

Primernost gozdnega reprodukcijskega materiala iz sosednjih držav za uporabo v gozdarstvu v Sloveniji

Suitability of forest reproductive material from neighbouring countries for forestry use in Slovenia

Marjana PUČKO¹, Hojka KRAIGHER²

Izvleček:

Pučko, M., Kraigher, H.: Primernost gozdnega reprodukcijskega materiala iz sosednjih držav za uporabo v gozdarstvu v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 65/2007, št. 1, cit. lit. 38. V slovenščini, z izvlečkom in povzetkom v angleščini. Prevod v angleščino avtorici, lektura Jana Oštir.

Drevesa so v splošnem najbolje prilagojena na ekološke razmere področja, v katerem so se razvila. Ker ekološke regije niso omejene z državnimi mejami, smo preučili možnosti uporabe gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) iz sosednjih držav v Sloveniji. Pripravili in analizirali smo karte klimatskih spremenljivk temperature in padavin, analizirali karte matične kamnine in talnih enot ter pridobljene podatke o provenienčnih območjih posameznih držav. Rezultat dela je seznam potencialno primernih provenienčnih območij, iz katerih je možna uporaba v primeru pomanjkanja domačega GRM.

Ključne besede: gozdni reprodukcijski material (GRM), uvoz GRM, provenienčno območje, ekološki dejavniki, genetski dejavniki

Abstract:

Pučko, M., Kraigher, H.: Suitability of forest reproductive material from neighbouring countries for forestry use in Slovenia. Gozdarski vestnik, Vol. 65/2007, No. 1. In Slovene, with abstract and summary in English, lit. quot. 38. Translated into English by the authors. English language editing by Jana Oštir.

Trees are generally best adapted to the ecological conditions of the region where they evolved. However, ecological regions are not bound by state borders. Therefore we have examined the possibilities of use of forest reproductive material (FRM) from neighbouring countries in Slovenia. Maps of climatic variables such as temperature and rainfall were produced and analyzed. Additionally, analyses of bedrock, soil units and acquired data on provenance regions were made. The result is a list of potentially suitable provenance regions from which use of FRM is possible in case of limited supplies of FRM of local Slovenian origin.

Key words: forest reproductive material (FRM), import of FRM, provenance region, ecological factors, genetic factors

1 UVOD 1 INTRODUCTION

V fazi obnove gozda se oblikujejo dednostne zasnove bodočega gozda, ki pogojujejo stabilnost bodočih sestojev. Osnovni pogoj stabilnosti gozda je obnova z rastišču prilagojenim gozdnim reprodukcijskim materialom (GRM) (KUTNAR et al. 2002). Drevesa so v splošnem najbolje prilagojena na ekološke razmere regije, v kateri so se razvila (PLIŪRA / HEUERTZ 2003). Njihova prilagojenost se kaže v fizioloških in morfoloških znakih fenotipa, ki je vedno odraz različnega izražanja kombinacije genetskih predispozicij v različnih okoljih. Dejanska prilagojenost okolju je odraz zgodovine sestoja v tem okolju, torej je posledica migracijskih poti posamezne vrste v preteklosti, kompetitivnih

spособnosti vrste, plastičnosti vrste itd. Dejansko primernost uporabe GRM za posamezne ekološke razmere bi bilo potrebno ugotoviti s provenienčnimi testi (NANSON 2004). Le-ti so zelo dolgotrajni, ne samo zaradi zagotavljanja zadostnega števila sadik različnih provenienc posamezne vrste za testiranje v različnih okoljih, temveč tudi zaradi različnega izražanja kvantitativnih znakov juvenilnih in odraslih dreves (JANSSON / JONSSON 2005). Pri umetni obnovi gozda je zato priporočljiva uporaba GRM, ki ima podobno genetsko zasnovo, kot jo imajo avtohtoni sestoji, ki so v večini primerov najboljše

¹ M. P. univ. dipl. inž. gozd. Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

² Doc. dr. H. K. Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

prilagojeni okolju. Vnos tujega genetskega materiala največkrat pripelje do medpopulacijskih križanj, ki lahko vplivajo na avtohton genetski material in posledično na potencialno manjšo stabilnost in produktivnost gozdov. Na podlagi provenienčnih testov zasukanega bora (*Pinus contorta*), zasajenih leta 1971, ki vsebujejo 140 provenienc na 60 lokacijah v Britanski Kolumbiji, je REHFELDT (2000) ugotovil, da populacije sicer zasedajo suboptimalne klimate, vendar imajo optimalno rast, preživetje in produktivnost domače populacije.

Področje gozdnega semenarstva ureja predvsem Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (ZGRM 2002), ki je skladen z evropsko direktivo 1999/105/ES (1999), in podrejenimi predpisi. ZGRM (2002) dovoljuje uvoz GRM za uporabo v gozdarstvu, če je le-ta enakovreden GRM, pridelanemu na območju Slovenije, ali če pride do pomanjkanja GRM določenih drevesnih vrst oziroma umetnih križancev, pridelanega na območju Slovenije. Uporabo rastišču ustreznega GRM pa predpisuje Zakon o gozdovih (1993 s popravki) in Program razvoja gozdov v Sloveniji (1996), kar omogoča ohranjanje slovenskih gozdnih genskih virov v okviru strokovno podprtih odločitev. Uporabo GRM predpišejo gojitelji načrtovalci oziroma revirni gozdarji z odločbo (večinoma žal le drevesno vrsto), medtem ko izven meja Slovenije uporabo rastišču ustreznega GRM lahko načrtovalci in strokovnjaki s področja ohranjanja gozdnih genskih virov zgolj priporočajo.

Analizo provenienčnih območij (PO) in njihovih ekoloških razmer v sosednjih državah in oceno primernosti GRM tujih provenienc za uporabo v gozdarstvu po posameznih PO Slovenije in za posamezne drevesne vrste oz. njihove skupine je naročilo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano zaradi možnosti uvoza GRM v primeru pomanjkanja v Sloveniji.

V prispevku je podan pregled PO, iz katerih bi bil na podlagi analiz ekoloških dejavnikov, in, kjer je bilo možno, tudi rezultatov genetskih analiz, potencialno možen uvoz GRM za uporabo v gozdarstvu na območju Republike Slovenije.

