



GOZDARSKI INŠTITUT SLOVENIJE

Slovenian Forestry Institute
Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija
tel: + 386 01 200 78 00 / fax: + 386 01 257 35 89

Poročevalska, diagnostična in
prognostična služba za varstvo gozdov
Gozdarski inštitut Slovenije in Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, BF
Večna pot 2
1000 Ljubljana

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
g. Jože Sterle, državni sekretar
Dunajska 56-58
1000 Ljubljana

Zadeva: Sušenje črnega bora pod vasjo Kastelec

V ponedeljek, 23. 2. 2004 smo si ogledali nasad črnega bora na delu parcel 2695/1, 2694 in 2673 k.o. Osp, ki obsega 5,64 ha. Pri ogledu in nabiranju vzorcev odmirajočih in odmrlih črnih borov so sodelovali: Mladen Prebevšek, vodja KE Koper, ZGS, doc. dr. Maja Jurc, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF, prof. dr. Katarina Čufar, Oddelek za lesarstvo BF, asist. Branko Stajić, Šumarski fakultet Beograd, Srbija, dr. Martino de Luis, Univerza Alicante, Španija, Luka Zajec, absolvent gozdarstva in dr. Dušan Jurc, GIS.

Ogled smo opravili zaradi vašega dopisa št. 322-106/2003/2 z dne 2. 2. 2004, s katerim ste nas zaprosili za ugotovitev kakšna je verjetnost, da sušenje črnega bora res povzroča nalaganje prahu na drevje in tla. Dne 15. 10. 2003 je namreč vodja KE Koper obvestil medobčinsko gozdarsko inšpektorico Mirico Križaj o sušenju črnega bora, ki presega 50 % lesne zaloge sestoja (dopis št. 031-34/2003). Navaja, da je obseg sušenja znatno večji kot v podobnih sestojih v okolici in domneva, da je vzrok sušenja deponija in mletje peska, od koder se prah nalaga na drevje v nasadu. Gozdarska inšpektorica je 6. 1. 2004 prijavo odstopila v reševanje Ministrstvu za okolje, prostor in energijo ter Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (dopis št. 322-106/3).

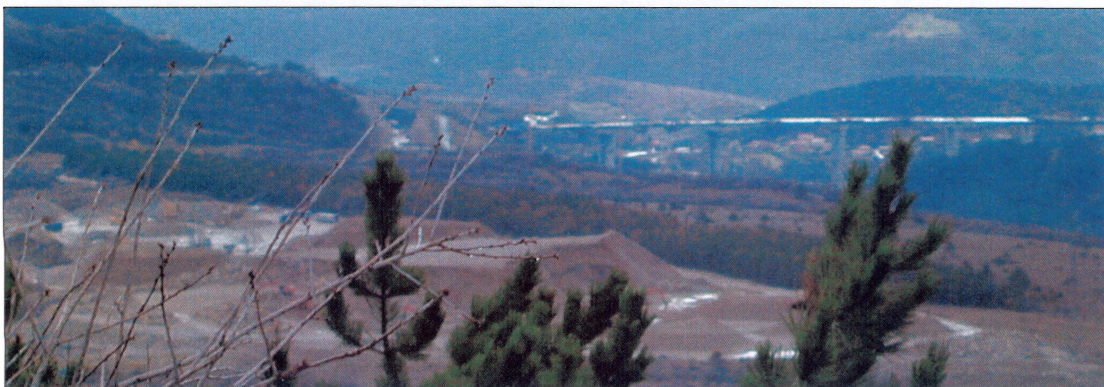
1) Opažanja na terenu:

Sestoj leži v smeri SZ-JV in je približno 70 m širok in 800 m dolg (sliki 1 in 2). Iz ravnega, vršnega dela se nadaljuje po pobočju navzdol. Na zgornji strani so tla očitno revnejša kot na spodnji, saj so bori v tem delu sestoja nižji in tanjši. Po celotni dolžini

sestoja poteka ob njem makadamska cesta, na drugi strani ceste pa so obsežni kupi peska in drobilnica peska. Odmrlo in odmirajoče drevje v sestoji ni enakomerno razporejeno, sušenje je mnogo intenzivnejše blizu kupov peska in drobilnice peska.



