuje uobičajene pojave i intenzitet, a u slučaju zajedničkoga djelovanja više nepovoljnih čimbenika sušenje poprima katastrofalne razmjere.

Pogrešno je umjetno širiti smreku izvan ili unutar njezina prirodnoga staništa tako da se sijeku autohtone i klimatogene sastojine, bilo da su one visokoga uzgojnoga oblika ili šikare. Takvi su se radovi izvodili osobito u prošlom stoljeću u većem dijelu Europe, a ponegdje i u nas, a danas su vidljivi rezultati takvih pogrešaka.

Danas se u jednom dijelu Europe (Češka, Slovačka, Poljska i dr.) događaju katastrofalna sušenja obične smreke svih dobnih razreda, koja je u prošlom stoljeću umjetno podignuta na staništima koja su pripadala sastojinama posječenoga hrasta kitnjaka i obične bukve. To su staništa koja se nalaze do 600 m nadmorske visine na kojima se danas u Češkoj suši smreka na površini od 600 000 ha. Suše se sastojine od najmlađih u dobi od 10 godina, do najstarijih u dobi od 100 godina i starije.

Razlog je u tome što je na to stanište, koje je tisućama godina pripadalo vrstama drveća koje grade klimatogene šume, došla strana vrsta koja se ne može prilagoditi tim uvjetima. Smreka je na njemu ekološki labilna te u uvjetima značajnijih klimatskih promjena još više fiziološki slabi i propada. To je u skladu s činjenicom da se na većim visinama iznad 600 m, gdje uspijeva prirodno i formira prirodne sastojine, smreka ne suši.

Vrsta koja se sadi izvan svoga prirodnoga staništa može samo određeno, uglavnom kratko vrijeme, ostati na njemu jer sukladno s razvojem staništa

ta vrsta postupno gubi otpornost, fiziološki slabi i suši se. Pionirske vrste drveća, kao što je i smreka, mogu se saditi na prazne prostore, kao što su napušteni pašnjaci, livade, nekvalitetna poljoprivredna zemljišta i dr. Ona će tijekom jedne ili dvije ophodnje na tom staništu stvoriti uvjete da se na njega ponovno vrati klimatogena vrsta drveća, bilo prirodno, umjetno ili kombinirano. Sve ostale vrste mogu biti u omjeru smjese novopodignute sastojine samo u manjem postotku.

Šumarska znanost i struka, a posebno uzgajanje šuma, mora trajno njegovati i obnavljati sastojine da bi poprimile optimalnu strukturu koja će im osigurati vječnost na staništu koje je obilježeno odgovarajućim šumskim tlom i klimatskim i mikroklimatskim uvjetima. Tako formirana i trajno održavana sastojina stabilna je i ima sposobnost reagiranja na sve nepovoljne uvjete, što u ovom slučaju ide u prilog značajnomu smanjenju šteta od sušenja.

Iako organizirano gospodarenje šumama u Hrvatskoj, kao i u ostalom dijelu srednje i zapadne Europe, traje preko dva i pol stoljeća, u kojem je razdoblju smreka posebno izvan granica Hrvatske imala dominantnu ulogu, u novije se vrijeme došlo do značajnih novih spoznaja o toj vrsti drveća. Naime, naglo širenje smreke na staništa koja joj ne pripadaju, pod utjecajem najčešće krivo izračunate gospodarske dobiti, uzimalo je sve više maha, pa i u zemljama poput Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine, Slovačke i dr., u kojima vrste drveća koje grade klimatogene šume imaju i danas zapaženu ulogu.

Klimatske promjene uz popratne pojave onečišćenja zraka, vode i tla napravile su takve nepovoljne uvjete u kojima prve stradaju vrste koje se ne nalaze na svom autohtonom staništu. To je slučaj sa smrekom kojoj u novim uvjetima osim stanišnih promjena i loše »kemijske klime« trajno nedostaju uzgojni zahvati, koji se u zapadnim zemljama za tu vrstu drveća i ne provode.