2 METODE

2 METHODS

V Sloveniji pridobljene količine GRM smo pridobili iz izdanih glavnih spričeval za GRM in izdanih izvidov o kakovosti (analize kalivosti po ISTA 2003; izvidi vključujejo tudi maksimalno možno število

sadik na kg semena) iz baze podatkov Gozdarskega inštituta Slovenije. Poraba sadik za leti 2004 in 2005 je povzeta po datotekah Zavoda za gozdove Slovenije. Izdelali in analizirali smo karte temperature in padavin, analizirali karte matične kamnine in talnih enot ter pridobljene podatke o PO posameznih držav. Podatke o PO posameznih držav smo dobili na spletnih straneh odgovornih institucij ali kot dokumente, ki so jih posredovale posamezne države. Za izdelavo zemljevidov smo uporabili georeferencirane meteorološke podatke (HIJMANS et al. 2004) in program IDRISI. Podatke o dolžini vegetacijske dobe smo povzeli po USDA JAWF (United States Department of Agriculture - Joint Agricultural Weather Facility). Podatki temeljijo na podatkih meteoroloških postaj, a nadmorskih višin ne upoštevajo. Talne enote predstavljajo izsek iz baze podatkov talnih enot Evrazije (SGDBE 2005) Karta je v merilu 1:100.000 in predstavlja poenostavljeno verzijo diverzitete in prostorske variabilnosti talnih enot. Ker so kriteriji določanja talnih enot uniformni, je karta primerna za primerjanje le-teh na večjih površinah. Meje PO so bile dodane s programom Paint Shop Pro.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3 RESULTS AND DISCUSSION

3.1 Obnova s sadnjo in setvijo v Sloveniji

3.1 Regeneration by planting and sowing in Slovenia

Razmerje med količino v Sloveniji nabranega semena, potencialno največjim možnim številom sadik (PNŠS) iz tega semena in potrebo po sadikah prikazuje tabela 1. Pri tem se moramo zavedati dejstva, da je vzgoja sadik večletna; v letih 2004 in 2005 so se uporabljale sadike vzgojene iz semena, ki je bilo nabrano pred letom 2003. PNŠS je produkt povprečnega števila kalivih (vitalnih) semen na kg semena in količine nabranega dodelanega semena v optimalnih (laboratorijskih) pogojih. Pri listavcih je dejanska uspešnost setve v drevesnici od 50 do 90 % (jelše 5 – 15 %) PNŠS (SUSZKA et al. 1996). Pri smreki znaša ta vrednost 75 %, pri borih med 50 in 75 % in pri jelki do 50 % (REGENT 1980).

Iz slovenskih gozdov pridobljena količina GRM ob neupoštevanju razmejitev na PO in višinske pasove večinoma zadostuje za potrebe po obnovi s sadnjo in setvijo.

Tabela 1: Količina dodelanega semena nabranega v Sloveniji, potencialno največje možno število sadik iz tega semena (v optimalnih pogojih) z leti obroda 2003-2005 in poraba sadik za sadnjo v letih 2004 in 2005

Table 1: Amount of treated seed of Slovenian origin, potentially maximum number of seedlings from this seed in optimal conditions in years of ripening 2003-2005 and seedling consumption for planting in 2004 and 2005

Leto obroda	Količina dodelanega semena / Amount of treated seed [kg]			PNŠS / potentially maximum number of seedlings			Poraba sadik / Seedling consumption	
	2003	2004	2005	2003	2004	2005	2004	2005
<i>Picea abies</i>	549	25	112	56.673.000	2.546.650	11.408.992	443.934	434.735
<i>Abies alba</i>	130	183		935.300	1.992.300		13.525	9.125
<i>Pinus sp.</i>	88		168	772.100		6.276.825	8.325	7.100
<i>Larix decidua</i>			36			2.917.080	19.865	15.655
ostali iglavci			103			432.600	402	1.103
<i>Fagus sylvatica</i>	379	548		1.191.200	1.722.400	42.000*	155.591	154.860
<i>Quercus sp.</i>	23.787	100	3.733	2.761.000	8.700	514.501	64.345	130.521
<i>Acer sp.</i>	287	66	71	1.192.000	334.620	359.970	103.805	111.641
<i>Fraxinus sp.</i>	104	209	45	913.900	1.820.900	390.690	68.910	98.685
<i>Prunus avium</i>	30	190	305	134.400	769.300	1.366.400	34.570	48.558
<i>Alnus sp.</i>	7	18		403.800	8.921.000		11.375	11.600
ostali listavci			655			501.500	13.960	12.946

* puljenke

3.2 Analiza provenienčnih območij

3.2 Analysis of provenance regions

3.2.1 Slovenija

Slovenija je na podlagi ekoloških dejavnikov razdeljena na 7 ekoloških regij, vsaka regija je razdeljena na 1 do 7 podregij in na ustrezno število višinskih pasov (Pravilnik o določitvi provenienčnih območij 2003). Za večinske drevesne vrste regije ustrezajo PO, za manjšinske vrste pa je celotna država ista provenienčna regija. Razdelitev Slovenije na PO temelji na fitogeografskih delitvah, kjer so bili kot kriteriji pri oblikovanju območij upoštewane botanične in

fitocenološke osnove, kamninska podlaga, starost kamnin, tla, relief, nadmorske višine, padavine, temperatura zraka, podnebje, tip pokrajine in fenološka opazovanja.

Ker v Sloveniji dolgotrajnih in sistematično zastavljenih rezultatov provenienčnih testov nimamo oz. so zelo omejeni, smo se pri analizi primernosti uvoza GRM v Slovenjo naslonili na kriterije, ki so bili uporabljeni za oblikovanje PO v Sloveniji.

Primernost uporabe GRM po PO in višinskih pasovih je priporočena v Pravilniku o določitvi provenienčnih območij (2003), odločitev je odgovornost gojitelja-načrtovalca.

Tabela 2: Klimatske razmere po PO v Sloveniji (povzeto po KUTNAR et al. 2002)

Table 2: Climatic conditions for provenance regions in Slovenia (from KUTNAR et al. 2002)

Koda	PO		Nadmorska višina [m]	Povprečna letna temperatura °C	Skupne letne padavine [mm]
	Polno ime				
1	Alpsko		187-2864	6,2	1912
2	Pohorsko		265-1543	8,1	1252
3	Predpanonsko		124-980	9,6	1039
4	Predalpsko		190-1674	8,6	1469
5	Preddinarsko		126-1181	9,1	1229
6	Dinarsko		108-1796	7,2	1853
7	Submediteransko		1-1295	11,4	1465
0	Slovenija		1-2864	8,6	1460

Tabela 3: Klimatske razmere po ekoloških regijah Avstrije (povzeto po KILIAN et al. 1994)

Table 3: Climatic conditions for ecological regions in Austria (from KILIAN et al. 1994)

Ekološka regija		Nadmorska višina [m]	Povprečna letna temperatura °C	Skupne letne padavine [mm]
Koda	Polno ime			
1	Innenalpen	650-3797	5,8	600-1300
2	Nördliche Zwischenalpen	500-3312	6,3	800-1900
3	Östliche und Südliche Zwischenalpen	450-2448	5,7	750-1500
4	Nördliche Randalpen	300-2995	6,5	1000-2500
5	Östliche Randalpen	170-2076	7,1	700-1250
6	Südliche Randalpen	300-2780	7,0	700-2000
7	Nördliches Alpenvorland	200-800	8,0	600-1500
8	Sommerwarmer Osten	100-700	9,2	450-1000
9	Mühl- und Waldviertel	300-1400	6,3	500-1100

3.2.2 Avstrija

Avstrija je razdeljena na 22 PO v 9. večjih klimatsko in geografsko opredeljenih regijah. Posamezna območja so razdeljena na 3 višinske cone, ki skupaj obsegajo 7 višinskih pasov (kolinsko-planarni, submontanski, nižje-, srednje- in zgornje- montanski, spodnje- in zgornje- subalpinski). Le-ti so v različnih PO lahko definirani različno. Priporočena je uporaba GRM samo znotraj posameznega izmed 22 PO in istega višinskega pasu.