Slika 1: Sestoj črnega bora ob deponiji in drobilnici peska pod vasjo Kastelec, slikano iz mesta pred nadvozom nad novo avtocesto 23. 2. 2004 (Foto M. Jurc)



Slika 2: Sestoj črnega bora ob deponiji in drobilnici peska pod vasjo Kastelec, slikano iz parkirišča pred gradom Socerb 23. 2. 2004 (Foto M. Jurc)



Slika 3: Sestoj je zaradi zamujenega redčenja gost, krošnje so utesnjene (Foto M. Jurc)

Črni bor (*Pinus nigra* Arn.) je bil posajen med letom 1950 in 1954. Zaradi zamujenega redčenja je sestoj gost, krošnje so utesnjene (Slika 3), številni podstojni bori so odmrli, številne bore vseh socialnih položajev pa je podrla burja in ležijo v smeri njenega pihanja. Poleg tega se v sestoji sušijo posamezni sovladujoči in nadstojni bori in bori v sestojnih odprtinah (Slika 4), prav tako pa tudi posamezni bori izven sklenjenega sestoja, ki so mlajši, saj so se nasemenili iz osnovanega borovega sestoja kasneje. Na travniku med njimi so številni suhi in odmirajoči grmi navadnega brina (*Juniperus communis* L.).



Slika 4: Nedavno odmrli črni bori na robu sestoja (Foto M. Jurc)

V sestoju je bilo kljub močnemu dežju v času terenskega dela opaziti sloj prahu in drobnega peska. Ko smo odgrnili odpadle iglice na tleh smo opazili veliko količino drobnega mulja (slika 5), ko smo odstranili lubje iz debel črnega bora, je bilo pod luskami prav tako blato (moker prah in pesek, slika 6). V sestoju smo odvzeli vzorec opada (zgolj plast nerazkrojenih iglic), ga v Laboratoriju za varstvo gozdov GIS suspendirali v vodi in ločili organski del (iglice) od vodne suspenzije prahu in peska. Suspendiran prah in pesek smo ločili od vode s filtriranjem. Po sušenju do konstantne teže pri 104 °C smo obe frakciji stehtali. Teža iglic je bila 72,555 gr. teža prahu in peska pa 97,828 gr. Ob terenskem delu smo podrli šest odmirajočih in nedavno odmrlih črnih borov, odvzeli smo vzorce odmrlih vejic in iglic in jih analizirali z mikroskopiranjem, pravili pa smo tudi izolacije gliv iz lesa v čisto kulturo.



Slika 5: Če odgrnemo opad iglic, je v njem velika količina peska (Foto M. Jurc)



Slika 6: Če lubje odstranimo, je pod njim pesek (Foto M. Jurc)

Na tleh v sestoji smo opazili številne odlomljene poganjke črnega bora z zelenimi iglicami. Nekatere je odlomil močan veter, nekateri pa so imeli stržen izvotljen, kar je značilna poškodba zaradi zrelostnega žretja borovega strženarja (*Blastophagus* sp., sin *Myelophilus* sp.). Na večini zaradi vetra podrtih deblih in vejah črnega bora, ki so bili podrti že pred več leti, so številne izletne odprtine hroščev iz družine kozličkov (*Cerambycidae*), krasnikov (*Buprestidae*) in hroščev iz rodu *Monochamus*.

2) Laboratorijski pregled vzorcev

Determinacijo gliv smo opravili s stereolupo Olympus SZX 12 in mikroskopirali z mikroskopom Olympus BX 51. Fotografirali smo jih z digitalno kamero Olympus Camedia C-2000Z, s programom Analysis® (vse fotografije so iz vzorcev nabranih 23. 2. 2004).