Danas, kad smo se susreli s velikom ugroženošću te značajne vrste drveća, spoznali smo zbog čega je ugrožena i koje mjere možemo poduzeti da se ta ugroza smanji. Pri tome smo svjesni da nismo u mogućnosti mijenjati klimatska kolebanja i sušna razdoblja na koja je osjetljiva, niti je moguće djelotvorno zaustaviti procese koji onečišćuju zrak, tlo i vodu, ali smo u mogućnosti primjenjivati uzgojne zahvate na njezi i obnovi koji će biti djelotvorni pri smanjivanju oštećenosti i sušenju smreke.

Važno je znati da običnu smreku ne trebamo širiti izvan njezina prirodnoga areala i na za nju neodgovarajuća staništa. Ako je podignuta na južnoj ekspoziciji i kamenitom i plitkom tlu, izvrgnuta je ranijemu sušenju te ju treba pravodobno zamijeniti s nekom vrstom koja podnosi takve uvjete.

Ako smreka zauzima sve više mjesta u prebornoj šumama, zbog pogrešnih zahvata ili sušenja vrsta drveća koje grade klimatogenu šumu, njoj se treba posvetiti posebna njega koja mora biti navedena u osnovama gospodarenja. Pogrešno je primijeniti iste mjere njege i obnove u prebornoj šumi za tri različite vrste koje imaju posebna i različita biološka svojstva i ekološke zahtjeve, kao što su jela, smreka i bukva.

Treba imati na umu da smreka kao pionirska vrsta drveća ranije doživljava zrelost te kulminaciju debljinskoga, visinskoga i volumnoga prirasta jer se, među ostalim, često nalazi u lošim stanišnim uvjetima u kojima ranije stari i propada.

Nužno je uzeti u obzir činjenicu da se 80 % smreke u Hrvatskoj nalazi u zadnjem debljinskom, a i dobnom razredu, i da ju treba na vrijeme obnavljati ili zamijeniti onim vrstama koje daju bolje rezultate na tom staništu.

Smreka u prebornoj šumi ima svoje mjesto i opravdanje samo ako se nalazi s manjim udjelom u omjeru smjese. Ako se javlja u većim grupama, grupe je nužno obnavljati jelom i bukvom, prirodno ili umjetno, posebno u ono vrijeme kada smreka pokazuje znakove fiziološkoga slabljenja.

Ako sa smrekom osnivamo šumsku kulturu, potrebno je saditi 2500 komada biljaka po hektaru (Orlić 1987), s tim da se tijekom njezina razvoja pravodobno njeguje preredom. Ophodnja i vrijeme izvođenja oplodnih sječa ovisit će o zdravstvenom stanju sastojine i dinamici prirodne i umjetne obnove s nekom od vrsta koje grade klimatogene šume, a koja je predodređena za to stanište.

Otklanjajući probleme koji se danas javljaju sa smrekom, nužno je imati na umu da smreka kao »značajna, plemenita i vrlo upotrebljiva vrsta« ima svoje mjesto i u prirodnim sastojinama i u šumskim kulturama.

Nje se u gospodarenju ne trebamo odricati, nego ju moramo još bolje poznavati posebno sa stajališta bioloških svojstava, ekoloških zahtjeva i gospodarskih vrijednosti. Navedeni čimbenici definiraju njezina šumsko-uzgojna svojstva, koja trebamo uzeti u obzir pri provođenju svih gospodarskih zahvata.

