

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška VAUPOTIČ

**OGROŽENOST GENOFONDA ČRNEGA TOPOLA
(*Populus nigra* L.) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO

Univerzitetni študij

Ljubljana, 2006

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Urška VAUPOTIČ

**OGROŽENOST GENOFONDA ČRNEGA TOPOLA
(*Populus nigra* L.) V SLOVENIJI**

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

**THREATS TO GENEPOOL OF EUROPEAN BLACK POPLAR
(*Populus nigra* L.) IN SLOVENIA**

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2006

Delo je zaključek univerzitetnega študija gozdarstva. Opravljeno je bilo na Katedri za gojenje gozdov Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire je za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Roberta Brusa in za recenzentko doc. dr. Hojko Kraigher.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Naloga je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Urška Vaupotič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dn
DK	GDK 116.1 <i>Populus nigra</i> :165.4:191.1:(497.12(043.2))
KG	črni topol/ <i>Populus nigra</i> /kanadski topol/ <i>Populus</i> × <i>canadensis</i> /genofond/ introgresija/hibrid
KK	
AV	VAUPOTIČ, Urška
SA	BRUS, Robert (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2006
IN	OGROŽENOST GENOFONDA ČRNEGA TOPOLA (<i>Populus nigra</i> L.) V SLOVENIJI
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	VII, 90 str., 9 pregl., 25 sl., 148 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	Črni topol (<i>Populus nigra</i> L.) v Sloveniji raste večinoma ob velikih rekah. Sajen je bil tudi kanadski topol, ki je križanec med evropskim in ameriškim črnim topolom. Sajeni kanadski topol in avtohtoni črni topol se križata. Poleg križanja s hibridnimi topoli genofond črnega topola ogrožajo še posledice hidromelioracij, ki povzročajo izsuševanje rastišč, njihovo krčenje, onesnaževanje okolja in podnebne spremembe. V diplomski nalogi smo ugotavljali, kakšno je stanje v topolovih populacijah pri nas. V Ljubljanski kotlini smo določili tri raziskovalne ploskve, pri Brežicah pa še eno. Ploskve so bile velike 100 x 25 metrov. Ugotovili smo, da se hibridi pojavljajo tudi v bližini naravnih sestojev ter da je zato križanje med vrstama mogoče. Na eni ploskvi smo poleg črnih topolov odkrili tudi hibride. Delež črnih topolov je v naravnih sestojih večji, kot smo predpostavljali pred raziskavo. Topole smo morfološko razlikovali predvsem po številu loput, na katere razpade glavica ploda, po prisotnosti listnih žlez, vzdolžnih rebrc na poganjkih ter škodljivcev na drevesih. Listi so zelo pestrih oblik in velikosti, zato niso zanesljiv determinacijski znak. Delež moških dreves v sestojih je večji kot delež ženskih, vendar je razmerje takšno, da je opraševanje neovirano. Pomlajevanja v odraslih sestojih ni, ker ni poplav, ki bi odstranile odrasla drevesa ter nanosila nove sedimente. Za zaščito črnih topolov predlagamo uporabo avtohtonega reprodukcijskega materiala, prepoved krčitev obstoječih sestojev, obnovo rastišč, ustanavljanje rezervatov, izsekavanje hibridov in ekstenzivno kmetovanje v okolici.

KEY WORD DOCUMENTATION

DN Dn
 DC FDC 116.1 *Populus nigra*:165.4:191.1:(497.12(043.2))
 CX european black poplar/canadian poplar/genepool/introgression/hybrid
 CC
 AU VAUPOTIČ, Urška
 AA BRUS, Robert (mentor)
 PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
 PB Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
 PY 2006
 TI THREATS TO GENEPOOL OF EUROPEAN BLACK POPLAR (*Populus nigra* L.) IN SLOVENIA
 DT Graduation Thesis (University studies)
 NO VII, 90 p., 9 tab., 25 fig., 148 ref.
 LA sl
 AL sl/en

 AB Black poplar (*Populus nigra* L.) in Slovenia grows along big rivers. Canadian poplar, a cross between American and European black poplar, was also planted. Canadian poplar crosses with autochthonous black poplar. Besides mentioned genetic interference black poplars gene pool is being threatened by changes of river systems, which cause drying of growing sites, their cutting, environmental pollution and climatic changes. In graduation thesis we investigated the condition of poplar populations in Slovenia. We set three research plots near Ljubljana and one near Brežice. Size of research plots was 100 x 25 meters. We concluded that hybrids also grow near natural stands what makes the crossing between species possible. One plot contained black poplars and hybrids. Percentage of black poplars in natural stands is higher than expected. The determination was based on morphologic characters: number of flaps when fruits open, presence of leaf glands, ribs on shoots and parasites on trees. There is a big variety of leaf shapes and sizes on poplar trees and we shouldn't use these indicators for determination. Percentage of male trees in stands is higher from female's, nevertheless pollination remains undisturbed. Rejuvenation is missing in adult stands due to the lack of floods, which would remove adult trees and leave new sediments to come. For protection of black poplar we suggest the use of autochthonous reproductive material, prohibition of cutting of existing stands, reconstruction of growing sites, establishment of reserves, cut out of hybrids and maintaining agricultural activities on extensive level.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORD DOCUMENTATION.....	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC.....	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 OPREDELITEV PROBLEMA	3
3 PREGLED OBJAV	5
3.1 TAKSONOMSKA UVRSTITEV TOPOLOV	5
3.2 MORFOLOGIJA TOPOLOV	8
3.3 RASTIŠČE IN AREAL	12
3.4 TOPOLOVI NASADI V SVETU	17
3.5 GOZDNI GENSKI VIRI IN GENSKÉ BANKE	20
3.6 OHRANJEVANJE GENSKIH VIROV ČRNEGA TOPOLA V EVROPI	23
3.7 ZAČETKI PRENAŠANJA VRST IN ŽLAHTNJENJA TOPOLOV	31
3.8 RAZMNOŽEVANJE TOPOLOV	32
3.9 MONITORING GENETSKE PESTROSTI V NARAVNIH SESTOJIH ČRNEGA TOPOLA IN NJIHOVO OBNAVLJANJE	36
3.10 PESTROST NA PLANTAŽAH	40
3.11 PROUČEVANJE INTROGRESIJE IN DRUGE RAZISKOVALNE TEHNIKE.....	42
3.12 PATOGENI NA TOPOLIH	45
3.13 VARSTVO GENSKIH VIROV ČRNEGA TOPOLA IN SHRANJEVANJE MATERIALA.....	48
3.14 RAZISKAVE TOPOLOV V SLOVENIJI	49
4 CILJI IN HIPOTEZE	51
5 RAZISKOVALNI OBJEKTI, MATERIAL IN METODE	52
5.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI	52
5.1.1 Vmestitev raziskovalnih ploskev v prostor	52
5.1.2 Splošen geografski opis	52
5.1.3 Ploskve	55
5.2 MATERIAL	59
5.3 METODE	60
6 REZULTATI	66
7 RAZPRAVA IN SKLEPI	72
8 POVZETEK	77
9 SUMMARY	79
10 VIRI	81

KAZALO PREGLEDNIC

PREGLEDNICA 1: PREGLED SEKCIJ V RODU POPULUS (POPLAR FROM WIKIPEDIA, 2006; KAUTER, 1999) _____	6
PREGLEDNICA 2: PODATKI FAO O NARAŠČANJU POVRŠIN TOPOLOVIH PLANTAŽ IN NARAVNIH SESTOJEV (FAO, 2000) _____	18
PREGLEDNICA 3: PODATKI FAO O NARAŠČANJU UVOZA IN IZVOZA (FAO, 2000) _____	19
PREGLEDNICA 4: REZULTATI Z RAZISKOVALNIH PLOSKEV _____	67
PREGLEDNICA 5: PRIKAZ MLADIK S PLOSKVE 3 PO VIŠINSKIH RAZREDIH _____	70
PREGLEDNICA 6: PRIKAZ ŠTEVILA DREVES PO DEBELINSKIH STOPNJAH NA VSEH ŠTIRIH PLOSKVAH _____	70
PREGLEDNICA 7: SPOLNA STRUKTURA PO DEBELINSKIH STOPNJAH NA PLOSKVI 1 _____	70
PREGLEDNICA 8: SPOLNA STRUKTURA PO DEBELINSKIH STOPNJAH NA PLOSKVI 2 _____	71
PREGLEDNICA 9: SPOLNA STRUKTURA PO DEBELINSKIH STOPNJAH NA PLOSKVI 3 _____	71

KAZALO SLIK

SLIKA 1: LISTI AVTOHTONEGA ČRNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	9
SLIKA 2: LIST HIBRIDNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	9
SLIKA 3: PLODOVI AVTOHTONEGA ČRNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	9
SLIKA 4: PLODOVI HIBRIDNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	9
SLIKA 5: LISTNE ŽLEZE NA LISTU HIBRIDNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	10
SLIKA 6: REBRCA NA POGANJKU HIBRIDNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	10
SLIKA 7: ČRNI TOPOL DOSEGA VELIKE DIMENZIJE (FOTO: U. VAUPOTIČ)	11
SLIKA 8: AREAL EVROPSKEGA ČRNEGA TOPOLA V SLOVENIJI (PODATKI O GOZDNIH FONDH ZGS, 2001)	14
SLIKA 9: AREAL EVROPSKEGA ČRNEGA TOPOLA V EVROPI (VANDEN BROECK, 2003)	15
SLIKA 10: PREČNI PREREZ REKE (POVZETO PO PONT IN SOD., 1999; TABBUSH, 1998)	17
SLIKA 11: SKICA ZA PODLAGO HRVAŠKIH RAZISKAV O MORFOLOGIJI LISTOV (PRIREJENO PO KRSTINIČ IN SOD., 1998B).	42
SLIKA 12: VOLNATE UŠI RODU PEMPHIGUS NA LISTIH AVTOHTONEGA ČRNEGA TOPOLA (FOTO: U. VAUPOTIČ)	47
SLIKA 13: MATIČNJAK NA TOPOLOVIH PLANTAŽAH V VRBINI (FOTO: U. VAUPOTIČ)	48
SLIKA 14: NASADI HIBRIDNIH TOPOLOV V VRBINI PRI BREŽICAH (FOTO: U. VAUPOTIČ)	50
SLIKA 15: NASADI HIBRIDNIH TOPOLOV V VRBINI PRI BREŽICAH (FOTO: U. VAUPOTIČ)	50
SLIKA 16: LOKACIJE RAZISKOVALNIH PLOSKEV	52
SLIKA 17: PRETOK REKE SAVE PRI OPAZOVALNI POSTAJI SAVA ŠENTJAKOB (STANJE ..., 2006)	54
SLIKA 18: MESTNI NAČRT LJUBLJANE (2005) Z OZNAČENO LOKACIJO PLOSKVE 1	55
SLIKA 19: STANJE NA PLOSKVI 1 (FOTO: U. VAUPOTIČ)	56
SLIKA 20: STANJE NA PLOSKVI 2 (FOTO: U. VAUPOTIČ)	56
SLIKA 21: STANJE NA PLOSKVI 4 (FOTO: U. VAUPOTIČ)	56
SLIKA 22: MESTNI NAČRT LJUBLJANE (2005) Z OZNAČENO LOKACIJO PLOSKVE 2	57
SLIKA 23: MESTNI NAČRT LJUBLJANE (2005) Z OZNAČENO LOKACIJO PLOSKVE 3	58
SLIKA 24: ORTOFOTO POSNETEK SAVE PRI ČATEŠKIH TOPLICAH	59
SLIKA 25: STANJE PRI ČATEŠKIH TOPLICAH	69

1 UVOD

Svetovna zveza za varstvo narave (IUCN, World conservation union) je organizacija, ki poskuša ohraniti raznovrstnost v naravi in zagotoviti trajnostno rabo naravnih virov. Zavarovana območja razvršča v naslednje kategorije: I - strogi naravni rezervat/naravno območje (*Strict Nature Reserve/Wilderness Area*), II - narodni park (*National Park*), III - naravni spomenik (*Natural Monument*), IV - zavarovani habitati rastlinskih in živalskih vrst (*Habitat/Species Management Area*), V - zavarovana krajina ali predel morja (*Protected Landscape/Seascape*), VI - zavarovana območja upravljanih naravnih virov (*Managed Resource Protected Areas*) (Parks for life ..., 1994; Skoberne, 1994). V Sloveniji so v kategorijo I uvrščeni naravni rezervati, v kategorijo II Triglavski narodni park, v kategorijo III naravni spomeniki, v kategorijo V regijski in krajinski parki, v kategorijo VI pa vsi slovenski gozdovi. Nekatere slovenske kategorije zavarovanih območij so lahko razvrščene več IUCN kategorij (Pregled stanja ..., 2002).

Ogrožene vrste so vrste, katerih številčnost se zmanjšuje in obstaja možnost, da izumrejo (Pregled stanja ..., 2002). V Pravilniku o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam (2002) so rastlinske in živalske vrste uvrščene v kategorije ogroženosti, ki temeljijo na kategorizaciji IUCN: Ex – izumrla vrsta (*Extinct*), Ex? – domnevno izumrla vrsta, E – prizadeta vrsta (*Endangered*), V – ranljiva vrsta (*Vulnerable*), R – redka vrsta (*Rare*), O – vrsta zunaj nevarnosti (*Out of danger*), I – neopredeljena vrsta (*Indeterminate*), K – premalo znana vrsta (*Insufficiently Known*). Slovenski raziskovalci poskušajo črni topol uvrstiti med ranljive vrste.

Črni topol je ena najbolj ogroženih drevesnih vrst v Evropi in obstajajo številni dejavniki, ki pospešujejo njegovo ogrožanje (Vanden Broeck, 2003; Popivshchy in Prokazin, 1998; Der Nationalpark, 2006). Prvi so naravni dejavniki, ker reke redno ali občasno poplavlajo, meandrirajo in premikajo svoje struge. Druga skupina dejavnikov so melioracije obrežnih ekosistemov in gradnje hidroelektrarn. Spremenile so naravna rastišča v kmetijske površine, poplavne ravnice so pozidali, spremenil se je ritem poplav, hitrejši tok rek je povzročil erozijo v strugi in znižal podtalnico, rastišča se zaradi nižanja podtalnice sušijo, številne obrežne ravnice so trajno poplavlili ali pa popolnoma odrezali od reke, zajetja in

jezovi so zmanjšali količino sedimentnih delcev v vodi, naravne rečne brežine so nadomestile betonske konstrukcije. Tretja skupina dejavnikov so nasadi na rastiščih naravnih topolov. Naravne topole so izsekali, ker so bili premalo donosni, zasadili pa so hitrorastoče hibride. Četrta skupina je introgresija genov (vnos genov drugih vrst) hibridov med avtohtone topole, iz česar sledi gensko osiromašenje avtohtonih črnih topolov. Peta splošna skupina je onesnaženje zraka in globalne podnebne spremembe.

2 OPREDELITEV PROBLEMA

Rod topolov (*Populus*) obsega številne vrste, katerih areali se v naravi prekrivajo ali pa so v stiku zaradi človekovih posegov. Križanje v rodu je spontano ali pa ga opravlja človek. Ločevanje vrst ni enostavno, še težje pa je ločevanje taksonomskih enot nižje od vrste. S križanjem evropskega (*P. nigra*) in ameriškega črnega topola (*P. deltoides*) je nastal kanadski topol (*P. × canadensis*), ki je zaradi žlahtnjenja poznan po številnih klonih.

V Evropi in Sloveniji so pogosto sadili kanadski topol. Od črnega topola ga ločimo po številnih morfoloških znakih: obliki in velikosti listov, listnih žlezah, poganjkih in plodovih. Ali je razlikovanje po morfoloških znakih dovolj natančno, smo med drugim ugotavljali v tej diplomski nalogi.

Življenjski prostor črnega topola so obrežni gozdovi, ki so odvisni od rečne dinamike in njihovega poplavnega režima. Na številne motnje se je črni topol dobro prilagodil z veliko količino plodov, zgodnjo spolno zrelostjo, kratko življenjsko dobo in vegetativnim razmnoževanjem. Drevesa so odvisna od višine podtalnice, zato jih njeno upadanje močno prizadene. Naravovarstvene inštitucije zato črni topol uporabljajo kot indikatorsko vrsto za spremljanje stanja v obrežnih gozdovih.

Topolovina je industrijska surovina, ki je danes iskana predvsem zaradi furnirja. V svetu se zaradi potreb po lesu površine plantaž povečujejo in države tako preprečujejo izsekavanje tropskih gozdov, vendar se s tem povečuje vnos hibridnih topolov v okolje.

Varovanje črnih topolov poteka v naravnem (*in situ*) in umetnem (*ex situ*) okolju. Vsako ima svoje prednosti in svoje slabosti, bistveno pa je, da je zaradi prizadetosti populacij *ex situ* metoda včasih edini možni način za njihovo varstvo. Zakonske osnove za zaščito gozdnih genskih virov v Sloveniji dajeta Zakon o gozdovih (1993) in Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (2002), izvedbena zakonodaja pa je še v fazi sprejemanja. Edina oblika genske banke topolov v Sloveniji je živi arhiv topolovih matičnjakov v drevesnici Gozdarskega inštituta Slovenije v Zadobrovi v bližini Ljubljane.

EUFORGEN je evropski program varovanja gozdnih genskih virov. Črni topol je vključen v Mrežo za manjšinske listavce. V EUFORGEN-u na področju črnega topola sodeluje 29 držav, Slovenija od leta 1999. Stanje črnega topola v evropskih državah je zelo različno. Ponekod ustanavljajo nacionalne parke, rezervate in druga zaščitena območja, drugod ugotavljajo stanje, kjer avtohtonega črnega topola sploh ni več ali pa so le še stari, nevitalni osebki. Nekatere države še vedno aktivno selekcionirajo in iščejo klone, odporne proti boleznim, ali pa topol uporabljajo v fitoremediacijskih projektih. Črni topol je ponekod uvrščen med ogrožene in minoritetne vrste.

Generativno razmnoževanje je za vrsto pomembno, ker tako nastajajo nove genske kombinacije, kar veča genetsko pestrost in možnost preživetja v spreminjajočem okolju. Možni so negativni vplivi generativnega razmnoževanja (inbriding, razmnoževanje v sorodstvu), kar narava poskuša preprečiti s številnimi mehanizmi. Introgresija genov (vnos genov ene vrste v drugo) se v Evropi dogaja in možna je tudi v Sloveniji. Zaradi nje in drugih pojavov se genetska pestrost v populacijah spreminja. Spremljati jo je potrebno na različnih nivojih, najbolje pa znotraj mreže ohranitvenih območij. Introgresijo v Evropi preučujejo s pomočjo meritev morfoloških in fizioloških parametrov in z molekularnimi metodami.

V naravnih sestojih ni katastrofalnih gradacij žuželk in gliv, na plantažah pa smo lahko priča popolnim uničenjem. Praviloma je v naravnih sestojih prisotna velika genska pestrost, ki omogoča preživetje v takšnih situacijah, na plantažah pa izredno majhna pestrost, ki lahko povzroči propad celotnega nasada. Ljudje se proti boleznim borijo s selekcioniranjem odpornih genotipov, vendar tako povzročajo siromašenje genofonda na plantažah in izginevanje trofično povezanih vrst.

V Sloveniji raziskave o topolih potekajo od 1960-ih let na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Največ nasadov je nastalo pred in po 2. svetovni vojni, vendar so danes podatki o njihovem stanju skopi. Danes raziskav topolov v Sloveniji ni, v Evropi pa potekajo številni raziskovalni projekti. Cilj raziskovalcev je uvrstiti topol med ranljive vrste in podrobno raziskati njegove avtohtone populacije. Potrebno je locirati hibride v okolju in oceniti nevarnost za introgresijo. Namen diplomske naloge je bil pregled objavljene literature in objavljene ugotovitve primerjati s stanjem v Sloveniji.

3 PREGLED OBJAV

3.1 TAKSONOMSKA UVRSTITEV TOPOLOV

Taksonomija topolov je precej zapletena in včasih nejasna, ker se v literaturi pojavlja več imen za isto vrsto. Prav tako je pri teh drevesih problem določitve vrste, ker opažamo veliko križanj. Topoli so drevesa, ki jih uvrščamo v naslednje taksonomske enote (Martinčič in sod., 1999; Brus, 2005):

- deblo: semenke (*Spermatophyta*)
- poddeblo: kritosemenke (*Magnoliophytina*, *Angiospermae*)
- razred: dvokaličnice (*Magnoliopsida*, *Dicotyledoneae*)
- red: vrbovci (*Salicales*)
- družina: vrbovke (*Salicaceae*)
- rod: topoli (*Populus*)

V svetu v družini *Salicaceae* najdemo štiri rodove: *Salix*, *Populus*, *Chosenia* in *Toisusu* (Heywood, 1995). Zadnja dva imata po enega predstavnika v rodu in sta omejena na jugovzhodno Azijo. Kauter (1999) zadnjega naštetega rodu ne navaja. Večina članov družine *Salicaceae* je dvodomnih rastlin, razen *Populus lasiocarpa*. Oplojevalna tehnika je zato pri tej vrsti drugačna. Vrbe so žužkocvetne rastline, topoli pa se pri oplojevanju zanašajo na veter.

Rod *Populus* je razdeljen na 5 sekcij: *Aigeiros*, *Leuce* (imenovana tudi sekcija *Populus*), *Leucoides*, *Tacamahaca* in *Turanga* (Kauter, 1999). V literaturi (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004; Tabbener in Cottrell, 2003) naštevajo še sekcijo *Abaso* z enim predstavnikom v Severni Ameriki. Sekcije so upoštevali predvsem pri žlahtnjenju in križanju, saj so križali v večini primerov znotraj sekcij. V preglednici 1 prikazujemo sekcije v rodu topolov, poslovenjena imena (prevodi avtorice dipl. naloge), vrste v posameznih sekcijah, kje te vrste rastejo in posebnosti pri žlahtnjenju (Poplar from wikipedia, 2006; Kauter, 1999).

Preglednica 1: Pregled sekcij v rodu *Populus* (Poplar from wikipedia, 2006; Kauter, 1999)

SEKCIJA	POSLOVENJE- NO IME	VRSTE	LOKACIJA	ŽLAHTNJENJE
<i>Aigeiros</i> DUBY	črni topoli	<i>P. nigra</i> , <i>P. deltoides</i> ...	Evropa, Sev. Amerika, Azija	najdaljša zgodovina gojenja (15. stol.)
<i>Leuce</i> DUBY	trepetlike in beli topoli	<i>P. alba</i> , <i>P. tremula</i> ...	Evropa, Sev. Amerika, Azija	redko uporabljeni
<i>Tacamahaca</i> SPACH	balzamasti topoli	<i>P. balsamifera</i> , <i>P. simonii</i> ...	Azija, Severna Amerika	vnešeni v Evropo za načrtna križanja
<i>Leucoides</i> SPACH	velikolistni topoli	<i>P. heterophylla</i> , <i>P. lasiocarpa</i> ...	V Azija, Sev. Amerika	nezanimivi za žlahtnjenje
<i>Turanga</i> BUNGE	subtropski topoli	<i>P. euphratica</i> ...	JZ Azija, V Afrika	

Američani uporabljajo za poimenovanje svojih črnih topolov iz sekcije *Aigeiros* naziv "cottonwoods", kitajski iz sekcije *Leucoides* pa so imenovani tudi "necklace poplars".

V nadaljevanju bomo navedli vrste iz rodu *Populus*, ki so zanimive zaradi gojenja in ki so pogoste v svetu, ter našteji križance oz. hibride, ki se pogosto pojavljajo v strokovni literaturi (Brus, 2005; More in White, 2003; Poplars from wikipedia, 2006; Kauter, 1999; Zauner, 2000; Vanden Broeck in sod., 2004).

- *Populus nigra* L. – (avtohtoni evropski) črni topol
- *Populus nigra* L. 'Italica' = *P. nigra* var. *italica* Moench. = *P. italica* = *P. pyramidalis* – lombardski topol, laški topol, jagned, Napoleonov topol
- *Populus deltoides* Marsh. – ameriški črni topol
- *Populus alba* L. – beli topol
- *Populus tremula* L. – trepetlika
- *Populus tremuloides* Mischeaux – ameriška trepetlika
- *Populus simonii* Carr. – simonov topol
- *Populus balsamifera* L. – balzamasti topol (Brus, 2005), bálzamski topol (Brinar, 1970)
- *Populus maximowiczii* Henry – japonski balzamasti topol
- *Populus trichocarpa* Torr.& Gray. – zahodnoameriški balzamasti topol
- *Populus lasiocarpa* – kitajski topol

- *Populus* × *canadensis* Moench. = *Populus* × *euramericana* Guinier – kanadski topol, križanec *P. nigra* in *P. deltoides*
- *Populus* × *interamericana* – križanci severnoameriških vrst *P. deltoides* in *P. trichocarpa*
- *Populus* × *canescens* (Ait.) – sivi topol, križanec *P. alba* in *P. tremula*

Še drugi manj uporabljeni so: *P. yunnanensis* – kitajski balzamasti topol, *P. laurifolia* Ledebour, *P. koreana* Rehder, *P. szechuanica* Schneider, *P. angustifolia* James, *P. grandidentata* – velikozobata (ameriška) trepetlika, *P. adenopoda* - kitajska trepetlika, *P. sieboldii* – japonska trepetlika, *P. fremontii*, *P. heterophylla*, *P. wilsonii* ...