3.2.3 Madžarska

Madžarska je razdeljena na 50 gozdnih regij, v okviru katerih se merijo ekološki dejavniki. Po več gozdnih regij je združenih v od 4 do 6 PO, ki so različna za različne drevesne vrste. Uporaba GRM v istem PO, iz katerega GRM izhaja, ni obvezna, je pa priporočljiva. Uporabljen mora biti GRM, ki je najbolj primeren za določeno rastišče; odločitev in

Tabela 4: Klimatske razmere po PO za črni topol, beli topol, belo vrbo, črno jelšo in poljski jesen na Madžarskem

Table 4: Climatic conditions for provenance regions for black poplar, white poplar, white willow, black alder and narrow-leaved ash in Hungary

PO	Nadmorska višina [m]	Povprečna letna temperatura °C	Skupne letne padavine [mm]
1	112-882	9,6	701
2	92-682	10,5	695
3	80-830	10,0	582
4	90-900	9,6	603

odgovornost sta prepuščeni strokovnemu znanju lastnika gozda in gozdarjem. Zaradi varstva gozdov z vidika ekologije, genetike in iz fitosanitarnih razlogov je na Madžarskem prepovedan uvoz GRM iz večjega dela Evrope in vseh območij zunaj Evrope. Izjema so provenience, katerih ustreznost se dokaže s provenienčnimi testi (Decree № 91/1997 2000).

3.2.4 Hrvaška

Hrvaška je razdeljena na 5 »oblasti« - ekološko definiranih področij s specifičnimi vegetacijskimi in sestojnimi razmerami. Te so razdeljene na semenske cone, ožja področja s specifičnimi klimatskimi in zemljepisnimi pogoji, ki karakterizirajo različnost rastlinskih združb in so za različne drevesne vrste različne. Cone so razdeljene na semenske enote, ki ustrezajo območju provenience.

Tabela 5: »Oblasti« na Hrvaškem (GRAČAN 2001)
Table 5: Regions in Croatia (GRAČAN 2001)

Koda	Oblast
I	Oblast nižinskih gozdov
II	Oblast hribovito-gorskih gozdov srednje in severne Hrvaške(150-1000 m n.v.)
III	Oblast hribovito-gorskih-planinskih gozdov (150-1500 m n.v.)
IV	Oblast submediteranskih gozdov
V	Oblast evmediteranskih gozdov (0-400 m n.v.)

3.2.5 Italija

Za Italijo nismo imeli na razpolago nobenih podatkov o razdelitvi na PO.

3.3 Ekološke razmere

3.3 Ecological conditions

3.3.1 Temperatura in vegetacijska doba

Temperatura je verjetno glavni selekcijski dejavnik, ki povzroča diferenciacijo vzdolž gradienta višine in geografske širine (JOHNSEN / SKRØPPA 2001). Ker se do določene stopnje rastline prilagajajo okolju, na njihov bioritem bolj vplivajo povprečne temperaturne razmere kot ekstremi (KUTNAR et al. 2002). Kljub temu nizki temperaturni ekstremi neposredno vplivajo na smrtnost genotipov s prezgodnjim začetkom rasti spomladi in zapoznelim prenehanjem rasti jeseni. Hkrati pa lahko genotipe z zapoznelim začetkom rasti spomladi in prezgodnjo dormanco v jeseni prerastejo genotipi, ki bolj uspešno izkoriščajo pogoje za rast, oz. izražajo dolgotrajnejšo rast med rastno sezono (REHFELD et al. 1999). Raziskave pri smreki so pokazale, da na adaptivne lastnosti potomstva vpliva temperatura med razvojem ženskih cvetov (JOHNSEN / SKRØPPA 2001). Produkcija semena v toplem okolju ustvari sadike z zapoznelo aktivacijo rasti in odganjanjem poganjkov spomladi, s podaljšano rastno dobo in zapoznelim prenehanjem rasti poleti ter zapoznelim razvojem odpornosti na mraz v jeseni v primerjavi s sadikami semena istih staršev, pridobljene v hladnejših pogojih. Ta materin spomin (pogoji v času tvorbe semena) se še dolgo ohrani v filialni generaciji (*ibid.*).

3.3.2 Padavine

Omejujoč dejavnik pri prenosu GRM je lahko nizka skupna letna količina padavin. V praksi je le malo

primerov, ko bi bil prenos iz vlažne v bolj suho regijo uspešen. Pomembna je tudi razporeditev padavin med letom. V primeru različnih vzorcev padavin je možen in/ali olajšan razvoj raznih boleznih (WRIGHT 2004).

3.3.3 Talne enote

Kode talnih enot so prikazane v tabeli 6 in na sliki 6.

4 OCENA PRIMERNOSTI GRM TUJIH PROVENIENC ZA UPORABO V GOZDARSTVU V SLOVENIJI

4 SUITABILITY OF FOREIGN PROVENANCE FRM FOR USE IN FORESTRY IN SLOVENIA

Drevesa se razlikujejo po sposobnosti uspevanja v okolju, ki je različno od okolja, iz katerega izhajajo. Kratkotrajni odgovor na spremembe v okolju je odvisen od fenotipske plastičnosti vrste. Le-te ni možno določiti pred dejanskim testiranjem vrste na novo okolje.

4.1 Genetsko znanje o nekaterih vrstah, ki so pomembne za slovensko gozdarstvo

4.1 Genetic knowledge of some species important for Slovenian forestry

Za večino gozdnih drevesnih vrst evropskega prostora ne razpolagamo z znanjem o genetskih lastnostih ali pa je to znanje zelo omejeno. Vse raziskave pa kažejo na križanja migracijskih poti v preteklosti na ozemlju Slovenije. Kje natanko potekajo meje

Tabela 6: Oznake talnih enot

Table 6: Soil unit codes

Koda	STU mednarodna oznaka	Koda	STU mednarodna oznaka	Koda	STU mednarodna oznaka
Dgs	Stagnični albeluvisol	Bd	Distrični kambisol	Id	Evtrični oglejeni luvisol
Qc	Haplični arenosol	Be	Evtrični kambisol	Lc	Kromični luvisol
Ql	Lamelični arenosol	Geh	Evtrično stagnični kambisol	Hc	Kalkarični feozem
Ck	Kalcični černozejom	Bc	Kromični kambisol	Hg	Oglejeni feozem
Ch	Črni černozejom	Eo	Rendzični leptosol	Wd	Distrični planosol
Jc	Kalkarični fluvisol	Ic	Kalkarični leptosol	We	Evtrični planosol
Jd	Distrični fluvisol	Lcr	Rodični luvisol	Rc	Kalkarični regosol
Je	Evtrični fluvisol	Ldg	Distrični oglejeni luvisol	Sm	Molični solonec
Gd	Distrični glejsol	Lg	Oglejeni luvisol	Bh	Haplični umbrisol
Ge	Evtrični glejsol	Lgs	Stagnični luvisol	Vp	Pelični vertisol
Gm	Molični glejsol	Lo	Haplični luvisol	Po	Podzol
Oe	Evtrični histosol				

in katere populacije pripisati posameznemu izvoru, pa rezultati dosedanjih raziskav še ne razkrivajo. Predvsem na področju preddinarskega in submediteranskega PO bi bilo potrebno močno zgostiti mrežo populacijskih raziskav.