5. Zaključci – Conclusions

Istražujući i promatrajući običnu smreku u prirodnim sastojinama i šumskim kulturama, posebno u posljednja tri desetljeća otkad se pojačano suši, a na temelju vlastitih istraživanja i spoznaja uz uvažavanje onih do kojih je došla šumarska znanost, struka i praksa u Hrvatskoj i u ostalom dijelu Europe, došli smo do ovih zaključaka:

- ⇒ Obična smreka (*Picea abies* Karst.), značajna pionirska i prijelazna vrsta drveća, u hrvatskim šumama tvori jednodobne i raznodobne sastojine visokoga uzgojnoga oblika u kojima u omjeru smjese sudjeluje s 52 %, a ostalo pripada običnoj jeli, običnoj bukvi i ostalim autohtonim vrstama meke bjelogorice. Drvna je zaliha smreke na razini Hrvatske 5,57 m³/ha u ukupnoj obrasloj površini šuma. U odnosu na zastupljenost po debljinskim razredima najveći se dio drvnoga volumena nalazi u najvišim debljinskim i dobnim razredima, što je pokazatelj njezine zrelosti i fiziološkoga slabljenja.
- ⇒ Smrekom ne možemo uspješno gospodariti po prebornim načelima jer je ona pionirska vrsta koja popravljiva stanišne uvjete u smjeru razvoja klimatogenih vrsta jele i bukve, pa se samo u manjem postotku pomlađuje na klimatogenim suvislo obraslim staništima.
- ⇒ Njezina pionirska i prijelazna svojstva omogućila su joj prirodno širenje na sve prazne prostore unutar širokoga kompleksa posebno bukovo-jelovih šuma. Osim što se prirodno i umjetno širi na gole površine u prebornim šumama, koje iz određenih razloga ne odgovaraju jeli i bukvi, ona se također širi na većim visinama, na obešumljene i degradirane šumske površine, posebno na mrazištima, napuštenim pašnjacima, livadama, šibljacima, šikarama i drugim površinama.
- ⇒ Obična je smreka vrsta drveća s kojom se u Europi osnovalo najviše šumskih kultura. Pošumljavanja su obavljana gotovo na svim staništima, od nizinskoga i brdskoga pojasa koji pripada šumama hrasta lužnjaka, hrasta kitnjaka i obične bukve, do planinskih staništa bukve i jele i subalpske smreke. Uglavnom su to većinom za smreku labilna staništa na kojima ona, u nepovoljnim stanišnim i drugim eksczesnim uvjetima, fiziološki slabi i propada.
- ⇒ Smreka u Hrvatskoj pokazuje znakove vrlo ugrožene vrste posebno ako uzmemo u obzir osutost krošanja i sve veće sušenje. Osutost je smrekovih krošanja u cijeloj Hrvatskoj 59 %, a samo u Gorskom kotaru 96 %.
- ⇒ Razlike u intenzitetu osutosti krošanja objašnjavamo nepovoljnom ružom vjetrova koji donose i nepovoljne elemente »kemijske klime« i kiselih kiša, posebno u Gorskom kotaru. Takve pojave s manjim ili većim intenzitetom utječu na cijelo područje rasprostiranja smreke. »Kemijska klima« i kisele kiše svakako su, među drugima, značajan razlog sušenja smreke.
- ⇒ Danas raspoložemo podacima o visokim prosječnim temperaturama tijekom druge polovici 20. stoljeća, s posebnim naglaskom na njihove visoke vrijednosti u posljednjih 15 godina te stogodišnjim linearnim trendom (1901 – 2005) povišenja temperature od 0,74 °C.
- ⇒ Prema podacima o prosječnim godišnjim temperaturnim odstupanjima za cijelu Europu od 1850. do 2009. godine uočavaju se dva hladna razdoblja kada je temperatura padala i tri topla razdoblja kada je rasla. Prije, između i nakon hladnih razdoblja uvijek je nastupilo toplo razdoblje s vidljivim porastom temperature. Svako razdoblje, kako toplo, tako i hladno, u prosjeku je trajalo oko 30 godina, a danas se nalazimo u trećem toplom razdoblju koje je, nadamo se, pri kraju.
- ⇒ Sve navedeno pokazuje da je suša jedan od čimbenika koji je bio značajan uzrok sušenja nekoliko naših vrsta drveća (hrasta lužnjaka, brijesta, obične jele, obične smreke i dr.) u posljednjih 100 godina. Kad je riječ o običnoj smreci i njezinu sušenju, smatramo da je suša drugi značajan razlog koji danas uzrokuje sušenje.
- ⇒ Dosadašnji načini gospodarenja običnom smrekom nisu uglavnom bili prilagođeni njezinim biološkim svojstvima i ekološkim zahtjevima te novonastalim stanišnim uvjetima. Zbog toga mislimo da su uz sušna razdoblja i nepovoljan utjecaj »kemijske klime« načini gospodarenja značajan razlog sušenja, a kad dođe do istodobnoga djelovanja sva tri navedena čimbenika, nastaje katastrofalno sušenje.
- ⇒ Sušenje manjega opsega, ne samo smreke, u svakoj je sastojini normalna pojava u gospodarenju prirodnim šumama i šumskim kulturama. Najčešće se javlja kao posljedica međusobne konkurencije određenih vrsta, posebno zbog izostanka njege čišćenjem i proredom i kao reakcija na manje lokalne stanišne promjene.
- ⇒ Smreka je poželjna »treća vrsta« u prebornim jelovo-bukovim šumama, ali s manjim postotnim udjelom u omjeru smjese. Ona stvara uvjete za povratak jele i bukve na staništa koja su zbog nekih razloga te vrste napustile te postupno s njihovim povratkom fiziološki slabi. Zbog toga ju je nužno njegovom i obnovom u najvećem dijelu ukloniti iz omjera smjese prebornih sastojina.
- ⇒ Smrekove su se sastojine, i prirodne, i kulture, najmanje, a najčešće nikako čistile i prorjeđivale. U regularnim i raznodobnim sastojinama odgađala se obnova, a u prebornim se sastojinama smreka pri odabiru stabala za sječju izjednačavala s običnom jelom. Sve je to utjecalo na to da je smreka u svim sastojinskim oblicima stara, prezrela, fiziološki slaba i sklona sušenju.