Evropski črni topol *Populus nigra* L. ima 3 varietete (Poplars from wikipedia, 2006) oz. tri podvrste (More in White, 2003; Kajba in sod., 2004; Toplu, 2004). *P. nigra* subsp. *nigra* je podvrsta, ki jo najdemo v srednji in južni Evropi, je tipični črni topol in nima dlak. *P. nigra* subsp. *betulifolia* je zahodnoevropska oz. atlantska podvrsta toplih in vlažnih poletij v državah Beneluksa ter v Veliki Britaniji in na Irskem. *P. nigra* subsp. *afghanica* pokriva države jugozahodne Azije. Z razdelitvijo na varietete in podvrste se ne strinjajo vsi raziskovalci, zato ta razdelitev ni splošno sprejeta. Ballian (2004) ter Kajba in sod. (2004) poročajo o dlakavem črnem topolu. Gre za terciarni relik, ostanek ledene dobe, ki ima značilne kseromorfne prilagoditve na toplejše mediteranske razmere. Dlakavi topol je taksonomsko uvrščen v podvrsto: *Populus nigra* subsp. *caudina*. Raste v Bosni in Hercegovini v dolini Neretve, južni Makedoniji, osrednji Grčiji, Albaniji in Turčiji, kjer so izrazito vroča in suha poletja.

Črni topol (*P. nigra*) je v žlahtniteljskih krogih uporabljan kot starševsko drevo bodočih križancev, ker hibridom prinaša široko toleranco na okolje in tla, dobro sposobnost koreninjenja in odpornost proti bakterijskemu raku (Vietto in Bianco, 2004) ter zmerno odpornost proti glivi *Melampsora* in topolovem mozaičnem virusu (Vanden Broeck, 2003). Največ in najprej so ga križali z ameriškim črnim topolom *P. deltoides*, novonastali križanec se je imenoval *P. × canadensis* ali *P. × euramericana*. Potem so s selekcijo nastali številni kloni tega križanca, ki so jih sadili po Evropi v razne namene. Prvi kloni so

bili Carolin, Marilandica, Serotina, Robusta. Kloni so vsi enega spola. V literaturi pogosto naletimo na skrajšana latinska imena, ki motijo prepoznavanje vrst, podvrst, varietet, klonov ... (*P. marilandica*, *P. robusta*). V Sloveniji je najpogostejše sajeni klon križanca *P. × canadensis* I-214.

Klasična definicija biološke vrste definira vrsto (*species*) kot skupino osebkov, ki se medsebojno spolno razmnožujejo in imajo plodne potomce. Vrsta je tudi skupina rastlin, ki se od rastlin drugih vrst razlikuje po stalnih dednih znakih in je hkrati od njih spolno izolirana (Brus, 2005). V naravi pogosto najdemo pojave, ki postavljajo ti dve definiciji pod vprašaj. Zato ločujemo taksonomske enote nižje od vrste (Brus, 2005). Podvrsta (subsp.) je geografsko omejeni del vrste, ki se genetsko in morfološko razlikuje od drugih podvrst iste vrste. Različek ali varieteta (var.) je geografsko omejen del vrste z jasnimi morfološkimi značilnostmi. Morfološke razlike so manjše kot pri podvrstah. Sorta ali kultivar (pisano v navednicah, npr. *Populus nigra* 'Italica') je skupina rastlin, ki se od drugih rastlin v vrsti razlikuje po nekaterih morfoloških znakih. Takšne rastline gojimo v okrasne namene ali v kmetijstvu. Klon je taksonomska kategorija, ki ni del rastlinskega sistema, pomeni pa vse rastline nastale nespolno iz enega osebk, zato imajo enak genotip.

3.2 MORFOLOGIJA TOPOLOV

Najlažji, čeprav ne vedno zanesljiv način za ločevanje vrst med seboj je opazovanje morfoloških znakov. Tako lahko ločimo tudi križance med seboj in križance od starševskih vrst. Raziskovalci so pisali, da so drevesa po morfoloških znakih uvrstili drugače, kot so kasneje dokazali z molekularnimi tehnikami. Krstinić in sod. (1998b) so raziskovali morfološke znake listov za ločevanje avtohtonih črnih topolov od hibridov (glej sliko 11 na str. 42).

Črni topol (*Populus nigra* L.) je listopadno, hitrorastoče, dvodomno drevo, ki dosega višine do 35 metrov in premere dreves do 3 metrov v prsni višini. Doseže starost 400 let in več, spolno dozori že pri 10-15 letih. Korenine se raztezajo pod površino in v globino, kar je pomembno za močno sidranje ob poplavih in doseganje podtalnice. Deblo starih dreves je temno in globoko razbrazdano. Listi so goli, trikotni, z ravnim ali nažaganim robom.

Pecelji so ploščati, zato listi v vetru trepetajo. Cvetovi so viseče mačice, ki dozoriijo v večsemenske glavice. Pri črnem topolu plodna glavica razpade na dva dela in dlakaste plodove razneseta veter in voda. Vegetativno razmnoževanje je uspešno. Dobro odganja iz panjev, uporaben je za potaknjence (Brus, 2005). V primerjavi s *Populus × canadensis* je črni topol manj zahteven pri vlagi in hranilih v tleh, ker ima močnejši in bolj razvejan koreninski sistem (Varga, 1999).



Slika 1: Listi avtohtonega črnega topola (foto: U. Vaupotič)



Slika 2: List hibridnega topola (foto: U. Vaupotič)



Slika 3: Plodovi avtohtonega črnega topola (foto: U. Vaupotič)



Slika 4: Plodovi hibridnega topola (foto: U. Vaupotič)

Hibridni topol (*Populus × canadensis* Guinier) je prevzel morfološke znake po starših (*P. nigra* in *P. deltoides*). Od črnega topola (*P. nigra*) ga ločimo po naslednjih znakih: hibrid ima daljši listni pecelj (več od 6 cm) od črnega topola (2 do 6 cm), listni pecelj ni vedno

rdečkast kot je pri črnem topolu, hibrid ima na listnem peclju dve rdeči žlezi, črni ju nima, plodne glavice hibridov razpadejo na 3 dele, od črnega topola pa na 2 dela (Brus, 2005). Listi hibrida so večji in na robovih rahlo dlakavi (Kotar in Brus, 1999), mlade vejice pa imajo rebrca (Identification Sheet, 2006; Fitschen, 2002).



Slika 5: Listne žleze na listu hibridnega topola
(foto: U. Vaupotič)



Slika 6: Rebrca na poganjku hibridnega topola
(foto: U. Vaupotič)

Jaged (*Populus nigra* 'Italica') je sorta črnega topola s stebrasto rastjo (Brus, 2001), moški klon, nastal spontano na območju centralne Azije (Popivshchy in sod., 1997). Po Evropi so ga množično sadili v drevorede, ob kanalih za utrjevanje tal, za protivetrno zaščito, kot strelovode pred kmetijami (Kotar in Brus, 1999).

Dlakavi črni topol, poimenovan tudi mediteranski črni topol (*Populus nigra* subsp. *caudina*) je ostanek iz ledenodobnih refugijev na Balkanu (Kajba in sod., 2004). Kjer raste dlakavi topol, ni nedlakavega topola (*Populus nigra* subsp. *nigra*). Gorske bariere so preprečile stik obeh populacij in nikjer še niso zasledili križanja podvrst, hkrati pa so tudi razdelile nekoč po celem Balkanu razširjeno podvrsto na več enot (hercegovsko, grško,

turško, albansko ...). Dlakavi črni topol raste v čistih sestojih ali skupaj z belo vrbo in belim topolom. Ločimo ga po trajno dlakavih 1- in 2-letnih poganjkih, kratki listni ploskvi in kratkem peclju ter kosmatih pecljih listov, cvetov in plodov. Drevo doseže višino 24 metrov in ima presvetljene krošnje zaradi majhnih listov. Ob predvidevanju klimatskih sprememb, bi lahko v krajih, kjer je pričakovati otoplitve podnebja, dlakavi črni topol spremembe lažje prenesel, ker je že zdaj prilagojen na suha in vroča poletja. Zaščita dlakavega topola je nujna, ker bo ob otoplitvi podnebja njegov genofond lahko pomagal ohraniti predstavnike rodu *Populus*. Slovensko poimenovanje dlakavi črni topol je prevod avtorice diplomske naloge, ker v slovenščini drugih omemb podvrste še ni bilo.

Beli topol (*Populus alba* L.) je značilen za toplejše (Mediteran, južna pobočja) in bolj suhe lege. V Sloveniji je avtohton. Najbolj opazna razlika od črnega topola so kosmati mesnati listi, ki so na spodnji strani listne ploskve pokriti z belim puhom. Listi so nazobčani. Zaradi belega puha na listih in belega debla že od daleč ločimo beli in črni topol. Pomembna lastnost belega topola in trepetlike je, da tvorita številne in močne poganjke iz korenin, kar za črni topol v literaturi ni omenjeno. S potaknjenci ga težko razmnožujemo, ker se težko ukoreninjajo. V Sloveniji je redek, omejen na panonski in sredozemski del države (Brus, 2005).



Slika 7: Črni topol dosega velike dimenzije (foto: U. Vaupotič)

3.3 RASTIŠČE IN AREAL

Črni topol je vrsta aluvialnih tal. To so hidromorfna tla, kjer še ni pedogenetskih procesov, ampak se pojavlja redno odlaganje sedimentov reke (Kajba, 2004). Zanje so značilne trajne ali občasne anaerobne razmere v času poplav in zračna tla z velikimi porami v času normalnega vodostaja reke. Aluvialna tla (imenovana tudi fluvisol) so vezana na rečno dinamiko in njen poplavni režim. Črni topol prenaša anaerobne razmere do 80 dni (Popivshchy in sod., 1997), če je teh več, ga na rastiščih nadomestijo vrbe (bela, mandljasta). Je pionir in heliofilna drevesna vrsta, kar mu omogoča kolonizacijo odprtih površin tudi na bolj sušnih legah (Brus, 2005; Vanden Broeck, 2003).

Črni topol je indikator sprememb v obrežnih gozdovih (Vanden Broeck, 2003). Sprememba rečnega režima ali upad podtalnice najprej prizadeneta topolovo pomlajevanje. Vendar moramo vedeti, da v odraslih sestojih ni pomlajevanja (Vanden Broeck, 2003). Preprečujeta ga zasenčenost rastišča in pomanjkanje primernih sedimentnih depozitov. Avstrijska podružnica WWF (World Wide Fund for Nature) je črni topol prav zaradi hitre odzivnosti izbrala za vodilno vrsto v projektu za zaščito obrežnih gozdov (Heinze, 1999).

Poplave so motnje v ekosistemu, ki imajo tako dobre kot tudi slabe učinke. Njihova pozitivna stran je, da obnovijo vodne površine (zamenjajo vodo v rokavih, zalivčkih), prinesejo sedimente, odstranijo konkurente, ustvarijo mikrorastišča za pomlajevanje (Barsoum, 2000). Črni topol je na te motnje prilagojen:

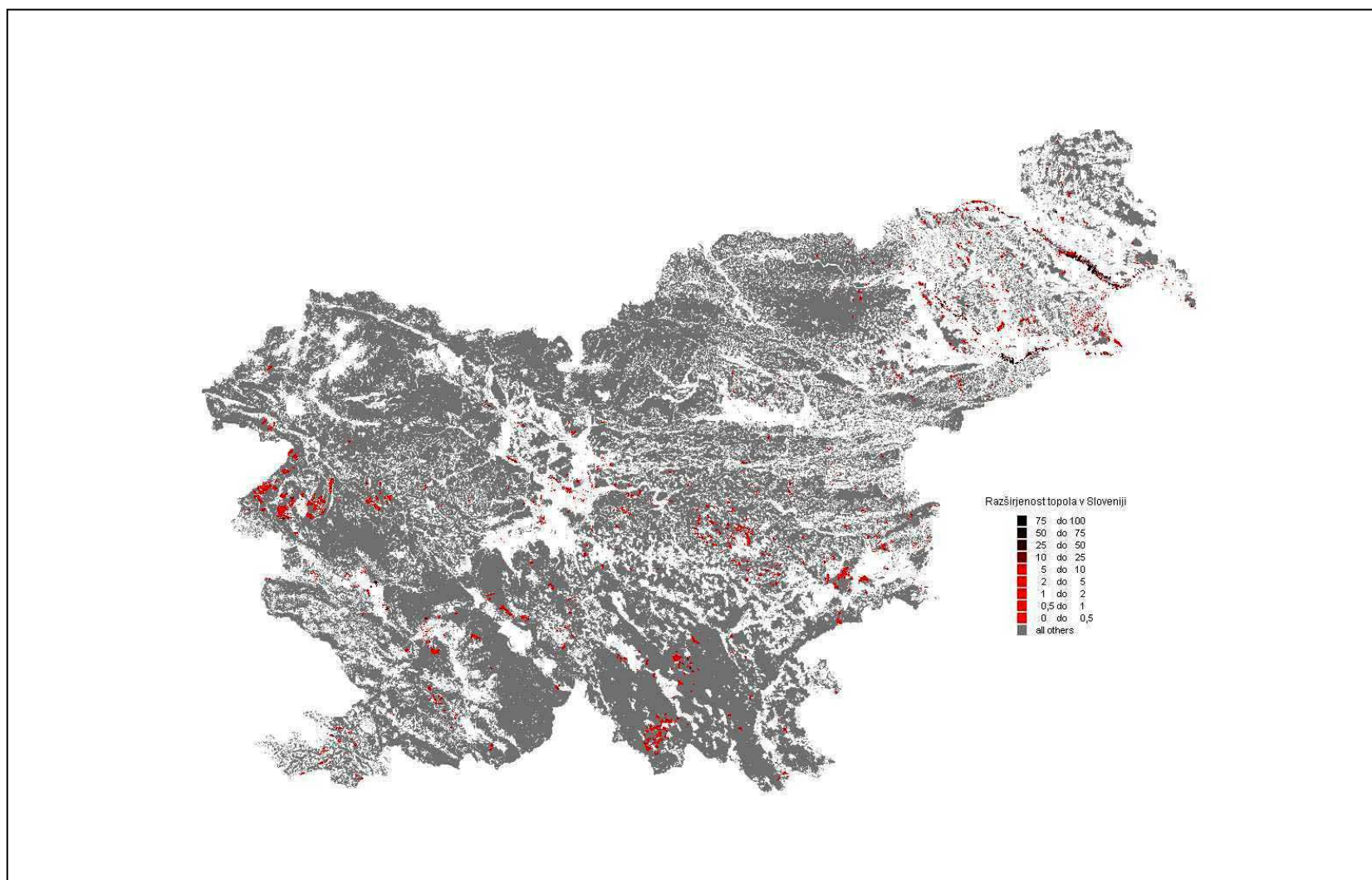
- z velikim številom plodov (do 220 semen na mačico oz. do 50 milijonov semen na drevo v enem letu (Barsoum, 2001)), ki so lahko razširljivi,
- z vegetativnim razmnoževanjem,
- s sposobnostjo, da drevesa pri nizki starosti fruktificirajo in semena zelo hitro kalijo ter
- kratko življenjsko dobo in hitro rastjo.

Prilagoditev na habitat je tudi robusten koreninski sistem in pojav adventivnih koreninic (Popivshchy in sod., 1997). Pri poplavah so pomembni parametri: trajanje poplave, globina vode, višina okoliškega terena, oddaljenost rastišč od rečne struge in stopnja pedogeneze (Vukelić in sod., 1999).

Črni topol najpogosteje raste v fitocenoloških združbah skupaj z dobom, dolgopecljativim brestom, poljskim jesenom, belim topolom, črno jelšo, belo vrbo, navadnim gabrom in poljskim brestom. V Sloveniji raste v združbah dolgopecljatega bresta in doba (*Quercus robur* – *Ulmus laevis*) (Brus, 2005), bele vrbe in črnega topola (*Salix* – *Populus*), doba in belega gabra (*Quercus* – *Carpinus*) in drugih (*Quercus* – *Fagus*, *Luzula* – *Fagus*, *Hacquetia* – *Fagus*, *Enneaphyllum* – *Fagus*) (Božič G. in sod., 1999). Ob rekah obstajajo različne sukcesijske faze gozdov. Inicialna faza, kjer reke največkrat poplavlja, poraščajo vrbe. Sledi jim optimalna faza, v kateri so mešani sestoji bele vrbe in črnega topola ter številne grmovne in zeliščne vrste. Terminalno fazo predstavljajo gozdovi dolgopecljatega bresta, poljskega jesena in doba, grmovno plast pa tvorita maklen in glog. Opisano opisuje slika 10 na strani 15. Podatki se nanašajo na obrežne gozdove ob hrvaški Donavi (Vukelić in sod., 1999) in so prenosljivi tudi v naše razmere.

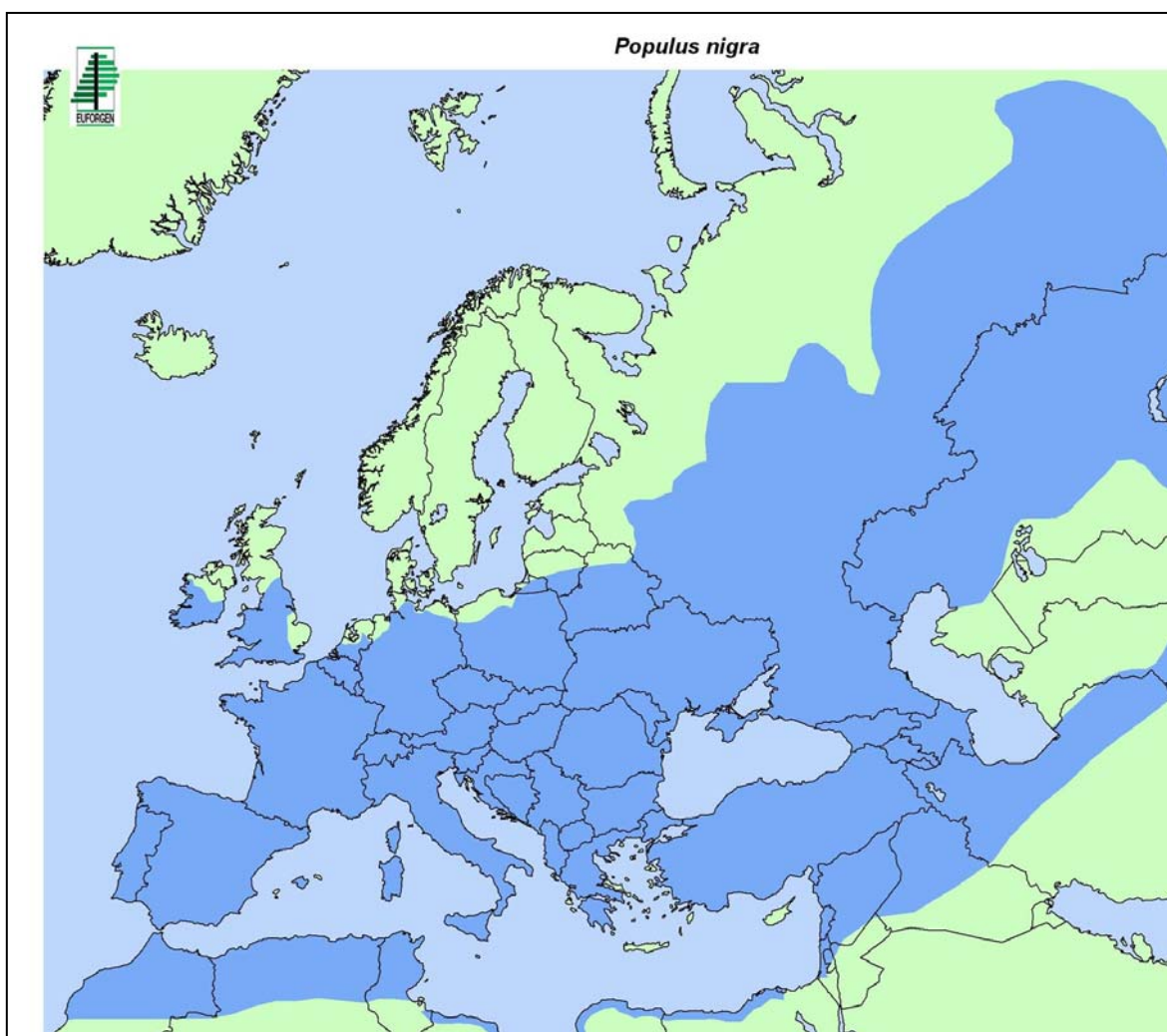
Areal črnega topola se razteza od Atlantskega oceana na zahodu Evrope, do sibirskih vodotokov v osrčju Azije, na jugu prečka Sredozemsko morje v severno Afriko, na severu pa je meja bolj zabrisana, ker so ga sadili. Poročil o rastiščih v Skandinaviji ni, Popivshchy in Prokazin pa poročata (1998) o evropskem najbolj severnem rastišču na otočkih v reki Severna Dvina (63° SGŠ). Razlog, zakaj raste topol tako visoko proti severu v Rusiji, v Skandinaviji pa ne, ruski strokovnjaki razlagajo z wurmsko poledenitvijo (Popivshchy in Prokazin, 1998). Črni topol najvišje nadmorske višine dosega v gorskih masivih, v Alpah do 1400 m. n. v. (Brus, 2005). Areal je prikazan na strani 15, vir karte so internetne strani EUFORGEN-a (Vanden Broeck, 2003).

Na strani 14 prilagamo areal topola v Sloveniji (Podatki o gozdnih fondih ZGS, 2001). Nimamo podatka, ali ploskve s topolom predstavljajo le črni topol ali tudi belega.



Slika 8: Areal evropskega črnega topola v Sloveniji (Podatki o gozdnih fondih ZGS, 2001)

V Sloveniji gozdovi topolov, vrb in jelš pokrivajo manj kot 1 % državne površine gozdov (Božič G. in sod., 1999). Najdemo jih po nižinah in gričevjih do 800 m. n. v., največ pa jih je v nižinah panonskega in dinarskega sveta (Brus, 2005). Leta 1959 so pri inventuri popisali 1300 ha rastišč topolov in vrb ob rekah Muri, Dravi, Savi, Krki in Soči (Božič G. in sod., 1999). Ta površina se zmanjšuje že od 60-ih let v 20. stoletju, ko so v Sloveniji začeli saditi gojene topole in izvajati hidromelioracijska dela. Največ rastišč je bilo nekoč na savskih nižinah med Brežicami in Krškim, danes pa jih je tam zelo malo, ker so jih izpodrinili s hibridnimi topoli (Kotar in Brus, 1999). Slovenija nujno potrebuje strategijo za varstvo genov topolov, da se izogne izgubam in poškodbam teh virov (Božič G., 2004).



