

UDK: 634.0.231:181.23:175.2 Pinus nigra var. austriaca ARNOLD (497.12)

ŠIRJENJE ČRNEGA BORA (Pinus nigra var austriaca ARNOLD) NA KRASU
Alojz ŽGAJNAR

Sinopsis

V prispevku so obdelane zakonitosti imigriranja črnega bora na brezgozdna kraška zemljišča, razvoj tako nastalih sestojev in praktični pomen širjenja črnega bora na Krasu. Na dveh objektih, je na osmih, po dva metra širokih transektih (po dva vzporedna transekta v smeri glavnih nebesnih strani), na vsakih 5 metrov, ugotovljeno število osebkov črnega bora, njihova starost, višina in kakovost. Dodatno pa še na treh ploskvah (5 x 5 m) v različnih razdaljah od roba matičnega nasada. Črni bor se spontano širi zunaj nasadov, in sicer najmočneje v zahodno smer zaradi stalnega severovzhodnika - burje ($W : N : S : E = 2 : 1,7 : 1,4 : 1$). Povprečna letna hitrost imigracije je v smeri $W = 12,2$ m, $N = 9,8$ m, $S = 8,0$ m, $E = 6,5$ m. Intenzivnost imigracije (gostota) v smereh $W : N : S : E = 1,5 : 1,4 : 1,0 : 1,0$. V zadnjih desetletjih hitrost in intenzivnost imigracije zelo naraščata. Pionirska vloga črnega bora je domala končana. S sestoji je treba začeti gospodariti: načrtno usmerjati imigracijo, s setvijo formirati nove kolonije bora na Krasu, in sicer pravokotno na smer burje, preskusiti nove provenience iz notranjosti Balkana. Nega v naravno nastajajočih sestojih naj bo le usmerjevalni ukrep.

NATURAL SPREADING OF BLACK PINE (Pinus nigra var. austriaca ARNOLD)
ON SLOVENIAN KARST
Alojz ŽGAJNAR

Synopsis

The contribution deals with the laws of immigration of black pine on forestless Karst areas, the development of stands originated in such a manner an practical importance of black pine spreading on the Karst. It is established the number of black pine individuals, their age, height and quality by means of transects (8 transects, 2 m broad, in each cardinal point of the compass two parallel transects, distance between them 5 m). In addition the same parameters are established on three plots (5 x 5 m) in different distances from the edge of parent plantation. The black pine spreads spontaneously out of plantations, and that most frequently in west direction because of permanent NE - wind called "burja" ($W : N : S : E = 2 : 1,7 : 1,4 : 1$). The mean annual speed of immigration is in the direction: $W = 12,2$ m, $N = 9,8$ m, $S = 8,0$ m, $E = 6,5$ m. Intensity of immigration (density) in directions $W : N : S : E = 1,5 : 1,4 : 1,0 : 1,0$. In the last decenaries the speed and the intensity of immigration are considerably increasing. The pioneer role of black pine has almost come to an end. The beginning of silvical management in the black pine stands is necessary: planning direction of immigration, forming new colonies of black pine on Karst by sowing, and that rectangularly on the direction of "burja", testing of new proveniences from the inner parts of Balkan. In the naturally originated stands the tending is to be only a directory measure.

Prispelo: 19. 10. 1972

Avtorjev naslov:

Alojz ŽGAJNAR, dipl.inž.gozd.
Biro za gozdarsko načrtovanje
61000 Ljubljana, Proletarska 4

Študija je nastala v sklopu projekta "Bori na Balkanskem polotoku". Delo so financirali SKLAD BORISA KIDRIČA, ZDRUŽENJE GOZDNOGOSPODARSKIH ORGANIZACIJ, KATEDRA ZA GOJENJE GOZDOV BIOTEHNIŠKE FAKULTETE, posebno pomoč mi je nudil ZAVOD ZA POGOZDOVANJE KRASA V SEŽANI. Naloga je bila nagrajena od PREŠERNOVEGA SKLADA Univerze v Ljubljani. Za materialno podporo in za strokovno pomoč se vsem omenjenim iskreno zahvaljujem, še posebej pa ing. M. ŠEBENIKU in ing. S. ČHOVINU.

I. UVOD

Ogolela kraška pokrajina zavzema precejšen del Slovenije. Pogozditev Krasa je bistvenega pomena tudi pri reševanju socialno-ekonomskih problemov kraškega prebivalstva. Te naloge pa skoraj ni mogoče izpolniti brez črnega bora (*Pinus nigra* var. *austriaca* ARNOLD). Ta je bil prvič prinešen na Kras pred dobrimi 100 leti (16), sedaj pa porašča že 17.000 ha (3) od tega velik del nekdanjih najbolj degradiranih, skoraj neplodnih zemljišč.

Črni bor se je odlično izkazal kot meliorator opustošenih kraških tal in končno tudi kot gospodarsko pomembna vrsta. Svojo pionirsko vlogo je ponekod že izvršil in ustvaril pogoje za regeneracijo avtohtone kraške vegetacije. Pomembna odlika črnega bora na Krasu je sposobnost naravne pomladitve. Od sedaj že odraslih nasadov se je pogosto naravno razširil več sto metrov daleč po opustošenih pašnikih, travnikih, njivah, med obstoječe listnato gozdno rastlinje. To naravno širjenje črnega bora ovira še obstoječe kmetijsko izkoriščanje revnih kraških zemljišč, zlasti še gozdni požari.

Veliko je neproduktivnega kraškega sveta, ki je potreben pogozditve. Ker je umetno pogozdovanje zelo drago, je naravno širjenje črnega bora zelo dobrodošlo. Namen študije je obdelati naravno širjenje črnega bora na Slovenskem Krasu in proučiti:

- zakonitosti imigriranja črnega bora na kraška zemljišča, kjer ni gozda
- razvoj tako nastalih sestojev črnega bora
- praktični pomen naravnega širjenja črnega bora na Krasu.

II. PREGLED EKOLOŠKIH IN VEGETACIJSKIH ZNAČILNOSTI KRASA

Slovenski Kras obsega jugozahodni del Slovenije od črte, ki poteka od Voljča pri Tolminu, po dolini Idrijce do Trebuše, dalje po obronkih Trnovske planote, prek Predmeje, Nanosa in Jrušice do Postojne ter Pivke in Ilirske Bistrice do hrvaške meje. To ozemlje obsega 254.000 ha, torej dobrih 10% vse Slovenije (16). Označujemo ga tudi kot nizki kras; za razliko od visokega krasa, ki zajema Primorsko gorsko regijo. Kraško območje je pretežno valovita planota, 200-600 m nad morjem, nagnjena proti jugozahodu. Proti notranjosti Slovenije je omejeno z višjim gorskim svetom.

Geološko sestavljajo nizki kras apnenci in dolomiti, njegov manjši del pa eocenski in oligocenski fliši. Na apnencih in dolomitih je nastala kraška jerovica (*terra rossa*), značilno tlo kraških mediteranskih predelov. Ta je večinoma degradirana v skeletne, plitve rjave, zelo prepustne rendzine. Najdemo različne prehode. Na flišu pa so globoka, slabo prepustna tla, ki so zelo podvržena eroziji (1), (16, 25), (3).

(kraško podnebje je surovo, za vegetacijo neugodno. Temperaturne amplitude so široke, značilna so vroča suha poletja. Padavin sicer ni tako malo, toda razporeje-

ne so neugodno, manjka jih v dobi vegetacije, poletni nalivi zbijajo in erodirajo tla. Surovost podnebja še posebno zaostruje kraška burja, ki suši že itak suha, prepustna kraška tla in tudi mehanično ovira in poškoduje vegetacijo (25).

Rastlinske združbe so na Krasu zelo raznolike. Zlasti dobro jih je obdelal WRABER (25, 15). Sedanja gozdna vegetacija je zelo malo podobna nekdanji naravni vegetaciji, je zelo degradirana ali celo popolnoma uničena.

Kras je že tisočletja kulturna pokrajina, kjer so ljudje v prizadevanju za svoj obstanek krčili gozd, uničevali gozdno vegetacijo z nenehnim sekanjem, ekstenzivno pašo, požari itd. Spričo navedenih neugodnih naravnih razmer je propadanje vegetacije hitro napredovalo.

Ni manjkalo ukrepov za zaščito gozda, začeni že z XI. stoletjem (16), vendar niso preprečili uničenja gozda. Sistematsko delo za ponovno ozelenitev Krasa se je začelo že leta 1821 po zaslugi vsestransko nadaljenega Josipa RESSLA. Leta 1859 je Josip KOLLER osnoval prvi nasad črnega bora pri Bazovici nad Trstom (16). Leta 1885 je bil izdan zakon o pogozdovanju Krasa. Pogozdovanje je uspešno napredovalo do prve svetovne vojne. Ponoven razmah je doživelo pogozdovanje po zadnji vojni. Za povojni čas je značilno naravno širjenje vnešenega črnega bora. Leta 1952 je prvič zelo dobro uspela setev črnega bora in se je s tem uveljavil nov način pogozdovanja, ki je neprimerno cenejši od sajenja, dotlej izključno uporabljane. V zadnjih desetletjih je Kras zelo ozelenel. K temu so pripomogli gozdarjevo delo, opuščanje kmetijstva in velik imigracijski potencial na Kras prinesenega črnega bora.

III. RAZISKOVALNI OBJEKTI IN DELOVNE METODE

Sredi tipične, z oazami črnega bora porasle kraške pokrajine, smo izbrali odraščajoče gozdne sestoje črnega bora na podlagi naslednjih kriterijev:

- imigracija črnega bora je morala potekati iz enega centra;
- petrografske in edafske razmere naj bi bile čim bolj enake;
- antropogeni vplivi v preteklosti in sedanosti naj bi bili čim sorodnejši;
- naravnih katastrof in požarov v preteklosti naj bi bilo čim manj;
- lege naj bi bile izpostavljene vetru, in sicer enkrat v ravnini in drugič na pobočju;
- objekti naj bi bili čim bliže eden drugemu.

Naštetim pogojem je bilo možno le delno zadostiti. Pri izbiri so vestno pomagali sodelavci Zavoda za pogozdovanje Krasa. Zelo so nam koristili tudi posnetki iz letala. Izbrali smo dva večja objekta.

1. Kobja glava

Nasad črnega bora leži v k.o. Kobja glava, severno od istoimenskega naselja, na rahli vzpetini z nadmorsko višino 350-364 m. Proti jugu je svet rahlo nagnjen, do 10%, proti severu pa je pretežno raven. Petrografski substrat gradijo kredni apnenci z manjšimi vložki dolomita. Tla so bolj ali manj humozne rjave rendzine, globoke 20-25 cm. Mestoma so tla bolj skeletna, drugje skeletoidna. Rastiščno pripadajo gozdni združbi puhavca in črnega gabra. Matični nasad črnega bora je star 80-85 let. Na severni strani prevladujejo pašniki s posameznimi manjšimi travniki, na južni strani pa so pretežno njive, vinogradi in travniki. Na JZ in JV pa poraščajo tla večinoma panjevci in grmišča listavcev. Na vseh pašnikih še pasejo, vendar vse manj intenzivno. Številne so kraške vrtače.