- ⇒ Imajući na umu novonastale klimatske uvjete, onečišćenje zraka, vode i tla, običnu smreku ne treba širiti izvan njezina prirodnoga areala i na za nju neodgovarajuća staništa. Ako je podignuta na južnoj ekspoziciji i kamenitom i plitkom tlu, izvrgnuta je ranijemu sušenju te ju treba pravodobno zamijeniti s nekom vrstom koja podnosi takve uvjete.
- ⇒ Obična je smreka značajna, plemenita i vrlo upotrebljiva vrsta koje se u budućem gospodarenju ne trebamo odreći. Moramo joj bolje poznavati biološka svojstva, ekološke zahtjeve i gospodarske vrijednosti te ta šumsko-uzgojna svojstva uzimati u obzir pri provođenju svih gospodarskih zahvata.

6. Literatura – References

- Čavlović, J., 2010: Prva nacionalna inventura šuma Republike Hrvatske. Ministarstvo regionalnog razvoja, šumarstva i vodnog gospodarstva, Zagreb, str. 1–300.
- Čavlović, J., T. Dubravac, V. Roth, S. Dekanić, K. Teslak, 2008: Succession processes and development of the stand structure of a 161-year-old Norway spruce plantation under regime without silvicultural treatment. *Periodikum Biologorum*, 110 (2): 1–7.
- Državni hidrometeorološki zavod, 2008: Međuvladin panel o promjeni klime. Četvrto izvješće o promjeni. Promjena klime 2007: Zborno izvješće, Sažetak za donositelja politike, Neredigirani primjerak za COP-13, Cijelo izvješće, Zagreb, str. 1–25.
- Marjanac, T., 2010: Tsunami u znanosti: Climagate!, *Priroda*, 1: 10–17, Zagreb.
- Matić, S., B. Prpić, 1983: Pošumljavanje. Odbor za provođenje društvenog dogovora i realizaciju pripreme pošum-

ljavanja 1981–1985, Savez inženjera i tehničara šumarstva i drvne industrije Hrvatske, Zagreb, 79 str.