Slika 9: Areal evropskega črnega topola v Evropi (Vanden Broeck, 2003)

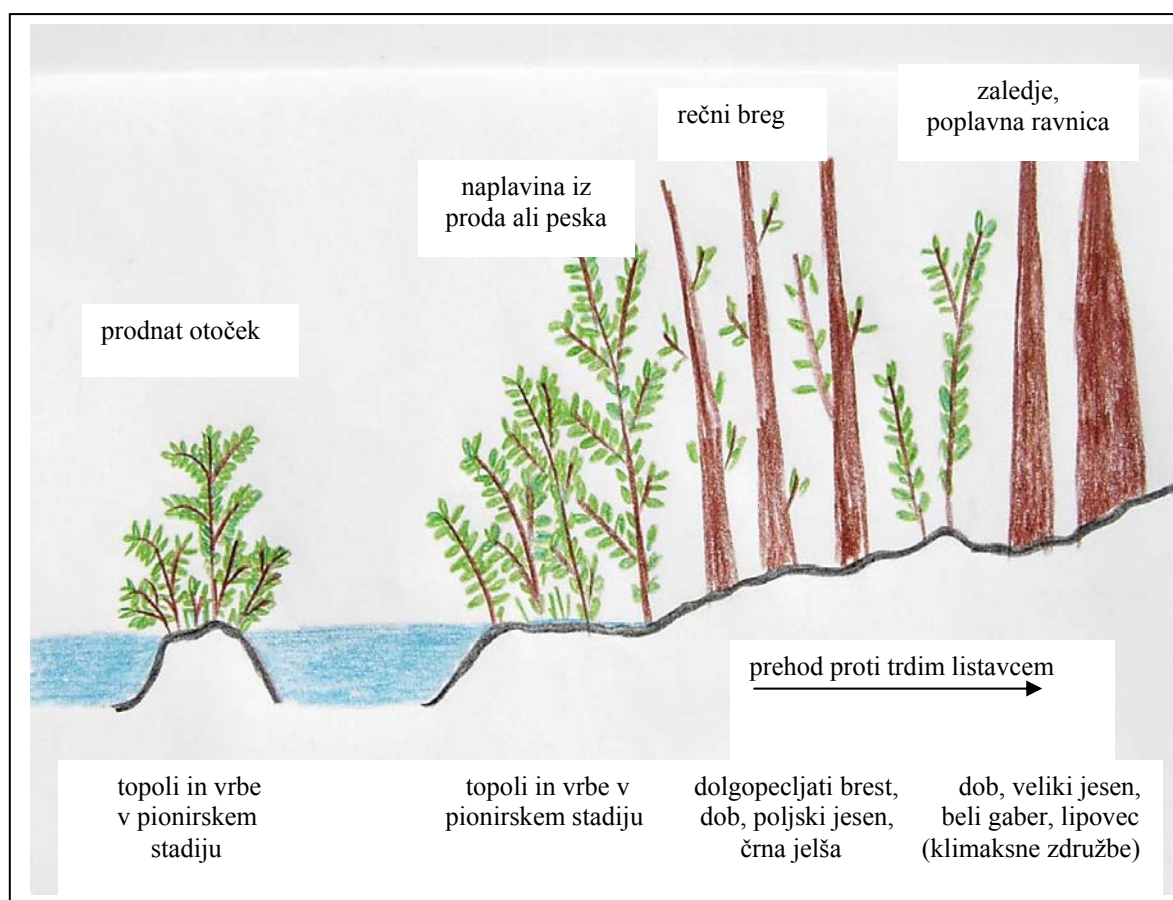
Obrežni ekosistemi so obsežni ekosistemi, ker so neločljivo povezani z zaledjem. Odvisni so od rek in njihove podtalnice, zato potekajo vzdolž vodotokov. Zanje so značilne hitre in drastične spremembe okolja, ki jih povzročajo poplave ali spremembe tokov rek, topljenje snega in naplavine, ki jih nosi reka. Črni topol je del obrežnih ekosistemov in zato našte lastnosti veljajo tudi zanj. Obrežna vegetacija ima velik pomen (Gaberščik, 2004; Vukelić in sod, 1999; Vietto in Bianco, 2004):

- kot primarni producent predstavlja vir energije, kisika in hrane za reko, tla in zrak (posledično omogoča hitrejšo razgradnjo organskih snovi),
- zaradi sposobnosti vezave onesnažil ščiti ekosistem pred onesnaževanjem,
- vplivajo na lokalno klimo v vodotokih, ker senči reke in s tem ohranja nižjo temperaturo vode in zatira alge,
- mehansko ščiti rečne bregove pred erozijo in odnašanjem rodovitnih tal,
- preprečuje hiter odtok vode in s tem zadržuje v krajini hranila in energijo,
- filtrira vodo in veže nase razne neraztopljene delce
- predstavlja biotopsko pester prostor s številnimi prehodi, ekotoni, kjer živi ali lovi hrano veliko število živalskih in rastlinskih vrst,
- rastje ob rekah predstavlja koridorje za habitate in selitvene poti ptic, sesalcev, plazilcev in dvoživk.

V urbanem okolju imajo topoli pomemben vpliv na videz krajine, kjer so jih sadili kot okrasno drevje ali za protivetrne pregrade (Varela, 1999). V stepskem delu Rusije sadijo vodozaščitne plantaže vzdolž rek, s katerimi ohranjajo obrežje in čistijo vodo (Popivshchy in sod, 1997).

Topoli so na rečno dinamiko prilagojeni tako, da se pomlajujejo na višje ležečih prodnatih sipinah v meandrih (Tabbush, 1998). Rečni robovi so stiki dveh ekosistemov in so zato vrstno in habitatsko zelo pestri. V programu ERMAS raziskujejo rečne robove kot biološke indikatorje za globalne spremembe, ker so ti zelo občutljivi in se hitro odzovejo na spremembe.

Poplavni in obrežni gozdovi so habitat zelo velikega števila rastlin in živali (hroščev, dvoživk, metuljev, ptic), od tega jih je mnogo strogo specializiranih na aluvialne habitate. Številne vrste so redke in ogrožene, zato so nemoteni poplavni ekosistemi ključni pri ohranjanju vrst. Visoka pestrost je posledica velikega števila habitatov (gre za mozaiko) z zelo raznoliko zgradbo (starost, vertikalna in horizontalna struktura) in z zelo dinamičnim značajem (nihanje vode, redne ali neredne poplave). Zaradi dinamičnosti ekosistema najdemo v tem okolju rastlinske in živalske vrste vseh sukcesivnih stadijev (Rotach, 2004).



Slika 10: Prečni prerez reke (povzeto po Pont in sod., 1999; Tabbush, 1998)

3.4 TOPOLOVI NASADI V SVETU

Topolov les je pomembna industrijska surovina. Zaradi hitre rasti in široke uporabe so po 2. svetovni vojni v svetu začeli gojiti topole, na začetku za vžigalice in zobotrebce, danes pa ga aktivno sadijo in gojijo za furnir, pohištveno industrijo, lesene strehe in

vinogradniško kolje (Varela, 1999). V Sloveniji so pri Brežicah sadili topole na plantaže, da so zagotovili trajen dotok celuloze za papirno industrijo. V Evropi je danes topolovina na 4. mestu za lesom borov, smreke in hrasta pri gojenju za ekonomske namene. Francija ima 250.000 ha topolovih plantaž, kjer priraste 3,4 milijonov m³ lesa na leto. Topol je pri njih ekonomsko najbolj pomemben listavec (Rotach, 2004).

Komisija za topole (International Poplar Commission) organizacije FAO objavlja poročila o stanju topolovih nasadov v svetu. Na 21. srečanju leta 2000 so objavili podatke o večanju površin, poraslih s topoli ter uvozne in izvozne količine za topolovino (FAO, 2000). Ti podatki so prikazani v preglednicah 2 in 3.

Preglednica 2: Podatki FAO o naraščanju površin topolovih plantaž in naravnih sestojev (FAO, 2000)

DRŽAVE	POVRŠINA NARAVNIH SESTOJEV	POVRŠINA PLANTAŽ
Francija	ni podatka	1993 → 1998 245.000 ha → 253.700 ha
Indija	1996 → 2000 26.400 ha → 40.000 ha	
Kitajska	1996 → 2000 1,34 mio ha → 3 mio ha	6 mio ha
Turčija	1996 → 2000 157.000 ha → 145.000 ha	

Pri tem moramo opozoriti, da se podatki ne nanašajo le na črni topol, ampak na katerekoli predstavnike rodu *Populus*, ki imajo ekonomski pomen. Primer za Francijo prikazuje, da niso objavili podatkov o naravnih topolovih sestojih, za nasade pa prikazujejo razvoj površine v letu 1993, ko so imeli 245.000 ha nasadov, in v letu 1998, ko so imeli 253.700 ha. S to razpredelnico želimo pokazati, da države povečujejo površine nasadov, ker se povečuje potreba po industrijskem lesu.

Italijanski inštitut za topolarstvo (ISP – Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura) (ISP, 2006) objavlja, da imajo v Italiji velike potrebe po topolovini, ki jim sami ne morejo zadostiti. Edini način za povečanje količine topolovine v državi vidijo v uvozu in v sadnji topolovih plantaž, ki naj bi bil okolju najprijaznejši način za reševanje problema pomanjkanja lesa. Uvoz surovine je rešitev za številne države. Italija je v Evropi največja

uvoznica topolovine. Glavne izvoznice topolovine v Evropi so Belgija, Francija, Romunija in Španija. Številne države uvažajo in ponovno izvozijo les kot polizdelke. O tem več v preglednici 3.

Preglednica 3: Podatki FAO o naraščanju uvoza in izvoza (FAO, 2000)

DRŽAVE	UVOZ	IZVOZ
Belgija	1996 → 2000 89.404 m ³ → 155.649 m ³	1996 → 1998 208.682 m ³ → 233.336 m ³
Francija	1996 → 1999 136.720 ton → 183.037 ton	1996 → 1999 332.507 ton → 328.811 ton
Hrvaška	1996 → 1999 10.536 ton → 15.660 ton	1996 → 1999 12.314 ton → 36.770 ton
Italija	1996 → 2000 721.934 m ³ → 653.300 m ³	ni podatka
Španija	ni podatka	1996 → 1999 10.271 ton → 13.065 ton

Khurana (2003) opisuje spremembe uporabe topolov v Aziji. Države, ki sadijo največ topolov, so Kitajska, Južna Koreja, ZDA in Indija. Plantažna pridelava lesa je eden od možnih načinov za zmanjšanje škodljivega izsekavanja naravnih gozdov v tropskem in subtropskem pasu. Indija je v zadnjem stoletju izgubila 35 % svojih naravnih gozdov. Po drugi svetovni vojni so se lotili načrtnega selekcioniranja in žlahtnjenja topolov, tako da so iz 50.000 topolov v letu 1976 površino svojih plantaž do leta 2001 povečali na 30 milijonov dreves na površini 0,06 milijonov ha. Topole sadijo izključno na negozdni površini. V 1980-ih je država z največjimi površinami plantaž bila Francija (0,25 milijona ha), danes pa FAO navaja 7 svetovnih držav s topolovimi plantažami nad 1 milijon ha. Na začetku so topolovino uporabljali za vžigalice, papir, celulozo in majhno pohištvo, danes pa je poraba topolovine narasla predvsem zaradi topolovega furnirja. Zaradi naraščajoče potrebe po lesu se je stopnjeval pritisk na naravne gozdove, s povečano površino plantaž pa so v Indiji in drugih azijskih državah močno ustavili zmanjševanje izsekavanja naravnih gozdov.

V Indiji se uporaba evropskih in ameriških klonov ni obnesla, ker drevesa niso bila sposobna rasti v subtropskem podnebju. Zato so sami selekcionirali avtohtone vrste topolov in kot primerne za žlahtnjenje našli himalajski topol (*Populus ciliata*).

Povprečna produktivnost plantažnih hibridov znaša 20 – 30 m³/ha/leto, najboljših klonov pa celo 50 m³/ha/leto. Obhodnja je 8 do 10 let in v tem času drevesa dosežejo premer 30 cm, povprečno drevo ima 0,3 m³/drevo, najboljši kloni pa celo do 0,9 m³.

Na plantažah topoli rastejo zelo hitro, saj v višino prirastejo približno 1 meter na leto. Način gospodarjenja v njih je z zelo kratko obhodnjo. Kauter (1999) trdi, da naravni črni topoli niso primerni za gojenje s kratko obhodnjo, ker niso sposobni preživeti plantažne konkurence. Križanci sekcij *Tacamahaca* in *Aigeiros* so bolj primerni za plantažno gojenje, predstavniki sekcije *Leuce* pa so zaradi številnih koreninskih poganjkov neprimerni za plantaže.

3.5 GOZDNI GENSKI VIRI IN GENSKÉ BANKE

Leta 1992 so v Riu de Janeiru sprejeli Konvencijo o biotski raznovrstnosti. Glavna cilja Konvencije sta ohranjanje biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti na državni in krajevni ravni ter vključevanje načel varstva narave v vse sektorje za doseganje trajnostnega razvoja (Batič in sod., 2003). Slovenija je Konvencijo ratificirala (Zakon o ratifikaciji ..., 1996) in njeno vsebino vnesla v našo zakonodajo s Pregledom stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji (2002), Strategijo ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji (2002) in Zakonom o ohranjanju narave (1999). V navedenem zakonu ločimo krajinsko, vrstno in genetsko raznovrstnost. Genetska in biološka raznolikost zagotavljata odpornost na spremembe v okolju, ki so ponavadi antropogeno pogojene. To sta onesnaževanje okolja in spreminjanje klime. Proučevanje rastlinskih genskih virov je pomembno za ohranjanje genske raznovrstnosti, za žlahtnjenje novih kultivarjev, za sonaravno kmetovanje in za trajnostno rabo rastišču prilagojenih populacij. S tem se od ustanovitve leta 1947 ukvarja tudi Gozdarski inštitut Slovenije (Meglič in sod., 2006). Na inštitutu so razvili *in situ* in *ex situ* ohranjanje gozdnih genskih virov in zasnovali gozdno gensko banko.

In situ varstvo je varstvo v naravnem okolju. To so npr. zavarovana območja. Pomeni varstvo tako ekosistemov in naravnih habitatov kot tudi varstvo in vzdrževanje vitalne populacije v avtohtonem okolju (Beltram, 1996). Ker je to dinamična strategija, se pri

varstvu maksimalno prilagodimo naravnim razmeram in to nam omogoča dolgotrajno varstvo. Zaradi življenja v naravnem habitatu še vedno potekajo evolucijski procesi in cilj varovanja je tako ohranitev dovolj velikih in vitalnih populacij ter ustreznih naravnih habitatov (Batič in sod., 2003). *Ex situ* varstvo je varstvo izven naravnih rastišč, npr. genske banke in živi arhivi. *Ex situ* varstva se poslužujejo po Evropi, vendar je kratkotrajno (Vanden Broeck, 2003). *Ex situ* varovanje je primernejše za kmetijske sorte in pasme ter za redke in ogrožene vrste, kjer *in situ* varovanje ni več možno.

Varovanje gozdnih genskih virov je neprimerno bolj zahtevno kot varovanje genskih virov kmetijskih rastlin (Kraigher in Žitnik, 1999). Gozdno drevje ima dolgo življenjsko dobo, proizvodni cikel je večinoma daljši od 50 let, reproduktivna faza nastopi šele po desetletjih rasti, pelod se prenaša na velike razdalje, genetska in fenotipska variabilnost znotraj populacij sta veliki, kompleksnost gozdnih ekosistemov je neprimerljiva z monotonostjo kmetijskih monokultur.

Gozdno gensko banko v svojem 53. členu definira Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (2002) kot: "Gozdna genska banka je nadzorovana ali gojena populacija gozdnih lesnih rastlin, ki se upravlja za namene ohranjanja vrst in njihovih genskih skladov. Sestavljajo jo semenski objekti, posebni osebki ali populacije gozdnega drevja, živi arhivi gozdnih drevesnih vrst, testni nasadi, semenska banka in drugi biološki materiali. Gozdna genska banka je del genske banke po predpisih o ohranjanju narave". Najdragocenejši vir v vsaki genski banki so avtohtone populacije, ki so prilagojene talnim in podnebnim razmeram. V avtohtonih vrstah je genetska pestrost zelo velika, kar pomaga pri prilagajanju na manj ugodne rastne razmere.

Začetki slovenske gozdne genske banke segajo v leto 1950, ko je Maks Wraber združil znanje gojenja gozdov z gozdno genetiko (Kraigher in Žitnik, 1999). Slovensko gozdno gensko banko sestavljajo semenski sestoji, semenska banka, semenske plantaže, živi arhivi gozdnih drevesnih vrst, testi potomstva in provenienčni poskusi. Semenski sestoji so gozdovi s posebnimi namenom, namenjeni ohranjevanju, pridobivanju in uporabi rastiščem primerne reproduksijskega materiala. V njih npr. nabirajo plodove drevesnih vrst za shrambo semena ali vzgojo sadik. Semenska banka je zbirka vzorcev semena, predvsem

smreke in jelke (Meglič in sod., 2006). Semenske plantaže so nasadi, katerih osnovni namen je proizvodnja semena izbranih starševskih dreves (Brus, 1995). V Sloveniji sta samo dve, vendar nobena za črni topol. Živi arhivi so namenjeni predvsem ohranjanju posameznih predstavnikov populacij ali kvečjemu za ohranjevanje genofonda z majhnim številom predstavnikov (Brus, 1995). Pri nas obstajajo za 4 drevesne vrste – rdeči bor, omoriko, 43 topolovih klonov in metasekvojo. Živi arhiv topolovih matičnjakov je bil ustanovljen med 1994 in 1996 s preizkušenim materialom iz Slovenije, Novega Sada, Italije in Nemčije (Kraigher, 1996; Kraigher in Žitnik, 1999).

Prihodnost varstva genskih virov v Sloveniji je usmerjena na več področij. Nadaljevati je potrebno z zbiranjem in mapiranjem genskih virov v območjih, kjer je velika obremenitev okolja (ob gradbiščih, umetnih tvorbah ...) in kjer so naravni ekosistemi dobro ohranjeni. Spremljati moramo spremembe v okolju. Dokumentirati je treba avtohtone populacije gozdnih genskih virov in opozarjati na že vnesen nedomoroden material. Posebno pozornost usmerjamo na manjšinske, redke, ranljive in ogrožene gozdne drevesne vrste in druge gozdne lesne vrste v Sloveniji (Meglič in sod., 2006).

Varovanje genskih virov v gozdarski praksi se izvaja le posredno z ohranjanjem naravne pestrosti gozdov. V Sloveniji se direktno izvaja v vseh slovenskih gozdovih, v katerih režim varovanja ustreza IV. stopnji po IUCN klasifikaciji (npr. semenski in varovalni sestoji) in v pragozdnih rezervatih, gozdovih raznih naravnih parkov (Kraigher, 1996). Žitnik in sod. (1997) so predlagali, da bi gozdne genske vire uvrstili v pregled funkcij gozdov, in sicer med proizvodne in varovalne funkcije. Obe funkciji bi najlažje negovali v semenskih sestojih. Pri tem je pomembna velikost semenskega sestoja in kakovost sestojev v bližnji oklici, saj opraševanje poteka tudi čez mejo semenskih sestojev. Prav tako ne smemo zanemariti genskih virov v gozdnih rezervatih in gozdovih naravnih parkov, saj so te površine obsežne in varstvo se izvaja že zelo dolgo (Kraigher in Žitnik, 1999). V zasnovi pa je mreža gozdnih genskih rezervatov za posamezne vrste ali skupine vrst (Meglič in sod., 2006).

3.6 OHRANJEVANJE GENSKIH VIROV ČRNEGA TOPOLA V EVROPI

Na podlagi ministrske konference o varovanju gozdov v Evropi decembra 1990 v Strassbourgu je nastala resolucija S2 o varovanju gozdnih genskih virov. Izvedbo resolucije so prevzeli FAO, IPGRI in Evropska komisija (Kraigher, 2001). FAO je Organizacija Združenih narodov za hrano in kmetijstvo. IPGRI je mednarodni znanstveni inštitut (International Plant Genetic Resources Institute, Inštitut za rastlinske genske vire), ki pospešuje ohranjanje in uporabo rastlinskih genskih virov (IPGRI, 2006; Kraigher, 1996). Je del organizacije CGIAR (Consultative Group on International Agricultural Research), ki sponzorira raziskovanja za zmanjšanje lakote in revščine ter ohranjanje okolja v svetu. IPGRI koordinira program EUFORGEN (European Forest Genetic Resources Programme, slovensko Evropski program varovanja gozdnih genskih virov) (Kraigher, 1996).

EUFORGEN je program, ki povezuje evropske države pri ohranjevanju in trajnostni rabi gozdnih genskih virov. Ustanovljen je bil oktobra 1994 kot odgovor na strasburško S2 in helsinško H1 resolucijo. Financirajo ga države pristopnice. EUFORGEN deluje preko mrež (networks), v katerih so združeni znanstveniki, strokovnjaki iz prakse in uradniki državne uprave, da izmenjajo informacije, se pogovorijo o potrebah in razvojnih strategijah ter metodah za boljše upravljanje z gozdnimi genskimi viri v Evropi (IPGRI, 2006). Ob ustanovitvi so delovale 3 mreže: mreža za smreko, črni topol in hrast pluteč. Do 1998 so mreže preimenovali v mreže za iglavce, topole, mediteranske hraste, plemenite in sestojne listavce (Kraigher, 2001). Leta 2005 so reorganizirali sistem in zdaj delujejo: mreža za gozdnogospodarsko načrtovanje, mreža za iglavce, mreža za manjšinske listavce, mreža za sestojne listavce in skupina za informatiko (IPGRI, 2006). Mrežo za črni topol (*Populus nigra* Network) so skupaj z mrežo za plemenite listavce (prej Noble hardwood Network) združili v mrežo za manjšinske listavce (Scattered broadleaves Network).

Mreža za manjšinske listavce se osredotoča na drevesne vrste listavcev, ki imajo raztresene areale razširjenosti, ki rastejo v mešanih sestojih in ki imajo posebne potrebe po kakovostnih ali zelo specifičnih rastiščih (IPGRI, 2006). Gospodarjenje z njimi zahteva drugačne pristope, ker se razlikuje od zahtev drevesnih vrst, ki tvorijo sestoje. Genski viri

teh vrst so že prizadeti zaradi nepravilnega gospodarjenja v gozdovih, industrijskega onesnaževanja, sprememb rastišč in genske introgresije (izmenjave genov med gojenimi vrstami s plantaž in okrasnih nasadov z naravnimi vrstami v gozdovih). V mreži so gozdne drevesne vrste različnih rodov: *Acer*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Sorbus*, *Tilia*, *Ulmus*, *Castanea*, *Juglans*, *Malus*, *Prunus* in *Pyrus*. Zraven sta še vrsti *Populus nigra* in *Populus alba*.

V EUFORGEN-u so zaključili z obdobjem, v katerem je bil poudarek dela na izmenjavi informacij, koordinaciji in promociji dolgoročnih strategij ohranjanja genskih virov, pripravi tehničnih navodil za drevesne vrste, osveščanju javnosti, pregledu pravnih aktov, ki vplivajo na izmenjavo gozdnega reprodukcijskega materiala med državami (Kraigher, 2001). Za naslednjih nekaj let (do 2009) so si zadali drugačne cilje. Izdelovali bodo plane aktivnosti za posamezne drevesne vrste, s katerimi bodo iskali ohranitvena območja, rastišča, kjer so vrste dobro ohranjene in vitalne. Že zdaj zbirajo podatke o lokacijah že obstoječih površin, ki delujejo kot točke ohranjanja genskih virov. Pregledovali bodo negativne posledice uporabe neprimerne seditvenega materiala in preiskovali metode genetskega monitoringa (IPGRI, 2006).

Splošni plan aktivnosti za črni topol, ki je še v fazi priprave, bo najbolj organiziran način ohranjanja naravnih območij za to vrsto (Heinze, 2004). Zapisanih je več ciljev, nas pa najbolj zanima karta zgostitvenih območij črnega topola. Na njej bodo označene problematične točke, kjer pomlajevanje ne poteka in ga bo verjetno težko ponovno vzpostaviti, ter točke najboljšega uspevanja črnega topola. Raziskovalci pričakujejo velike razlike med splošno karto areala črnega topola v Evropi (stran 15) in že omenjeno karto zgostitvenih območij. Zaključek te akcije bo mreža *in situ* rezervatov.

EUFORGEN zbira podatke o genskih bazah črnega topola v evropskih državah in sam vzdržuje centralno zbirko različnih genotipov. V centralno zbirko (core collection) naj bi vsaka država prispevala vsaj 2 genotipa. Centralno zbirko vzdržujejo na topolarskem inštitutu ISP v Italiji, duplikatne zbirke pa imajo v Avstriji, Belgiji, Franciji, na Nizozemskem, Portugalskem, v Španiji, Turčiji in Ukrajini. V zbirko je material prispevalo 20 držav, leta 2004 tudi Slovenija (Božič G., 2006). V podatkovni zbirki (database) imajo podatke o 3491 različnih genotipih črnih topolov v Evropi (Vietto in Bianco, 2004). Cilji te

zbirke so učinkovitejše delo s številnimi informacijami, izmenjava klonov med državami, odkrivanje podvojevanj v nacionalnih zbirkah in boljše in lažje identificiranje novih speciesov (*Populus nigra*, 2005).

V organizaciji IUFRO (International Union of Forest Research Organizations) obstaja skupina Poplar and willow breeding and genetic resources working group. Washingtonska univerza iz ZDA ima močno raziskovalno ekipo združeno v Poplar molecular network. Na internetu so njihove številne objave.