2. Gabrovica

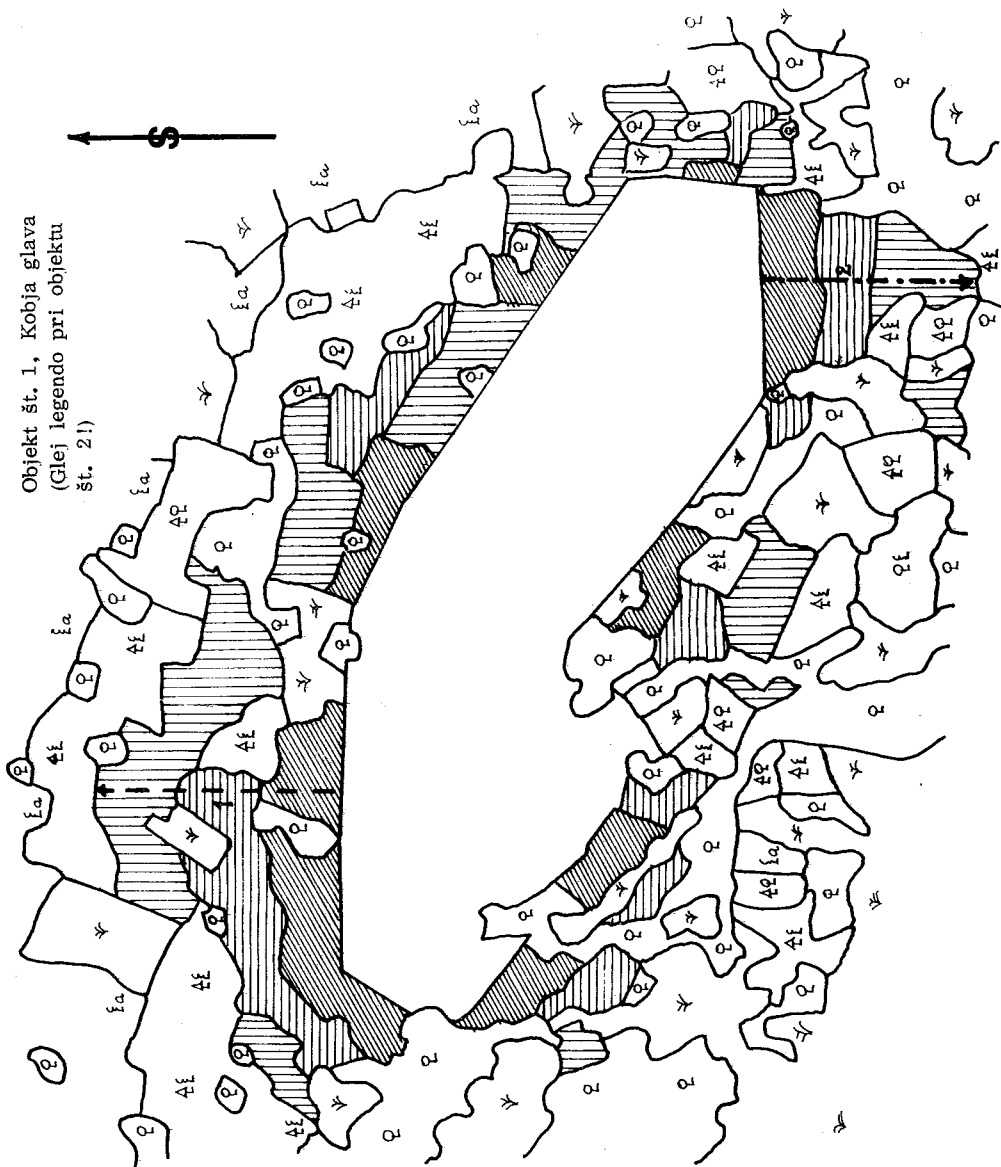
Nasadi črnega bora ležijo v k.o. Gabrovica, približno 1 km južno od istoimenskega naselja, na nadmorski višini 220 m. Svet je raven s številnimi kraškimi vrtačami. Petrografski substrat gradijo kredni in jurski apnenci. Tla so plitve do srednje globoke rjave rendzine. Rastišča pripadajo gozdni združbi puhavca in črnega gabra. Matični nasad črnega bora je na vzhodni strani star 80-85 let, na zahodni pa 70-80 let. Objekt leži med dvema nasadoma črnega bora, in sicer v smeri VZZ, med seboj oddaljenim ok. 1000 m. Gre za bolj ali manj opuščene pašnike. Po vrtačah so manjši travniki ali pa jih poraščajo listavci.

Celotno terensko delo je potekalo po naslednjem zaporedju:















1. Izbira objektov in izločanje raziskovalnih ploskev.
2. Kartiranje izbranih objektov z namenom, da se izločijo posebej vse površine z zasajenim in posebej površine z naravno naseljenim črnim borom.
3. Polaganje raziskovalnih prog glede na glavne nebesne smeri.
4. Evidenca za analizo potrebnih podatkov.
5. Izbira raziskovalnih ploskev in ugotavljanje podatkov za dopolnilno analizo.

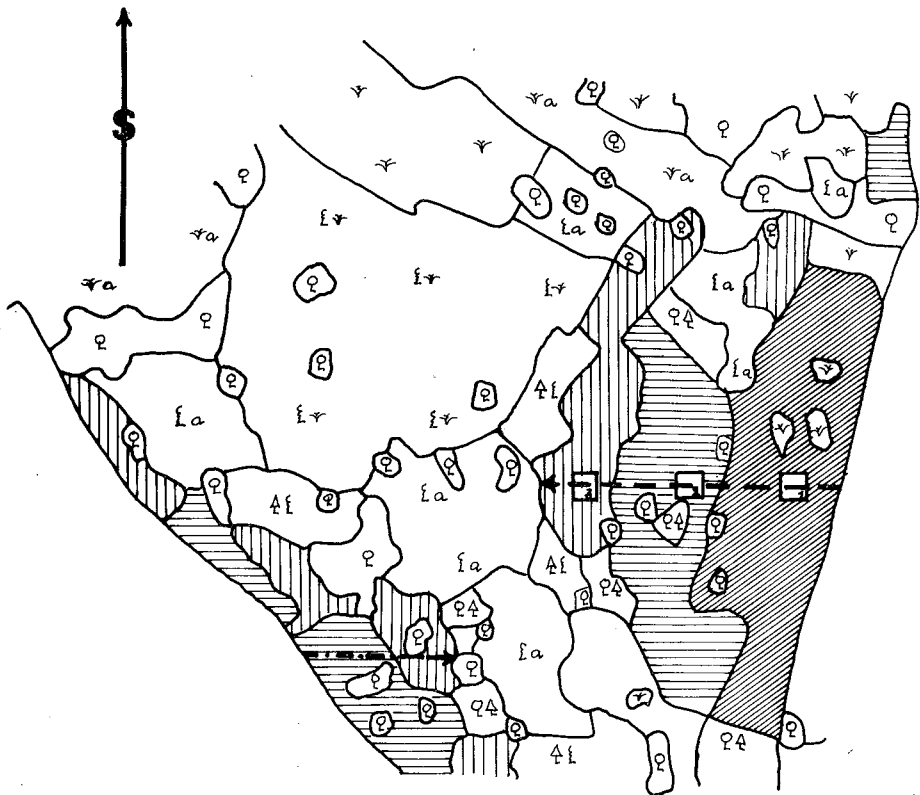
Pri raziskovanju so bile uporabljene proge, položene skozi objekte tam, kjer se je črni bor najintenzivneje in najdalje razširil od roba matičnega nasada. Te podatke smo prej ugotovili s kartiranjem izbranih objektov. Za osnovo pri tem so služile katastrske karte v merilu 1:10.000. Na njih smo vrisali centimetrsko mrežo, ki predstavlja v naravi razdelitev terena na površine 1 ha. S pomočjo kompasa in z merjenjem s koraki smo skartirali vse zemljišče okoli matičnega nasada, tako daleč, dokler se je črni bor prirodno razširil. Za boljšo orientacijo so pri tem dobro služile posestne meje, na terenu označene s suhimi zidovi in vrisane v katastrski karti. Tako so bila izločena vsa zemljišča, ki jih je osvojil črni bor z naletom semena, kakor tudi tista, kjer se črni bor ni razširil, bodisi da je bil vpliv človeka premočan (preintenzivna paša, košnja, njive, požari) ali pa so ovirali širjenje bora listavci.

Objekt št. 1, Kobija glava
(Glej legendo pri objektu št. 21)



Objekt št. 2, Gabrovica

- | | | | |
|---|----------------------------|---|---------------------|
|  | Nasad č. bora |  | Pašnik z grmišči |
|  | Prirodni č. bor - sklenjen |  | Pašnik s č. borom |
|  | Prirodni č. bor - vrzelast |  | Pašnik z brinjem |
|  | Prirodni č. bor - posamič |  | Travnik - pašnik |
|  | Grmišča |  | Njiva - travnik |
|  | Grmišča s č. borom |  | Raziskovalna proga |
| | |  | Raziskovalna proga |
| | |  | Raziskovalne pločke |



Glede na intenzivnost imigracije črnega bora, so bila zemljišča, ki jih je osvojil črni bor, razdeljena v tri kategorije:

1. Črni bor se je naselil v obliki sklenjenih sestojev. Le-ti so najbližje roba matičnega nasada.
2. Bor se je naselil v večjih skupinah z manjšimi vrzelmi.
3. Bor se je razširil le v manjših skupinah ali šopih, pretežno pa posamič. Navadno so primeri te kategorije najbolj oddaljeni od matičnega nasada.

Na objektu št. 1. - Kobja glava sta bili nato položeni dve raziskovalni progi v smeri S in dve v smeri J. Na objektu št. 2. pa dve v smeri Z in dve v smeri V. Progi položeni v isto smer, sta bili med seboj oddaljeni 15-20 m. Širina vsake proge je znašala 2 m, širša ne bi bila primerna, ker bi bila zaradi goste zatravljenosti zelo otežkočena evidenca osebkov, zlasti manjših, ki še niso prerasli trav. Njihov delež pa je precejšen. Da ne bi bile napake vzorca prevelike, sta bili v vsako smer položeni po dve progi.

Za vsako progo so bili nato na vsakih pet metrov ugotovljeni naslednji podatki: število osebkov, njihova starost po petletnih starostnih razredih, ter njihova višina in kvaliteta. Starost je bila ugotovljena s štetjem vejnih vencev, pri starejših pa tudi s Presslerjevim svedrom. Glede na kakovost smo uporabili razvrstitev v tri kategorije: odlično, dobro in slabo. Pri tem so bili upoštevani vsi morfološki, biološki in tehnološki kriteriji: vitalnost, zdravstveno stanje, vitkost, ravnost debel, oblika in gostota krošnje ter odmiranje vej.

Za dopolnilno analizo pa so bile v zahodni smeri, t.j. v smeri najmočnejše imigracije, izbrane še tri raziskovalne ploskve, velike 5 x 5 m, torej po 1/4 ara. Raziskovalna ploskev št. 1 je bila izbrana 85 m od roba matičnega nasada, t.j. sredi prve tretjine celotne imigracijske razdalje, ploskev št. 2 na 225 m od roba, oziroma v sredi druge tretjine, raziskovalna ploskev št. 3 pa 425 m od roba, t.j. sredi zadnje tretjine celotne imigracijske razdalje. V prvi tretjini celotne imigracijske razdalje se je črni bor naselil v sklenjeni populaciji v srednji tretjini v večjih skupinah, v zunanji tretjini pa v šopih in posamič.

Na vsaki raziskovalni ploskvi so bili registrirani naslednji podatki: število osebkov, njihova višina na 1/2 m natančno, starost, premer na polovici drevesne višine in 30 cm nad tlemi, združbeni položaj, kvaliteta debel in krošenj, vitalnost in zdravstveno stanje.

IV. ZAKONITOSTI ŠIRJENJA ČRNEGA BORA

Leta 1967 je bilo ugotovljeno, da se je črni bor naravno razširil na ok. 1000 ha kraškega sveta, ponekod tudi nad 500 metrov od roba matičnih nasadov (cenitev Zavoda za pogozdovanje Krasa). Zanima nas, kaj pospešuje to naravno širjenje črnega bora, kaj ga zavira, kje poteka hitreje, kje počasneje. Obravnavali bomo nekatere dejavnike, ki jim pripisujemo velik pomen.

Ekološke zahteve črnega bora so gotovo zelo pomembne pri njegovem širjenju. Ta drevesna vrsta je glede zračne in talne vlage zelo skromna, dobro prenaša velika dnevna in letna temperaturna nihanja, odporna je tudi proti burji. S koreninami se dobro vsidra v tleh. Večje so zahteve po svetlobi; le-te mu pa pri osvajanju goličav ne manjka. PIŠKORIĆ (13) poroča, da črni bor v mladosti prenaša tudi gosto senco. Pomembna je pogosta in obilna fruktifikacija. Ta se začne včasih še pri starosti 10 let. Seme je zelo dobro kalivo, tudi do 80%. Burja ga nosi tudi več 10 km daleč.

Človek. Domačini, Kraševci so do nedavna gledali na nasade črnega bora nezaupljivo ali celo sovražno. Preveč so bili navezani na kmetijsko izkoriščanje svojih revnih kraških površin, nasadi črnega bora pa so jih pri tem omejevali. Tako so bile zelo pogostne namerne škode, požigi ipd. Socialno-ekonomske spremembe v zadnjih desetletjih pa so takšen odnos spremenile. Domačini vedno bolj spoznavajo pomen gozda za splošno korist. Zaposlitev v industriji je ublažila pritisk prebivalstva na zemljo. Vpliv človeka je dobro opazen na posestnih mejah, ki so pogosto tudi meje med goličavo in površino, zaraslo s črnim borom. Marsikje opuščajo celo njive.

Paša živine. Celo nekateri kraški gozdarji so prepričani, da paša pospešuje širjenje črnega bora. Živina popase travo, ki se ob suhi rada vname, živina pritiska z nogami seme v tla in s tem pospešuje njegovo kaljenje. Vendar pa po drugi strani živina mladice poškoduje, jih pohodi in obžre. Nastajajo tudi poškodbe zaradi drgnjenja z rogovi. Pastirji na paši iz različnih vzrokov poškodujejo mladice in tudi starejše brne bore, ter zaradi nepredvidnosti še vedno povzročajo požare. Vsekakor paša neugodno deluje na širjenje črnega bora. V zadnjih letih je število živine zelo upadlo in pogoji za širjenje črnega bora so se s tem izboljšali.

Ostanki avtohtone listnate vegetacije. V gostih sklenjenih grmiščih in sestojih listavcev skoraj ne najdemo črnega bora. Posamezne mladice sicer nekaj let životarijo, vendar zaradi zasenčenosti propadejo. Pomanjkanje svetlobe torej preprečuje širjenje črnega bora v grmišča, čeprav so tam ekološke razmere boljše kot na goličavah. Pač pa črni bor zelo dobro raste v dovolj velikih vrzelih med listnatim rastlinjem.

Požari. Požari so ena najhujših nevarnosti za gozd na Krasu. Črni bor še posebno ogrožajo zaradi njegove smolatosti, suhih vej in vnetljivega opada. Posebno so nevarni sušni pomladanski meseci, ko je trava suha. Če želimo torej preprečiti, da ne bi bilo v nekaj minutah na sto in sto hektarjih uničeno vse, kar je bilo v dolgih letih ustvarjeno, moramo borove sestoje zavarovati s suhimi zidovi.