Matić, S., I. Anić, M. Oršanić, 1996: Prilog poznavanju nekih šumsko-uzgojnih svojstava pionirskih listopadnih vrsta drveća. U: B. Mayer (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu i Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, str. 179–186.

Matić, S., I. Anić, B. Prpić, M. Oršanić, 2001: Uzgojni postupci u jelovim šumama oštećenima propadanjem. U: B. Prpić (ur.), Obična jela (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj, Akademija šumarskih znanosti, Zagreb, str. 461–478.

Orlić, S., 1987: Utjecaj razmaka sadnje na uspijevanje obične smreke (*Picea abies* Karst.) na području Plešivičkog prigorja. *Šumarski list*, 5–6: 31–57.

Oršanić, M., S. Matić, I. Anić, 2001: Struktura i prirodno pomlađivanje smrekovih sastojina u G. j. Štirovača. U: S. Matić, A. P. B. Krpan, J. Gračan (ur.), Znanost u potrajnom gospodarenju hrvatskim šumama, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, str. 107–116.

Vajda, Z., 1933: Studija o prirodnom rasprostranjenju i rastu smreke u Gorskom Kotaru. *Šumarski list*, 4: 3–38.

Vrbek, B., M. Gašparac, 1992: Novi nalazi imisije teških metaka u nacionalnom parku »Risnjak«. *Radovi Šumar. inst.*, 27: 207–231.

Vukelić, J., A. Alegro, V. Šegota, 2010: Altimontansko-subalpska smrekova šuma s obrubljenim gladcem (*Laserpitium krapfii-Picetum abietis* ass. nova) na sjevernom Velebitu (Hrvatska). *Šumarski list*, 5–6: 211–228.

Topić-Vikić, D., O. Carević, 2011: Rasprostranjenost olova u ekosustavu i organizmu čovjeka. U: S. Steiner (ur.), Ekološki problemi prometnog razvoja, Hrvatska akademija znanosti i umjetnost, Znanstveno vijeće za promet, Zagreb, str. 105–111.

Uprava šuma podružnica Delnice, 2010: Šume Gorskog kotara (gledano kroz ekološke naočale), Delnice, str. 1–13.

Abstract

The impact of Site Changes and Management Methods on Dieback of Common Spruce (*Picea abies* Karst.) in Croatia

Common spruce (*Picea abies* Karst.) is a tree species that occurs naturally in the valleys and other frost sites in high mountain regions, where it is free of serious competition of other tree species. Being resistant to frost, the winter colds of the continental and mountainous climate suit it. It is highly tolerant of winter chills of the continental and mountainous climate, it likes areas with abundant precipitation and snow in particular and avoids those with little precipitation and low relative air humidity. In Croatia, it naturally occurs in high mountain areas of Gorski Kotar, Velebit and other parts of Lika, and especially in frost spots where it is free of competition with other tree species. In Europe, spruce is a favourite tree species for the establishment of forest cultures. It has the properties of both pioneer and transitional tree species. It is highly sensitive to summer droughts. During its growth, in its habitats it creates the conditions for the development of tree species of a climatogenous forest. It develops in regular and uneven-aged stands, while its percentage in selection stands with stable structural and stand conditions is lower. The total growing stock amounts to 13,200,000 m³, which accounts for 5.57 m³/ha of the forested area in Croatia. Its volume share in the