Najpogostejša gliva, ki je oblikovala trosišča na vejicah, mladih odmrlih poganjkih in na iglicah je bila *Sphaeropsis sapinea* (Fr.) Dyko & B. Sutton (sliki 7 in 8), ki povzroča bolezen "sušenje najmlajših borovih poganjkov". Na vzorcih smo ugotovili vse tipične makroskopske simptome bolezni (smolenje okuženih vej, odmiranje mladih poganjkov, odmiranje skorje, črna trosišča). Z mikroskopskim pregledom smo ugotovili številne zrele trose omenjene glive. Ugotovili smo jo (z izolacijo v čisto kulturo) tudi kot najštevilčnejšo glivo v lesu črnih borov, ki so imeli pomodrel les.



Slika 7: Trisišča glive *Sphaeropsis sapinea* na osnovi borove iglice (Foto D. Jurc)

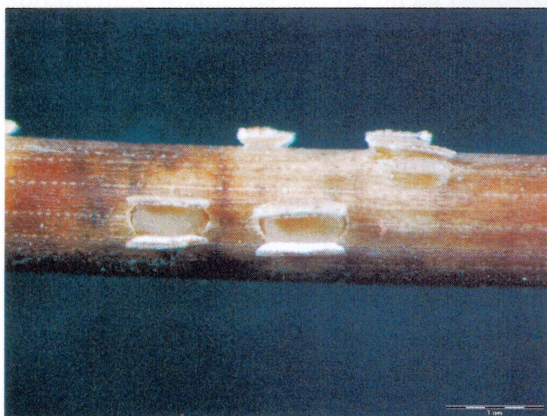


Slika 8: Zreli trosi glive *S. sapinea* so rjavi in veliki $30 - 45 \times 10 - 16 \mu\text{m}$ (Foto D. Jurc)



Slika 9: Zasnove apotecijev glive *Cenangium ferruginosum* na odmrli veji črnega bora (Foto D. Jurc)

Redkeje smo našli odmrle veje, ki so bile preraščene z zasnovami trosišč (apotecijev) glive *Cenangium ferruginosum* Fr. (slika 9). Gliva povzroča sušenje borovih vej predvsem takrat, ko so bori v stresu. Pojav zasnov trosišč konec februarja je v primerjavi z razvojem glive na kraški planoti zgođen, vendar je očitno pogojen z ugodnejšimi toplotnimi razmerami na pregledani lokaciji.



Na veliki večini odmrlih iglic smo našli zrela trosišča glive *Cyclaneusma niveum* (Pers.) DiCosmo, Peredo & Minter (slika 10). Gliva je, za razliko od sorodne *C. minus* (Butin) DiCosmo, Peredo & Minter, saprob in ne more povzročiti bolezni iglic črnega bora.

Slika 10: Trosišča glive *Cyclaneusma niveum* na odmrli borovi iglici (Foto D. Jurc)

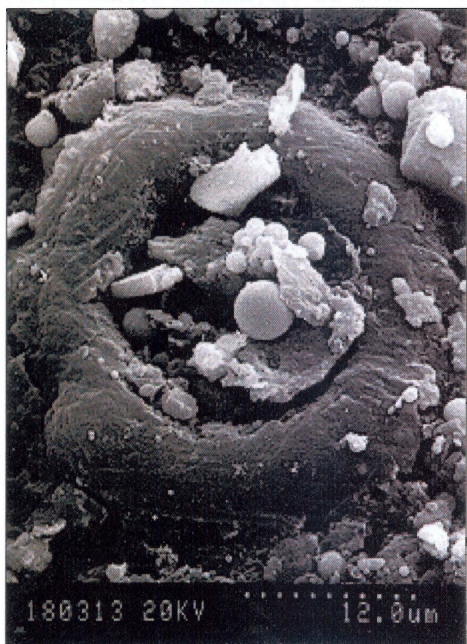
3) Razprava in zaključki

Intenzivno proučevanje pojava poškodb na črnem boru na Krasu v preteklih letih je ustrezno pojasnilo procese in organizme, ki ta pojav povzročajo (Jurc 2003). Ugotovili smo, da lahko označimo proces odmiranja črnih borov na Krasu kot “sestavljeno bolezen”, pri kateri sodeluje več vrst gliv (*Sphaeropsis sapinea*, *Hormonema dematioides*, *Cenangium ferruginosum*, *Truncatella hartigii*, *Phomopsis occulta*, *Alternaria alternata* in *Trichoderma viride*), pojavlja pa se predvsem kot posledica močnih ekoloških stresov, najpogosteje suše.