Tla. Ni opaziti, da bi bila tla in geološka podlaga pomembno vplivala na različno širjenje črnega bora. Le na boljših tleh mu listavci zelo konkurirajo.

Zatravljenost. Trava *Sesleria autumnalis* zelo ovira širjenje črnega bora. Pod snegom gosta trava poleže, seme ne pride v stik s tlemi, ali se pa mladice v gosti travi zadušijo in propadejo zaradi hude koreninske konkurence. Na splošno pa menim, da zatravljenost ni bistvena ovira za širjenje črnega bora. Različno intenzivno naravno širjenje črnega bora med avtohtone listavce bi morda mogli pripisati alelopatiji še neznane narave.

Vetrovi. Za naš Kras je posebno značilna burja, silovit, hladen, suh veter. Neugodni učinki burje so na splošno znani. V zvezi s širjenjem črnega bora je pomembno, da burja nosi borovo seme in da je migracija od matičnega nasada v smeri burje uspešnejša kot v drugih smereh.

Na Krasu pa naletimo na primere, ko so pogoji za širjenje črnega bora na videz zelo dobri, vendar se le-ta zelo malo širi. Morda so pri tem odločilni naslednji vzroki: neustrezni pogoji za širjenje semena, ali pa za klitje in za zakoreninjenje mladice, različne proveniencije črnega bora.

SPLOŠNA OPAŽANJA O ŠIRJENJU ČRNEGA BORA

Imigracija črnega bora sicer poteka ob vseh robovih njegovih starejših nasadov, vendar pa so opazne občutne razlike glede hitrosti in intenzivnosti osvajanja novih površin, med različnimi nebesnimi smermi. Te razlike so bile vidne že na aerofotografijah iz leta 1957, kakor tudi pri poznejšem pregledu objektov. Končno pa so to potrdile tudi naše analize na izbranih raziskovalnih objektih. Pri tem se vprašamo:

- a) kateri dejavniki povzročajo te razlike?
- b) kakšne so razlike glede imigracije v različne strani neba?

Ugotovili smo že, da burja pri širjenju črnega bora deluje pospeševalno in zaviralno. Zaviralno delovanje burje se uveljavlja zlasti z izsuševanjem tal in vegetacije, to pa more postati ob splošnem pomanjkanju vlage usodno za klice in za nežne mladice črnega bora. Na izsušenih in zmrznjenih tleh seme ne more skliti. Zmrzal pogosto izruje mladice. Zaradi krožnega gibanja mladice v vetru se okoli koreninskega vratu napravi lijak, ki pospešuje izhlapevanje iz tal in zmanjšuje stabilnost.

Burja pospešuje širjenje črnega bora zlasti s prenašanjem semena. Najpogostejša in najmočnejša je pozimi, ko se storži odpirajo. Burja močno stresa borove krošnje, otresa seme in ga na daleč raznaša. Ker pa piha pretežno proti zahodu oziroma jugozahodu, poteka imigracija bora najhitreje v to smer. Hkrati pa burja onemogoča širjenje semena v nasprotno smer, t.j. proti vzhodu.

Burja pa igra odločilno vlogo tudi pri klimi, oziroma mikroklimi gozdnih robov. Splošno je znano, da gre pri gozdnih robovih za specifično mikroklimo. Velike pa so razlike glede na lego robov zlasti v sevanju, svetlobi, zračnih tokovih, predvsem pa v količini padavin. Med različno ležečimi robovi kraških nasadov črnega

bora pa so te razlike še bolj poudarjene zaradi specifične kraške klime, zlasti pa zaradi burje. Med ekološkimi dejavniki, ki oblikujejo kraško vegetacijo, sta izredno pomembna vlaga in temperatura, zlasti pa sta pomembni dolgotrajna poletna suša in vročina kakor tudi nizke zimske temperature ob istočasnem pomanjkanju vlage. Ta dva dejavnika prav gotovo v veliki meri odločata o klitju semena in zakoreninjenju ter razvoju borovih mladice. Birka pa navedene ekstreme še bolj zaostrojuje, in sicer predvsem na vzhodnih, t.j. burji izpostavljenih robovih nasadov. Nasprotni, t.j. zahodni robovi pa so zaščiteni proti škodljivemu delovanju burje. Tam nastaja namreč mrtvi kot na določeni razdalji od roba nasada. Za primer naj navedem rezultate raziskave, ki jih je v podobnih okoliščinah opravil A. PREMUŽIČ. Ugotovil je namreč, da gozd ščiti pred burjo pas, ki je najmanj tako širok, kot je 5 do 6-kratna višina robnega drevja. Če je bil črni bor v nasadu ob fruktificiranju 5 m visok, je ščitil pred burjo 25-30 m daleč. Seme, ki pade v ta pas in mladice, ki se tam razvijejo, imajo neprimerno ugodnejše pogoje za klitje in razvoj, kot če bi bile izpostavljene neposrednemu delovanju burje.

Naslednji dejavnik, ki odločilno vpliva pri oblikovanju kraške klime in mikroklimе gozdnih robov, pa je zahodni veter, ki piha predvsem poleti, redkeje pozimi, in prinaša padavine. Da on zelo blagodejno deluje na kalitev semena in na razvoj mladice, zlasti po hudi suši, ni treba posebej poudarjati. Padavin pa so največ deležni zopet zahodni robovi, medtem ko so vzhodni zaradi mrtvega kota prikrajšani za velik del padavin. Podobne razmere vladajo tudi glede rose, ki v daljši poletni suši lahko odločilno vpliva na razvoj mladih in nežnih mladice.

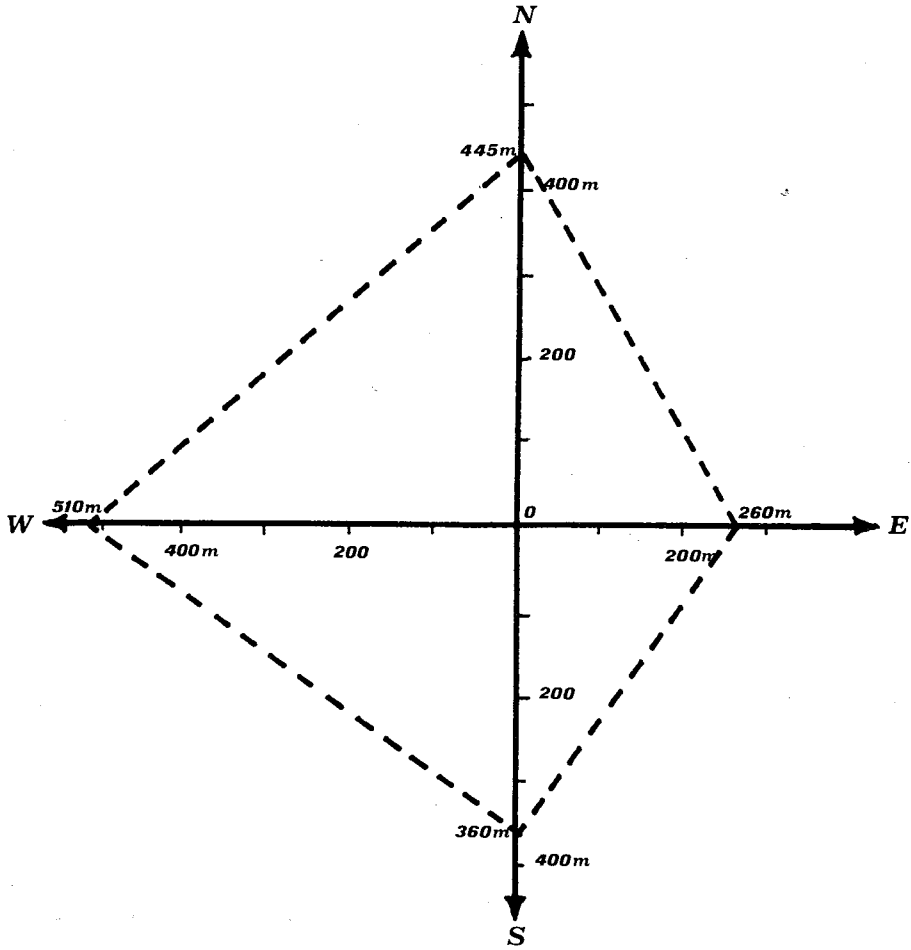
DOSEDANJA DALJAVA IMIGRACIJE

Raziskovanje na izbranih objektih je pokazalo, da je imigracija doslej segla najdalje proti zahodu, najmanj pa v nasprotno smer, t.j. proti vzhodu. Proti zahodu se je črni bor na izbranem objektu razširil 510 m daleč od roba matičnega nasada, proti severu 455 m, proti jugu 360 m, proti vzhodu pa le 260 m od roba matičnega sestoja. Če vrednotimo razdaljo proti vzhodu s 100%, znaša le-ta proti jugu 138,5%, proti severu 171% in proti zahodu 196%.

Proti zahodu se je razširil črni bor skoraj enkrat dlje kot na vzhod. Severna smer ne zaostaja veliko za zahodno, občutno krajši pa je bil migracijski domet proti jugu. Grafično so ti odnosi prikazani v shemi št. 1.

Najdalje sega imigracija med zahodom in severom, t.j. v II. kvadrantu, sledita mu III., I. kvadrant, zadnji pa je IV. Razlike med raznimi smermi so torej občutne.

Razdalje imigracije črnega bora v različnih smereh



HITROST ŠIRJENJA

Zaradi številnih znanih in neznanih dejavnikov, ki odločajo pri imigraciji črnega bora ni mogoče natančneje ugotoviti, kako je to širjenje časovno in prostorsko potekalo. Ne vemo npr., kje in kdaj je bil vpliv človeka močnejši, kje in kdaj je spet popuščal. Prav tako nam ni znano, kje in kolikokrat je požar uničil na novo naravno nastale sestoje črnega bora. Tudi preučevanje imigracije na podlagi starosti osebkov nam ne more dati natančnih rezultatov. Kajti na istem kraju so danes pomešane že tri, štiri ali celo pet generacij črnega bora. Nemogoče pa je ugotoviti, ali je nek osebek potomec matičnega nasada, prve, druge, tretje ali celo že četrte generacije priseljencev. Ta nepreglednost in pomešanost generacij črnega bora nam je v marsičem otežkočala raziskovanje imigracije. Zato smo mogli uporabiti le nekatera izračunana povprečja in ugotovitve na podlagi znanih dejstev ter logičnih sklepanj.

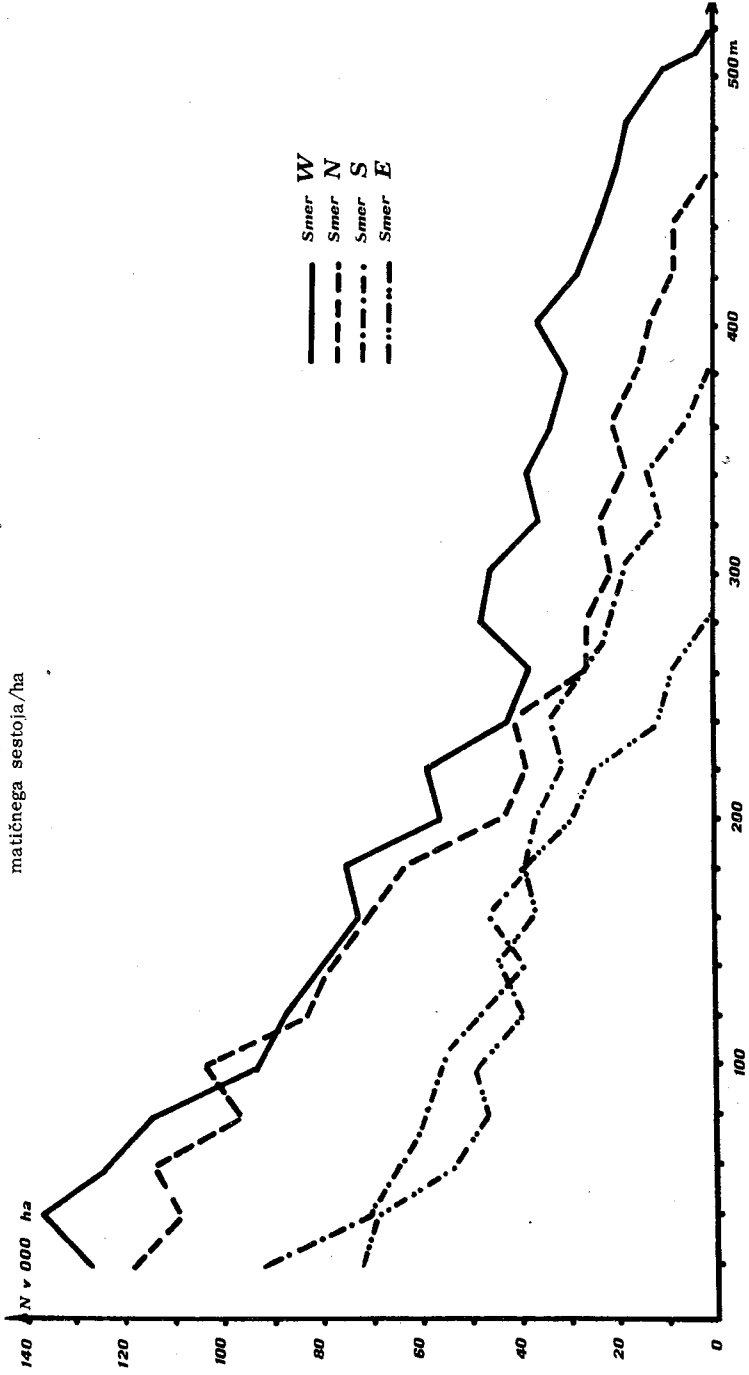
Matični nasadi, ki so bili vključeni v analizo, so bili osnovani pred 75-85 leti. Če upoštevamo, da črni bor semeni v sestoji pri starosti 20-30 let, so dali ti nasadi prvo potomstvo že pred 50-55 leti. Hkrati pa moramo računati z dejavnostjo kmetovalcev zlasti ob nasadih, ker je bila s pogozditvijo zmanjšana površina, ki je bila dotlej na razpolago zlasti za pašo. V nasadih je bila namreč paša prepovedana. Zato je tudi razumljivo, da so najstarejši osebk, prvi potomci nasadov, mlajši od 50 let. Seveda so bili prvi bori priseljenci maloštevilni, večkrat poškodovani ali celo uničeni. Ohranili so se le redki, čisto slučajno in to predvsem tam, kjer niso ovirali košnje in paše. Ta proces počasne imigracije je trajal do začetka druge vojne. Tedaj so namreč človeški jezovi iz razumljivih razlogov prvič pomembneje popustili in osvajalna moč črnega bora se je začela sproščati. Na robovih nasadov so postajali pogoji za priseljevanje vedno ugodnejši, količina semena je naraščala. Fruktificirali so tudi že prvi priseljenci. Zato je imigracija napredovala vedno hitreje, zlasti še, ker je interes kmetovalcev za ta zemljišča vedno bolj upadal. Dandanes pa se morajo Kraševci marsikje že prav resno boriti z agresijo črnega bora.