highest age and diameter classes is 80%, which indicates its advanced age and physiological weakening. Regular and uneven-aged spruce forests of high silvicultural form cover an area of 6,300 ha, of which spruce accounts for 52% in the composition mixture, silver fir for 35%, common beech for 11%, and other species for 2%. Spruce is currently significantly affected by dieback; at the level of Croatia, the percentage of defoliated crowns is 59.3%, while in the Gorski Kotar area alone it is 96.2%. Droughts are one of the most important factors contributing to the physiological weakening and dieback of spruce in Croatia, while in Europe they are the major cause of dieback of catastrophic proportions. Temperatures measured in the past 15 years are the highest in the 150-year period, with a linear trend of temperature increase amounting to 0.74 °C. There is controversy as to the causes of droughts: according to many, they are the consequence of global warming, whereas others disagree. Data are given (Fig. 1) on climate change from the past warm period, over the cold one, to the present warm period. Based on average annual temperature deviations for Europe from 1850 to 2009 (Fig. 2), the current warm period has had two cold and three warm sub-periods, which contradicts the frequently emphasised negative impact of man's activity on climate. Apart from extreme droughts, another cause of spruce dieback is attributed to the impact of the unfavourable »chemical climate« and acid rains arriving most probably from the industrially developed western countries. This is the reason why the lead content in the soils of Gorski Kotar reaches the extreme values of 71 to 128 mg/kg. Accordingly, the unfavourable »chemical climate« and acid rains are the second most important reason for the dieback of not only spruce but other tree species as well (fir, beech). The third cause of dieback is the artificial and natural expansion of spruce into unsuitable sites, coupled with the absence of timely tending and regeneration procedures in natural and artificially established forest cultures. Spruce cannot be managed with the selection method because it is a pioneer species, which does not regenerate in climatogenic and coherently forested sites. It creates the conditions for the return of fir and beech and simultaneously disappears from such stands. Its pioneer properties enable it to expand naturally in all the empty spaces within a broad complex of beech-fir forests in particular, as well as in deforested and degraded forest areas, frost sites, abandoned pastures, meadows, degraded forests such as thickets and scrub and in other areas at higher altitudes. Most of these sites are unsuitable for spruce, causing it to physiologically weaken and decline. Methods of common spruce management used to date have in general not been adjusted to its biological properties and ecological requirements or to the newly created site conditions. In our opinion, in addition to dry periods and unfavourable impact of »chemical climate«, management methods also represent an important cause of dieback. When all the three causes take place simultaneously, the ensuing result is catastrophic dieback. Low intensity dieback occurring in every stand, including a spruce stand, is a normal phenomenon characteristic of management with natural forests and forest cultures. It is usually the consequence of competition between certain species, particularly because tending operations such as cleaning and thinning are not performed, or it is the reaction to minor local site changes. Spruce is the desirable »third species« in selection forests of fir and beech, but with a lower percentage share in the composition mix. It creates the conditions for the return of fir and beech to the sites from which they have disappeared for different reasons. With the return of these species, the spruce gradually undergoes physiological weakening and should generally be removed from the composition mix of selection stands by means of tending and regeneration procedures. Spruce is a tree species whose stands have been subjected either to very little tending or none at all. In regular and uneven-aged stands, regeneration procedures have generally been postponed, while in selection stands spruce has been treated like fir in the selection of trees for cutting. All this has led to the currently unfavourable status of spruce: the spruce is old, over-mature, physiologically weak and prone to dieback in all stand forms. In view of the newly created unfavourable climate conditions, as well as air, water and soil pollution, common spruce should not be expanded into inadequate sites beyond its natural distribution range. If established in southern exposures and on stony and shallow soils, it is subject to premature dieback, so timely measures should be taken to replace it with another species that tolerates such conditions. Common spruce is an important, noble and highly usable species and it should not be neglected in future management. Better knowledge should be acquired of its biological properties, ecological requirements and commercial value. These silvicultural-management properties should be fully observed in the application of management procedures.

Keywords: common spruce (*Picea abies* Karst.), crown defoliation, site, climate, dieback, tending, regeneration, management

Autorova adresa – Author's adress:

Akademik Slavko Matić
 e-pošta: slavko.matic@zg.htnet.hr
 Akademija šumarskih znanosti
 Trg Mažuranića 11
 HR – 10000 Zagreb
 Hrvatska

Received (*Primljeno*): 22. 12. 2010.
 Accepted (*Prihvaćeno*): 28. 02. 2011.