4.1.1 Jelka (*Abies alba* L.)

BRINAR (1982) je pri preučevanju variabilnosti mladih jelk v odvisnosti od provenience in klimatskih dejavnikov glede odpornosti na pozno pomladansko pozebo ugotovil, da so slovenske avtohtone provenience bolj odporne od provenienc iz ostalih držav nekdanje Jugoslavije. Bolje so se odrezale tudi pri prirastku in reakcijski normi. Hkrati je odkril značilne razlike med jelko na silikatu in apnencu. V provenienčnih testih v Italiji in Franciji so ugotovili veliko medpopulacijsko variabilnost glede odpornosti na zmrzal, sušo in prirastek (KAJBA 2001). V provenienčnem poskusu, osnovanem na Hrvaškem, ki vsebuje 18 hrvaških in 2 slovenski provenienci (Podturn, Mašun), sta slovenski provenienci po rangi uspevanja na 7. in 18. mestu, kar pomeni, da so razlike med njima in nekaterimi hrvaškimi proveniencami manjše, kot je razlika med slovenskima proveniencama (5 let po osnovanju poskusa). BERGMAN et al. (1990) so z izoencimsko analizo odkrili izrazito odvisnost intenzivnosti propadanja jelke od genetske variabilnosti. Izoencimske analize jelke v Sloveniji kažejo na obstoj genetskih razlik med populacijami iz zahodnega in populacijami iz vzhodnega dela areala (BRUS / LONGAUER 1995). Raziskave glacialnih in postglacialnih migracijskih poti na osnovi mitohondrijske DNA so pokazale, da se na področju Slovenije križajo poti iz srednje Evrope in iz balkanskih refugijev (GÖMÖRY et al. 2004).

4.1.2 Smreka (*Picea abies* L. (Karst.))

Nevtralni markerji so pokazali veliko genetsko variabilnost znotraj populacij smreke. Odkrite so bile razlike med populacijami, ki izvirajo iz različnih ledenodobnih refugijev. Srednjeevropske populacije imajo nekoliko manjšo genetsko variabilnost v primerjavi s populacijami iz vzhodne Evrope in Skandinavije (SKRØPPA 2003). BOŽIČ et al. (2003) so na podlagi analize genetskih razdalj izoencimov ugotovili, da je potrebno populacije osrednjega dinarskega fitogeografskega območja ločevati od populacij alpskega fitogeografskega območja, PUČKO et al. (2005) pa na podlagi molekularnih markerjev večjo genetsko razdaljo med dinarskima in pohorsko

provenience smreke. V provenienčnih poskusih so se pokazale velike medpopulacijske razlike glede odgovora populacij na različne klimatske pogoje (SKRØPPA 2003).

4.1.3 Rdeči bor (*Pinus sylvestris* L.)

Mehanske lastnosti lesa rdečega bora vključno s kemično sestavo so različne glede na izvor. Ravno tako so prisotne razlike v odpornosti na patogene glive ter insekte (MÁTYÁS et al. 2003). Dolgotrajni provenienčni testi so dokazali pomembnost lokalno prilagojenih populacij, kar je posebej vidno na ekstremnih rastiščih. Ohranjene populacije na teh rastiščih kažejo manjšo plastičnost pri prenosu na druge lokacije, čeprav so lokalno superiorne (*ibid.*).

4.1.4 Bukev (*Fagus sylvatica* L.)

Rezultati analize populacij bukve v srednji in JV Evropi z izoencimskimi označevalci podpirajo hipotezo o obstoju ledenodobnih mikrorefugijev za bukev na ozemlju današnje Slovenije in nakazujejo genetske razlike med bukvijo iz celinskega dela in bukvijo iz submediteranskega dela (žal je bila analizirana le ena populacija) Slovenije. Hkrati pa populacije bukve v Sloveniji po svoji genetski variabilnosti in genetski raznolikosti ne odstopajo bistveno od populacij iz drugih delov srednje in jugovzhodne Evrope (BRUS 1999).

4.1.5 Dob (*Quercus robur* L.) in graden (*Quercus petraea* Liebl.)

Geografska razporeditev genetske variabilnosti kloroplastnega genoma doba in gradna se močno razlikuje od variabilnosti, opažene z uporabo jedrnih markerjev. Kloroplastni genom hrastovih sestojev teži k popolni fiksaciji znotraj populacije, medtem ko se genetska variabilnost jedrnega genoma nahaja znotraj populacije. Jedrni molekularni markerji kažejo šibko geografsko strukturo v smeri vzhod – zahod. Geografski trendi variabilnosti obstajajo za fenološke lastnosti, rast in obliko. Razporeditev adaptivne variabilnosti ni v korelaciji z nevtralno diverziteto. Bolj je verjetno, da je do geografske diferenciacije za adaptivne lastnosti prišlo zaradi lokalnih selekcijskih pritiskov in človekovega vpliva, kot pa zaradi starodavnega izvora sestojev (DUCOUSSO / BORDACS 2003).

4.1.6 Veliki jesen (*Fraxinus excelsior* L.)

Provenienčni poskusi so pokazali, da fenološke lastnosti, kot so tvorba in odpiranje popkov, kažejo variabilnost na večjih prostorskih razdaljah, medtem ko se rast in oblika, na kateri vplivata tla in kompeticija, spreminjata na lokalni ravni. Obstoj različnih ekotipov (gričevnati, pobočni, apnenčasti, ...) s testi potomstva še ni bil dokazan (PLIŪRA / HEUERTZ 2003).

4.1.7 Črna jelša (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.)