Ker ni mogoče, kot je omenjeno, natančno ugotavljati hitrosti, s katero se je širil bor iz matičnih nasadov, je mogoče določiti le povprečno hitrost imigracije za celotno razdaljo od roba matičnega nasada. V zahodni smeri, kamor se je bor razširil 510 m daleč v 50 letih, kolikor so stari najstarejši osebk, znaša povprečna hitrost imigracije 10,2 m na leto. V severno smer se je v 45 letih razširil bor 445 m daleč, t.j. s hitrostjo 9,8 m na leto. Proti jugu je segel v 45 letih 360 m daleč, na leto torej 8 m. Proti vzhodu pa je napredoval v 40 letih 260 m daleč, torej 6,5 m na leto. Če pa upoštevamo že omenjeno dejstvo, da je imigracija intenzivneje začela pred 30 leti, t.j. v vojni, so ta povprečja neprimerno večja in znašajo proti zahodu 17 m, proti severu 15 m, proti jugu 12 m in proti vzhodu 8,7 m na leto (graf. 2a, 2b, 2 c, 2 d).

Povprečna hitrost za vse smeri znaša torej 8,6 m, oziroma v zadnjih tridesetih letih celo 13,2 m na leto. Kot vidimo, so razlike med različnimi smerni občutne. Če vrednotimo hitrost imigracije proti vzhodu s 100, znaša le-ta proti jugu 138, proti severu 172, proti zahodu pa 193.

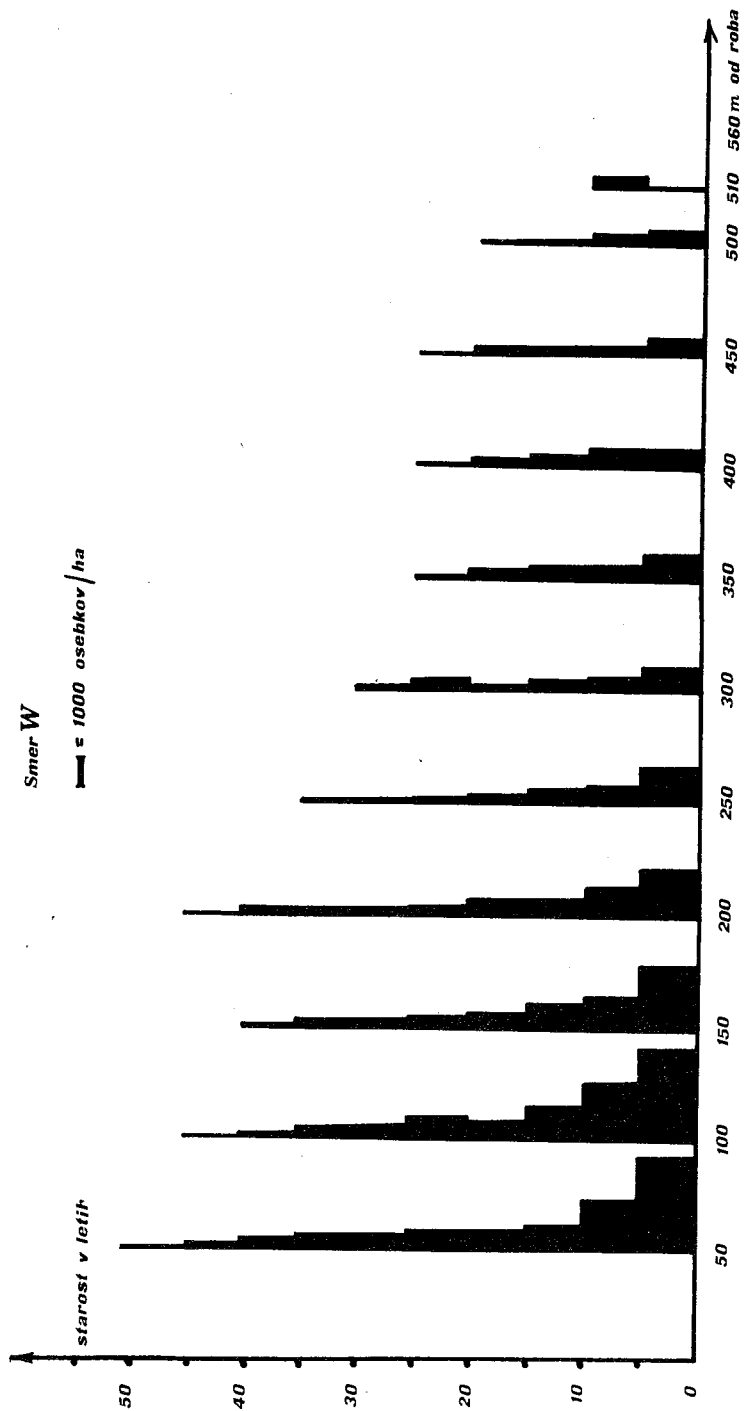
Graf. št. 1

Število naseljenecv v različni oddaljenosti od
matičnega sestoja/ha

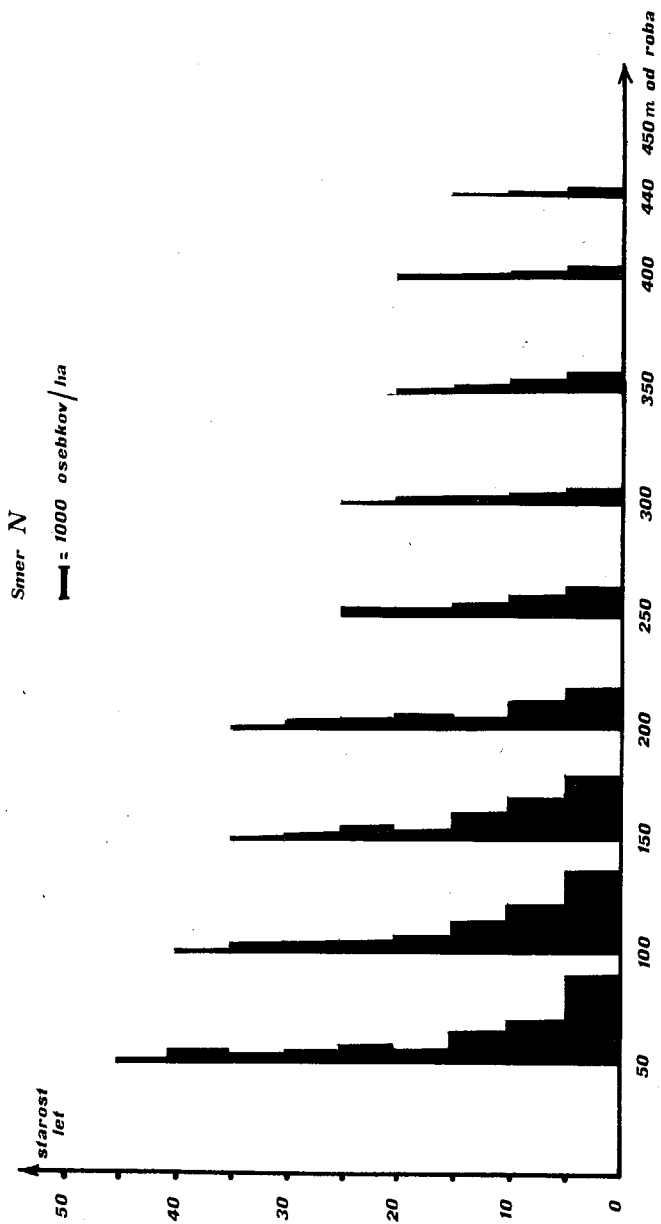


Graf. št. 2a

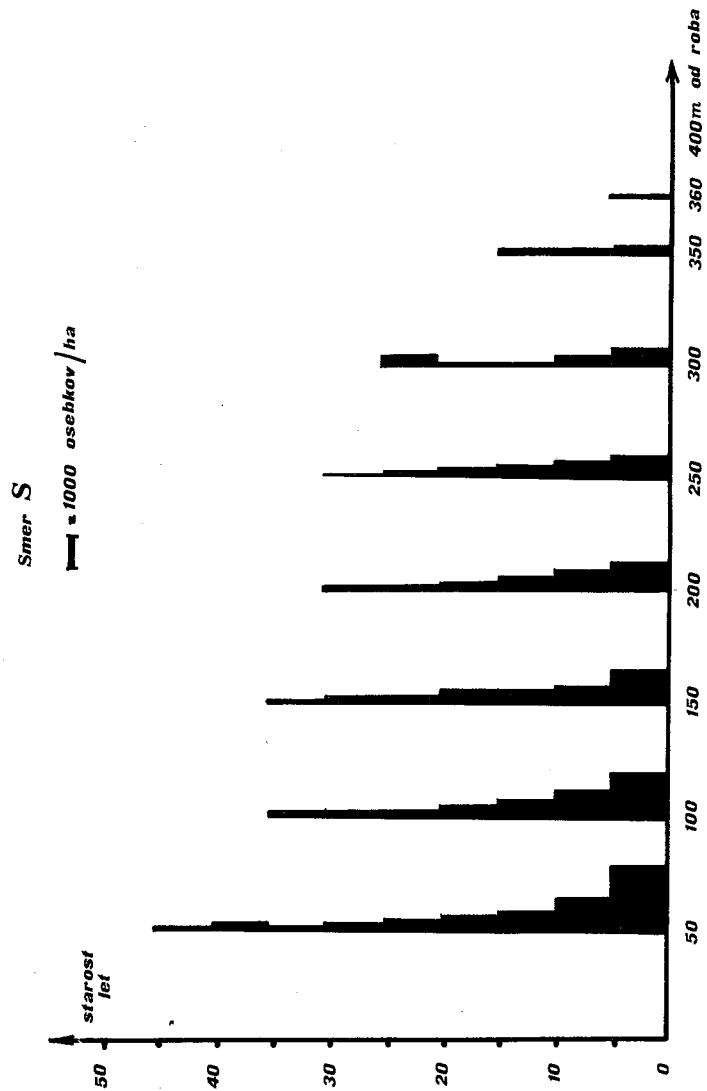
Tempo priseljevanja črnega bora pri različnih razdaljah od roba matičnega nasada



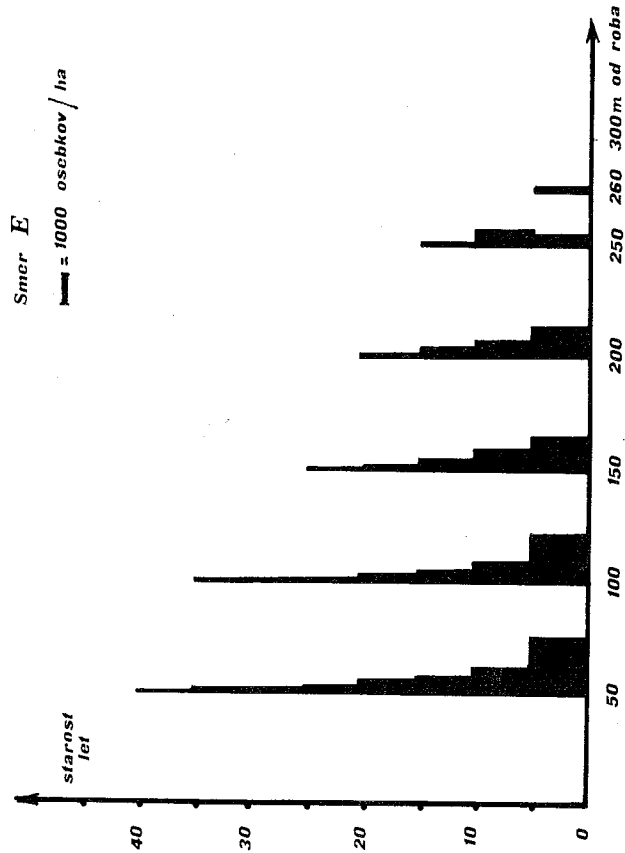
Graf. št. 2b



Graf. št. 2c



Graf. št. 2d



INTENZIVNO ŠIRJENJE V RAZLIČNE SMERI

Do podobnih ugotovitev kot pri hitrosti imigracije smo prišli tudi pri preučevanju intenzivnosti širjenja v različne smeri. Tudi pri tem odločajo isti dejavniki kot pri hitrosti. Primerjava intenzivnosti imigracije med različnimi smermi, upoštevajoč povprečno število osebkov na ha, je prikazana v naslednji preglednici (graf. št. 3).