V državah Evropske unije poteka ali je potekalo več raziskovalnih projektov, katerih ugotovitve so povezane s tematiko te diplomske naloge. Projekti so (*Populus nigra* Network: report of the fourth ..., 1998; Tabbush, 1998; Hughes, 2000; *Populus nigra* Network: report of the seventh ..., 2004):

- EUROPOP – iskali so načine za ohranitev črnega topola, obnovo obrežnih gozdov, za proučevanje genetske pestrosti, pregled *ex situ* stanja, proučevanje dinamike obrežnih gozdov, sposobnost prilagajanja populacij okoljskim spremembam. Rezultati tega projekta so zelo zanimivi in večkrat omenjeni v diplomski nalogi. Program je potekal od 1998 do 2001.
- FLOBAR – tema projekta so bile poplavne ravnice, pestrost življenja v njih in njihova obnova. Program je potekal od 1996 do 1999.
- ERMAS – proučevali so rečne robove, kjer je stik dveh ekosistemov in je pričakovati veliko biotsko pestrost. Prav rečni robovi in pestrost vrst v njih so indikatorji globalnih sprememb. Program poteka od 1992.
- POPYOMICS – delo poteka v laboratorijih, kjer iščejo primerne molekularne markerje za ločevanje topolov, proučujejo ekofiziologijo in rastne zakonitosti.
- V projektu EUROFACE so na topolovih plantažah proučevali odziv ekosistemov na globalne spremembe, predvsem povečano količino CO₂ v zraku.

V mreži *Populus nigra* Network je od 1994 do 2005 sodelovalo 28 evropskih držav skupaj s Turčijo. Opravili so 9 srečanj. 10 držav je v mreži že od same ustanovitve, to so Belgija, Bolgarija, Francija, Hrvaška, Italija, Madžarska, Nemčija, Nizozemska, Španija in Turčija

(Populus nigra Network: report of the first ..., 1995). V teh državah je črni topol pomembna drevesna vrsta za pridelavo industrijskega lesa ali pa je vrsta tako redka, da ga že nekaj let obravnavajo kot vrsto, ki si zasluži zaščito. Kasneje so se priključile države, ki so navedene v nadaljevanju:

- Avstrija je država ob Donavi, ki je ena od evropskih rek z najbolj primernimi rastišči za topole. Nižina v zahodnem delu države (med Dunajem in Bratislavo) je preprejena z rekami Thaya, Morava in Lobau, kjer so zaščiteni habitati za vodne rastline in živali. Naveden je pisni vir iz leta 1860, ki poroča o sadnji hibridov v porečje Donave. Številne hidroelektrarne so povzročile odpravo poplav in upad podtalnice, zaradi česar so črni topoli začeli pešati in izginjati. Dunaj je center ohranitve topolov, saj so Stara Donava, Lobau, Prater in Donauinsel zeleni otočki poplavnih gozdov prav v mestnem območju mesta Dunaj. Ustanovili so nacionalni park poplavnih gozdov ob Donavi, v katerem načrtno varujejo črne topole (odstranjujejo hibride, sadijo avtohtone topole) in revitalizirajo reke (Heinze, 1997, 1998a, 1999).
- Belgija je evropska država z najbolj katastrofalnim stanjem črnega topola. Ker jih je tako malo, imajo vsa drevesa prešteta (360 dreves). So slabe vitalnosti, stara, ni naravnih sestojev in se ne pomlajujejo. Vsa mlajša drevesa so genetsko križana. Poudarek dajejo *ex situ* varovanju, v katerem združujejo cepiče vseh dreves, ki so jih našli v državi. Sodelovali so v projektu EUROPOP, v okviru katerega so razvili laboratorijske tehnike za prepoznavanje naravnih topolov in hibridov. Sodelujejo tudi pri poskusu kartiranja genoma črnega topola, kjer so ugotovili, da ima črni topol 38 kromosomov (Van Slycken in Vanden Broeck, 1998; Populus nigra Network: report of the sixth ..., 2000).
- Bolgarija je našla tržno nišo za topolov les z valovitimi vlakni, ki so posledica zadebelitev na koreničniku. Naravne sestoje imajo ob Donavi in pritokih, kjer se naravno pomlajuje. Veliko naravnih sestojev so nadomestili s plantažami za celulozo (Tzanov, 1995; Pandeva in Zhelev, 2004).
- Bosna in Hercegovina je topole začela načrtno saditi v času zasedbe Avstro-Ogrske konec 19. stoletja. Pri njih raste topol ob velikih rekah. Ob Neretvi so našli kosmati topol. Pri ohranjanju genskih virov topolov že dolgo sodelujejo s hrvaškimi strokovnjaki (Ballian, 2004).

- Češka je naravni črni topol uvrstila med ogrožene vrste v svoji državi. Ostala so jim samotarska stara drevesa ali majhne skupine dreves. Naravna rastišča so izginila zaradi drenaž tal in regulacij rek. Leta 1997 so našli nekaj območij z naravno obnovo. Gojili so jagned in *Populus* × *canadensis* prvotno za protivetrne pregrade, kasneje za les. Leta 1990 so začeli z zaščito obrobni in ogroženih gozdnih drevesnih vrst, kjer so med skorš, brek, lesniko, drobnico in divjo češnjo uvrstili tudi beli in črni topol (Mottl in sod., 1997; Dubsky, 1998; Slovacek, 2004).
- Francija je država, ki je bila ena prvih v Evropi, ki je začela s križanjem topolov na začetku 20. stoletja. Danes še vedno aktivno selekcionirajo, iščejo klone, odporne na topolove rje *Melampsora*. So vodilni pri proučevanju mikorize na topolih (Lefevre, 1995, 1998, 1999).
- Hrvaška ima obsežne in zelo ohranjene poplavne gozdove ob Savi, Dravi, Muri in Donavi. Imajo nacionalni park Kopački rit ob sotočju Drave in Donave, kjer so zaščiteni tudi poplavni gozdovi s črnim topolom (Krstinić in Kajba, 1998a; Kajba, 1999).
- Irska je leta 1990 izvedla nacionalno inventuro in takrat so našli 373 dreves črnih topolov, za katere so verjeli, da so prinešeni iz Velike Britanije. Na Irskem poteka aktivna debata, ali je črni topol pri njih sploh avtohton. Imajo razpršene in oslabele primerke, ki jih je premalo, da bi populacija dolgotrajno lahko preživela. Opažajo zelo neugodno razmerje med spoloma: 2 ženski drevesi na 100 moških dreves. Večina dreves je na zasebni posesti, lastniki pa z njimi počnejo, kar hočejo (Keary, 2004).
- Italija ima enega svetovno najmočnejših topolarskih inštitutov – ISP, Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura. Tam imajo veliko zbirko različnih genotipov topolov, skrbijo pa tudi za EUFORGEN-ovo centralno zbirko, v katerem so črni topoli večine sodelujočih evropskih držav. V letu 2000 je nasade močno poškodovala poplava, vendar so rešili veliko potaknjencev. Največ se ukvarjajo s križanjem topolov, ki bodo odporni na patogene rodov *Melampsora*, *Marssonina* in *Phloeomyzus*. V Italiji se soočajo s presežki kmetijskih pridelkov, zato so kmetijske površine začeli pogozdovati s topoli, kjer gospodarijo s kratko obhodnjo. Lotili se bodo tudi fitoremediacijskega projekta, kjer bodo preiskovali sposobnost topolov za akumulacijo težkih kovin iz tal, predvsem cinka in bakra (Cagelli, 1998; Vietto in Bianco, 2004).

- Nekdanji državni skupnosti Jugoslavija oz. Srbija in Črna gora imata v Novem Sadu največji topolarski inštitut nekdanje skupne države Jugoslavije. Od tam smo v Slovenijo dobili večino topolov, ki smo jih potem plantažno gojili. Vzporedno z varovanjem genskega materiala evropskega črnega topola je potekal program hibridizacije topolov. Najbolj primerna za sadnjo je bila prav nižinska Vojvodina, kjer se stikata veliki evropski reki Donava in Tisa. Tam so bila naravna rastišča topolov, večino so jih nadomestili s hibridnimi topoli. Ustvarili so hibride *P. alba* × *P. grandidentata* in *P. tremula* × *P. tremuloides*, selekcionirali so topole odporne proti soli za uporabo v protivetrnih nasadih na solinah in žlahtnili so v sekciji *Leuce* za urbano uporabo. Srbski raziskovalci pišejo o 4 vrstah avtohtonih topolov na svojem ozemlju: *Populus nigra* L., *Populus pubescens* Jov. et Tuc, *Populus pannonica* Kit. et Bess. in *Populus metohiensis* Tuc. (Orlovic, 1998; Orlovic in sod., 2004).
- Madžarska je začela s sajenjem črnega topola v začetku 18. stoletja z namenom zaustavljanja vetra v Panonski nižini. Skozi desetletja so opisali več klonov, med njimi so kloni *P. × canadensis* Pannonia, Kaperky in Kaltay. Glavna značilnost madžarske zakonodaje je zakon, ki za pogozdovanje zahteva uporabo avtohtonega materiala, zato se je povpraševanje po sadikah avtohtonega črnega topola močno povečalo (Toth, 1995, 1997; Populus nigra Network: report of the sixth ..., 2000).
- Moldavija ima pretežno beli topol, ob Dnjestru pa najdejo tudi majhne sestoje črnega topola. Naravno pomlajevanje je zelo redko. Delali so poiskuse s prenašanjem dreves izven njihovih provenienčnih območij – drevesa so pomrznila ali pa so imela nezadovoljivo majhne prirastke (Postolache, 1997; Gadirca, 1998).
- Nemčija je leta 1970 uvrstila črni topol na rdeči seznam ogroženih vrst. Intenzivno iščejo čista drevesa in jih nato razmnožujejo. Splošna zaščita obrežnih gozdov v Nemčiji ni dovolj za zaščito črnega topola. Ob reki Elbi skupaj z WWF ustanavljajo zaščiteno območje za ohranitev črnega topola. Po genetskih raziskavah so ugotovili, da je 50 % dreves vegetativnega nastanka (Schulzke, 1995, 1999; Wühlisch, 2004).
- Nizozemska ima tako kot sosednja Belgija velike težave z iskanjem dreves. Prešteta imajo vsa osamela drevesa in našli so le en sestoj črnega topola. So vodje končanega mednarodnega projekta EUROPOP. Po letu 2000 se je za topole na Nizozemskem

pojaviła nova grožnja – bobri so se navdušili nad velikimi starimi topoli, ki so zelo verjetno genetsko čisti črni topoli, in jih uničujejo (De Vries, 1995, 1999, 2004).

- Poljska ima črni topol razpršen po celi državi ob velikih rekah. Osrednji tok reke Visle je dobro ohranjen in tam so najbolj prvinska rastišča topola. Zaradi poplav v preteklosti načrtujejo okoli ohranjenih območij obsežne posege v dinamike rek z regulacijami. Črni topol je zaščiten kot naravni spomenik (če je drevje opaznih dimenzij), posredno pa v rezervatih in zavetiščih za ptice (Figaj, 1998, 1999).
- Portugalska je uvrstila črni topol med minoritetne vrste. Najdejo ga vzdolž velikih rek na mokrih tleh, zanimivost pa so refugiji v mediteranskem območju, kjer topol raste v vlažnih kotanjah sredi sušnega s hrasti in bori poraščenega sveta. V omenjenih mikrookoljih opažajo neprecenljivo bogato vrstno pestrost, kjer v času poletne suše in vročine najdejo dnevno bivališče številne ptice. Ne poznajo razširjenosti naravnih sestojev, ker so med leti 1930 in 1950 sadike križancev ponujali zastonj, da so kmetje pogozdili erozijska žarišča ob rekah. Glavna grožnja topolom so obsežne plantaže z evkaliptusi, ki jih sadijo po Portugalski (Varela, 1999).
- Romunija ima nacionalni park v delti Donave, kjer na otočkih najdemo črni topol skupaj z belim topolom, raznimi vrbami in jelšami. Gojijo številne klone *P. × canadensis* (Nica, 2004).
- Rusija je država, v kateri črni topol porašča najbolj severne lege. V evropskem delu raste ob rekah Dnjeper, Don, Volga, Ural, v Sibiriji ob rekah Ob, Irtyš, Jenisej. V severnem Kavkazu so poimenovali novo varieteto *Populus nigra* var. *Sosnovskyi*. Vegetativno pridobljene osebke uporabljajo za pogozdovanja negozdnih površin, obal, kalov, grap in sadijo ga v mestih, ker je odporen na SO₂, NO_x, NH₃. Varstvo topolov izvajajo v naravnih rezervatih, gozdnih genskih rezervatih, nacionalnih parkih in v semenskih sestojih, vendar se kljub temu število topolov zmanjšuje. V Rusiji je zaščita topolov potisnjena na stran, ker se mnogo bolj ukvarjajo s preživetjem gozdno izvajalskih podjetij in njihovih zaposlenih (Popivshchy in sod., 1997; Popivshchy in Prokazin, 1998; Popivshchy, 2004).
- Slovaška ima črni topol ob rekah v nižinah skupaj s hrasti, jeseni, brestmi in jelšami. Zaradi nižanja podtalnice so se mokri obrežni gozdovi izsušili in sukcesivno so jih nasledili trdi listavci. Ohranitveni program izvajajo od leta 1965 s prekinitvami, zdaj pa

intenzivno iščejo drevesa za razmnoževanje in selekcionirajo klone, ki bodo odporni proti raznim patogenom, pomanjkanju kalcija in na pozebe (Varga, 1998, 1999).

- Španija je ena od držav, ki v EUFORGEN-u deluje od samega začetka. Imajo dva raziskovalna centra za topole v Madridu in Zaragozi. Ob reki Ebro, ki še prosto meandrira, imajo naravni rezervat, kjer rastejo genetsko čisti topoli in od tu jemljejo potaknjence za vegetativno razmnoževanje. Imajo nacionalno zbirko klonov, ki jih uporabljajo pri obnavljanju obrežnih gozdov. Z genskimi analizami so ugotovili, da imajo zelo veliko število genotipov, kar razlagajo, da je bil v Španiji ledenodobni refugij črnega topola, ki se je v ugodnih okoliščinah lahko razmnoževal spolno (Alba in sod., 1998; Alba in Maestro, 1999; Maestro in Alba, 2004).
- Švica je država, v kateri so v zadnjih 100 letih za 90 % zreducirali naravna rastišča črnega topola. Kar je ostalo, so stari, osameli, razpršeni in nevitalni osebki. Med 1950 in 1970 so sadili hibride na naravna rastišča črnega topola, zato je pri njih zelo verjetna introgresija. Danes hibridov ne sadijo več zaradi tržnih razmer in zaradi močnih nasprotovanj okoljevarstvenih organizacij, ki trdijo, da hibridni topoli ubijajo gosenice dveh vrst zelo redkih metuljev. Zaradi močnega uničenja habitatov *in situ* varstvo ni primerno, *ex situ* klonske zbirke so edini način ohranitve naravnih topolovih genotipov (Rotach, 2000).
- Turčija je država, kjer topole gojijo zaradi ekonomske pomembnosti. S plantažnim gojenjem dreves v vrstah najbolje izkoristijo količinsko omejena plodna tla. Naravne sestoje odkrivajo ob rekah v vzhodni Anatoliji, kjer vzpostavljajo *in situ* zaščitena območja. Še vedno aktivno žlahtnijo in iščejo klone odporne na pozebo (Toplu, 2004).
- Ukrajina ima po celi državi razpršena posamezna drevesa, v nižinah pa sestoje črnega topola. Čistih sestojev avtohtonih topolov niso našli, kar je posledica množičnega sajenja hibridov v 1960-ih. Veliko plantaž so že posekali, tiste, ki so ostale, pa so v ubogem stanju. Edina oblika pravnega varstva topola je posredno preko zaščitениh območij obrežnih gozdov. Intenzivno so preučevali cvetenje in fruktifikacijo topolov in ugotovili spolni dimorfizem semen in sadik. S topoli izvajajo sanacijo černobilske cone, kjer upajo, da bodo topoli absorbirali težke kovine in radioaktivne elemente (Patlaj in sod., 1998, 1999).

- Velika Britanija je črni topol na svojih tleh razglasila za najbolj ogroženo drevesno vrsto v državi. Ocenjenih imajo 2000 do 3000 odraslih dreves avtohtonega črnega topola, vendar so to stari osamelci pretežno moškega spola, genetsko verjetno neonesnaženi, hkrati pa podvrženi vetrnim poškodbam in razkroju. Britanci svoj črni topol uvrščajo v podvrsto *betulifolia*. Ob priključitvi EUFORGEN-u so izvedli veliko javno akcijo ozaveščanja javnosti, ki se jim je obrestovala. Na lokalnih ravneh so se izoblikovale skupine, ki popisujejo črne topole in jih varujejo (Tabbush, 1996, 1998).

3.7 ZAČETKI PRENAŠANJA VRST IN ŽLAHTNJENJA TOPOLOV

Prenašanje rastlinskih vrst se je začelo z Rimljani okoli leta 0. Potem je zamrlo in ponovno oživel v novem veku v času geografskih odkritij. Raziskovalci so bili izobraženci raznih strok (zdravniki, misijonarji, vojaki, pomorščaki). Prvi transport rastlin je potekal v obliki suhih semen in herbarijskih primerkov. Prvi uspešni zbiratelj v Evropi je bil Englebert Kaempfer (1651-1715), ki je v Evropo z Japonske prinesel ginka in japonski macesen. Najprej so prinašali vrste iz Azije, potem še iz Amerike. V 19. stoletju so začeli z namenskim odpravami za odkrivanje novih vrst. V Ameriki so v 19. stoletju začeli iskati gospodarsko zanimive vrste (duglazijo), v 20. stoletju pa so začeli z vzgojo, križanji in selekcioniranjem vrst (More in White, 2003).

Gojenje topolov se je začelo v 15. stoletju v Siriji in Španiji, v srednji Evropi pa stoletje kasneje. V 17. stoletju sta v stik prišla evropski in ameriški črni topol in nastal je spontani križanec *Populus* × *canadensis* oziroma *P.* × *euramericana*. Nastali so številni kloni: Marilandica je ženski klon, Serotina in Robusta sta moška klona. S starimi kloni je konec 1950-ih pometla rjava pegavost topolovega listja (*Marssonina brunnea*), od takrat naprej pa sledimo močnemu razcvetu žlahtnjenja s topoli. Leta 1870 je nastal prvi umetni križanec berlinski topol, ki je moški klon in je potomec jagneda in vrste *P. laurifolia* (Kauter, 1999).

Križance so ustvarjali in žlahtnili z namenom povečati letni višinski, debelinski in prostorninski prirastek, povečati odpornost proti boleznim in škodljivcem, izboljšati kakovost lesa, najti osebke z bolj ravnimi in tankimi vejami (Pravilnik o enotni metodi ...,

1989). Značilna za rastlinske hibride v prvi generaciji je heteroza (Grabnar in Novak, 1997) ali tudi hibridna moč (Brus, 2001). To je pojav večje produktivnosti, ko so križanci večji in donosnejši od svojih "čistokrvnih" staršev (Lučovnik, 1993). Če bi križance prve generacije med seboj razmnoževali, bi se heteroza močno zmanjšala (Grabnar in Novak, 1997). Zato zanimive križance ohranjamo z vegetativnim razmnoževanjem. Križali so tudi zato, da bi povečali tolerantnost dreves na pestrost tal in podnebnih razmer ter sposobnost koreninjenja (Vanden Broeck, 2003). Nekateri križanci so bili ustvarjeni za hitro varstvo tal in pogozditve v onesnaženih industrijskih območjih.

Raziskovalci v semenskih sestojih zbirajo fenotipsko "primerna" drevesa, katerih lastnosti želijo ohraniti. Poimenujejo jih plus drevesa. To so drevesa, ki so po enem ali več fenotipskih znakih boljša od drugih, enako starih dreves iste drevesne vrste, ki so rasla v enakih razmerah in so zato vzorna drevesa, izbrana za izvor klonskega blaga, namenjenega za selekcijo (Brinar, 1970; Brus, 2001). Plus drevesa uporabljajo za osnivanje semenskih plantaž, vegetativno razmnoževanje in žlahtnjenje. Na Slovaškem (Varga, 1999) pri plus drevesih izbirajo osebke z naslednjimi lastnostmi: ravno deblo, ozke pahljačaste, podolgovate ali stožčaste krošnje, tanke veje pod kotom 45°, plitvo koreninjenje, čiščenje vej.

3.8 RAZMNOŽEVANJE TOPOLOV

Nemški raziskovalci so preučevali izvor sestojev v Westfaliji (Weidner in sod., 2004) in opozorili, da je, če je le možno, treba uporabljati generativno razmnoževanje. Rastline težijo k spolnemu razmnoževanju, saj je z nastajanjem novih genskih kombinacij povečana možnost za preživetje vrste v spreminjajočem se okolju. Prav tako je koristnejše za vrsto, če ne prihaja do sorodstvenih oprašitev (inbridinga), ker pride lahko do izroditve populacije. Pojavi se upad bujnosti, ki je posledica izražanja nezaželenih recesivnih genov, ki so se "skriti" ohranili v genskem skladu populacije (Grabnar in Novak, 1997). Slaba lastnost vegetativnega razmnoževanja je, da ni znana biološka starost genetskega zapisa potaknjencev. S kloniranjem se pojavi genetska degeneracija, slabe mutacije postajajo vse bolj pogoste. Posledično upada vitalnost osebkov in odpornost proti patogenom. Ena od *ex situ* metod je vzgoja drevesc iz tkivnih kultur. Ta metoda problem staranja genetskega

materiala zelo dobro rešuje, saj pomladi celice (Naujoks in Wühlisch, 2004). Vzgoja rastlinic v laboratoriju iz tkivnih kultur je dala zelo dobre rezultate, saj se tako vzgojene rastline lažje zakoreninjajo kot potaknjenci.

Če je neka pogosta vrsta spolno združljiva z manjšo populacijo redkejšje vrste, potem je redka vrsta podvržena izginotju zaradi hibridizacije (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004). Rod *Populus* je s svojimi 22 ali 85 vrstami (odvisno od definicije) na severni polobli podvržen hibridizaciji in nastajanju novih vrst. Bolj redke vrste so podvržene asimilaciji in izginotju. Naravna hibridizacija lahko povzroči združevanje vrst ali populacij, poveča reproduktivno izoliranost ali tvori prepreke za razmnoževanje. Razmnoževanje z vetrom, ki je značilno za topole, povzroča velike migracije peloda in plodov, izmenjavo genov in veliko genetsko pestrost. Da ne bi prihajalo do nenadzorovanih vdorov genetskega materiala v populacijo, so se razvili izolacijski mehanizmi. Vanden Broeck in Van Slycken (2004) jih delita na prezigotične (pred oploditvijo) in postzigotične (po oploditvi), Tabbener in Cottrell (2003) pa dodajata še tretjo stopnjo v fazi klice. Prezigotični mehanizmi so časovne in prostorske prepreke, večja priljubljenost opraševalca, nekompatibilnost gamet (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004) ter prezgodnje odpadanje mačic z drevesa (Tabbener in Cottrell, 2003). Pri topolih je najboljši način za preprečevanje oprašitve različen čas cvetenja (Van Slycken in Vanden Broeck, 1999), vendar sta Tabbener in Cottrell (2003) poudarila, da je to odvisno od severne geografske širine. Krstinić in sod. (1998b) pa so ugotovili, da na Hrvaškem avtohtona ženska drevesa črnega topola cvetijo istočasno kot naturalizirani jagned, ki je moški klon, in da so se zato pojavili spontani hibridi. Zaradi istočasnega cvetenja so se pri njih križali tudi ženski osebki *P. × canadensis* klona I-214 z moškimi osebki avtohtonega črnega topola.

Raziskave ob reki Meuse (Vanden Broeck in sod., 2004) so nedvoumno potrdile, da se v naravi dogaja spontana hibridizacija med ženskimi rastlinami *P. nigra* in moškimi osebki *P. × canadensis*. V omenjeni raziskavi je bil najbližji moški osebek *P. nigra* oddaljen 25 km in to je očitno bila prevelika razdalja za uspešno oploditev ženskih rastlin *P. nigra*. Raziskovalci pospešeno proučujejo mehanizem nekompatibilnosti gamet med vrstami, opazajo pa tudi medvrstno tekmovanje med pelodi različnih vrst (Vanden Broeck in Van

Slycken, 2004). Razmnoževanje znotraj populacij ni naključno. Ženskih dreves je v sestojih ponavadi manj. Oprašuje jih presenetljivo majhno število moških dreves (Vanden Broeck, 2003). Pelod iste vrste, kot je žensko drevo, ima prednost pri oprašitvi pred pelodom drugih vrst (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004; Tabbener in Cottrell, 2003). Če obstaja kje v bližini osebek nasprotnega spola in iste vrste, je veliko večja verjetnost medsebojne oploditve kot pa združitev s pripadnikom druge vrste. Pozornost moramo usmeriti na naravne populacije črnih topolov, kjer so v naravi le ženska drevesa in istovrstnih donatorjev peloda ni. Takrat postanejo uspešni drugi donatorji peloda, največkrat je to *P. × canadensis* (Vanden Broeck in sod., 2004). Na takih področjih lahko pričakujemo introgresijo in majhne populacije so zato bolj ogrožene. Avtohtone populacije morajo biti dovolj velike, da bodo brez vplivov absorbirale vnešene gene (Lefevre in Kajba, 1999).