Veliko območje razširjenosti črne jelše z relativno majhnimi izoliranimi populacijami je vodilo do velike genetske variabilnosti vrste (KAJBA / GRAČAN 2003). Provenienčni test z 8. proveniencami iz porečja Drave in Save je pokazal, da je pri starosti dreves 15 in 20 let prisotna interakcija provenienc in okolja, ki kaže na genetsko diferenciacijo lokalnih populacij že znotraj majhnega območja na Hrvaškem (KRSTINIČ / KAJBA 1996). Na začetku 20. stoletja je prišlo na plantažah črne jelše v Nemčiji do pomanjkljivega razvoja, zgodnjega cvetenja, zavrtih debel, počasne rasti in nazadnje do množičnega umiranja plantaž. Vzrok je bil povezan z uporabo neprimernih provenienc glede na prilagojenost lokalnemu okolju (WEISGERBER 1974).

4.2 Možnosti uporabe GRM iz sosednjih držav

4.2 Possibilities for use of GRM from neighbouring countries

Uvoz (oz. uporabo) GRM je smiselno dovoliti ob povečani potrebi GRM in sicer ob pomanjkanju zaloga primerne GRM iz ustreznih PO in nadmorskih višin v Sloveniji. Pred uvozom bi bilo zaradi lastnosti bodočih sestojev in varstva gozdnih genskih virov potrebno pridobiti strokovno mnenje za vsako potencialno uvoženo partijo semena. S strokovnim mnenjem bi bilo potrebno opredeliti, ali so ekološke razmere lokacije, iz katere GRM izhaja, primerljive z okoljem, kjer bomo GRM uporabili. Hkrati moramo preveriti ali provenienčni testi in/ali genetske raziskave ne kažejo na različne populacije v smislu adaptivnih lastnosti. Pri uporabi GRM (iz uvoza in iz Slovenije) je potrebno upoštevati nadmorsko višino izhodnega materiala in ga uporabiti v primerljivem višinskem pasu, saj se z nadmorsko višino oziroma višinskim pasom spreminjajo temperaturni režim, dolžina vegetacijske dobe in ostali ekološki dejavniki. V primeru uvoza je smiselno, da se uvaža GRM vsaj kategorije »izbran«.

4.2.1 Avstrija

Večji del Avstrije se po svojih ekoloških razmerah razlikuje od Slovenije. Prevladujočo matično podlago sestavljajo vulkanske kamnine, v ekološki regiji 4 pa sedimentne kamnine. V manjši meri so prisotne še nekonsolidirane kamnine in eolski depoziti. Klima PO 5.4 kaže izrazit subilirski vpliv, posebej v JV legah. Povprečna količina padavin med 300 in 900 m n.v. znaša med 900 in 1.100 mm, na višini med 1.300 in 1.750 m n.v. pa do 1.500 mm. Najobilnejše so padavine spomladi in poleti, vse do konca septembra. Floristično in klimatsko se ilirski vpliv povečuje proti jugu območja. Povprečna letna temperatura znaša 7,6 °C (KILIAN et al. 1994). Prevladujoči talni enoti sta distrični kambisol in leptosol. PO 5.4 je, z izjemo matične podlage, podobno pohorskemu PO. PO 8.2 obsega višine od 205 do 670 m n.v. in ima subilirsko zaznamovan padavinski režim s povprečno letno količino padavin med 700 in 1.000 mm. Maksimalna količina padavin je poleti, razporejena preko več mesecev, lahko vse do jeseni. Tla so nekarbonatna in večinoma kislá. Prevladujoča talna enota je distrični planosol (53 %).

Iz Avstrije je možen uvoz GRM iz PO 5.4 v pohorsko PO ter iz PO 8.2 v predpanonsko PO, v podregiji 3.1 in 3.2, v manjši meri tudi v podregijo 3.3. Predvsem so za uvoz GRM primerni predeli ob Muri, kjer se ista talna enota nadaljuje v Slovenijo.

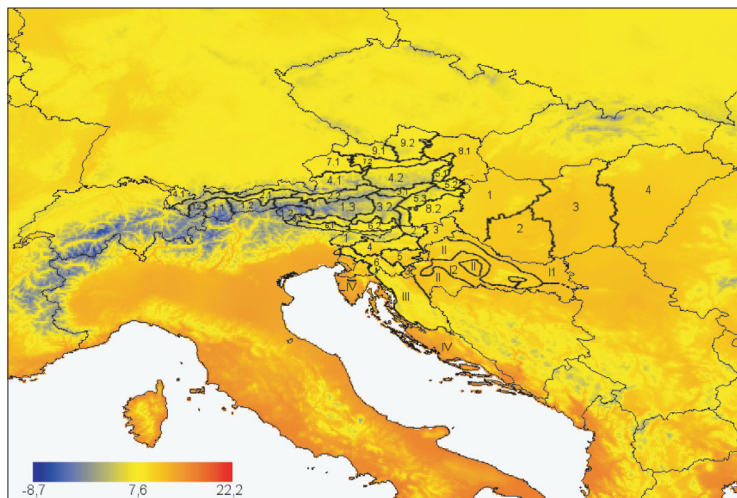
4.2.2 Madžarska

Madžarska se po matični podlagi in talnih enotah močno razlikuje od večjega dela Slovenije. Izjema je PO 1, kjer prevladujejo luvisoli različnih tipov. Podnebje je kontinentalno z viškom padavin poleti. Količina padavin se proti vzhodu zmanjšuje. Klimatske razmere (temperatura, padavine) PO 1 so primerljive z razmerami predpanonskega PO. Klima osrednjega in vzhodnega dela države ima bolj kontinentalni značaj. Tudi tla so tu drugačna kot v Sloveniji: černozej, feozem, solnec, vertisol, arenosol.

Uvoz GRM v Slovenijo je možen le iz PO 1, predvsem za črno jelšo v podregiji 3.1 in 3.2. Razdelitev PO za hraste se nekoliko razlikujejo. Kljub temu je PO 1 potencialno primerno za uvoz GRM doba, cera in gradna.

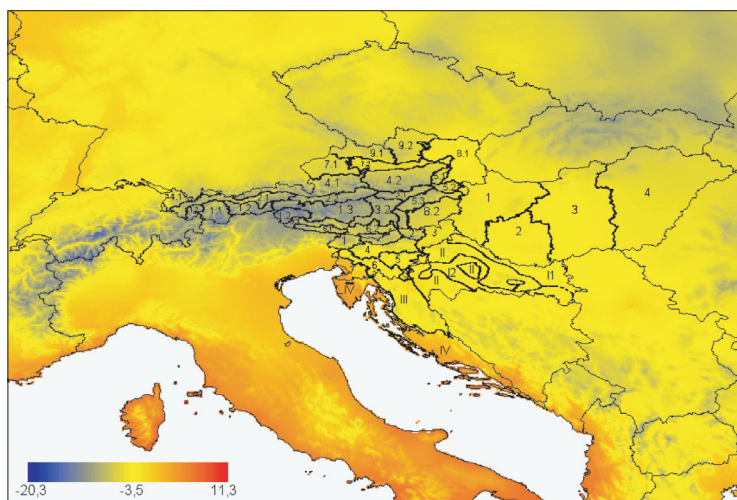
4.2.3 Hrvaška

Jelka: Možen je vnos semena iz semenske cone dinarskih gozdov bukve in jelke med nadmorskima