Smer V, povprečno število osebkov na ha 3692; indeks 100

Smer J, povprečno število osebkov na ha 3750; indeks 102

Smer S, povprečno število osebkov na ha 5136; indeks 139

Smer Z, povprečno število osebkov na ha 5700; indeks 154

Najintenzivneje poteka torej imigracija zopet proti zahodu, najmanj intenzivno pa proti vzhodu. Med vzhodno in južno smerjo je razlika le manjša. V splošnem pa so razlike glede na intenzivnost imigracije manjše kot glede na hitrost.

Še večje razlike kot glede na povprečno število osebkov med posameznimi nebesnimi smermi pa smo ugotovili glede na razdaljo od roba nasada. Razumljivo je, da število osebkov upada z oddaljenostjo od roba matičnega nasada. Kot je razvidno iz grafikona št. 1, poteka zmanjševanje števila osebkov skoraj linearno. Vzrok za to je dinamika imigracijskega procesa. Pogoji za priseljevanje so v začetku še neugodni. Le posameznim osebkom se posreči, da se uveljavijo, in sicer izredno vitalnim, ki se dobro zakoreninijo in razvijejo široke, do tal segajoče krošnje. Šele tedaj ko se obdržijo ti prvi priseljenci, postanejo razmere za priselitev drugih ugodnejše. Ublaženi so klimatski ekstremi, zlasti vpliv burje, edafske razmere se postopoma izboljšujejo. Zaradi sence, ki jo dajejo prvi priseljenci, se zmanjšuje zatravljenost, zato pa se vse več semen predre do tal in vzklije. Po desetih letih pa semenijo tudi že prvi priseljenci. Proces priseljevanja poteka vedno hitreje. To traja vse dotlej, ko je priseljencev že toliko, da mnogi naslednji priseljenci ne najdejo več dovolj prostora za normalen razvoj, zato začne imigracija upadati. Seveda se to dogaja najprej ob robu matičnega nasada, kjer je imigracija najprej začela, nato pa se ta proces pomika vedno dalje. Zato je razumljivo, da se število osebkov zmanjšuje od roba nasada navzven. Tik ob robu znaša število osebkov za posamezne smeri (graf. 1):

Zahodna smer 14000 osebkov na ha; indeks 2,0

Severna smer 12000 osebkov na ha; indeks 1,7

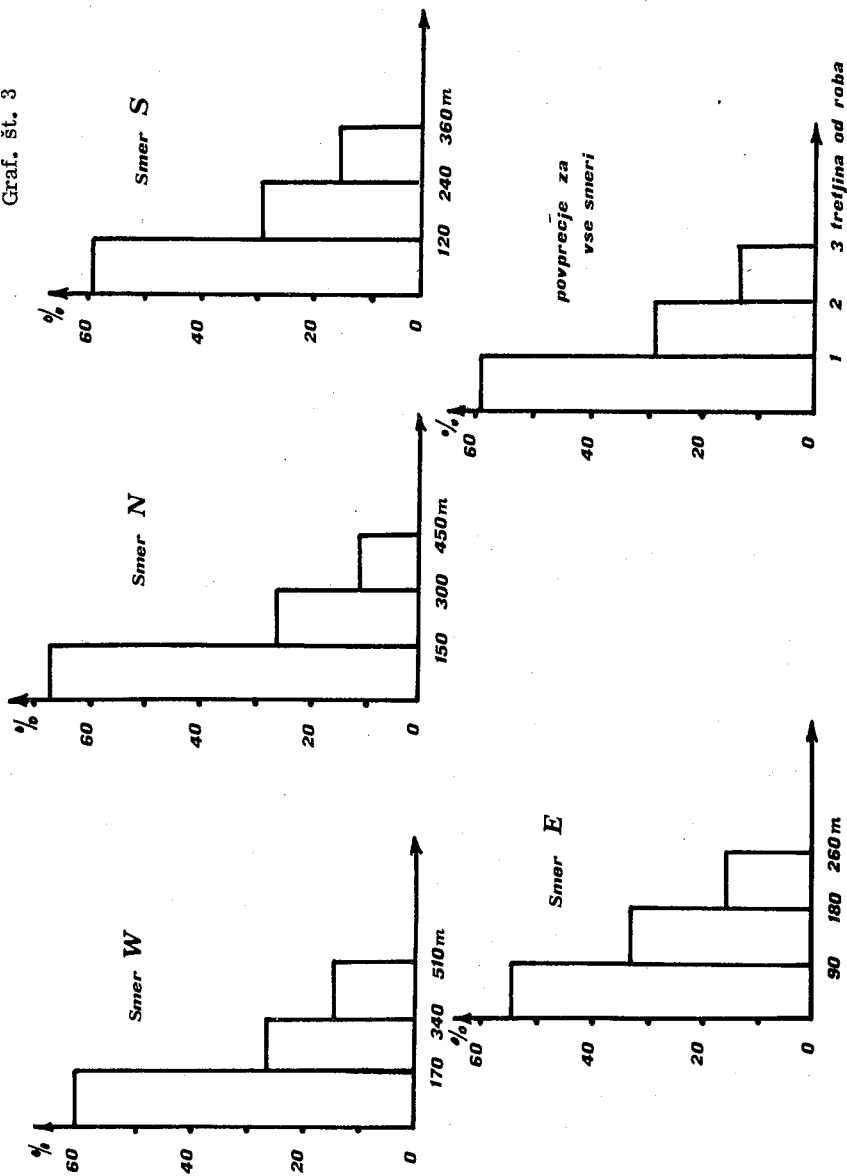
Južna smer 9000 osebkov na ha; indeks 1,3

Vzhodna smer 7000 osebkov na ha; indeks 1,0

Čim bližje je robu matičnega nasada, tem bolj upada število osebkov, medtem ko je to upadanje na bolj oddaljenih tleh bolj umirjeno. Tako se zmanjša število osebkov v zahodni smeri 250 m daleč od roba že na 30%, v severni smeri 200 m daleč na 33%, v južni smeri 140 m daleč na 33% in v vzhodni smeri 100 m daleč na 36%. Te razdalje se približno ujemajo s polovico celotne razdalje, ki jo je dosegel bor v določeni smeri. Na drugi polovici razdalje pa število osebkov počasneje upada.

Intenzivnost priseljevanja črnega bora pri različnih razdaljah od roba matičnega nasada

Graf. št. 3



Intenzivnost imigracije v časovnih razdobjih nam kaže analiza starostne sestave, prikazana v naslednji preglednici.

Smer imigriranja	Z	S	J	V
Delež osebkov, starih nad 30 let	7,0%	6,0%	4,0%	4,0%
Delež osebkov, starih od 20-30 let	12,7%	12,3%	11,4%	5,2%
Delež osebkov, starih od 10-20 let	24,1%	23,6%	24,4%	21,8%
Delež osebkov, starih do 10 let	56,2%	58,1%	60,2%	69,0%

Iz starostne sestave moremo sklepati naslednje: Imigracija črnega bora je začela počasi in posamič. Vpliv človeka je bil še premočan. Ekološke razmere so bile sprva za priseljevanje še razmeroma neugodne. Zato je tudi delež najstarejših osebkov majhen. To obdobje je trajalo do začetka II. svetovne vojne, ko so človeški jezovi prvič pomembneje popustili. Tedaj pa so izdatneje semenili tudi že prvi priseljenci. S svojimi širokimi krošnjami so varno ščitili vedno več novih priseljencev. Tako se je delež novih priseljencev v naslednjem desetletju že podvojil. Še intenzivneje pa je potekal proces imigracije v poznejših desetletjih. Zlasti intenzivno pa je bilo naseljevanje v zadnjem desetletju. Vpliv človeka je tedaj skoraj neopazen. Razen matičnega nasada semenijo in širijo svoje potomstvo tudi tri, štiri generacije priseljencev.

Primerjava intenzivnosti imigracije v obdobjih glede na starostno sestavo, nam pokaže naslednje faktorje:

Obdobje pred II. vojno	1
Medvojna leta in leta po vojni	2
Predzadnje desetletje	4
Zadnje desetletje	12

Intenzivnost imigracije narašča torej s časom kvadratno.

Primerjava starostne sestave med posameznimi programi, oziroma nebesnimi smermi, nam omogoča naslednje ugotovitve: Najintenzivneje začenja imigracija proti zahodu, manj intenzivno proti jugu in vzhodu. Toda v zadnjem desetletju je intenzivnost v zahodni smeri počasneje naraščala kot pa v ostalih smereh. Ta pojav si moremo razlagati s tem, da je naseljevanje v zahodni smeri že doseglo tolikšno stopnjo oziroma gostoto, ki onemogoča uveljavljanje novih osebkov. Ta gostota pa je dosežena seveda le bližje roba matičnega nasada. Zasenčenost je tam že tako gosta, da se obdržijo le še posamezni priseljenci. Nasprotno pa imigracija v ostale smeri, predvsem prito vzhodu, te stopnje še ni dosegla in je tam še vedno dovolj prostora za vse več priseljencev. Zato je tudi njihov delež v zadnjem desetletju večji kot v zahodni smeri.

RAZVOJNA DINAMIKA IMIGRACIJSKEGA PROCESA IN NASTALE OBLIKE MLADOSTNIH FAZ

Podobne zakonitosti, kot veljajo za imigracijski proces glede na čas, moremo ugotoviti tudi glede na prostor. Že površen pogled v te, z naseljevanjem nastale sestoje, nam pokaže, da črni bor ne osvaja nova tla enakomerno, pač pa zelo heterogeno. Razumljivo je, da število priseljencev upada z razdaljo od roba nasada. Bližje robu je imigracijski proces starejši, prisotnih je že več generacij črnega bora. Količine semena so večje, pogoji za priselitev so ugodnejši. Vpliv človeka je tam popolnoma prenehal. Čim bolj pa se od roba odmikamo, tem neugodnejši so vsi ti dejavniki, imigracija slabi, vedno manj je priseljencev.

Razdaljo od roba matičnega nasada pa do zunanega roba osvojenega zemljišča moramo razdeliti na tri dele oziroma ves imigracijski proces na tri faze, in sicer:

1. Na prvi tretjini celotne razdalje, t.j. v zadnji fazi imigracijskega procesa je naseljevanje v zaključni fazi in postopoma izveneva. Tam so sklenjene mladostne faze od gošče pa do letvenjakov. V zgornjem sloju so slabi, starejši, zelo tršati osebki, pod njimi pa številnejši mlajši bori, bolj stegnjeni in boljše kakovosti. V najnižji plasti pa je veliko zastrtih osebkov, ki so zaradi prehude sence zaostali v rasti. Pogosto so deformirani in imajo redke in šibke krošnje. Skoraj vedno so poškodovani od borovega zavijača. Iz konkurence so že izločeni: nekateri še životarijo, drugi pa so že odmrli.
2. Na drugi tretjini, t.j. v drugi fazi imigracijskega procesa najdemo črni bor v večjih skupinah, med njimi pa so večje ali manjše oazi še prazne. Tam je proces naseljevanja najintenzivnejši. Novi priseljenci, ki so potomci matičnega nasada ali pa že priseljencev, imajo dovolj prostoja za svojo uveljavitev. Pod rahlim in stranskim zastorom najdemo ugodne pogoje za razvoj. Zaradi povečanega zasenčenja trava vedno bolj izginja, zato vedno več semena predre do tal in vzklije. Skupine črnega bora se vedno bolj širijo, praznih oaz je vedno manj, dokler se končno bori med seboj ne sklenejo.
3. Na tretji tretjini celotne razdalje, t.j. v začetni fazi imigracijskega procesa se naseljevanje šele pričinja. Tam najdemo črne bore le v manjših skupinicah, šopih pretežno pa posamič. Zaradi goste trave se morejo novi priseljenci najugodnejše razvijati pod že rastočimi osebki ali pa v njihovi neposredni bližini. Ti prvi bori rastejo neovirano, so izredno tršati, razraščeni in vejnati do tal. Obnašajo se kot pravi pionirji. Hitro priraščajo v debelino in višino. Dobro so zakoreninjeni, tako da so odporni proti močnim sunkom burje. Konkurence med njimi ni, vsi imajo dovolj prostora. Proces začne intenzivneje napredovati tedaj, ko jamejo semeniti prvi priseljenci in se pod njimi razvija potomstvo, ki imigracijski proces zelo pospeši. Nastajajo šopi, ti se razraščajo v skupine, le-te se vse bolj širijo in združujejo dokler naseljevalni proces ne doseže zaključne faze.