Primer nekompatibilnosti gamet je različna dolžina pelodnih mešičkov med vrstami, vendar iz članka ni moč razbrati, ali trditev velja za topol ali je le splošen primer. Postzigotični mehanizmi so: sterilnost, šibkost in propad križancev (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004) ter abortusi embrijev (Tabbener in Cottrell, 2003). Križanci prve generacije imajo zmanjšano plodost v primerjavi s svojimi starši, njihov pelod in plodovi so nevitelni, podvrženi so napadom insektov in patogenov. Razlog za nevitelnost topolovih semen je, da pri hibridih semenske ovojnice plodov dozori prej kot embriji v njih in zato klitje ni možno (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004). Obstaja tudi teorija, da so hibridi evolucijski filtri v populacijah. Tako ohranjajo vrste ali preprečujejo vnos škodljivih genov in dovolijo vnos (introgresijo) koristnih genov. Določeni deli DNK verig so podvrženi vnosu tujih genov, nekateri pa so popoloma odporni. Kjer je več delov DNK ali en večji del odprt za izmenjavo alelov, tam je introgresija bolj mogoča.

V nekaterih območjih se prekrivajo areali avtohtonih vrst topolov med seboj ali pa prihaja do stika s plantažami. Ponavadi potekajo križanja samo znotraj sekcij, vendar obstajajo izjeme. Križanja so pogojena tudi s spolom. Tabbener in Cottrell (2003) sta objavila, da je križanje *P. deltoides* in *P. nigra* mogoče le, če je *P. deltoides* mati, vendar obratnega razmerja ne izključujeta. V ZDA so zabeležili več prekrivanj arealov in nastajanje spontanega križancev (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004). V severni Ameriki vse

spontane križance med predstavniki sekcij *Aigeiros* in *Tacamahaca* imenujejo *Populus* × *jackii* SARGENT (Kauter, 1999). Zanimivo je, da se križanci ne širijo v areale starševskih vrst in da ostajajo lokalizirani na manjše področje. Kjer prihaja do spontanega križanja naravnih vrst, se pojavlja večje število genotipov in posledično beležijo pozitivne učinke na vrstno pestrost spremljajoče favne in flore (Vanden Broeck in Van Slycken, 2004).

Obstajajo razlike med rastlinami zraslih iz semena in tistimi, ki so posledica vegetativnega razmnoževanja (Barsoum, 2000). Semena veter razprši daleč naokrog, vendar uspešno kalijo le tista, ki pristanejo na dvignjenih mikrorastiščih blizu reke. Potaknjenci nastanejo iz potrganih vejic, poganjkov iz podrhtih debel in panjev, razporejeni pa so bolj razpršeno, dlje stran od reke, kot pa so našli rastline iz semen. Vegetativne rastline preživijo dlje stran od struge zato, ker izkoristijo že obstoječi koreninski sistem staršev in ker imajo potrgane vejice velike zaloge ogljikovih hidratov in že obstoječe primarne koreninske celice, ki so sposobne zelo hitre rasti koreninic. Zgodnejša vzpostavitev koreninskega sistema jim da prednost pri razrasti v nadzemni prostor. Slaba lastnost hitre rasti pa je, da so zato bolj podvrženi sušnemu stresu kot rastline iz semen. Slednje začnejo rasti bolj počasi, ko pa razvijejo svoje korenine, so bolj učinkovite v akumulaciji biomase, posebno kadar je talna vlaga omejujoč dejavnik. Rastline iz semen imajo večji LAI (leaf area index) in zato bolje izkoriščajo fotosintezo. So bolj tolerantne na nižjo talno vlago. Nimajo stranskih koreninic, zato prej pridejo do podtalnice. Rastline vegetativnega nastanka pa so bolj tolerantne na anaerobne razmere in lahko preživijo popolnoma zasute s peskom, česar rastline iz semen niso sposobne. Redne spomladanske poplave pospešujejo razširjanje vrste s semenom, pogoste in neredne poplave pa spodbujajo vegetativno razmnoževanje (Barsoum, 2000). Vegetativno nastali osebki ustvarjajo mikrorastišča (zaustavljajo vodo, povzročajo odlaganje materiala), ki so naslednjo pomlad primerna za nasemenitev s semeni (Barsoum, 2001).

Obstajajo tudi razlike med ekologijo ženskih in moških dreves (Hughes, 2000). Ženski osebki imajo raje bolj mokra in s hranili bolj bogata rastišča kot moški osebki. Zato se v ekosistemih pojavljajo otočki manjših ali večjih skupin istospolnih dreves. To kaže, da genetska pestrost ni razporejena enakomerno, zato morajo biti ohranitvena območja čim večja in razpršena (*Populus nigra* Network: report of the seventh ..., 2004).

Patlaj in sod. (1998) so intenzivno preučevali cvetenje in fruktifikacijo topolov in ugotovili spolni dimorfizem semen in sadik. Cilj raziskav je bil čimprej prepoznati spol sadik. Moški osebki so se razvili iz rahlo rožnatih semen, ženski pa iz rahlo rumenih semen. Barvo so ocenjevali mikroskopsko. Podoben vzorec se je pokazal tudi pri barvi hipokotila.

3.9 MONITORING GENETSKE PESTROSTI V NARAVNIH SESTOJIH ČRNEGA TOPOLA IN NJIHOVO OBNAVLJANJE

Del varovanja avtohtonih črnih topolov je monitoring njihove genetske pestrosti (Lefevre in Kajba, 1999). Genetska pestrost se spreminja z genetsko evolucijo, to pa spremljamo z opazovanjem rečnih ekosistemov. Gledamo lahko na lokalnem nivoju ali na širšem nivoju, kjer gre pravzaprav za mrežo ohranitvenih območij, ki naj bi bile tako oddaljene druga od druge, da je mogoča genska izmenjava med njimi (preko peloda). Povezava topolovih rastišč preko peloda je bistvo teorije o metapopulacijah (Tabbener in Cottrell, 2003). Metapopulacije so medsebojno povezane lokalne populacije, ki so izpostavljene propadu in rekolonizaciji (ponovni naselitvi) nove lokacije znotraj metapopulacije (Rotach, 2001). Pomembno je, da ne gre za več izoliranih populacij, temveč za veliko povezanih populacij. Narava pomlajevanja črnega topola, da se ne pomlajuje na površinah, kjer je odraslo drevje, razlaga trditev o propadu in rekolonizaciji znotraj metapopulacije. Teorija tudi poudarja pomembnost samotarskih ali majhnih skupin dreves, ki ne rastejo na rastiščih, kjer je pomlajevanje mogoče. Njihov velik pomen je v proizvodnji peloda, s katerim bogatijo pelodno zmes, ki oprahuje ženska drevesa na za pomlajevanje ustreznih rastiščih in posredno večajo genetsko pestrost. *In situ* varovanje spremljamo preko treh korakov (Lefevre in Kajba, 1999). Najprej moramo prepoznati proces, ki vodi genetsko evolucijo. Lahko so to spremembe številčnosti populacije, spolna struktura, genetski drift, selekcija, opraševanje, migracije in mutacije. Drugi korak je identifikacija postopkov gospodarjenja z reko in gozdovi (kdo gospodari, kako, ali sploh). Tretji korak je določitev dolgotrajnih indikatorjev (ekoloških, demografskih in genetskih), ki bodo primerni za dolgotrajno opazovanje. Ekološki indikatorji so: pogostost in dinamika poplav, tekstura tal, indikatorske in agresivne vrste v ekosistemu, prisotnost hibridov, gozdarstvo (umetna obnova s sadikami določenega izvora, selekcija ...). Demografski indikatorji so:

pomlajevanje iz semena, starostni razredi, cvetoča drevesa, sanitarne razmere. Genetski indikatorji so: stopnja pestrosti, razlike znotraj starostnega razreda v sestoji, razlike med sestoji, stopnja introgresije.

V Evropi zaznavamo tri različna stanja pomlajevanja v naravnih sestojih črnih topolov. Prvo je, ko rečna dinamika pripravlja primerna tla za pomladitev, vendar ni dovolj odraslih dreves, ki bi fruktificirala. Take razmere se pojavljajo zelo redko in so bolj teoretična možnost. Drugo stanje opisujemo takrat, ko so odrasla drevesa prisotna, vendar ni ustreznih ekoloških razmer za pomladitev. To pogosto opazimo v celinski Evropi ob Renu, Loari in Donavi. Tretja možnost se pojavi, ko manjka oboje – odrasli osebki in ekološke razmere. Takšna situacija je pogosta v severozahodni Evropi, v Veliki Britaniji, Belgiji in na Nizozemskem (Heinze in Lefevre, 2001). V Veliki Britaniji za nepomlajevanje črnega topola ni kriva premajhna količina proizvedenega semena, temveč neustrezne razmere za kalitev in rast (Tabbener in Cottrell, 2003). Pomlajevanje se ne pojavlja v sestojih, kjer so odrasla drevesa, temveč na odprtih površinah, kjer je veliko svetlobe in so nanešeni novi sedimenti.

Med francosko nacionalno inventuro so potekale raziskave topolovih rastišč (Pont in sod., 1999). Vzdolž reke so ločili 3 območja (območje odnašanja, transporta in odlaganja materiala), prečno pa 4 transekte (struga, prodnata ali peščena sipina, rečni breg in poplavna ravnica). Ugotovili so, da se črni topol nahaja v območjih transporta in odlaganja materiala, največ osebkov pa je raslo na rečnem bregu, sledita prodnata in peščena sipina ter poplavna ravnica. V najbolj dinamičnih območjih, območju odnašanja materiala in v reki, topoli ne rastejo.

Cilj obnavljanja populacij je ustvariti ugodne razmere za pomlajevanje in omogočiti povezavo populacij in izmenjavo genov. Pri obnavljanju ekosistemov moramo biti pozorni na vnos tujih genov v populacijo (Heinze in Lefevre, 1999). Ker je *Populus nigra* dvodomna vrsta, je pri njej vnos škodljivih alelov v populacijo lahko zelo velik. Velike populacije z uravnoteženim opraševalnim sistemom dobro prenašajo vnos novih genov, ker je številen pomladek izpostavljen močni naravni selekciji in preživijo samo najbolj prilagojeni. V majhnih populacijah in populacijah z neuravnovešenim opraševalnim

sistemom je vrsta prisiljena v inbriding (razmnoževanje v sorodstvu), kar vodi v zmanjšano vitalnost populacije, zmanjševanje velikosti populacije in končno v njeno izginotje. Preprečevanje inbridinga se začne s skrbnim načrtovanjem oprašitvenih strategij. Pri črnem topolu to pomeni pravilno izbiro klonov in primerno lokacijo sadnje. Število klonov je vedno manjše od števila dreves, to pa zato, ker se v majhnih izoliranih populacijah inbriding izrazi z uničujočimi posledicami. Ko se izguba genske pestrosti začne, je brez mutacij ne moremo ustaviti. Mutacije pa so nepredvidljive, zato nanje raziskovalci ne računajo.

Pri obnavljanju populacij moramo paziti na strategije za varovanje drevesnih vrst. Te temeljijo na več postavkah: poznavanju genske pestrosti in njene strukture ter poznavanju skritih procesov v populaciji (genetski drift, introgresija). Cilj ohranjanja posameznih drevesnih vrst in črnega topola je dolgotrajno ohranjanje vrste. To je mogoče z določitvijo mreže *in situ* varstvenih območij, ki naj bodo razprostrta po celotnem arealu, ne le na majhnem delu rastišč. Vsako varstveno območje naj bo samovzdrževalno, neodvisno, vsebuje naj vse razvojne faze, območje naj bo tako veliko, da absorbira brez posledic dotok genov (Lefevre in Kajba, 1999).

Vegetacijske združbe vrb in topolov se tvorijo na novo nastalih peščenih nanosih. Cvetenje poteka v marcu in aprilu, ko reke poplavljaajo, v višjih legah šele v maju. Seme zori 4-6 tednov, na tla pade konec maja ali začetek junija in takoj začne kalit. Čas odmetavanja semen traja lahko 2 do 8 tednov, odvisno od okolja. 24 ur po kalitvi pričnejo klični listi s fotosintezo in poženejo prve korenine, ki fiksirajo seme v tla in povečajo absorpcijo iz tal. Pogoji za uspeh klic je njihova polna osvetlitev in primerna vlažnost tal. 3-4 tedne po kalitvi kalček vso pridelano energijo investira v liste in korenine, zato je rast v višino počasna in v tem obdobju je kalček najbolj občutljiv na sušo. Po enem mesecu od kalitve je mlada rastlinica manj občutljiva, ubije jo lahko le popolna prekinitev stika s podtalnico ali nova poplava, ki traja vsaj 11 tednov. Če želimo obnavljati rastišča in izkoriščati naravno semenenje, moramo dobro poznati čas odmetavanja plodov (Barsoum, 2001). 3-4 mesece po kalitvi, ko je zaključena prva rastna sezona, so korenine dosegle globino 150 cm, rastlinica pa je visoka 10-30 cm, nekatere tudi do enega metra. Drugo rastno sezono

zaznamuje zelo hitra rast v višino in rastlina postane popolnoma odvisna od podtalnice, nič več od padavin (Barsoum, 2001).

Spremenjena dinamika reke onemogoča spontano pomlajevanje drevesne vrste, ki je vezana na poplave. Barsoum (2001) poroča o poskusih oponašanja rek ob poplavah. Obnove rastišč spodbujamo z raznimi ukrepi. Dovoliti moramo občasne poplave, dovolj so že enkrat na približno 20 let. Odstraniti moramo vegetacijo, smeti, organski horizont tal in ustvariti manjše depresije (mikrorastišča). Odstranjevanje vegetacije lahko poteka mehansko s stroji ali ročno ali pa z uporabo živine. Organski horizont tal odstranjujemo zato, da omogočimo direktno pronicanje padavin v tla. Ker so podtalne vode zaradi regulacij upadle, mlade rastlinice ne dobivajo dovolj vode. V tem primeru je obvezno zalivanje.

Pri obnavljanju ekosistemov moramo določiti velikost minimalne žive populacije (VMŽP). To je za drevesa tista velikost populacije, pri kateri je populacija varna pred izumrtjem in je velika vsaj toliko, da v določenem obdobju ohranja genetska, demografska in okoljska tveganja na sprejemljivem nivoju (Heinze in Lefevre, 2001). Splošne ocene za VMŽP so 500 do 2000 genotipsko različnih osebkov. Vedeti pa moramo, da velikost populacij variira, fluktuirajo in da vsak negativni trend ni začetek konca populacije. VMŽP je pri topolu dandanes mnogo višja, kot jo lahko uresničimo, zato se lotimo obnavljanja le tistih populacij, ki bodo lahko ostale v stiku z drugimi populacijami.

Pri obnavljanju majhnih populacij črnega topola ločimo genetsko in negenetsko tveganje (Heinze in Lefevre, 1999, 2001). Negenetsko je okoljsko tveganje (poplave, suše, podnebje, divjad, insekti). Upremo se mu z razpršeno sadnjo na veliki površini, da ohranimo izmenjavo peloda in plodov. Genetsko tveganje predstavlja inbriding, izguba genetske pestrosti in prevlada hibridov. Izognemo se mu, če omogočamo migracijo peloda in plodov in s sadnjo novih klonov. Ne obnavljamo rastišč, ki niso povezana z drugimi populacijami. Uporabljamo čim večje število klonov, ker tako zagotovimo pestrost. Provenienc ponavadi ne moremo dosledno upoštevati, ker imamo premalo lokalnega materiala, vendar ne prenašamo sadik preko velikih klimatskih ločnic in na prevelike razdalje. Pomembno je tudi, da so sadike obeh spolov v enakem razmerju, saj je

razporeditev ženskih dreves ključnega pomena za ohranjanje ekosistema, ker omogoča spolno razmnoževanje. Če obnovljamo izolirano območje, uporabimo vsaj 100 popolnoma različnih klonov, če pa ima nova populacija stik z okolico, je število klonov lahko nižje. Kakšna je razdalja, ki pomeni neizoliranost populacij, v literaturi ni navedeno, ker je odvisna od konkretnih lokalnih razmer (prevladujoča smer vetra, gorske pregrade). Linearna sadnja je boljša od sadnje v bloku, ker je pri linearni boljša izmenjava peloda in plodov (Heinze in Lefevre, 2001). Pri obnovi uporabljamo material iz *in situ* in *ex situ* zbirk. Po sadnji se moramo še vračati v sesto: dopolnjujemo, redčimo, odstranjujemo neprimerne osebk. Prav tako je pomembno, da ustvarimo zaščitni pas okrog *in situ* varstvenih območij, kjer odstranjujemo hibride oz. puščamo njihovo gostoto zelo nizko (Tabbener in Cottrell, 2003).

3.10 PESTROST NA PLANTAŽAH

Naravovarstveniki pogosto nasprotujejo plantažnemu gojenju topolov, češ da zmanjšujejo pestrost vrst v njih in da celo ubijajo določene vrste metuljev (Rotach, 2000). Prav tako naj bi imele negativne učinke na floro in favno, ker so to enovrstni nasadi tujerodnih drevesnih vrst brez vertikalne strukture (Rotach, 2004). Rod *Populus* je gostitelj velikega števila fitofagov in je zelo pomemben vir hrane za metulje, molje in hrošče. Topoli so izključni gostitelj velikega števila ogroženih vrst žuželk (metuljev, kozličkov) in imajo tako pomembno vlogo pri ohranjanju vrst. Nobena vrsta žuželk ni vezana izključno na enega predstavnika topolov, ponavadi se lahko prehranjujejo še na vrbah. Predstavniki rodov *Saperda* (kozlički), *Trypophloeus*, *Zeugophora* in *Melasoma* (lepenci) so se specializirali na vrste rodov *Populus* in *Salix*. Razlog za množičen obisk žuželk na vrbovkah je atraktant salicilna kislina, ki jo žuželke pretvorijo v spojino, ki služi obrambnim mehanizmom proti plenilcem.

Dve vrsti metuljev, *Limentis populi* - topolov admiral in *Apatura ilia* - mali izpreminjevalček, izginjata domnevno zaradi gojenja hibridnih topolov. Njune gosenice naj ne bi bile sposobne prebavljati močnejših in debelejših listov hibridnih topolov *P. × canadensis*. Te navedke so raziskovalci citirali po članku Blaba in Kudrne iz leta 1982, ki sta povzela objave Friedricha iz leta 1966. Izkazalo se je (Rotach, 2004), da negativnih

vplivov *P. × canadensis* ni in da sta Blab in Kudrna narobe interpretirala znanstveno nepreverjene podatke Friedricha, ki je pisal:

- gosenice *Apatura ilia* niso jedle ponujenih listov *P. balsamifera* (debelejši in bolj mesnati listi), uživale pa so liste *P. nigra* 'Italica', *P. × canadensis*, *P. tremula* in *P. nigra*,
- samice obeh vrst metuljev raje odlagajo jajčeca na *P. balsamifera*, ker jih njegov vonj bolj privablja, izlegle ličinke pa se z listi ne morejo prehranjevati.

Pomembno pri vplivu hibridnih plantaž na biodiverziteto je poznavanje trofičnih povezav (Rotach, 2004). Obstaja preverjena zakonitost, da če vrsta, klon ali kultivar razvije odpornost proti nekemu "škodljivcu", ponavadi izgine "škodljivec", njegov plenilec in plenilec plenilca itd. Odstranitev genotipa iz populacije, kar se dela s selekcioniranjem, torej zmanjšuje naravno pestrost trofično povezanih vrst. Manjša ko je genetska variabilnost, večji so lesni donosi in večje je gospodarsko tveganje (Brus, 1995). Ker je topol zelo občutljiv na veliko število napadalcev, so žlahtnili topole na odpornost proti škodljivcem, tako so zmanjšali genetsko pestrost topolov na plantažah (cela Francija goji le 10 kultivarjev) in posledično se je zmanjšalo število plenilskih vrst (žuželk in ptic).

Hibridni topoli ne zmanjšujejo količine epifitov na drevesih. Najbolj bogat črni topol z epifiti je klon *P. × canadensis* Robusta, ker ima hrapavo lubje s številnimi žlebovi (Rotach, 2004).

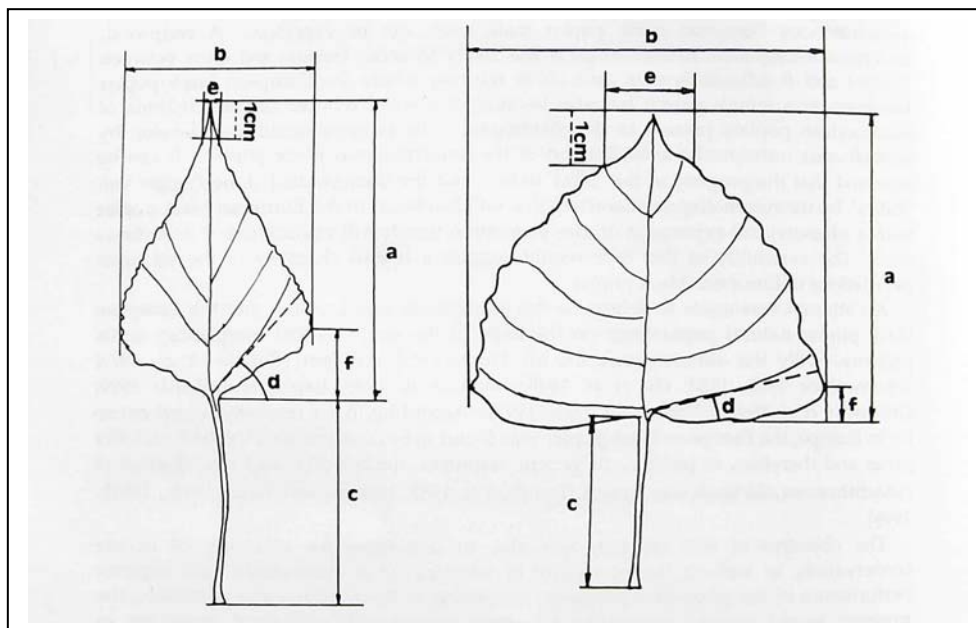
Plantaže vodijo v poenostavitve izvornih ekosistemov, ker v njih orjejo, izvajajo pripravo tal, uporabljajo herbicide, mehansko odstranjujejo plevel in grmovnice, in zaradi kombinacije teh dejavnikov (Rotach, 2004). Spremeni se količina svetlobe pri tleh. Razvijajo se vrste, ki imajo rade dušik v tleh ali vrste z velikimi listi. Na prisotnost večine ptic vpliva prisotnost podstojne zeliščne in grmovne vegetacije. Le redke naselijo plantaže brez ene ali druge plasti. Z uvedbo plantaž ob Renu v Nemčiji se je število vrst ptic zmanjšalo. Splošno znano je, da so raznodobni sestoji bolj pestri kot enodobni. Različne razvojne faze gostiteljskih rastlin, različne količine hranil, kemična sredstva za obrambo, trdota listov in podobni dejavniki vplivajo na pestrost habitatov in s tem na bogatost vrst živali. Večja pestrost v nižjih trofičnih razredih vodi v večjo pestrost v višjih razredih

trofične piramide. O povezavi trofičnih verig s pestrostjo v plantažah smo pisali dva odstavka višje.

Objavljeni pa so tudi pozitivni učinki topolovih plantaž na pestrost ptic v Franciji in Veliki Britaniji (Rotach, 2004). *Oriolus oriolus* (kobilar) in *Tyto alba* (pegasta sova) sta povečala svoji populaciji, odkar gojijo plantažne topole. Sovi se je povečal prostor, v katerem si lovi hrano, kobilar pa si na plantažah spleta gnezda. Celo to so ugotovili, da imajo kobilarji raje klone z velikimi listi in zgodnjim olistanjem.

3.11 PROUČEVANJE INTROGRESIJE IN DRUGE RAZISKOVALNE TEHNIKE

Krstinić in sod. (1998b) so preučevali morfologijo listov topolov, da bi ločili avtohtoni črni topol od jagneda, ameriškega črnega topola in njegovih križancev ter da bi ugotovili prisotnost introgresije v naravnem okolju. Merili oziroma opazovali so:



Slika 11: Skica za podlago hrvaških raziskav o morfologiji listov (prirejeno po Krstinić in sod., 1998b). Prevod parametrov je opisan v nadaljevanju.