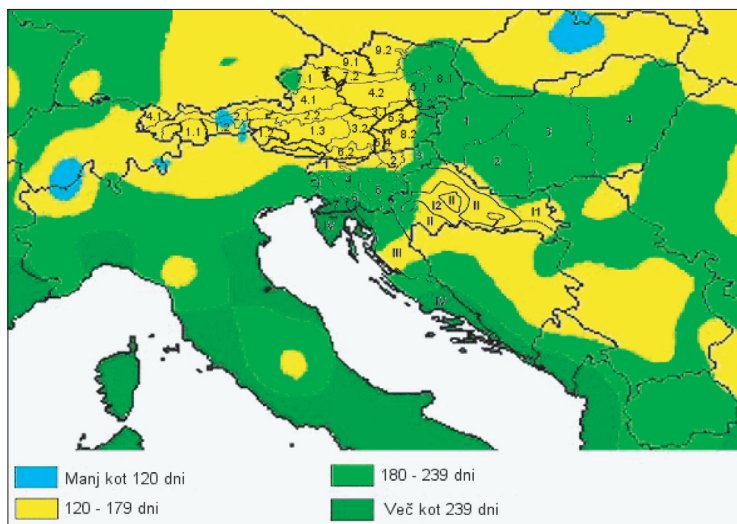
Slika 1: Povprečna letna temperatura v °C z zarisanimi mejami PO

Figure 1: Average yearly temperature in °C with marked borders of provenance regions



Slika 2: Minimalna temperatura najhladnejšega meseca v °C

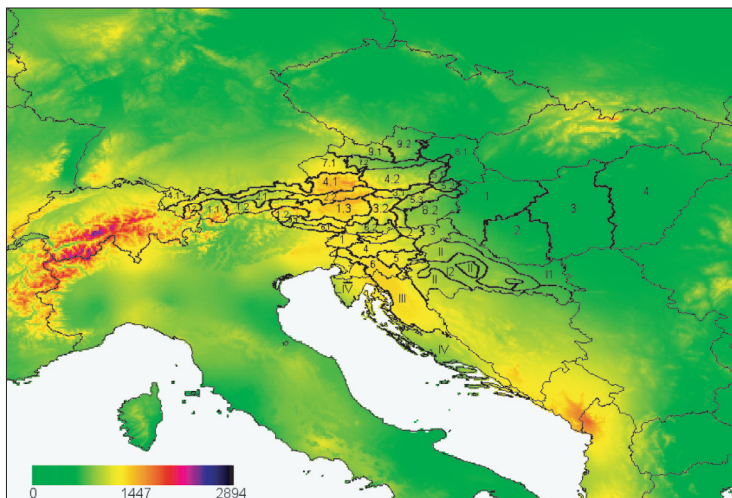
Figure 2: Minimum yearly temperature of the coldest month in °C



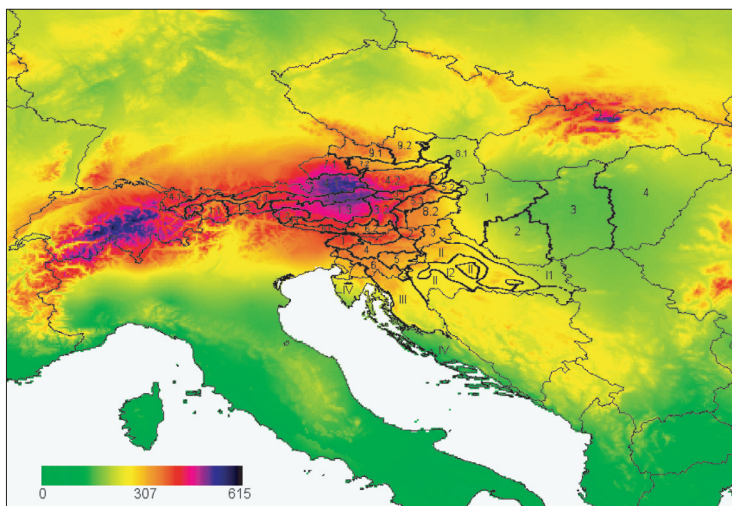
Slika 3: Dolžina vegetacijske dobe

Figure 3: Length of the vegetation period

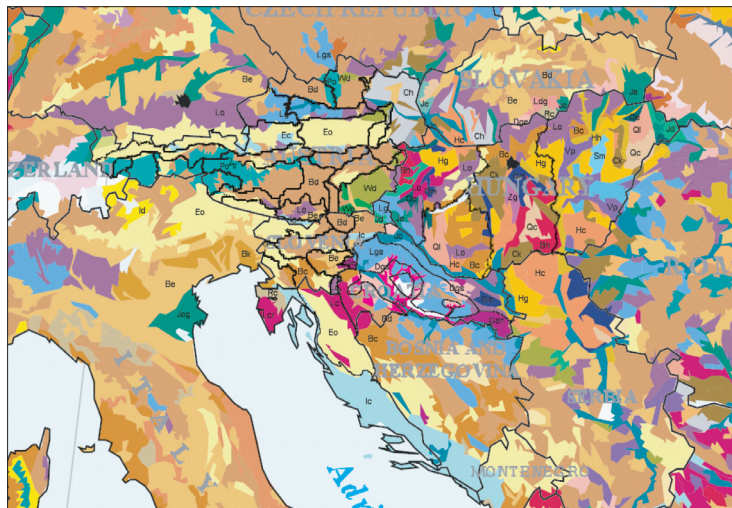
Slika 4: Skupna letna količina padavin v mm
Figure 4: Total yearly rainfall in mm



Slika 5: Padavine v najtoplejšem četrletju v mm
Figure 5: Rainfall in the warmest quarter of the year in mm



Slika 6: Talne enote
Figure 6: Soil units



višinama 700 in 1.200 m iz semenske enote Gorskega Kotarja in Kapele (III-3.1) v dinarsko PO v srednji in zgornji gorski pas.

Smreka: Možen je vnos iz semenske cone dinarskih gozdov bukve in jelke (700 – 1.200 m n.v.), semenske enote Gorski Kotar (III-3.1), v dinarsko PO.

Dob: Iz semenske cone nižinskih gozdov Podravja in Podonavja je možen vnos semena iz semenskih sestojev semenske enote zgornjega in srednjega Podravja (I-1.3, I-1.2), v ekološki podregiji 3.1 Goričko in 3.2 Murska ravan. Upoštevati moramo dejstvo, da je semenska cona I-1 v višinskem pasu do 200 m n.v. Zaradi nekoliko nižjih povprečnih letnih temperatur v Sloveniji in možnosti poznega

mraza se priporoča predvsem uvoz doba s kasnejšim časom olistanja.