Podobno kot se je razvijal imigracijski proces od začetka fruktificiranja matičnih nasadov, tako poteka tudi sedaj. Razlika je le v tem, da je bilo zaviralno delovanje človeka vedno blažje. Njegov interes za takšna zemljišča je marsikje že popol-

noma prenehal, tedaj pa je črni bor učinkoviteje uveljavil svojo imigracijsko moč, faze naseljevalnega procesa so postale vedno krajše, proces osvajanja novih zemljišč pa je potekal vedno hitreje. Zlasti se to opaža v zadnjem desetletju, ko črni bor vedno hitreje zarašča nove in večje površine. To osvajalno moč le kdaj pa kdaj zavrejo požari, ki so značilni za Kras. Ponekod pa naseljevanje bora ovira še človek. Kljub vsemu pa je proces imigracije nazadržen: goličave okrog starejših nasadov vedno bolj izginevajo.

Drugače pa poteka imigracija črnega bora na zemljiščih, ki jih poraščajo listavci. V gosto sklenjenih sestojih listavcev je črni bor izjema. V takšnih razmerah je konkurenčno prešibak. Če pa so med listavci večje vrzeli ali pa če je sklep rahel, se tudi tam uspešno uveljavlja. Najdemo ga posamič, v šopih ali skupinah, odvisno pač od velikosti vrzeli. Tam je črni bor biološko stabilnejši, manjše so nevarnosti pred snegolomi in požari, boljše se čisti vej, odpornejši je proti škodljivcem. Ker povečuje tudi gospodarsko vrednost grmišč in manj vrednih sestojev listavcev, je imigracija črnega bora med listavce zelo pomembna. Potrebno pa jo je še preučiti.

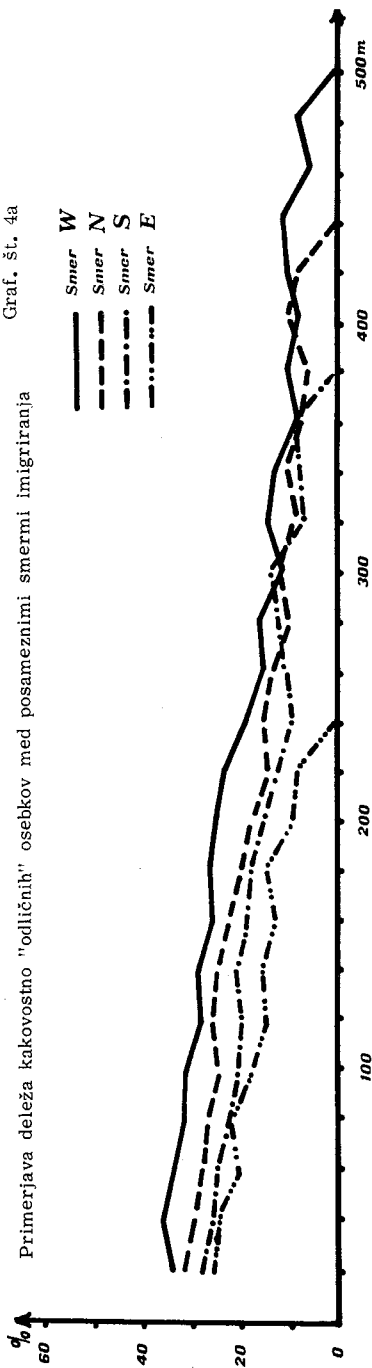
KAKOVOST PRIRODNO NASELJENEGA ČRNEGA BORA

S tem, da si opisane tri oblike sledijo v časovnem in prostorskem zaporedju od roba nasada, pa se spreminjajo tudi razmere, oziroma okolje, v katerem se posamezni osebki črnega bora uveljavijo in razvijajo. Ne vemo sicer, koliko pri tem vpliva dednost, pač pa lahko z gotovostjo trdimo, da je črni bor zelo podvržen vplivu okolja in njegovim spremembam. Ker pa se okolje spreminja zlasti z razdaljo od roba nasada, je razumljivo, da se z njo spreminjajo tudi lastnosti in morfološke značilnosti bora, s tem pa tudi njegova kakovost. V tem sklepu se razvijajo osebki, ki so zelo vitki in imajo kratko in redko krošnjo s tankimi vejami. Nasprotno pa so bori, ki rastejo na prostem, zelo tršati, z do tal segajočo krošnjo in z debelimi vejami. Drugačen habitus pa oblikujejo med listavci. Skratka, črni bor je zelo plastična drevesna vrsta, občutljiva za spremembe v okolju. Ker pa more gojitelj s premišljenimi ukrepi to okolje spreminjati, mu je s tem odprta pot in dana možnost za oblikovanje oziroma za odločanje o bodoči kakovosti. Zato je poznavanje zakonitosti, ki usmerjajo kakovost črnega bora v biološkem in tehnološkem pogledu, tem pomembnejše.

Iz grafikonov 4a, 4b, 4c in 5 je razvidno, da se z večjo razdaljo zmanjšuje tudi delež kakovosti osebkov (odličnih in dobrih) in da narašča delež slabih. Upadanje kakovosti je približno do ene tretjine celotne razdalje od roba manj občutno, nato pa sledi hitrejši padec. Ta razdalje pa se ujema s tisto, do koder sega črni bor v strnjenem sklepu. Tudi med smermi so občutne razlike. Največji delež kakovostnih osebkov je v zahodni smeri, najmanjši v vzhodni.

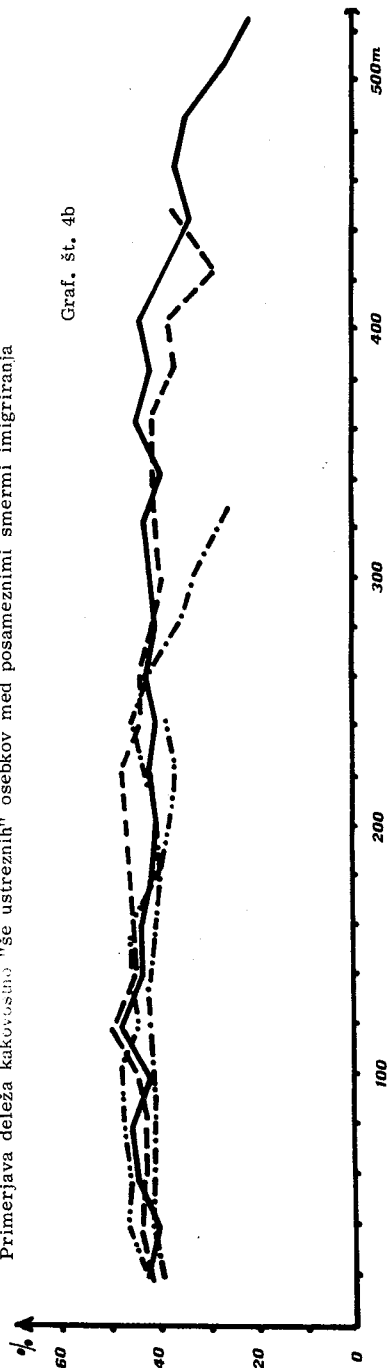
Razlike so pogojene po eni strani z različno gostoto, ker imajo osebki, ki stojijo tesneje drug poleg drugega boljše pogoje za razvoj kakovosti, po drugi strani pa razlike povzročajo že omenjeni dejavniki, ki soodločajo pri imigraciji črnega bora v različne nebesne smeri. V vzhodni smeri so namreč bori bolj izpostavljeni burji,

Graf. št. 4a



Graf. št. 4b

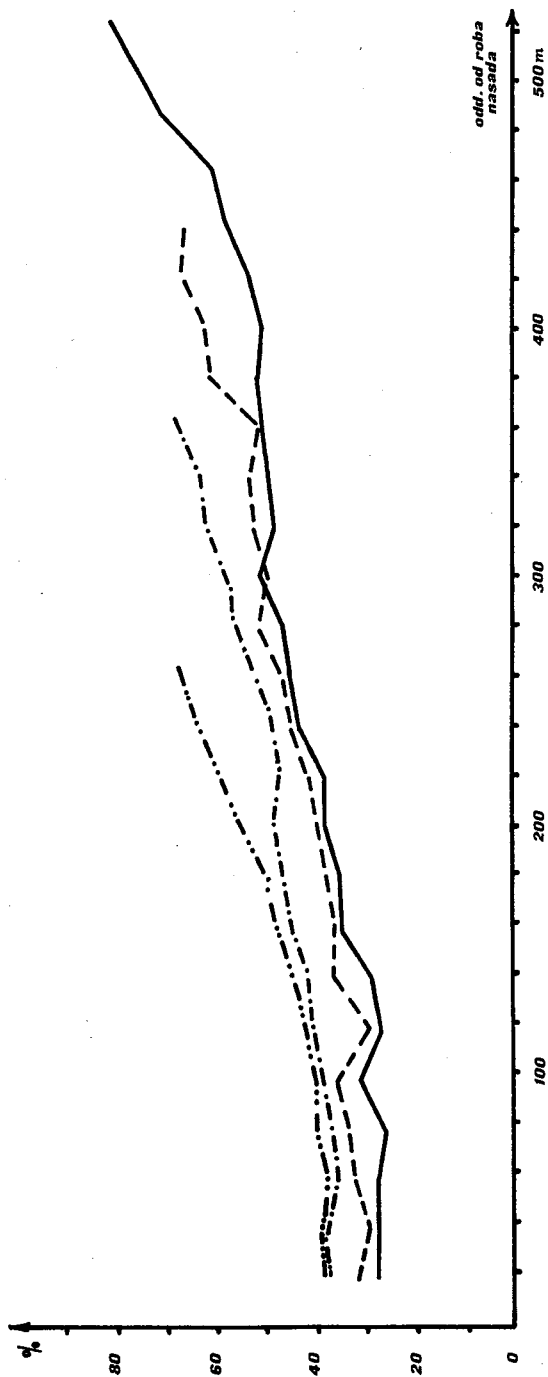
Primerjava deleža kakovostno "še ustreznih" osebkov med posameznimi smermi imigriranja



Graf. št. 4c

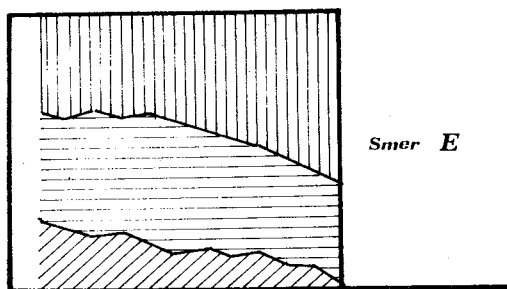
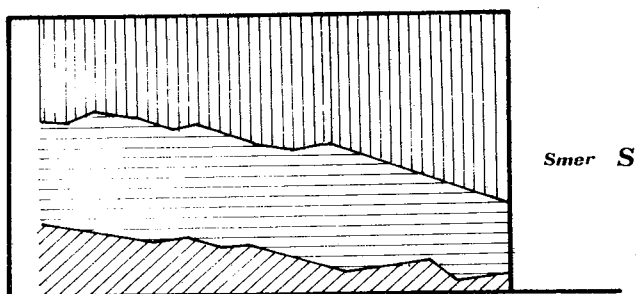
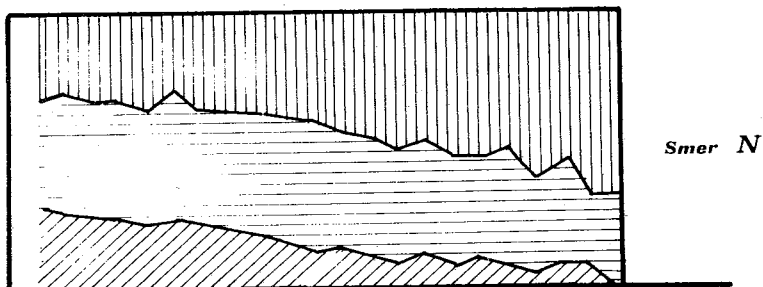
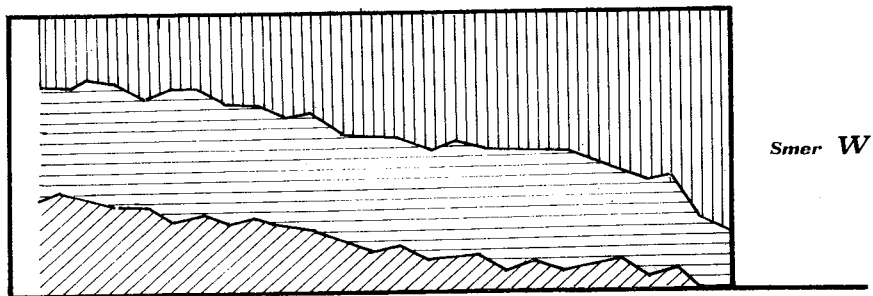
Primerjava deleža kakovostno "slabih" osebkov med posameznimi smermi imigriranja

— Smer W
- - - Smer N
- · - · Smer S
- · - · - · Smer E



Kakovostna struktura priseljencev pri različni oddaljenosti
od roba maričnega sestoja

Graf. št. 5



Kakovost

-  **odlična**
-  **srednja**
-  **slaba**

huje trpijo zaradi pomanjkanja vlage, počasnejše rastejo in so bolj deformirani. Nasprotno pa so osebki, ki so se naselili v zahodni smeri, pred burjo bolj zaščiteni, so deležni več vlage, hitreje se sklenejo in so zato primerno tudi kakovostnejši.