- a) dolžino listne ploskve,
- b) širino listne ploskve,
- c) dolžino peclja,
- d) kot med prvo listno lateralno žilo in horizontalno ravnjo dna listne ploskve,

- e) širino listne ploskve 1 cm od vrha lista,
- f) razdaljo med najširšim delom listne ploskve in dnom listne ploskve,
- g) število zob na listnem robu na razdalji 3 cm od najširšega dela listne ploskve proti vrhu lista,
- h) obliko listne baze in
- i) barvo peclja in prisotnost listnih žlez.

Pri merjenju zgoraj zapisanih lastnosti so ugotovili introgresijo vrste *P. deltoides* in jagneda v avtohton črni topol, povratno križanje *P. × canadensis* s staršem *P. nigra*, lastnosti intermediarnega križanja in okoljsko pogojenost nekaterih lastnosti. Introgresija *P. deltoides* se je kazala v znakih d) in e), ker so bile minimalne vrednosti kotov v pomladku mnogo nižje kot pri avtohtonem črnem topolu. Majhni koti pa so lastnost *P. deltoides*. Povprečne vrednosti znaka e) v pomladku so bile enake vrednosti pri odraslem *P. deltoides* in hkrati so bile te vrednosti mnogo večje kot pri avtohtonem črnem topolu. Introgresija jagneda se je kazala v lastnostih a) in b). Dolžine in širine listnih ploskev pri pomladku so bile mnogo manjše kot pri avtohtonem črnem topolu, hkrati pa najbližje vrednostim jagneda. Povratno križanje hibrida *P. × canadensis* so videli v lastnosti f), ker povprečna vrednost parametra f) ni dosegla vrednosti avtohtonega črnega topola. Skoraj vse našteje lastnosti se intermediarno dedujejo, kar pomeni, da imajo otroci nove kombinacije lastnosti obeh staršev. Barva peclja je okoljsko pogojena, ker imajo listi v senci zelene peclje, listi na soncu pa rdečkaste. Zanimiv je bil zapis o listnih žlezah. V literaturi navajajo prisotnost žlez pri hibridih, Krstinić in sod. (1998b) pa tega niso potrdili. Ugotovili so še, da je večina dreves bolj podobnih črnemu topolu kot drugim vrstam ali klonom. Razlog je v povratnem križanju, kjer enega od staršev predstavlja črni topol. Lastnosti, ki so odvisne od dedovanja in zato dobri indikatorji pri prepoznavanju hibridov, so d), e), f), g) in h), najbolj obetavna med njimi je d), torej kot med prvo listno lateralno žilo in horizontalno ravnjo dna listne ploskve.

Osebk z introgresijo (t.j. osebk z vnešenimi geni) so najdeni le v mlajših razvojnih fazah, kasneje pa jih ni več opaziti (Vanden Broeck, 2003). Možno je, da naravna selekcija odstrani genetsko mešane osebk iz populacije in tako zagotovi genetsko čistost vrste. Domneva ni potrjena in potrebne so nadaljnje raziskave.

Razviti so številni laboratorijski testi, katerih cilj je (Heinze, 1998b):

- razlikovanje *P. nigra* od drugih topolov,
- ocenjevanje genetske pestrosti znotraj vrste *P. nigra* in
- razlikovanje klonov med seboj.

Trije od štirih nukleotidov, ki so zaporedno vezani na DNK verigi, tvorijo sporočilo, ki v organizmu definira sintezo aminokislin. Izoencimi, kromosomska DNK in DNK plastidov (mitohondrijev in kloroplastov) se uporabljajo za preučevanje genetskih razlik. Kromosomska DNK je kombinacija DNK verig obeh staršev, medtem ko se DNK obeh plastidov deduje le od matere.

Med raziskave biokemičnih markerjev sodijo pregledi rastlinskih sokov s kromatografom. Že Bōritz je leta 1962 tako ločeval vrste in sekcije med seboj, klonov pa ne (Heinze, 1998b). Izoencimska metoda je sodobnejša raziskovalna metoda (Hattemer, 1979, cit. po Božič G., 1997). S to analizo uspešno razlikujejo vrste, klone in introgresijo med vrstami (Heinze, 1998b). Analiza temelji na encimih, ki imajo podobno katalitično aktivnost, razlikujejo pa se po kemični strukturi in električnem naboju. V električnem polju ti encimi v nekem mediju migrirajo od katode proti anodi, pot, ki jo prepotujejo, pa je odvisna od električnega naboja encima (Božič G. in sod., 2000). Prednosti izoencimskih markerjev v primerjavi z morfološkimi znaki so številne: dednost lastnosti je lahko dokazati, pogostost alelov je mogoče izračunati, gensko variabilnost preko alelov lahko neposredno primerjamo, za analize so potrebne majhne količine materiala, metoda je uporabna pri vseh vrstah.

Med DNK tehnike sodijo analize RFLP, AFLP, PCR, RAPD (Heinze, 1998b). Gre za analizo katerihkoli fragmentov DNK verige in z njo prav tako uspešno ločujejo vrste, klone in introgresijo med vrstami. Prednost njihove uporabe je visoka stopnja določljivosti, neodvisnost od okolja in visoka stopnja ponovljivosti (Božič G. in sod., 2000). Z analizo plastidnih DNK so ugotovili dedovanje plastidne DNK po materi ter da sta si *P. nigra* in *P. alba* mnogo bolj v sorodu kot predpostavlja danes priznana taksonomija (Heinze, 1998b). Prav tako so ugotovili neposredno sorodstvo *P. deltoides* in *P. maximowiczii*, ki sta doma na ločenih kontinentih. Kloroplastna DNK kaže medvrstne in znotrajvrstne razlike. Razlike

znotraj vrste so verjetno posledica geografskega izvora materine linije. Kot celota je kloroplastni genom evolucijsko zelo ohranjen, zato je zelo primeren za filogenetske raziskave (Božič G. in sod., 2000). Obstajajo tudi tehnike analize ribosomske DNK in RNK ter mikrosatelitov, ki so še na začetku razvoja. S slednjo so ugotovili bližnje sorodstvo sekcij *Aigeiros* in *Tacamahaca* (Tabbener in Cottrell, 2003). Ključno pri izbiri metode je poznavanje našega cilja in sredstev, ki jih imamo na voljo (Heinze, 1998b). Van Slycken in Vanden Broeck (1999) poročata tudi o uporabi aromatskih spojin v eksudatih topolovih brstov, s katero ločujejo vrste in klone.

3.12 PATOGENI NA TOPOLIH

Rod *Populus* je gostitelj številnih žuželk, gliv, bakterij in virusov. Številni med njimi v naravnih sestojih ne povzročajo gradacij in popolnih uničenj. V naravnih sestojih je pestrost genotipov veliko večja kot na plantažah in vedno se med njimi najdejo osebk, ki so proti povzročiteljem bolezni delno ali v celoti odporni. Na plantažah pa je sajenih izredno malo različnih genotipov in so zato bolj občutljivi na povzročitelje bolezni. Opisali bomo le najbolj nevarne povzročitelje, ki so v preteklosti povzročili velike gospodarske škode. Kot odgovor nanje so žlahtnitelji iskali osebk, odporne proti boleznim. S selekcijo so izločevali neodporne osebk, z njimi pa so izločili tudi njihove genotipe. Boj proti povzročiteljem bolezni in škod je tako posredno povzročil siromašenje topolovega genofonda in spremljajočih neškodljivih vrst. Patogeni sami pa neposredno ogrožajo genofond topola, ko povzročijo smrt osebk in s tem njegovega genotipa.

Po pravilniku o preizkušanju sort topolov (Pravilnik o enotni metodi ..., 1989) so na poskusnih poljih sledili vrstam, ki so v Jugoslaviji povzročale največje škode na plantažah: *Dothichiza populea*, *Marssonina brunnea*, *Venturia tremulea*, *Melampsora* sp., *Cryptorhynchus lapathi*, *Scapteron tabaniformis*, *Saperda populnea* in *Helicomya saliciperda*. Sledijo opisi najhujših škodljivcev:

- *Dothichiza populea* je gliva zaprtotrošnica (Ascomycota), ki povzroča bolezen "topolov rak" (Maček, 1983). *D. populea* je ime nespolne oblike. Druga imena za to bolezen oz. povzročitelja so še *Cryptodiaporthe populea* (spolna oblika) (Maček, 1983),

Chondroplea populea (nespolna oblika) (Varga, 1999), *Discosporium populeum* (nespolna oblika) (Cagelli, 1995), "odmiranje topolovega lubja" (Jurc, 2000).

- *Marssonina brunnea* je gliva zaprtotrošnica, ki povzroča bolezen "rjava pegavost topolovega listja" (Maček, 1983). *M. brunnea* je nespolna oblika. Poznana je še spolna oblika *Drepanopeziza punctiformis*.
- *Melampsora* sp., je obširen rod gliv odprtotrošnic (Basidiomycota), ki povzročajo bolezen "topolova rja". Vrste v rodu *Melampsora* med seboj zelo težko razlikujemo. Natančno lahko določimo vrsto le, če poznamo vmesnega gostitelja. Na črnem topolu so najpogostejše: *M. laricis-populina*, *M. populnea*, *M. medusae* in *M. allii-populina* (Pučko, 2004). Znotraj posamezne vrste obstajajo različni patotipi, ki različno agresivno napadajo razne topolove klone. V severni Franciji so imeli leta 1994 močan izbruh zelo agresivnih patotipov. Oboleli so vsi plantažni kloni, rja pa se ni razširila v naravne sestoje črnega topola. *M. medusae* je v Evropi karantenska bolezen in je strogo nadzorovana.

Velike škode povzroča topolov bakterijski rak *Aplanobacterium populi* (Maček, 1983) oz. *Xanthomonas populi* (Jenkins in Starr, 1982). Avtohtoni črni topol je nanj zelo odporen in to lastnost bi žlahtnitelji radi prenesli na hibride (Tabbush, 1998). Odporost na bolezen se deduje po ženski liniji (Heinze in Lefevre, 1999), zato je za širjenje odpornosti pomemben tako transport plodov kot tudi peloda, ker plodovi vsebujejo očetovo in materino DNK, pelod pa le očetovo.

Našteti patogeni povzročajo različne škode pri topolih. Topolova rja *Melampsora* ne povzroča smrti topolov, pač pa povzroči prezgodnje odpadanje listov, fiziološko oslabelost, zmanjšan prirastek in podvrženost drugim boleznim (topolovemu raku *Dothichiza*). Najpomembnejša in najbolj škodljiva bolezen topolov v Evropi je prav *Dothichiza* (Maček, 1983). Gospodarsko pomembna je postala po 2. svetovni vojni, ko so začeli snovati nasade hibridov. V Sloveniji je najnevarnejša *Marssonina brunnea*, sledi pa ji *Melampsora populnea* (Jurc, 2000). Te tri bolezni povzročajo največje škode v srednji Evropi (Kauter, 1999). Ker je kemijsko tretiranje predrago ali pa nerealno zaradi velikih površin, je edina možnost zaščite industrijskih plantaž nadaljnja selekcija klonov na odpornost na določene patogene (Maček, 1983; Jurc, 2000). Rje se fiziološko specializirajo

na nove genotipe topolov in lahko pričakujemo, da bodo prvotno rezistentni kloni topolov s časom izgubili svojo odpornost. Zato naj se plantaže ne snujejo na veliki količini majhnega števila odpornih klonov, čeprav so odporni na bolezni. Največ raziskav poteka na rodu *Melampsora* in ugotovili so, da se zelo hitro prilagajajo novim klonom in njihovim odpornostim. Rje domnevno povzročajo selekcijo v sestojih mladih topolov (Lefevre, 1998).

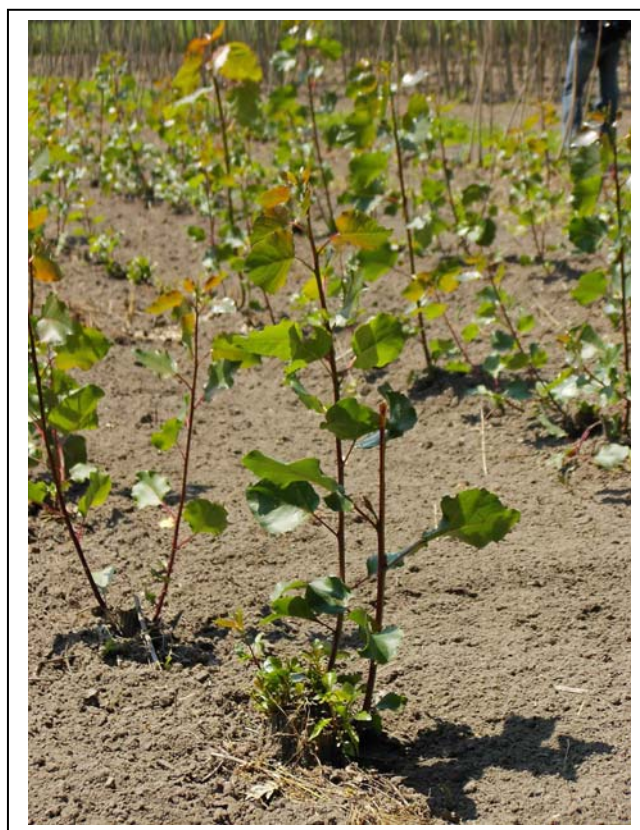
Na črnem topolu se pojavljajo nekatere vrste, ki jih uporabljamo kot ločevalni znak pri determinaciji vrst. Na topolih že vrsto let opazamo šiške spiralne oblike na pecljih listov (slika 12), ki jih povzročajo volnate uši *Pemphigus spirothecae* in *P. bursarius*. V literaturi (Identification sheet, 2006; Aas, 2006) je navedeno, da volnate uši živijo na avtohtonem črnem topolu in jagnedu, izredno redko pa je kot gostitelj omenjen hibridni topol. Avtohtoni črni topoli so odporni na belo omelo (*Viscum album*), hibridni pa ne (Identification Sheet, 2006). Pri terenskem delu v Brežicah smo na hibridih opazili omeli podobne grmičke v krošnji, vendar ne moremo potrditi, da gre za belo omelo, ker jih nismo dosegli.



Slika 12: Volnate uši rodu *Pemphigus* na listih avtohtonega črnega topola (foto: U. Vaupotič)

3.13 VARSTVO GENSKIH VIROV ČRNEGA TOPOLA IN SHRANJEVANJE MATERIALA

Varstvo genskih virov na prostem lahko razdelimo na 3 ravni (De Vries, 1996): poskusne plantaže, genske banke v obliki matičnjakov in genske banke kot odrasla drevesa. Na poskusnih plantažah ni glavni namen ohranitev genov, ampak selekcija in ocenjevanje klonov glede na njihovo rast, zdravje, obliko ... Ker poskusne plantaže predstavljajo rezervno gensko banko, je na plantažah potrebno saditi čim več različnih klonov. Matičnjaki so nasadi potaknjencev, iz katerih vsako leto odganjajo poganjki in jih je obvezno letno odrezovati. S tem zagotovimo, da matičnjaki tudi naslednje leto proizvedejo kvalitetne poganjke (De Vries, 1996). Matičnjake bi morali zamenjati na 6-12 let, ker se izčrpajo. Odrasla drevesa v genskih bankah so pomembna, da ohranjamo drevesa obeh spolov in da imamo zagotovljeno letno proizvodnjo peloda. Najbolj pomembna je izbira dobrega rastišča. Potrebno je odstranjevanje trav in insektov, gnojenje pa le po potrebi.



Slika 13: Matičnjak na topolovih plantažah v Vrbini (foto: U. Vaupotič)

Med *ex situ* varstvo spada shranjevanje semena, peloda in vegetativnega materiala. Zbirka peloda in semena je najbolj ekonomična oblika shranitve mnogih genotipov na enem mestu (Cagelli, 1997). Semena ostanejo v naravi kaljiva le 3 do 4 tedne, zato je postopek shranjevanja zelo pomemben (pobiranje semen tik preden se odprejo glavice, takojšnja obdelava, ločevanje plev od semen, hitra osušitev). Preizkušeni so bili številni pogoji in ugotovljeni naslednji zaključki (Maestro, 1995). Seme črnega topola lahko pri temperaturah -20° do -40°C in manj kot 10 % vlagi shranjujemo 1 do 6 let. Za shranjevanje peloda so raziskave v teku, vendar so številke podobne kot pri semenu. Speči poganjki se najbolje ohranijo pri -80°C , shranjevanje poganjkov pa je lažje kot priprava in krioprezervacija celičnih kultur. *In vitro* celične kulture se shranjuje pri temperaturah $+2$ do $+4^{\circ}\text{C}$ v temnih prostorih. Tako zagotovimo preživetje in hkrati minimalno rast. Cagelli (1997) navaja ugotovitev, da je najbolj primerna temperatura shranjevanja semena in peloda -18°C .

3.14 RAZISKAVE TOPOLOV V SLOVENIJI

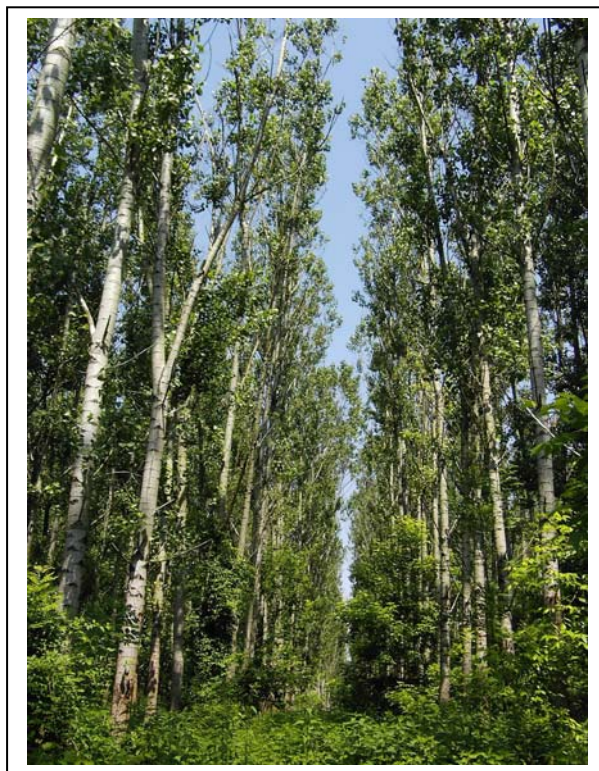
Na Gozdarskem inštitutu Slovenije so se z raziskavami topolovih hibridov ukvarjali že pred letom 1960. Takrat se je z njimi največ ukvarjal Janez Božič (Božič J., 1969, 1971, 1974, 1979, 1983), kasneje pa Gregor Božič (Božič G., 1993, 1995a, 1995b). Uporabljali so klone iz Italije, Avstrije, Nemčije, Švice, Francije, Nizozemske, Belgije in Vojvodine. Največ so testirali italijanske kone I-154, I-214, I-264, I-455, I-476, I-488, 45/51. Med letoma 1965 in 1980 je v Sloveniji obstajalo 14 plantaž na površini 8,6 ha. Nekateri kloni iz teh plantaž danes tvorijo arhiv živih klonov in služijo kot vir zbirke vegetativnega reproduktivnega materiala. Nacionalni arhiv topolovih klonov je vzpostavljen v drevesnici v Zadobrovi pri Ljubljani. Cilj raziskovalcev na Inštitutu danes je uvrstiti topole v Sloveniji na rdeči seznam v kategorijo ranljive vrste (VULNERABLE) in podrobneje raziskovati avtohtone populacije topolov ter taksonomijo rodov *Populus* in *Salix* (Božič G. in sod., 1999).

Podatki o lokacijah nasadov topolov v Sloveniji so razpršeni in skopi. Najbolj obsežna plantaža topolovih klonov v Sloveniji je na Vrbini med Krškim in Brežicami. Nasad kanadskega topola (*P. × canadensis*) je v Murski šumi v Prekmurju in v Lijaku v Vipavski

dolini (Wraber, 1951), pri Veliki Nedelji pa nasad klona Marilandica (Pavšer, 1957). Leta 1957 je bil slednji star 27 let, torej je bil zasajen leta 1930. Hibride se uporablja tudi za sanacijo deponij in smetišč – primeri takšnih nasadov so na Ljubljanskem barju (tik ob obvoznici), Ptuju, Krškem in Logatcu (Maljkovič, 2001). Topole so v Sloveniji uporabljali še kot protivetrne pasove za zaščito kmetijskih kultur in za obrečne nasade za obrambo bregov pred izpodjedanjem in odnašanjem zemlje (Wraber, 1951). Med opravljanjem raziskav za to diplomsko delo smo našli hibride pri Zgornji Zadobrovi pri Ljubljani, v industrijski coni na Brnčičevi cesti, v industrijski coni Vič-Rudnik ter pri Dolskem.



Slika 14: Nasadi hibridnih topolov v Vrbini pri Brežicah (foto: U. Vaupotič)



Slika 15: Nasadi hibridnih topolov v Vrbini pri Brežicah (foto: U. Vaupotič)

4 CILJI IN HIPOTEZE

Splošni cilj ohranjanja genskih virov je obdržanje možnosti prilagajanja vrst in populacij na spreminjajoče se okolje. To zagotovimo z večanjem genske pestrosti, ki je praviloma posledica spolnega razmnoževanja med čim večjim številom osebkov.

Cilji, postavljeni v diplomski nalogi, so:

- pripraviti pregled stanja ogroženosti genofonda črnega topola v Evropi,
- pripraviti pregled aktivnosti in možnosti za njegovo ohranitev ter obstoječih metod,
- preveriti uporabnost morfoloških znakov, po katerih lahko razlikujemo avtohtone topole od hibridnih,
- pripraviti pregled stanja rastišč črnega topola v Sloveniji,
- ugotoviti stanje v izbranih populacijah – vitalnost, prisotnost pomlajevanja, delež spolov,
- ugotoviti vključenost topolov v slovensko gensko banko,
- oceniti stopnjo ogroženosti črnih topolov v Sloveniji na primeru izbranih populacij,
- pripraviti pregled laboratorijskih tehnik za razlikovanje topolov in
- predlagati ukrepe za ohranitev izbranih populacij ali izboljšanje stanja njihovih rastišč.

Na osnovi ugotovljene problematike smo se odločili, da postavimo naslednje hipoteze:

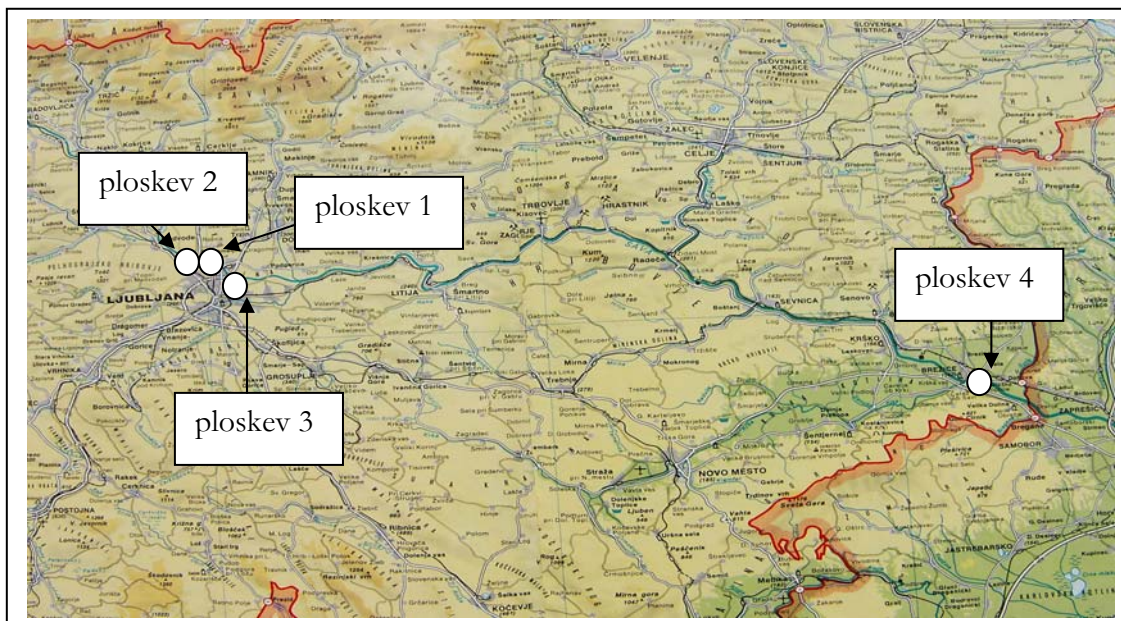
- naravne populacije v Sloveniji so ohranjene ob velikih rekah, ki občasno poplavlajo,
- ekološke razmere na rastiščih so močno spremenjene zaradi regulacij rek in drugih hidromelioracijskih posegov,
- v okolju je veliko hibridnih topolov, kar je posledica plantaž, sadnje zaradi estetskih razlogov, protiveternih pregrad ...,
- zaradi stika naravnih populacij in hibridov prihaja do introgresije,
- razlikovanje črnega topola od hibridov je preprosto,
- moških osebkov v sestojih je več kot ženskih in
- črni topol v Sloveniji potrebuje zaščito.