Črnika: Ker črnika v Sloveniji uspeva na severnem robu svojega areala v manjših izoliranih populacijah, lahko slovenske populacije vsebujejo unikatne genotipe. Preden se dovoli uvoz GRM iz Hrvaške in s tem mešanje genetskega materiala, bi bilo potrebno raziskati genetsko variabilnost slovenskih populacij. Najbližji semenski sestoji črnike na Hrvaškem so v oblasti evmediteranskih gozdov, ki obsega hrvaške otoke z izjemo Krka in obalni pas Dalmacije v semenski coni gozdov črnike. Za uvoz GRM črnike bi bila potencialno izjemoma primerna severna semenska enota.

Tabela 7: Primerjava osnovnih ekoloških dejavnikov med III-3.1 in 6

Table 7: Comparison of basic ecological conditions between III-3.1 and 6

Hrvaška (SELETKOVIĆ (2001))				Slovenija (samo višinska pasova 3 in 4)			
Območje	T[°C]	P[mm]	nmv[m]	Območje	T[°C]	P[mm]	nmv[m]*
III-3.1	7,0	2060	700-1200	6	6,6	1990	> 700

Tabela 8: Primerjava osnovnih ekoloških dejavnikov med I-1.2, I-1.3 in 3.1 ter 3.2

Table 8: Comparison of basic ecological conditions between I-1.2, I-1.3 and 3.1, 3.2

Hrvaška (SELETKOVIĆ (1996))				Slovenija			
Območje	T[°C]	P[mm]	nmv[m]	Območje	T[°C]	P[mm]	nmv[m]*
I-1.2	10,8	743	97	3.1	9,6	805	156
I-1.3	10,0	888	169	3.2	9,3	827	147

* najnižji deli območja ob vodotokih

Tabela 9: Območja, iz katerih je možen vnos GRM po drevesnih vrstah in regije (podregije), v katere je vnos potencialno dopusten (kot primeren (P), manj primeren (MP) ali izjemoma primeren (IP))

Table 9: Regions from which FRM could potentially be used in Slovenia according to tree species and regions (sub-regions) (as suitable (P), less suitable (MP) or exceptionally suitable (IP))

Država	PO / cona / enota iz katere je vnos GRM možen (tujina)	PO / regija v kateri je vnos možen (SI)	Drevesne vrste, katerih GRM bi se lahko vnašal
Avstrija	5.4	2	jelka (MP), smreka (MP), gorski javor (P)
	8.2	3.1, 3.2, 3.3	cer (MP), graden (MP), črna jelša (MP-P), veliki jesen (P)
Madžarska	1*	3.1, 3.2	črna jelša (MP-P), dob (MP), cer (MP), graden (MP)
Hrvaška	I-1.2, I-1.3	3.1, 3.2	dob (MP)
	V-1.1	7	črnika (IP)
	I-1.1	3.1, 3.2	črna jelša (MP-P)
	IV-1.1, IV-1.2	7	puhasti hrast (IP - MP)
	III-3.1	6	smreka (MP - P)
	III-3.1	6	jelka (MP - P)

* meje provenienčnih območij se spreminjajo v odvisnosti od drevesne vrste

Puhasti hrast: Uvoz GRM za puhasti hrast bi bil možen iz oblasti submediteranskih gozdov in sicer iz obeh semenskih enot (IV-1.1 semenska enota gozdov hrasta puhavca s kraškim belim gabrom (0 – 300 m n.v.) in IV-1.2 semenska enota gozdov hrasta puhavca s črnim gabrom) jugozahodne semenske cone.

Črna jelša: Možen je vnos semena iz semenske cone Podravja in Podonavja, semenske enote srednjega in zgornjega Podravja (I-1-1), v predpanonsko PO, podregiji Goričko in Murska ravan. V semenski coni I-1 naj bi se nahajal optimum uspevanja črne jelše (KAJBA 2004, ustni vir).

6 POVZETEK

6 SUMMARY

Forest regeneration is one of the most important phases during forest development. With selection of forest reproductive material (FRM) and species composition, stability, productivity and other forest aspects can be influenced. As trees are generally best adapted to the ecological conditions of the region where they evolved the basic condition for a stable forest is regeneration with site adapted FRM. We have examined the possibilities of introduction of FRM from neighbouring countries to Slovenia. Maps of climatic variables such as temperature and rainfall were produced and analyzed. Bedrock, soil units and other acquired data on provenance regions were also analyzed. Additionally, existing but limited genetic knowledge of some species regarding central Europe is presented. A list of potentially suitable provenance regions from which use of FRM is possible (table 9) in case of limited supplies of Slovenian FRM is given.

7 ZAHVALA

7 ACKNOWLEDGEMENT

Nalogo je financiralo MKGP po pogodbi št. 2311-05-000200. Za pomoč pri izdelavi kart se zahvaljujemo mag. Andreju Koblerju, za pomoč pri razumevanju mednarodne klasifikacije talnih ent Miheju Urbančiču in za pomoč pri vegetaciji dr. Ladu Kutnarju. Za podatke o PO se zahvaljujemo tudi univ. dipl. inž. gozd. Ilse Strohschneider (BFW, Avstrija), dr. Istvánu Bachu (OMMI, Inspection Division for Horticulture and Forestry Reproductive Materials, Madžarska), univ.dipl.inž Ivanu Ištoku, (MPS-MPŠVG, Uprava Šumarstva, Hrvaška) in univ. dipl. inž. gozd. Katarini Celič (MKGP).

8 VIRI

8 REFERENCES

- BERGMANN, F. / GREGORIUS, H. / LARSEN, J., 1990. Levels of genetic variation in European silver fir (*Abies alba*). Are they related to the species' decline? - *Genetica*, 82, s. 1-10
- BOŽIČ, G. / KONNERT, M. / ZUPANČIČ, M. / KRAIGHER, H., 2003. Genetska diferenciacija avtohtonih populacij smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) v Sloveniji, ugotovljena z analizo izoencimov. - *ZbGl*, 71, s. 19-40.
- BRINAR, M., 1982. O divergentnostima nekih fizioloških osobina provenijencija na području Jugoslavije. - *Šum. List*, 106, s. 207-219.
- BRUS, R. / LONGAUER, R., 1995. Nekatere genetske značilnosti jelke (*Abies alba* Mill.) v Sloveniji. - *ZbGl*, 46, s. 45-74
- BRUS, R., 1999. Genetska variabilnost bukve (*Fagus sylvatica* L.) v Sloveniji in primerjava z njeno variabilnostjo v srednji in jugovzhodni Evropi: doktorska disertacija. Ljubljana, 130 s.
- Decree №. 91/1997 (XI. 28.) FM On forest reproductive materials and the certification scheme of forest reproductive materials in Hungary. 2000. Bach I. (ur.), National Institute for Agricultural Quality Control, Budimpešta, Madžarska.
- DUCOUSSO, A. / BORDACS, S., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for pedunculate and sessile oaks (*Quercus robur* and *Q. petraea*). IPGRI, Rim, Italija. 6 s.
- GÖMÖRY, D. / LONGAUER, R. / LIEPELT, S. / BALLIAN, D. / BRUS, R. / KRAIGHER, H. / PARPAN, V.I. / PARPAN, T.V. / PAULE, L. / STUPAR, V.I. / ZIEGENHAGEN, B., 2004. Variation patterns of mitochondrial DNA of *Abies alba* Mill. In suture zones of postglacial migration in Europe. - *Acta Soc. Bot. Poloniae*, 73, 3, s. 203-206.
- GRAČAN, J., 2001. Dostignuća na oplemenjivanju obične jele u Hrvatskoj. - V: B. Prpić (ur.), Obična jela u Hrvatskoj, Zagreb, Akademija šumarskih znanosti, s. 334-345.
- HIJMANS, R.J. / CAMERON, S.E. / PARRA, J.L. / JONES, P.G. / JARVIS, A., 2004. The WorldClim interpolated global terrestrial climate surfaces. Version 1.3. - URL: <http://biogeo.berkeley.edu/> (19.10.2005)
- International Rules for Seed Testing. 2004. Bassersdorf, Švica, The International Seed Testing Association (ISTA)
- JANSSON, G. / JONSSON, A., 2005. Use of trait combinations for evaluating juvenile – mature relationships in *Picea abies* L.- Tree genetics & genomes, 1, s. 21-29.