Delež kakovostnih osebkov se torej spreminja glede na razdaljo od roba, kakor tudi glede na smer imigracije. Tako je "odličnih" osebkov v zahodni smeri, tik ob robu matičnega nasada 35%, v sredini celotne razdalje pa le še 15% in pade na koncu pod 10% skupnega števila. V severni smeri znaša ta delež na začetku 30%, v sredini razdalje 15% na koncu pod 10%. V južni smeri je razmerje 27% : 15% : 10%, a v vzhodni smeri 25% : 15% : 10%. Razlike med kakovostnimi deleži so torej tem večje, čim bližje smo robu nasada. To si moremo razlagati z omenjenimi razlikami glede ekoloških razmer med različnimi smermi in z njimi pogojene intenzivnosti imigracijskega procesa. Čim bolj se pa oddaljujemo od robov nasada pa te razlike izginjajo, s tem pa se izenačuje kakovost borov.

Dejavniki, ki kvarno delujejo na kakovost so naslednji: v pasu, ki je blizu nasada, premočna zasenčenost onemogoča zlasti mlajšim osebkom normalen razvoj. Zaradi neustreznih svetlobnih razmer se oblikujejo kratki in krivenčasti osebki, ki nekaj časa životarijo in končno propadejo. Na njih so tudi poškodbe od borovega zavijača zelo pogostne in povzročajo zakrivljenost debelc. Krošnje so slabo razvite, zato bori le pičlo priraščajo v višino in debelino. V pregostih goščah in letvenjakih pa se razvijajo previtki osebki, ki so nestabilni proti snegu in bičanju burje. V drugi skrajnosti, v burji in samotni rasti pa se razvijajo bori na zunanem robu nastajajočega sestoja.

VITALNOST

Analiza vitalnosti črnega bora je bila opravljena le na raziskovalnih ploskvah, in sicer v zahodni smeri. Osebki so bili razdeljeni v tri kategorije: zelo, zmerno in slabo vitalni. Pri tem so bili odločilni zlasti naslednji kriteriji: 1. habitus, in sicer razvitost krošnje in vrha, barva krošnje ter rast v višino in debelino, 2. zakoninjenost, 3. zdravstveno stanje in poškodbe od biotskih in abiotskih dejavnikov.

Raziskovalne ploskve se zelo razlikujejo glede vitalnosti, največ zelo vitalnih osebkov je na ploskvi št. 3, kjer so takšni v veliki večini. Največ slabo vitalnih osebkov pa je na ploskvi št. 1, kjer zaradi večje gostote in zasenčenosti vladajo povsem drugačne razmere, ki vplivajo zlasti predvsem na mlajše boriče.

Občutne kakovostne razlike pa so tudi med bori v različnih drevesnih slojih. Na vseh treh raziskovalnih ploskvah je največ zelo vitalnih osebkov v zgornjem sloju. Ker gre za najstarejše bore, ki so se prvi priselili, je bila naravna selekcija med njimi najintenzivnejša. Ohranili so se le osebki z dedno pogojeno vitalnostjo. Pod njihovo zaščito, v ustreznějšíh mikroklimatskih in edafskih razmerah pa so se naselili tudi manj vitalni bori, ki so zato tudi manj odporni. Zato je tudi delež slabo vitalnih osebkov največji prav v spodnjem sloju, in to zlasti na ploskvi št. 1, kjer je gostota največja. Vitalnost je tam zmanjšana zlasti zaradi premočne zasen-

čenosti in pogostih poškodb od borovega zavijača. Delež slabo vitalnih osebkov je celo 58%, medtem ko znaša v srednjem sloju le 22%, v zgornjem sloju pa slabo vitalnih osebkov ni več. Podobne razlike so bile ugotovljene tudi na ploskvi št. 2. Najvitalnejši pa so bori na ploskvi št. 3.

Iz teh ugotovitev moremo torej povzeti, da so osebki črnega bora, ki rastejo na prostem, zelo vitalni, glede splošne kakovosti pa ne zaslužijo pohvale. Zelo pomembni so kot pionirji, ki prvi osvajajo nova zemljišča, in kot zaščita poznejšim priseljencem. Nasprotno pa so bori, ki rastejo v pregostih sestojih ali pa preveč zasenčeni, slabo vitalni in niso dovolj odporni proti dejavnikom žive in mrtve narave.

POVZETEK UGOTOVITEV IN PRAKTIČNI POMEN NARAVNEGA ŠIRJENJA ČRNEGA BORA NA KRASU

Veliko pionirskega dela pri pogozdovanju slovenskega Krasa je že opravljenega. Nasadi črnega bora so dosegli takšno stopnjo, da že smemo govoriti o njihovem gospodarskem pomenu, o njihovi negi, pomlajevanju in o deležu listavcev v njih. Vsekakor nasadi črnega bora niso več tako nedotakljivi, kot so bili še pred dvemi desetletji, ko si gozdarji niso upali posegati vanje, v skrbi, da jih ne bi s tem le poškodovali. Takšen nazor je bil opuščen leta 1952, ko je žled na kraju podrl 40.000 m³ borovine. V tako nastalih vrzelih se je črni bor hitro in bujno pomladil. Narava je s tem pokazala, da se more črni bor naravno zadovoljivo pomlajevati.

Leto 1952 pomeni pomembno prelomnico tudi glede tehnike snovanja nasadov. Tedaj je namreč prvič dobro uspela setev črnega bora na golih pašnikih. Takšno snovanje borovih nasadov je sedemkrat cenejše od saditve, ki je bila do takrat v navadi. Spremenilo se je tudi mišljenje, da je bor le prehodna pionirska vrsta, ki jo morajo čimprej nadomestiti, npr. avtohtoni listavci. Sedaj menimo, da je črni bor drevesna vrsta, ki trajno sodi na Kras in je tam gospodarsko pomembna.

Veliko je na Krasu goličav, kjer mora črni bor opraviti šele svojo pionirsko vlogo. Snovanje novih borovih nasadov ni več tako nujno kot je bilo pred nekaj desetletji, pa tudi zaradi pomanjkanja denarja ne pride v večjem obsegu v poštev. Pač pa zasluzi veliko pozornost naravno širjenje črnega bora kot ena najcenejših poti za snovanje novih gozdov.

Iz našega preučevanja je mogoče povzeti naslednja spoznanja:

Črni bor se na Krasu spontano širi izven gozdnih nasadov, in sicer zaradi opuščanja paše in košnje. Tudi v tem primeru se je pokazalo, da je ograja najboljši pospeševalec gozda.

Prirodno naseljevanje črnega bora na goličave poteka takole:

Črni bor se najbolj širi od matičnih nasadov v zahodno smer. Različna hitrost naseljevanja v različnih smereh je odvisna od smeri vetrov, zlasti pa od severovzhod-

nika, t.j. burje. Ugotovljeno je naslednje razmerje imigriranja v različnih smereh:
 $W : N : S : E = 2 : 1,7 : 1,4 : 1$.

Širjenje je bilo v začetku počasnejše (leta pred II. svetovno vojno), v povojnem obdobju pa se je zaradi velikih agrarnih sprememb hitrost imigriranja zelo pospešila in znaša povprečno na leto: $W = 10,2$ m, $N = 9,8$ m, $S = 8,0$ m, $E = 6,5$ m.

Ob upoštevanju le povojnega obdobja je znašala hitrost naseljevanja: $W = 17$ m, $N = 15$ m, $S = 12$ m, $E = 8,7$ m.

Intenzivnost imigracije, t.j. število naseljenih osebkov na površinsko enoto, kaže podobno razmerje kot brzina, in sicer: $W : N : S : E = 1,5 : 1,4 : 1,0 : 1,0$. V zahodno smer je povprečno za 50% več naseljenih osebkov kot v vzhodni smeri. Razmerje med številom naseljenih osebkov se z razdaljo od gozdnega roba spreminja v korist zahodnega roba.

Intenzivnost naseljevanja, ugotovljena na podlagi starostne sestave naseljencev raste v zadnjih desetletjih domala s kvadratnimi vrednostmi.

	Indeks intenzivnosti naseljevanja
Obdobje pred II. svetovno vojno	1
Obdobje od 1940 do 1950	2
Obdobje od 1951 do 1960	4
Obdobje od 1961 do 1970	12

Ves naseljeni prostor zunaj matičnega sestoja moremo razdeliti v tri koncentrične zone, ki hkrati ponazorujejo tri faze naselitvenega procesa. Prva faza porašča zunanjo tretjino imigracijskega prostora, zanjo je značilna posamična in šopasta razporeditev tršatih in dobro zakoreninjenih borov, ki jim trava zelo konkurira. Ta prva faza naseljevanja je najdalgotrajnejša. Drugo fazo najdemo v srednji tretjini imigracijskega prostora, kjer se v ugodnem okolju silovito in množično naseljujejo potomci matičnega sestoja kakor tudi že potomci prvih imigriranih borov. Pojavljajo se prvi znaki medsebojne konkurence (4-7 tistoč osebkov/ha). V notranji tretjini imigracijskega prostora naseljevanje pojenja; zanj je značilno ostro in silovito izločanje (razslojevalni proces). Prevladuje letvenjak, do 15.000 osebkov/ha. Imigracijski proces črnega bora na prostor, ki ga naseljujejo avtohtoni listavci, poteka drugače in še ni proučen.

Naselitveni proces in medsebojna konkurenca bore kakovostno različno oblikujeta. Njihova kakovostna sestava je odvisna od smeri naseljevanja in od razdalje od matičnega sestoja. Največji delež odličnih osebkov je pri zahodnih in severnih priseljencih, najmanjši pa pri vzhodnih in južnih. Z oddaljevanjem od roba matičnega sestoja se delež kakovostno boljših osebkov zmanjšuje. Tudi ta pojav opozarja na močan vpliv, ki ga uveljavlja gozdni rob na okolje.

Iz obravnavanih ugotovitev moremo povzeti nekatera priporočila za delo v praksi. Iz proučevanja Krasa in črnega bora na njem izvirajo naslednja spoznanja in vrsta novih zanimivih nalog:

Doslednje naj se uveljavi spoznanje, da na Krasu ni osrednja skrb gozdarja pogozdovanje temveč gospodarjenje, še posebej z nasadi črnega bora. Med osrednje na-

loge gospodarjenja pa sodita na Krasu gojenje in oblikovanje kraških nasadov s pomočjo sodobne nege (MLINŠEK, 10).

Poleg nege in regeneracije obstoječih nasadov je potrebno posebno skrbno negovati z naravno naselitvijo nastale sestoje črnega bora. Njihova nega se prav nič ne razlikuje od tiste v nasadih, le prilagoditi jo moramo različnim razvojnim štadijem nastajajočega sestoja:

- V zunanjem "pionirskem" pasu z redko naseljenimi posamezniki posebna nega ni potrebna.
- V srednjem pasu z naslednjo razvojno stopnjo in z začetki medsebojne konkurence uporabljamo negativno izbiro, toda po potrebi tudi že pozitivno izbiro.
- V notranjem pasu s sklenjenim sestojem je primerna zlasti pozitivna izbira, negativna velja le kot izjemni ukrep.
- Nasploh naj bo nega v naravno nastajajočih sestojih črnega bora izrecno le usmerjalni ukrep. Kajti le tako bomo na Krasu ostali pri gojenju gozdov v mejah gospodarnosti.

V bodoče je potrebno imigracijski potencial črnega bora na Krasu izkoriščati bolj kot doslej. To spoznanje je pomembno prav sedaj, ko se gozd po tisočletjih vrača na Kras po opuščeni kmetijskih zemljiščih, ki jih je vedno več. Še zlasti ob tem zgodovinskem preobratu moramo biti sooblikovalci novega gozda na Krasu.

V zvezi s temi ugotovitvami mora poleg navedenega gozdarjevo delo na Krasu obsegati še:

1. Načrtno usmerjanje nadaljnje nenehne imigracije črnega bora.
2. Snovanje novih strateških kolonij črnega bora širom po Krasu kot izhodiščna žarišča za produkcijo semena in za novo emisijo. Ti emisijski viri morajo biti osnovani pravokotno na smer burje in dovolj na široko, da bi lahko dali čim več semena za prirodno naseljevanje. Strategijo snovanja, obliko (dolžino, širino) emisijskih izvorov je potrebno posebej preučiti.
3. Izbiri provenience črnega bora za snovanje novih sestojev naj se posveti posebna pozornost. Ker s kakovostjo črnega bora neznane provenience (morda iz okolič Dunaja) nismo čisto zadovoljni, je potrebno poiskati nove provenience v notranjosti Balkana in tudi v širšem borovem arealu.
4. Nova emisijska jedra je osnovati s setvijo. Prav tako je potrebno z dosetvijo pospešiti nastajanje gozda tam, kjer je narava že ustvarila prvi štadij (pionirsko strukturo) na robu obstoječih sestojev. Pri tem delu je v bodoče potrebno uporabljati seme novih boljših provenienc.
5. Iz gospodarskih razlogov odsvetujemo snovanje novih sestojev črnega bora tam, kjer takšni z gojitveno-strateškega stališča v zvezi z naglim osvajanjem Krasa z gozdom, ne bi bili smotni.