Jakost in način sušenja črnega bora v nasadu pod vasjo Kastelec nista običajna in se razlikujeta od primerov, ki smo jih obravnavali v preteklih letih. Jakost poškodb zaradi primarnih škodljivcev (*Blastophagus* sp.) je zanemarljiva in ni vplivala na odmiranje drevja, glivna združba, ki naseljuje odmirajoča in odmrla drevesa črnega bora, je značilna za drevje v močnem stresu. Zdravstveno stanje nasada črnega bora pod vasjo Kastelec se bistveno razlikuje od zdravstvenega stanja sestojev črnega v neposredni bližini (torej od sestojev s podobnimi lastnostmi tal in klime – npr. blizu gradu Socerb, ki smo si jih ogledali ob terenskem ogledu). Edini dejavnik, ki smo ga uspeli ugotoviti ob terenskem ogledu kot tistega, ki povzroča razliko med poškodovanim sestojem pod vasjo Kastelec in ostalimi, zdravimi sestoji v bližnji okolici, pa je velika količina prahu in peska v sestoji v neposredni bližini deponije in drobilnice peska.

Najpopolnejši priročnik o boleznih drevja in grmovja (Sinclair in sod. 1987), ki vključuje tudi škodljive vplive vseh poznanih škodljivih dejavnikov nežive narave, ne obravnava nalaganje prahu ali peska na rastline (niti omenja ga ne!). Naše izkušnje iz zdravstvenih pregledov poškodovanih sestojev v preteklosti niso v nobenem primeru omogočale zaključka, da je prah, ki je celo v velikih količinah prekrival rastline, povzročil njihovo odmiranje (npr. v bližini cementarne v Trbovljah). Tudi Zvezni register okoljskih dokumentov ZDA (Federal Register Environmental Documents) obravnava prah cementarn (Regulatory Determination on Cement Kiln Dust) kot nevarnost za zdravje ljudi, ne pa za vegetacijo (<http://www.epa.gov/fedrgstr/EPA-WASTE/1995/February/Day-07/pr-134.html>). Pregled virov iz interneta je pokazal, da gre pri nalaganju prahu (npr. makadamske ceste) večinoma za dolgoročne kemične

spremembe kislih rastišč, ne pa za neposredne poškodbe vegetacije (<http://www.urova.fi/home/arktinen/bforbes/1995.html>). Jasno je, da plast prahu ovira dostop svetlobe v notranjost iglice in s tem normalni potek fotosinteze. Vendar je v gozdni fitopatologiji poznan pojav "sajavosti" pri katerem hife saprobnih gliv, ki živijo od žuželčje mane, prerastejo celotno površino iglic ali listov z enotno črno prevleko. Pojav je predvsem estetski problem za okrasno drevje in grmovje, ne pa zdravstveni problem drevja s sajavostjo.



Slika 11: Prašni delci v listni reži bora

Raziskave zdravstvenih problemov drevja v okolju z močno onesnaženostjo zraka so definirale najpomembnejše škodljive dejavnike. Vedno so to bile "klasične" škodljive spojine v zraku: SO₂, ozon, PAN, dušikovi oksidi in kljub neposrednim dokazom o začepljenju listnih rež s prašnimi delci, raziskovalci teh pojavov za poškodbe iglic niso okrivili prah (slika 11).