5 RAZISKOVALNI OBJEKTI, MATERIAL IN METODE

5.1 RAZISKOVALNI OBJEKTI

V okviru raziskav diplomske naloge smo sami določili število ploskev in njihove lokacije. Izbrali smo 4 ploskve, 3 v Ljubljanski kotlini in 1 pri Čateških toplicah. Ploskve v Ljubljanski kotlini smo določili po mestnih kartah Ljubljane, kjer so bili ob reki Savi označeni gozdovi. Na terenu smo si ogledali stanje in ocenili, ali so na ploskvi črni topoli in ali lahko postavimo ploskev velikosti 100 x 25 metrov s homogenimi rastiščnimi razmerami na celotni površini ploskve. Ploskev pri Čateških toplicah smo izbrali po posvetovanju z Mojco Bogovič, vodjo Odseka za gojenje in varstvo gozdov Zavoda za gozdove Slovenije, OE Brežice.

5.1.1 Vmestitev raziskovalnih ploskev v prostor



Slika 16: Lokacije raziskovalnih ploskev

5.1.2 Splošen geografski opis

Prve tri ploskve se nahajajo v Ljubljanski kotlini ob Savi. Značilna so prodnata tla, nastala po ledeni dobi, ko so reke nanosile material. Zemlje je malo, na produ sta pogosto nanešena pesek in mivka, organska tla so v fazi prhnine. Večino pokrivajo urbane površine, nekaj je še kmetijskih površin. Pozimi se v Ljubljanski kotlini pojavlja

temperaturna inverzija in megla. Spomladanske in jesenske pozebe so pogoste. Zimske temperature so nizke, poletja topla, jeseni tople in pomladi hladne. Sava je hudorniška reka, njen vodostaj niha glede na letni čas in padavinske razmere (Miklavžič, 1957).

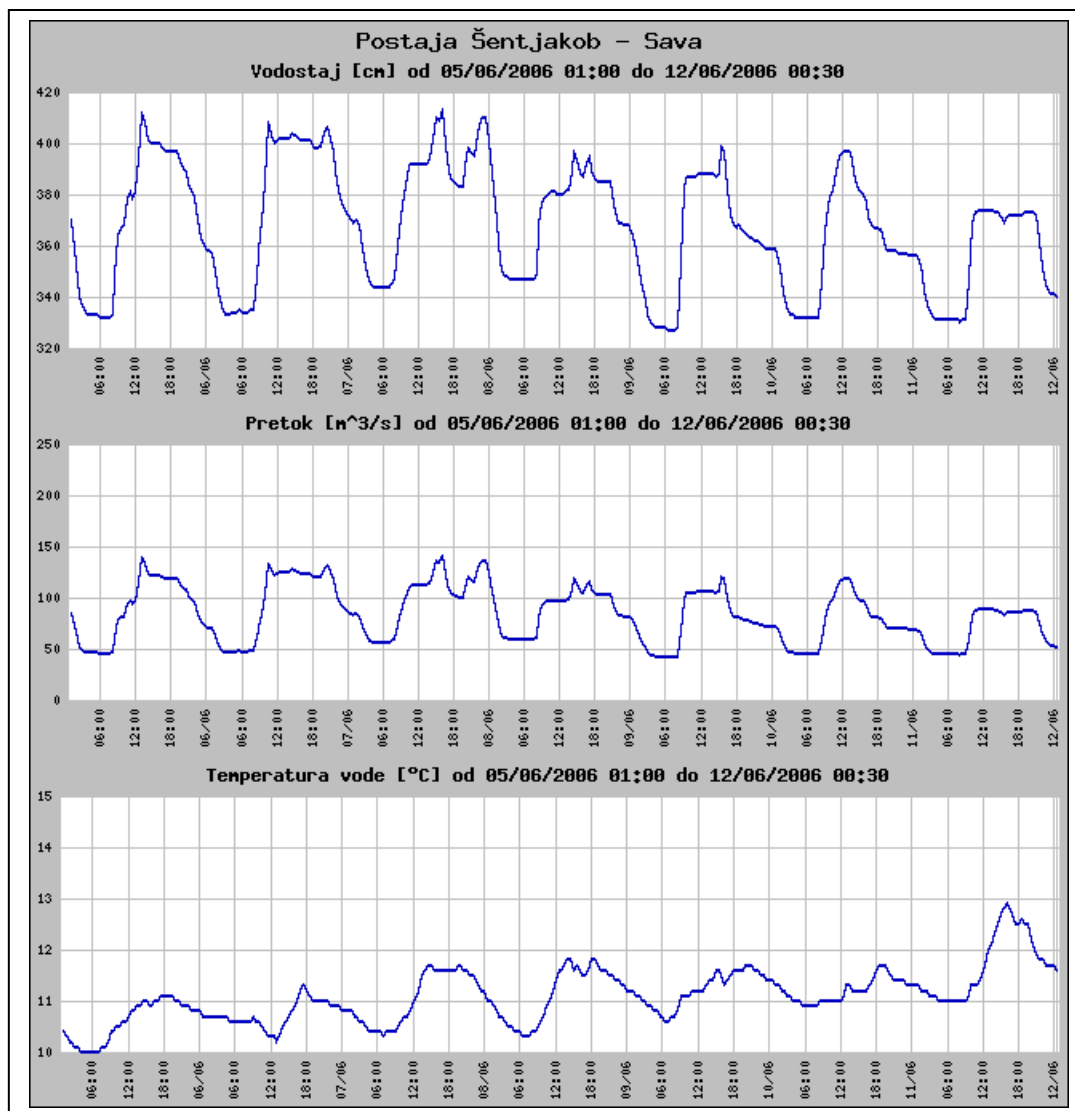
Povprečna letna temperatura zraka na merilni postaji Ljubljana Bežigrad za obdobje 1961-1990 znaša 9,8° C (Klimatski podatki, 2006). To je podatek za mestno podnebje, za katerega Gams (1996) trdi, da je pretoplo v primerjavi z nemestnim okoljem. Postaja Lipe na Barju, ki ima zelo podobno nadmorsko višino kot Ljubljana, ima povprečno letno temperaturo zraka 8,8° C (Gams, 1996). Ker so naše tri raziskovalne ploskve v naravnem okolju, lahko pričakujemo, da imajo ploskve ob Savi podnebne razmere bolj podobne tistim na postaji Lipe na Barju. Primerjajmo še podatke za postajo Ljubljano Bežigrad za zadnjih 15 let, ki kažejo povprečno letno temperaturo zraka za obdobje 1991-2005 11,0° C. S tem smo pokazali, da se podnebje v Ljubljanski kotlini spreminja.

Povprečna višina padavin v obdobju 1961-1990 za postajo Ljubljana Bežigrad znaša 1393 mm (Klimatski podatki, 2006). Podatki zadnjih 15 let (1991-2005), kažejo podobne številke 1356 mm. Večina padavin pade jeseni (september, oktober, november).

Višina podtalnice v Ljubljanski kotlini je različna. V zahodnem delu je podtalnica 20 do 30 m pod površjem, v vzhodnem 10-15 m, ob Savi in na Jarškemrodu pa ni globlje od 10 m (Brečko, 1996). Zaradi poglobljanja struge Save, različne intenzivnosti dotokov na območjih črpališč in izkoriščanja pitne vode se višina gladine podtalnice spreminja za nekaj metrov. Skladno z nihanjem gladine Save niha tudi globina podtalnice.

Višina reke niha tudi znotraj 24 ur, saj v hidroelektrarnah ponoči zmanjšajo pretok vode. Razlika vodostaja je bila 12.6.2006 na opazovalni postaji Sava Šentjakob 76 cm, razlika v pretoku pa 81,6 m³/s (Stanje ..., 2006). Te razlike niso majhne. Pregled mestnih kart Ljubljane različnih starosti (1976, 1990, 1999, 2005) prikazuje živahnost reke. Znotraj Ljubljane Sava širi in oža svojo strugo, ustvarja otočke, poplavlja manjše predele gozda, ustvarja rokave. Reka skozi mesto je ali globoko vrezana v tla in ne more poplavlјati ravnice v zaledju ali pa so bregovi utrjeni na različne načine, da ji preprečijo erodiranje in

poplavljanje. Na terenu so lepo vidne različno visoke rečne terase, ki so posledica aktivnosti reke v njeni zgodovini.



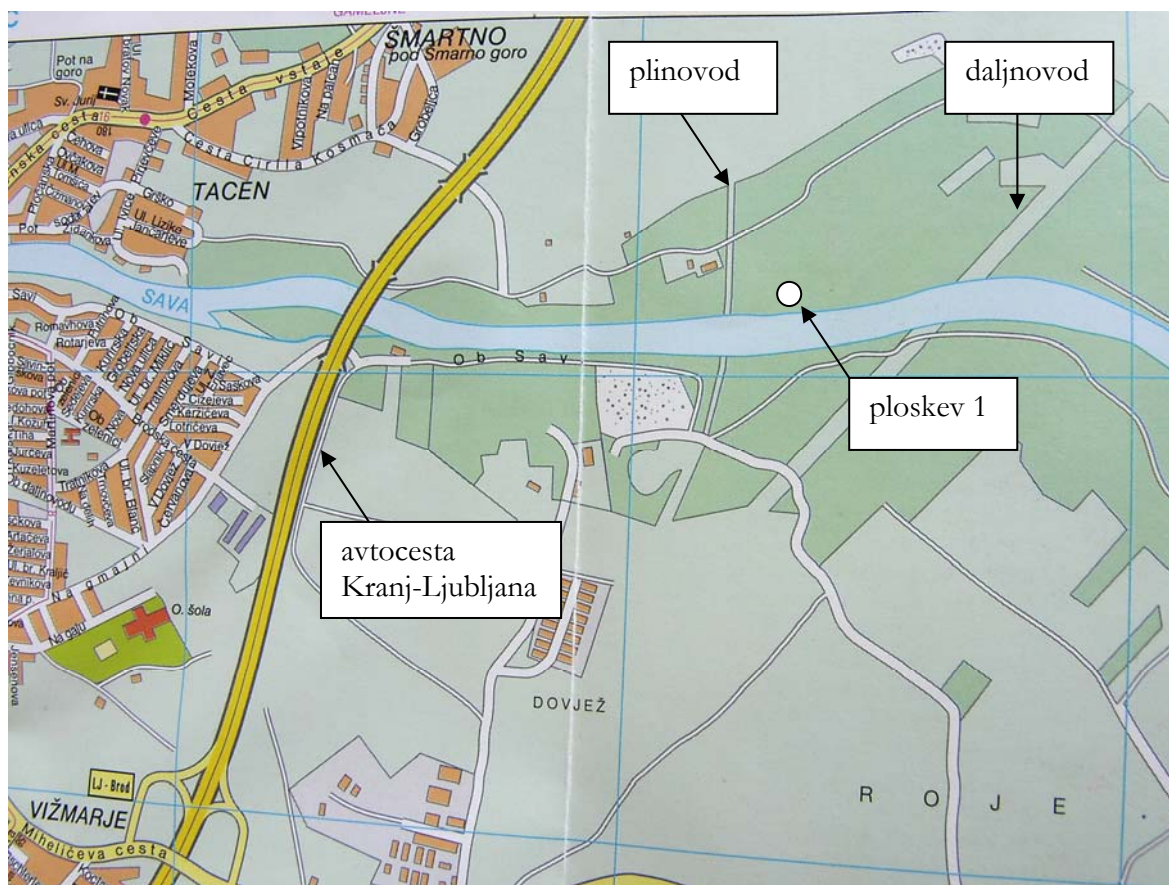
Slika 17: Pretok reke Save pri opazovalni postaji Sava Šentjakob (Stanje ..., 2006)

Sava za Dolskim teče po ozki dolini s strmimi bregovi, kjer je komaj prostor za cesto in železnico in tam obrežnih gozdov in poplavnih ravnici ni. Obširno nižavje se pojavi v Krško-Brežiški kotlini, kjer so podnebne razmere drugačne kot v Ljubljanski. Nižina je napolnjena s prodrom, peskom, glino in ilovico. Podnebje je subpanonsko z vročimi poletji, mrzlimi zimami in malo padavinami. Glavnina padavin pade poleti in jeseni (Miklavžič, 1957). Najbližja meteorološka opazovalna postaja Brežicam in Krškemu je postaja Bizeljsko. Povprečna letna temperatura zraka v obdobju 1961-1990 znaša 9,7° C, v

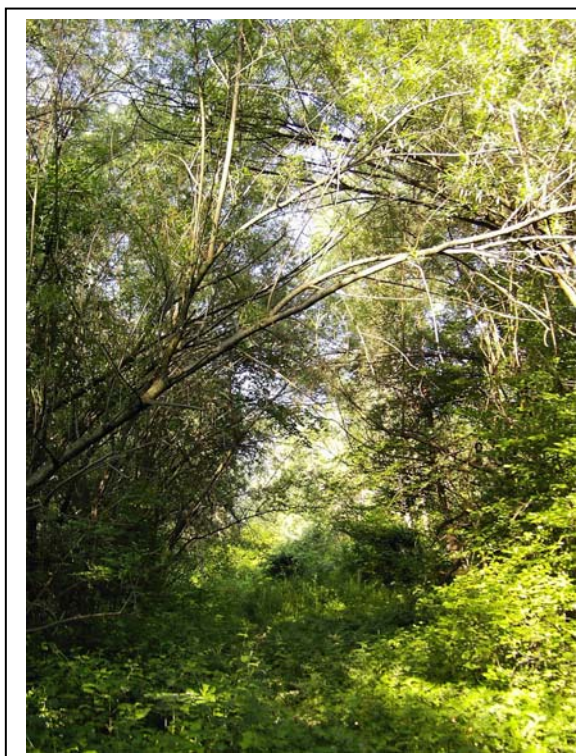
obdobju 1991-2005 pa $10,6^{\circ}\text{C}$ (Klimatski podatki, 2006). Višina padavin 1961-1990 za Bizeljsko znaša 1059 mm, v obdobju 1991-2005 pa le 1002 mm. Glavnina padavin pade poleti in jeseni (julij, september, oktober). Znak subpanonskega podnebja Krško-Brežiške kotline so poleg manjše količine padavin večje temperaturne razlike. Dosežene maksimalne in minimalne temperature zraka med leti 1991 in 2005 na Bizeljskem dosegajo razpon od $39,4^{\circ}\text{C}$ (avgust leta 2003) do $-20,4^{\circ}\text{C}$ (januar 1993), na merilni postaji Ljubljana Bežigrad pa $37,3$ (avgust 2003) in $-6,0^{\circ}\text{C}$ (februar 1991). Podatka o višini podtalnice v Krško-Brežiški kotlini nimamo.

5.1.3 Ploskve

Ploskev 1 je postavljena med Šmartnim pod Šmarno goro in Savo na levem bregu reke, zahodno od mostu avtoceste Kranj-Ljubljana v velikosti 100 x 25 metrov. Gre za rečno teraso, ki je približno 1 meter nad gladino reke (v dnevnem visokem pretoku), tako da je rastje verjetno v stiku s podtalnico.



Slika 18: Mestni načrt Ljubljane (2005) z označeno lokacijo ploskve 1



Slika 19: Stanje na ploskvi 1 (foto: U. Vaupotič)

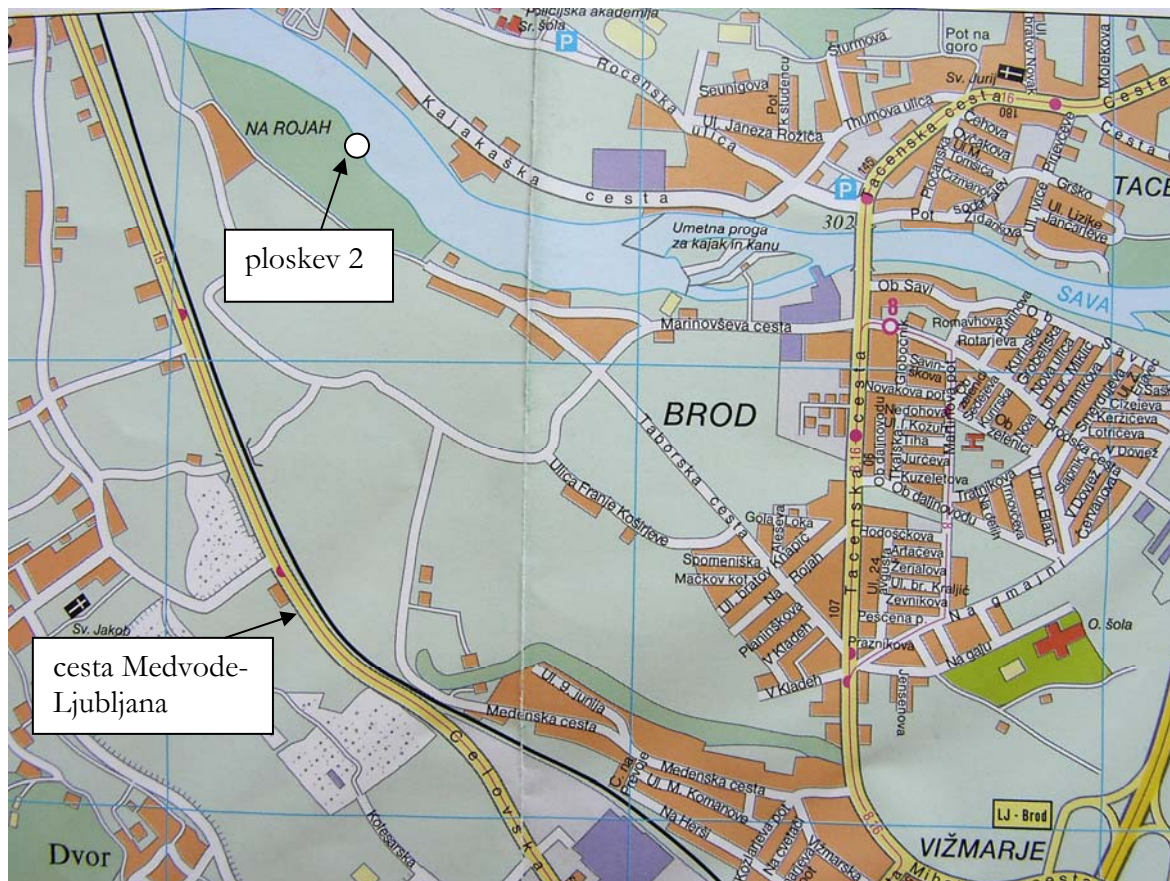


Slika 20: Stanje na ploskvi 2 (foto: U. Vaupotič)



Slika 21: Stanje na ploskvi 4 (foto: U. Vaupotič)

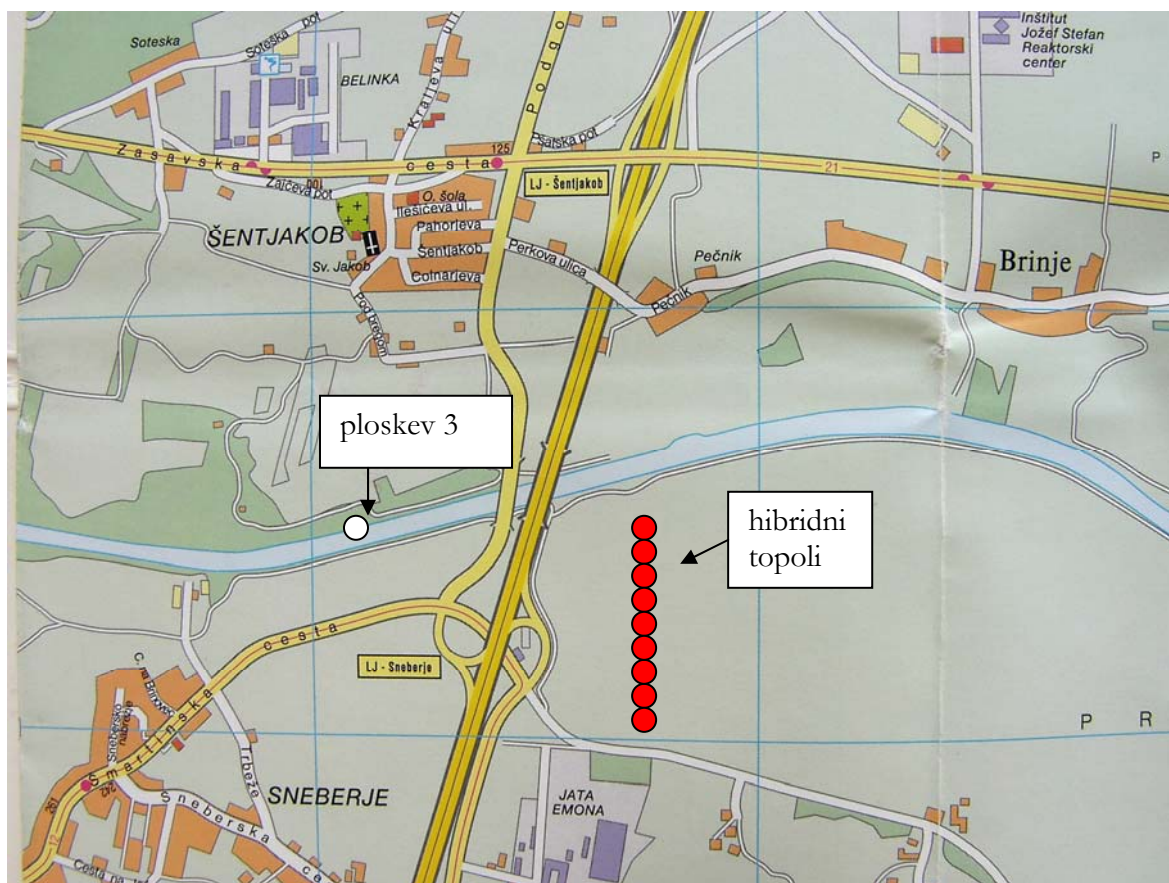
Ploskev 2 je postavljena Na Rojah med Brodom in Mednim na desnem bregu Save. Velikost ploskve je 100 x 25 metrov. Gre za gozdni ostanek ujet med kmetijskimi površinami in reko. Severni in južni del gozda sta porasla z mehкими listavci, osrednji pa že z bolj trdimi listavci.



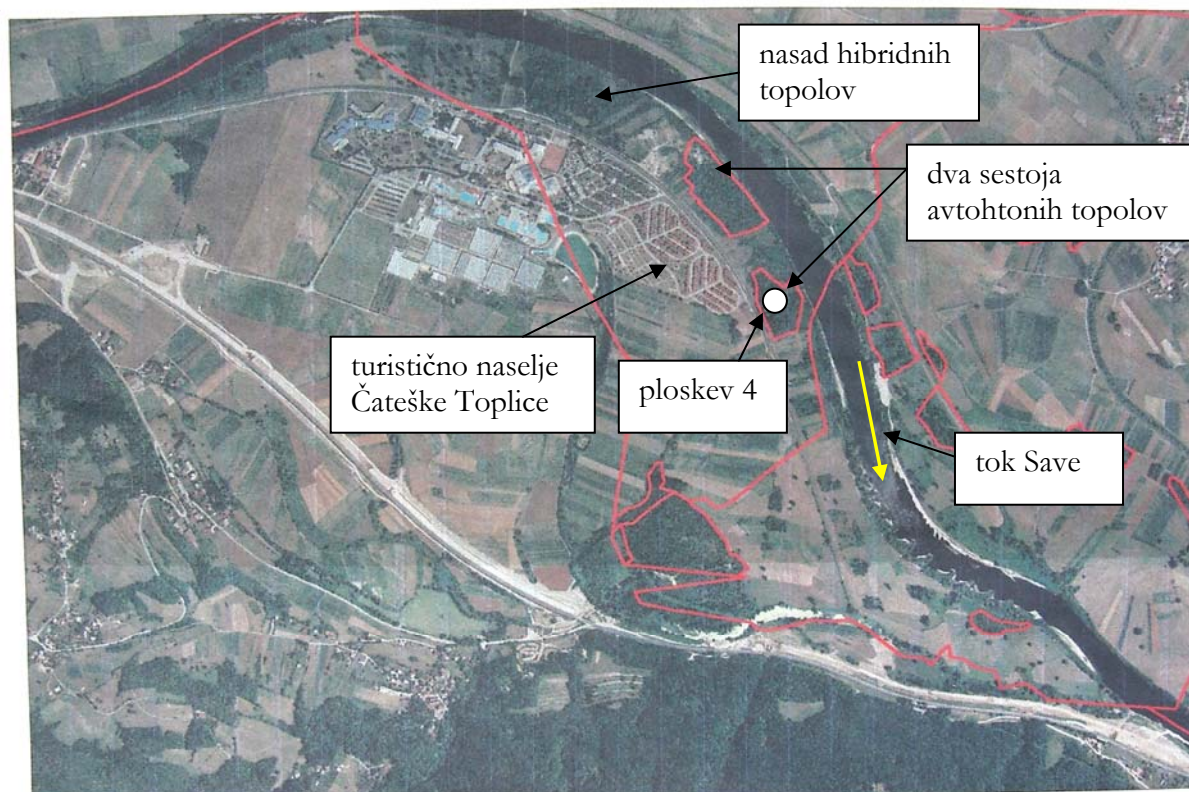
Slika 22: Mestni načrt Ljubljane (2005) z označeno lokacijo ploskve 2

Ploskev 3 je locirana na produ Gmajna v bližini Šentjakoba in opazovalne postaje Sava Šentjakob za merjenje pretoka reke Save. Postavljena je na levem bregu, pred Šentjakobskim mostom. Ploskev je velika 70 x 25 metrov. Preostalih 30 metrov ni bilo mogoče popisati zaradi polomljenega drevja, ki je bilo na tleh in zagozdено v krošnjah ter je grozilo, da bo padlo.