6. Nadaljnje širjenje črnega bora na Krasu zahteva povsem nove metode varovanja gozda, tako v biološkem pogledu (biološka stabilnost) kot glede zavarovanja proti požaru.

ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN

DIE NATURLICHE AUSBREITUNG DER SCHWARZKIEFER IN SLOWENISCHEN KARSTGEBIET

Ein grosser Teil der Pioniararbeit bei Aufforstung vom slowenischen Karstgebiet ist bereits geleistet worden. Die durch Pflanzung begründeten Schwarzkiefernbestände haben eine Entwicklungsstand erreicht, wo vom ihrem Holzertrag, Pflege, Verjüngung, Laubholzanteil gesprochen werden kann. Die Schwarzkiefernbestände sind nicht mehr so unantastbar wie vor zwei Dezenien, nachdem grosser Schneeburhschaden im Jahre 1952 gezeigt hat, dass in den entstandenen Lücken die Schwarzkiefer sich gut natürlich verjüngen kann. Gleichzeitig ist die erste Begründung einer Schwarzkiefernkultur durch Saat gelungen. Die teure Pflanzung konnte somit durch 7 mal biligere Saat ersetzt werden. Heute gilt Schwarzkiefer nicht mehr nur als Pionirart, sondern auch als die wichtigste Art des Wirtschaftswaldes im Karstgebiet.

Es beliben im slowenischen Kartsgebiet noch ausgedehnte Flächen, die mit Waldvegetation bedeckt werden sollen. Bei allem Ungunst des Karstklimas und Bodens ausbreitet sich die Schwarzkiefer natürlich auf waldlosen Flächen.

Imigration, das ist die natürliche Vordringung der Schwarzkiefer in die waldlosen Flächen, und ihre noch nicht untersuchte natürliche Verjüngung machen es notwendig von der blossen Aufforstung zur Bewirtschaftung der vorhandenen Wälder zu übergehen (MLINŠEK, 10). Schwarzkiefer verjüngt sich natürlich ausgehend von den durch Pflanzung begründeten Schwarzkiefernbeständen, Nachlassende Weide- und Heunutzung haben diese Entwicklung ermöglicht. Die "Einzäunung" har sich trotzdem als die beste Förderung der Naturverjüngung bewährt.

Es sind folgende Gesetzmässigkeiten bei der Immigration der Schwarzkiefer in die Waldlosen Flächen festgestellt worden:

Vom Mutterbestand ausgehend breitet sich die Schwarzföhre am besten in der Westrichtung aus. Das ist vor allem auf die Wirkung des bekannten Nord-Ost Windes Bora zurückzuführen. Die Ausbreitung in verschiedenen Richtungen verhält sich in folgenden Verhältnissen: W : N : S : E = 1,7 : 1,4 : 1 : 1.

Die Geschwindigkeit der Ausbreitung beträgt durchschnittlich jährlich: In der Richtung W = 10,2 m, N = 9,8 m, S = 8,0 m, E = 6,5 m.

Die Geschwindigkeit der Ausbreitung war anfänglich geringer (in der Vorkriegszeit), in der Zeit der grossen Agrar-Umwälzungen nach dem Krieg hat sie sich sehr beschleunigt.

Wenn wird nur die Nachkriegszeit berücksichtigen, ist folgende Geschwindigkeit der Ausbreitung festgestellt worden.

In der Richtung W = 17 m, N = 15 m, S = 12 m, E = 8,7 m jährlich.

Ähnliches Verhältniss finden wir auch hinsichtlich der Intensität der Immigration wobei Intensität als Zahl der Individuen pro Flächeneinheit verstanden wird. Die Intensität veranschaulichen folgende Indexzahlen:

Richtung W : N : S : E = 1,5 : 1,4 : 1,0 : 1,0

In der Westrichtung ist die Besiedelung um ca. 50% höher als in der Ost-Richtung. Die Zahl der Individuen nimmt mit der Entfernung vom Mutterbestand in der Westrichtung weniger ab. Intensität der Besiedelung, festgestellt auf Grund von Altersstruktur der Individuen und gruppiert nach Dezenien, ergibt beinahe eine exponentielle Kurve:

	Intensität der Besiedelung (Index)
Vorkriegszeit	1
1941-1950	2
1951-1960	3
1961-1970	12

An den Mutterbestand grenzenden Raum haben wir in drei konzentrische Zonen unterteilt und damit drei Phasen des Immigrationsprozesses veranschaulicht:

- die äusserste Zone des Immigrationsraums mit einzelnen oder in kleinen Gruppen gewachsenen abholzigen, gut verwurzelten und sehr astigen Kiefern. Diese erste Besiedlungsphase nimmt sehr viel Zeit in Anspruch und wird durch Konkurrenz des Grasswuchses behindert;
- die mittlere Zone mit starke Immigration. Im ökologisch schon mehr günstigen und gefestigtem Raum kommt es zur massenhaften Besiedelung durch Sammenanflung vom Mutterbestand oder schon von den vorhandenen Immigranten. Gegenseitige Konkurrenz macht sich bemerkbar (4 bis 7 tausend Individuen pro ha);
- die innerste Zone mit ausklingender Ansiedelung, starker gegenseitigen Konkurrenz und natürlicher Ausscheidung und Ausbildung von Bestandesschichten. Ueberwiegend Stangeholz mit bis 15 Tausend Individuen pro ha.

Die Immigration der Schwarzföhre in die autochtone Laubzolzbestände hat einen anderen Ablauf und ist noch nicht untersucht.

Das Immigrationsprozess und die beginnende gegenseitige Konkurrenz wirkt sich auch bei der Ausformung der Individuen aus. Die Qualitätsstruktur der Individuen hängt von der Immigrationsrichtung und von der Entfernung von Mutterbestand ab. Die Qualität ist am besten in der West- und Nord-richtung, am schlechtestens in der Ost - und Südrichtung ausgeprägt.

Mit der Entfernung von Mutterbestand nimmt der Prozentanteil der qualitativ guten Individuen ab.

Die verschiedene Besiedlungsintensität und die damit zusammenhängende verschiedenen Qualität der Baumindividuen an den Karstkahlfächen ist ein guter Beweis für die umweltbildende Kraft des Waldrandes.

Untersuchungen von Karst und seiner Vegetation ergeben eine Reihe von interessanten Aufgaben. Die bisherige Arbeit hat zu folgenden Empfehlungen geführt:

Es soll einmal konsequent erkannt werden, dass im slowenischen Karstgebiet die Hauptaufgabe nicht die Aufforstung, sondern die Bewirtschaftung ist. Eine besondere Aufgabe der Bewirtschaftung ist die Ausformung von Schwarzkiefernbeständen mit Hilfe der zeitgemässen Pflege (MLINŠEK, 10).

Ausser der Pflege und Verjüngung der bestehenden erwachsenen Schwarzkiefernbestände sind die natürlich entstandenen Schwarzkiefernbestände sorgfältig zu pflegen. Die Pflegerichtlinien sind die gleichen für beide Bestandarten. Es ist notwendig, dass man sich dem Entwicklungsstadium der neu entstehenden Bestände anpasst:

- in der erwänten äusseren Zone mit pionirartigem Charakter und vereinzelt Föhren ist keine besondere Pflege notwendig,
- in der mittleren Zone mit beginnender gegenseitigen Konkurrenz wird negative und nach Bedarf positive Auslese praktiziert,
- in der inneren, schon dicht zusammengewachsenen Zone ist vor allem positive, ausnahmweise auch negative Auslese am Platze.

Die Pflegemassnahmen in den neu entstehenden Beständen sollen ausdrücklich die natürliche Entwicklung nur lenken, damit der Waldau im Karstgebiet noch in Grezne der Wirtschaftlichkeit bleiben kann.

Zukünftig ist der Immigrationspotential der Schwarzkiefer planmässig auszunützen. Diese Erkenntnis ist vor allem jetzt am Platze, als der Wald nach Jahrtausenden die verlorenen Flächen zurückzuröben beginnt. Wir sind Zeuge einer geschichtlichen Wende, und wir müssen auch bei der Ausformung des neu entstehenden Waldes mitwirken.

Die Arbeit der Forstleute hat neben des erwähten noch auf folgendes zu achten:

1. Gelenkte Förderung der ununterbrochenen weiteren Immigration der Schwarzkiefer.
2. Gründung von neuen "strategischen Kolonien" der Schwarzkiefer als Ausgangspunkte für den Samenanflug und für die Immigration. Hier sind vor allen streifenweise begründete Schwarzkiefernbestände gemeint, wobei Streifen senkrecht zur Hauptwindrichtung verlaufen sollen. Optimale Form, Breit und Länge der Streifen ist noch gesondert zu untersuchen.
3. Es ist auf die Samenprovenienz zu achten. Samenprovenienz der vorhandenen Bestände ist unbekannt (vielleicht aus der Wienergegend) und hinsichtlich der

Qualität unbefriedigend. Es sind Provenienzen aus dem Innern der Balkanhalbinsel sowie aus dem weiterem Verbreitungsgebiet der Schwarzkiefer zu verwenden.

4. Die vorhin erwähnten "strategischen Kolonien" sind durch Saat zu begründen. Hier sind jene Stellen auszunützen, wo die Schwarzkiefer als Pionier schon vorhanden ist.
5. Begründung von neuen Schwarzkiefernbeständen ist aus wirtschaftlichem Standpunkt abzulehnen, wenn sie nicht so angelegt sind, dass sie dem Samenanflug und rascher natürlicher Ausbreitung der Kiefer dienen können.
6. Weitere Ausbetung der Schwarzkiefer im Karstgebiet hat sich mit neuen Methoden der Bestandesbegründung zu befassen um damit biologische Stabilität zu sichern und die grosse Waldbrandgefahr zu vermindern.

UPORABLJENA LITERATURA

1. BALEN, J.: Naš goli Krš, Zagreb, 1931.
2. BELTRAM, V.: Pogozdovanje Krasa ni problem, Gozdarski vestnik, Ljubljana, 1946.
3. ČEHOVIN, S.: Razvoj in morfološke značilnosti mladostnih razvojnih faz črnega bora na Krasu. Polikopija, 1968.
4. FUKAREK, P.: Prilog poznavanju crnog bora, Radovi Poljoprivredno-šumarškog fakulteta Univerziteta u Sarajevu, Sarajevo, 1958.
5. HORVAT, J.: Sistematski odnosi termofilnih hrastovih i borovih šuma jugoistočne Evrope, Biološki glasnik, Zagreb, 1959.
6. IVKOV, R.: Šumske kulture i plantaže - tehnika podizanja i gajenja, Beograd, 1964.
7. JENKO, V.: Francoske metode introdukcije iglavcev v gozdovih listavcev, Gozdarski vestnik, Ljubljana, 1961.
8. JEVTIĆ, M.: Unoženje četinaru u luščarske šume, Beograd, 1962.
9. JOVANOVIĆ, S.: O najvažnijem ekološkom činiocu za crni bor na Zlatiboru, Šumarstvo, 1955.
10. MLINŠEK, D.: Predavanje (zapiski), Gojenje gozdov II, Ljubljana, 1967.
11. MLINŠEK, D.: Premena grmišč v Sloveniji, Gozdarski vestnik št. 5-6, Ljubljana, 1968.
12. PANOV, A.: Šume crnog bora i problemi njihove obnove, Sarajevo, 1955.
13. PIŠKORIĆ, O.: O crnom boru i borovini, Narodni šumar, Sarajevo, 1951.
14. RADOVANOVIĆ, Ž.: Obnova sastojine crnog bora u području g.g. Donja Krijava, Narodni šumar, 1958.

15. RAZNI AVTORJI: Kraš Slovenije, Split, 1957.
16. RAZNI AVTORJI: Gozd na krasu Slovenskega primorja, Ljubljana, 1963.
17. REGENT, B.: Gospodarjenje u listopadnim primorskim šumama i njihovo melioriranje, Šumarski list, 1958.
18. RUPERT, P.: Uredjivanje jednodobnih sastojina šumskih sjemenskih baza crnog bora, običnog, brucijskog, alepskog i američkog borovca primjenom neposredne i posredne selekcije i melioraciono sanitiranih mjera, Zagreb, 1966.
19. SCHARNAGGL, S.: Die Forstwirtschaft im Oesterreichischen Küstenlande mit vorzüglicher Rücksicht auf die Karst-Bewaldung, Wien, 1873.
20. ŠAFAR, J.: Uzgajanje šuma, Zagreb, 1963.
21. ŠEBENIK, M.: Današnja problematika pri gospodarjenju z gozdom na Slovenskem krasu, Gozdarski vestnik 7-8, 1970.
22. TOMAŽIČ, G.: Asociacije borovih gozdov v Sloveniji, Razprave matematično-prirodoslovnega razreda AZU v Ljubljani, Ljubljana, 1940.
23. TSCHERMAK, L.: Waldbau, Wien, 1950.
24. VICENTIĆ, M.: Oblici crnog bora u Jugoslaviji na temelju anatomije iglica, Glasnik za šumske pokuse Poljoprivredno-šumarskog fakulteta u Zagrebu, Zagreb, 1957.
25. WRABER, M. in drugi: Obnova gozda na Slovenskem krasu, Posebni odtis iz Gozdarskega vestnika št. 9-10, Ljubljana, 1954.