- JOHNSEN, Ø. / SKRØPPA, T., 2001. The influence of the environment during sexual reproduction on adaptations of conifers along latitudinal and altitudinal gradients. - V: Huttunen, S. et al. (ur.): Trends in European Forest Tree Physiology Research, Cost Action E6: EUROSILVA, Kluwer Academic Publisher, Dordrecht, s. 207-221.
- Joint Agricultural Weather Facility (JAWF). URL: <http://www.usda.gov/oce/waob/jawf/profiles/html/eur/eurclim.htm> (12.10.2005)
- KAJBA, D. / GRAČAN, J., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). IPGRI, Rim, Italija. 4 s.
- KAJBA, D., 2001. Unutrapopulacijska i međupopulacijska varijabilnost obične jele. -V: B. Prpić (ur.), Obična jela u Hrvatskoj, Zagreb, Akademija šumarskih znanosti, s. 322-331.
- KAJBA, D., 2004. Sveučilište u Zagrebu, Šumarski fakultet, Zavod za šumarsku genetiku i dendrologiju
- KILLIAN, W. / MÜLLER, F. / STARLINGER, F., 1994. Die forstlichen Wuchsgebiete Österreichs. Eine Naturraumgliederung nach waldökologischen Gesichtspunkten. Forstliche Bundesversuchsanstalt Wien, Waldforschungszentrum, Berichte 82, s.
- KRSTINIĆ, A. / KAJBA, D., 1996. Genetska varijabilnost nekih domaćih provenijencija crne johe (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.). V: Mayer, B. (ur.), Unapređenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava, Šumarski fakultet Sveučilišta u Zagrebu & Šumarski institut, Jastrebarsko, Zagreb, s. 1-8.
- KUTNAR, L. / ZUPANČIČ, M. / ROBIČ, D. / ZUPANČIČ, N. / ŽITNIK, S. / KRALJ, T. / TAVČAR, I. / DOLINAR, M. / ZRNEC, C. / KRAIGHER, H., 2002. Razmejitev provenienčnih območij gozdnih drevesnih vrst v Sloveniji na osnovi ekoloških regij. – Zbornik gozdarstva in lesarstva 67, s. 73-117
- MÁTYÁS, C. / ACKZELL, L. / SAMUEL, C.J.A., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*). IPGRI, Rim, Italija. 6 s.
- NANSON, A., 2004. Génétique et amélioration des arbres forestiers.- Les presses agronomique de Gembloux, A.S.B.L., Region Wallonne, Gembloux, 712 s.
- PLIÚRA, A. / HEUERTZ, M., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for common ash (*Fraxinus excelsior*). IPGRI, Rim, Italija. 6 s.
- Pravilnik o določitvi provenienčnih območij.- Ur.l. RS 72/03.
- Program razvoja gozdov v Sloveniji.- Ur.l. RS 14/96.
- PUČKO, M. / BOŽIČ, G. / KRAIGHER, H., 2005. Razvoj molekularne baze podatkov za smreko in možnost razlikovanja treh provenienc na podlagi molekularnih markerjev.- GozdV. 63 (9), s. 355 – 364.
- REGENT, B., 1980. Šumsko sjemenarstvo. Dokumentacija za tehniku i tehnologiju u šumarstvu 79, Beograd, Jugoslovenski poljoprivredno-šumarski centar, 201 s.
- REHFELDT, G. E. / YING, C. C. / SPITTLEHOUSE, D. L. / HAMILTON, D. A., 1999. Genetic Responses to Climate in *Pinus contorta*: Niche Breadth, Climate Change, and Reforestation. Ecological Monog. 69, s. 375-407.
- REHFELDT, G. E., 2000. Leslie L. Schaffer lectureship in forest science, URL: <http://www.forestry.ubc.ca/schaffer/rehfeldt/index.htm> (5.1.2006)
- SELETKOVIĆ, Z., 1996. Klima lužnjakovih šuma. -V: D. Klepac (ur.), Hrast lužnjak (*Quercus robur*) u Hrvatskoj, Zagreb, HAZU - Centar za znanstveni rad Vinkovci i "Hrvatske šume", p. o. Zagreb, s. 71-82.
- SELETKOVIĆ, Z., 2001. Klima i hidrološke prilike u dinarskim jelovim šumama u Hrvatskoj. -V: B. Prpić (ur.), Obična jela u Hrvatskoj, Zagreb, Akademija šumarskih znanosti, s. 133-146.
- SKRØPPA, T., 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Norway spruce (*Picea abies*). IPGRI, Rim, Italija. 6 s.
- Soil Geographical Database of Eurasia at scale 1:1,000,000 (SGDBE), version 4 beta. - URL: <http://eu soils.jrc.it> (19.10.2005)
- SUSZKA, B. / MULLER, C. / BONNET-MASIMBERT, M., 1996. Seeds of Forest Broadleaves: From Harvest to Sowing. INRA Editions, Paris, 320 s.
- WEISGERBER, H., 1974. First results of progeny tests with *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. after controlled pollination. V: Proceedings, Joint Meeting of Working Parties S. 02.04. Stockholm. s. 423-438. IUFRO, Vienna.
- WRIGHT, J.W., 2004. Tree introduction. Unasylyva 68. - URL: <http://www.fao.org/docrep/e3200e/e3200e05.htm> (26.10.2005)
- Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (ZGRM). Ur.l.RS 58/02, 85/02, 45/04.
- Zakon o gozdovih.- Ur.l. RS 30/93, 67/02