(Foto:<http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/monitoring/en/vegetation/index.shtml>)

Kljub vsem navedenim dokazom o neškodljivosti prahu za vegetacijo pa menimo, da je primer nasada črnega bora pod vasjo Kastelec posebnost. Deponija in drobilnica peska delujeta po informaciji g. Prebevška tri leta neprekinjeno, v tem času je prišlo do izjemnega poslabšanja zdravstvenega stanja črnega bora. Burja je tu izjemno močna, saj so vsa podrta drevesa v sestoji usmerjena v njeni smeri (drevje je izruvano s koreninami). Količine prahu, ki se sproščajo pri mletju, nalaganju in prevažanju peska ter iz obsežnih kupov vskladiščenega peska (še posebej ob močnem vetru) so izjemno velike, kar smo potrdili z ugotovitvijo teže iglic in peska v opadu. Kako vplivajo delci peska in prahu na povrhnjico iglic ob močnem vetru ne vemo s sigurnostjo. Prav gotovo pa prihaja v večji ali manjši meri do abrazije kutikule, fizičnih poškodb povrhnjice, ki so še posebno nevarne za drevo, v kolikor so prizadete mlade iglice (torej če so poškodovane v času rasti). Morda imajo na opisani način poškodovani bori moteno oskrbo z vodo. Glive, ki smo jih ugotovili v odmirajočih in odmrlih borih lahko prizadenejo in uničijo bor le, v kolikor je v velikem sušnem stresu. Sušenje borov v neposredni bližini deponije je najmočnejše. Ta del sestoja pa ima najplitvejša tla in prav gotovo je sušni stres v tem delu sestoja najmočnejši. Vendar bi pričakovali, da bodo bližnji sestoji, ki imajo podobno plitva tla, tudi podobno poškodovani. Pa niso in to je najpomembnejši razlog, da z veliko verjetnostjo potrdimo, da je najpomembnejši razlog za močno odmiranje črnega bora v pregledanem sestoji prav deponija in drobilnica peska. Menimo, da sta pesek in prah šele v kombinaciji z močnim vetrom povzročili takšne poškodbe borov, da je bil

sušni stres, ki je bil v preteklih letih izrazit na vseh rastiščih, v obravnavanem sestoju še močnejši in je omogočil fakultativno zajedavskima glivama *S. sapinea* in *C. ferruginosum*, da sta poškodovale bore.

Obravnavani primer sušenja je posebnost v naši dosednji praksi in naše ugotovitve temeljijo bolj kot na nedvoumnih dokazih na sklepanju in domnevah. Jasno je, da bi z meritvami fizikalnih lastnosti (npr. merjenjem jakosti vetra, velikosti prašnih delcev, sile, s katero ti udarjajo ob oviro - iglico, kemizem prahu), z detajlnimi morfološkimi analizami iglic različnih starosti (mikroskopske analize poškodb povrhnjice, začepljenje listnih rež), z dodatnimi fitopatološkimi raziskavami, ali s fiziološkimi meritvami izgube vode v prizadetem delu sestoja, uspeli definirati povzročitelja sušenja z večjo sigurnostjo. Vendar menimo, da imajo take raziskave lahko temeljni značaj, velikost obravnavanega problema sušenja sestoja črnega bora pod vasjo Kastelec v ekološkem in ekonomskem smislu pa take široke raziskave nikakor ne opravičuje.

4) Uporabljena literatura:

- Jurc D, 2003. Ekofiziološke značilnosti glive *Cenangium ferruginosum* Fr. na borih : doktorska disertacija = Ecophysiological characteristics of the fungus *Cenangium ferruginosum* Fr. on pines : doctoral dissertation. Ljubljana: [D. Jurc], 2003. XIV, 141 str.+ pril.
- Sinclair W.A., Lyon H. H., Johnson W. T. 1987. Diseases of trees and shrubs. Comstock Publishing Associates, Cornell University Press, Ithaca and London, 575 str.

Sestavila
Dr. Dušan Jurc

Direktor
Prof. dr. dr. h. c. Niko Torelli

Doc. dr. Maja Jurc

Ljubljana, 1. 3. 2004

V vednost:

- ZGS, OE Sežana
- ZGS, KE Koper
- ZGS, CE – Jošt Jakša
- Gozdarska knjižnica