Ploskev 4 smo postavili nekaj metrov od reke na desnem bregu Save v neposredni bližini počitniškega naselja Čateške toplice. Velikost ploskve je neprimerna, le 50 x 25 metrov, vendar prehod skozi polnilni sloj iz črnega trna in enovratnega gloga ni bil mogoč.



Slika 23: Mestni načrt Ljubljane (2005) z označeno lokacijo ploskve 3



Slika 24: Ortofoto posnetek Save pri Čateških Toplicah

5.2 MATERIAL

Pri delu smo uporabljali:

- premerko
- škarje na teleskopski palici, višina palice 9 m
- daljnogled
- kompas
- fotoaparati
- 2 zvitka 100 metrske vrvi
- lesene kole in macolo za zakoličbo ploskev
- ocenjevalni list za popis ploskev (prirejeno po Alba, 2000; Lefevre in Kajba, 1999)
- razlikovalne ključe (Identification sheet, 2006; Roloff in Bartels, 2006; Fitschen, 2002)

- Mestno karto Ljubljane 2005
- ortofoto posnetek Čateža ob Savi

5.3 METODE

Ploskev smo postavljali tako, da je bila rečna struga 100-metrška stranica. Pravokotno na reko smo odmerili 25 metrov in zapisali azimut te smeri. Ploskev smo razdelili na pasove različnih širin, da smo lahko sistematično izvedli popis. Ploskve so zakoličene z različnim številom količkov, če se bo pokazala potreba, da se ploskve ohrani kot raziskovalne ploskve.

V ocenjevalnem listu za popis ploskev smo združili deskriptorje in indikatorje za monitoring, ki jih za inventarizacijo topolovih sestojev v okviru programa EUFORGEN predlagata Alba (2000) in Lefevre in Kajba (1999). V vsaki ploskvi smo popisali splošno stanje (parametri A do J na ocenjevalnem listu), kjer smo zapisali lokacijo ploskve, opisali, če se vidijo ostanki poplav, kakšna so tla na ploskvi, za kakšen tip gozda gre, katere so ostale drevesne vrste, s katerih razberemo sukcesijski stadij gozda, kakšen je površinski delež črnega topola, katere agresivne vrste preprečujejo pomlajevanje na ploskvi, ali so v bližini hibridni topoli ter zapisali znake gospodarjenja v okolici. Sledil je popis dreves.

Vsem drevesom črnega topola smo z določevalnimi ključi (Identification sheet, 2006; Roloff in Bartels, 2006; Fitschen, 2002) in skico iz Krstinič in sod. (1998b) določili vrsto, s premerko izmerili premer, opazovali prisotnost plodov in s tem določili spol drevesa, ocenili vitalnost drevesa ter zapisali znake, po katerih smo drevesu določili vrsto. Opazovali smo tudi pomlajevanje. Zapisali smo število osebkov glede na višinski razred (do 0,5 metra, 0,5 do 1,0 metra, 1,0 do 1,5 metra in nad 1,5 metra). Pri pomladku smo ocenili še nekaj parametrov povezanih z nastankom pomladka, njegovo količino in razporejenostjo ter vitalnostjo.

Pri določevanju vrste črnih topolov smo z vsakega drevesa odrezali 5 vej z vsaj 30 listi. Analizirali smo senčne liste in vrsto določili s pomočjo določevalnih ključev, oziroma z metodo, ki je predlagana v EUFORGEN-ovih publikacijah (Alba, 2000; Lefevre in Kajba,

1999) za identifikacijo črnih topolov in hibridov. Nabrane liste smo herbarizirali in jih vložili v Dendrološki herbarij na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete.

Pri ocenjevanju vitalnosti odraslih dreves na ploskvah smo uporabili okularno oceno. Za vsa drevesa na eni ploskvi smo uporabili enotno oceno - odlična, dobra ali slaba vitalnost. Odlična vitalnost je bila tam, kjer so bila le redka drevesa s suhimi vejami. Oceno srednja vitalnost smo pripisali ploskvam, kjer smo opazili nekaj suhih vej in adventivne poganjke. Kjer smo poleg naštetega opazili še suha drevesa, smo določili slabo vitalnost.

V nadaljevanju prikazujemo ocenjevalni list za popis ploskev.

OCENJEVALNI LIST TERENSKIH RAZMER ZA DIPLOMSKO NALOGO OGROŽENOST GENOFONDA ČRNEGA TOPOLA V SLOVENIJI

Opisujemo: PAS OB REKI, STRAN OD REKE

Dimenzije pasu: _____

	IME PARAMETRA	OPIS
A	lokacija, porečje	
B	vrsta topola	
C	zavarovanost rastišča	
Č	frekvenca poplav	
D	tekstura tal	
E	indikatorske rastlinske vrste	
F	tip gozda, združba	
G	površinski delež črnega topola	
H	agresivne vrste	
I	kultivirani topoli v bližini	
J	gospodarjenje v okolici	

Popis dreves

ŠT. DRE- VE- SA	K vrsta topola	L prsni premer	M cvetenje drevesa in plodovi	N razlikovalni znak	O vitalnost drevesa		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							

Opazovanje pomlajevanja

ŠTEV. OSEBKOV	do 0,5 m	0,5 do 1 m	1 do 1,5 m	nad 1,5 m
prostor za punktiranje				

	IME PARAMETRA	OPIS
P	nastanek pomladka	
R	površinski delež pomladka na ploskvi	
S	razporejenost pomladka	
Š	druge DV, ki se pomlajujejo na ploskvi	
T	ovire pri pomlajevanju	
U	zdravstveno stanje	

Kaj nam povejo parametri?

	IME PARAMETRA	OPIS
A	lokacija, porečje	kraj čim bolj natančno, katere reke, pritoki, breg
B	vrsta topola	uporabimo EUFORGEN-ov ključ in hrvaške analize listja, dovolimo si rubriko neopredeljeno; navajamo znake za ločevanje
C	zavarovanost rastišča	nezavarovan ali da, le za topol ali splošna zaščita, že predlagan za topolovo območje, bi bil primeren za predlog zaščitnega območja

Č	frekvenca poplav	opazujemo teren: ali so reke meliorirane, ali je teren gol, ker je bila nedavno poplava, ali je ogromno rastlin, ker že dolgo ni poplavljaljo, HE
D	tekstura tal	opazujemo teren: ali topoli rastejo na mulju, pesku, produ, grušču, kmetijski površini
E	indikatorske vrste	opazujemo vrste, ki rastejo v sestoju; če rastejo vrbe ali hrasti, kaže nam sukcesijski stadij ekosistema in višino podtalnice
F	tip gozda, združba	raztresena posamezna drevesa, linijski gozd ob drevoredu, obrežni gozd, plantažni nasad; mogoče fitocenološka združba
G	površinski delež črnega topola	ocenimo na določeni ploskvi
H	agresivne vrste	opazujemo prisotnost vrst, ki onemogočajo pomlajevanje zaradi konkurence – robinijo, robide, trave
I	kultivirani topoli v bližini	oceniti moramo neposredno nevarnost za introgresijo; vidimo nasade, drevorede, vemo za podatke iz raznih virov (GGN, gozdarji ...)
J	gospodarjenje v okolici	ali so v bližini posegi v okolje – gradnja ceste, hiš, kopanje gramoza, odlaganje odpadkov, kmetijske površine

K	vrsta topola	<i>P. nigra</i> , <i>P. × canadensis</i> , <i>P. deltoides</i> , NN neznano vrsto
L	prsni premer	v cm
M	cvetenja drevoja in plodovi	opazujemo, ali drevo cveti, ocenimo količino peloda, določimo spol, opazujemo fenološko usklajevanje cvetenja, opazujemo prisotnost plodov
N	razlikovalni znak	znaki, ki so nas najbolj prepričali v določitev vrste topola (kolona K)
O	vitalnost drevesa	opazujemo stanje listov – požrti, diskolorirani, zviti – vej, korenin, splošno stanje, presvetljenost krošenj, šiške na listih

P	nastanek pomladka	generativno, vegetativno
R	površinski delež pomladka na ploskvi	na kolikšnem delu ploskve (%) najdemo mladje;
S	razporejenost pomladka	strnjeno, po skupinah, posamezne osebke, pod starši, na odprtem, blizu reke
Š	druge DV, ki se pomlajujejo na ploskvi	kaj prihaja na ploskev čez 20 let
T	ovire pri pomlajevanju	jap.dresnik, trave, grmovnice, odrasli topoli, nenehno odnašanje tal, suša, živali
U	zdravstveno stanje	zdravo, polomljeno, pogrizeno

6 REZULTATI

POPISANE RASTLINSKE VRSTE: na raziskovalnih ploskvah smo poleg topolov določili naslednje rastlinske vrste: maklen (*Acer campestre*), ameriški javor (*Acer negundo*), ostrolistni javor (*Acer platanoides*), gorski javor (*Acer pseudoplatanus*), visoki pajesen (*Ailanthus altissima*), črna jelša (*Alnus glutinosa*), navadni beli gaber (*Carpinus betulus*), navadni srobot (*Clematis vitalba*), rdeči dren (*Cornus sanguinea*), navadna leska (*Corylus avellana*), enovratni glog (*Crataegus monogyna*), navadna trdoleska (*Euonymus europaea*), japonski dresnik (*Fallopia japonica*), veliki jesen (*Fraxinus excelsior*), navadni oreh (*Juglans regia*), navadna kalina (*Ligustrum vulgare*), puhastolistno kosteničevje (*Lonicera xylosteum*), kalinolistni pokalec (*Physocarpus opulifolius*), smreka (*Picea abies*), rdeči bor (*Pinus sylvestris*), trave (*Poaceae*), divja češnja (*Prunus avium*), črni trn (*Prunus spinosa*), dob (*Quercus robur*), robinija (*Robinia pseudoacacia*), robide (*Rubus* sp.), bela vrba (*Salix alba*), volčinasta vrba (*Salix daphnoides*), siva vrba (*Salix eleagnos*), črni bezeg (*Sambus nigra*), zlata rozga (*Solidago* sp.), lipovec (*Tilia cordata*), gorski brest (*Ulmus glabra*), koprive (*Urtica* sp.), brogovita (*Viburnum opulus*).

DOLOČEVANJE TOPOLOV: pri popisu dreves smo vrsto topola določili z določevalnimi ključi (Identification sheet, 2006; Roloff in Bärtels, 2006; Fitschen, 2002). Pri določevanju avtohtonosti topolov smo bili pogosto v dvomih, ker smo našli veliko listov s senčnih vej, ki so bili veliki, z dolgimi peclji in z majhnimi koti med prvo listno lateralno žilo in dnom listne ploskve. Na ploskvi 2 barva in grobost lubja tudi nista ustrezala navedbam iz literature ("deblo starih dreves je temno in globoko razbrazdano", Brus, 2005), saj je bila skorja zelo svetla in manj groba. Vendar v ključih (Identification Sheet, 2006; Roloff in Bärtels, 2006; Fitschen, 2002) barve in teksture lubja ne omenjajo kot identifikacijski znak za črni topol ali njegove križance. Velike liste smo razlagali s pestrostjo oblik listov, po barvi in teksturi lubja pa nismo mogli določiti oz. spodbijati vrste. Pri determinaciji topolov po velikosti listov moramo zelo paziti, ker imajo topoli zelo pestre oblike listov že na enem samem drevesu. Kljub veliki variabilnosti listov smo na ploskvi 3 šest dreves določili kot hibride. Njihovi listi so bili izrazito srčaste oblike, kar se pri črnem topolu ne pojavlja. Drugih znakov (podolžna rebrca, razpad glavic plodov na več delov, listne žleze) nismo opazili, zato sklepamo, da so najdeni topoli potomci avtohtonega črnega topola (*P. nigra*) in hibrida (*P. × canadensis*).

Vaupotič U. Ogroženost genofonda črnega topola (*Populus nigra* L.) v Sloveniji.

Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obn. g. vire, 2006

Preglednica 4: Rezultati z raziskovalnih ploskev

IME PARAMETRA		PLOSKEV 1	PLOSKEV 2	PLOSKEV 3	PLOSKEV 4
velikost ploskve		100 x 25 m	100 x 25 m	70 x 25 m	50 x 25 m
A	lokacija, porečje	levi breg Save, bližina Tacna	desni breg Save, Medno	levi breg Save, Šentjakob	desni breg S., Čateške toplice
lega ploskve		ob reki, prva rečna terasa, 1 m nad gladino reke	ob reki, prva rečna terasa, 2 m nad gladino reke	ob reki, prva rečna terasa, 3-4 m nad gladino reke	stran od reke, prva rečna terasa
B	vrsta topola	samo <i>P. nigra</i>	samo <i>P. nigra</i>	<i>P. nigra</i> in hibridi	samo <i>P. nigra</i>
število dreves		22	16	<i>P. nigra</i> 35, hibridov 6	16
C	zavarovanost rastišča	ni	ni	ni	ni
Č	frekvenca poplav	ni vidnih posledic	ni vidnih posledic	posledice poplav vidne	ni vidnih posledic
D	tekstura tal	mulj, organski horizont	organski horizont	mivka, organski horizont	organski horizont
E	indikatorske vrste	siva vrba, dob, gorski javor, volčinasta vrba, rdeči bor, veliki jesen, bela vrba, beli gaber, lipovec, divja češnja, smreka, gorski brest, rdeči dren, kalina, enovratni glog, puhastolistno kosteničevje	ostrolistni javor, veliki jesen, bela vrba, gorski brest, črna jelša, rdeči dren, kalinolistni pokalec, navadna leska	gorski javor, volčinasta vrba, veliki jesen, bela vrba, črna jelša, oreh, divja češnja, gorski brest, rdeči dren, maklen	veliki jesen, bela vrba, črni trn, rdeči dren, enovratni glog, črni bezeg, nav. trdoleska, brogovita
F	tip gozda	obrežni gozd	obrežni gozd	obrežni gozd	obrežni gozd
G	površinski delež črnega topola	10-15 %	do 25 %	60-80 %	do 50 %

Vaupotič U. Ogroženost genofonda črnega topola (*Populus nigra* L.) v Sloveniji.

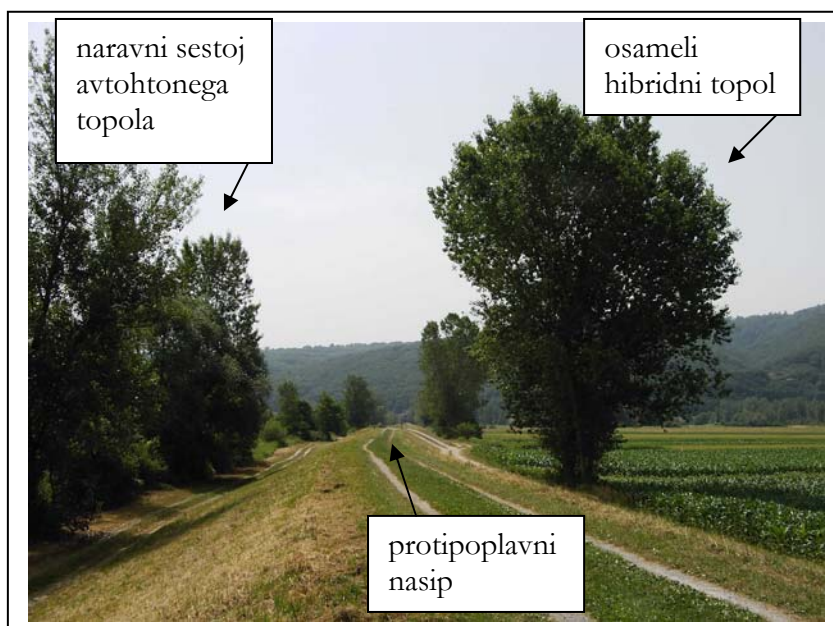
Dipl. delo. Ljubljana, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za gozdarstvo in obn. g. vire, 2006

IME PARAMETRA		PLOSKEV 1	PLOSKEV 2	PLOSKEV 3	PLOSKEV 4
H	agresivne vrste	robinija, robide, koprive, japonski dresnik, zlata rozga	japonski dresnik, koprive, navadni srobot	japonski dresnik, koprive, robide, zlata rozga, nav. srobot, trave	robinija, visoki pajesen, ameriški javor, navadni srobot
I	kultivirani topoli v bližini	ni podatka	ni podatka	1 km stran	100 m stran
J	gospodarje-nje v okolici	ekstenzivno kmetijstvo, ribištvo	ribištvo, vodni turizem	ekstenzivno kmetijstvo, ribištvo	zdraviliški turizem
N	razlikovalni znaki	majhni listi brez žlez, poganjki brez vzdolžnih rebrc, glavice plodov razpadajo na 2 dela, grobo temno lubje	listi brez žlez, poganjki brez vzdolžnih rebrc, glavice plodov razpadajo na 2 dela	<i>P. nigra</i> : listi brez žlez, poganjki brez vzdolžnih rebrc, glavice plodov razpadajo na 2 dela; HIBRIDI: srčasti listi, drugače nazobčan listni rob	majhni listi pravih oblik, brez žlez, poganjki brez vzdolžnih rebrc, glavice plodov razpadajo na 2, šiške volnatih uši <i>Pemphigus</i>
pomlajevanje na ploskvi		ga ni	ga ni	črni topol, vel. jesen, g. javor	ga ni
razmerje med spoloma, moški : ženski (%)		<i>Populus nigra</i> 68 : 32	<i>Populus nigra</i> 56 : 44	<i>Populus nigra</i> 83 : 17, hibrid 50 : 50, skupaj 78 : 22	nedoločeno
vitalnost drevja		dobra – suhe veje, adventivni poganjki	slaba – suha drevesa, polomljeni vrhovi, adventivni poganjki	slaba – mrtva drevesa, polomljeni vrhovi, adventivni poganjki	dobra – suhe veje, zadebelitve na dnu debel
utrjenost brega		ni vidno	betonske skale v železni kletki	kamen v betonu	ni vidno, bolj daleč stran je protipoplavni nasip

POPLAVE: opis, da posledice poplav na ploskvah niso oz. so vidne, smo razbrali iz:

- veliko debelih dreves ob reki, velika količina podrastja in prisotnost organskega horizont tal, ki prikazujejo, da poplav ni bilo;
- staro podrastje vso poleženo v isto smer, najdeno tudi na vejah in v rogovilah drevja ob reki, so posledice poplav; zadnje visoke vode so bile višje za 4 metre.

POGOSTOST HIBRIDOV: najdeni hibridi v bližini ploskve 3 so odrasla drevesa, zasajena verjetno kot protivetрна pregrada. Rastejo na desnem bregu Save blizu Zadobrove pri Ljubljani, kjer je 17 dreves razporejenih v 500-metrskem pasu med dvema njivama. Pri Čateških toplicah je stanje drugačno. Nasad hibridov je bil verjetno zasajen za utrjevanje brega reke. Hibridov v okolju je več kot v Ljubljanski kotlini in so v neposrednem stiku z avtohtonimi populacijami (slika 25).



Slika 25: Stanje pri Čateških toplicah

POMLAJEVANJE črnega topola smo opazili le na ploskvi 3. Ali je bilo mladje generativnega ali vegetativnega nastanka, ne vemo, ker nad zemljo nismo opazili nobenih korenin, iz katerih bi poganjki lahko pognali. Našli smo 5 osebkov na površini 1 m², 1 m stran od reke. Nismo opazili znakov hibridnosti. V preglednici 5 prikazujemo razvrstitev mladik po višinskih razredih na ploskvi 3.

Preglednica 5: Prikaz mladik s ploskve 3 po višinskih razredih

VIŠINE OSEBKOV	DO 1 m	1 DO 1,5 m	NAD 1,5 m	SKUPAJ
št. osebkov	0	3	2	5

SPOLNA IN DEBELINSKA STRUKTURA: ženska drevesa smo ločili po plodovih v krošnjah. Za moška drevesa smo določili vsa drevesa, ki plodov niso imela. Drevesa, ki so rasla skupaj in so se dotikala, smo šteli za en osebek, ker imajo verjetno enak genotip. Število dreves na ploskvah je dejansko malo večje, kot ga prikazujejo preglednice, vendar je za nas pomembnejše število različnih genotipov. Velik problem se je pojavil na ploskvah 3 in 4, ker so se v juniju zelo hitro dvignile dnevne temperature zraka in plodovi so na hitro dozoreli in odpadli. Zato je število ženskih in moških osebkov manj zanesljivo, kar pomeni, da je delež ženskih dreves morda nekoliko podcenjen. Delno je to verjetno tudi posledica dejstva, da nekatera evidentirana drevesa še niso spolno zrela in še ne fruktificirajo. Za ploskev 4 zato ne prikazujemo spolne strukture v sestoji.

Preglednica 6: Prikaz števila dreves po debelinskih stopnjah na vseh štirih ploskvah

DEBELINSKE STOPNJE	PLOSKEV 1	PLOSKEV 2	PLOSKEV 3		PLOSKEV 4
	<i>Populus nigra</i>	<i>Populus nigra</i>	<i>P. nigra</i>	HIBRIDNI	<i>Populus nigra</i>
10-20 cm	5	2	11	1	0
21-30 cm	8	2	16	4	5
31-40 cm	7	3	8	1	5
nad 40 cm	2	9	0	0	6
skupaj	22	16	35	6	16
			41		
št. dreves/ha	88	64	234		128

Preglednica 7: Spolna struktura po debelinskih stopnjah na ploskvi 1

DEBELINSKE STOPNJE	ŽENSKA DREVEŠA (ŠT.)	MOŠKA DREVEŠA (ŠT.)	SKUPAJ (ŠT.)
10-20 cm	1	4	5
21-30 cm	4	4	8
31-40 cm	2	5	7
nad 40 cm	0	2	2
skupaj	7 (32 %)	15 (68 %)	22

Preglednica 8: Spolna struktura po debelinskih stopnjah na ploskvi 2

DEBELINSKE STOPNJE	ŽENSKA DREVESA (ŠT.)	MOŠKA DREVESA (ŠT.)	SKUPAJ (ŠT.)
10-20 cm	0	2	2
21-30 cm	1	1	2
31-40 cm	1	2	3
nad 40 cm	5	4	9
skupaj	7 (44 %)	9 (56 %)	16

Preglednica 9: Spolna struktura po debelinskih stopnjah na ploskvi 3

DEBELINSKE STOPNJE	ŽENSKA DREVESA (ŠT.)	MOŠKA DREVESA (ŠT.)	SKUPAJ (ŠT.)
10-20 cm	3	9	12
21-30 cm	4	16	20
31-40 cm	2	7	9
nad 40 cm	0	0	0
skupaj	9 (22 %)	32 (78 %)	41

VITALNOST: pri vitalnosti drevja moramo omeniti, da se zdi, da imajo topoli presvetljene krošnje, vendar je to zaradi majhnih listkov. Nekatera drevesa so imela posamezne veje suhe, odlomljene vrhove ali pa so imela adventivne poganjke. Škodljivcev na listih (rje, defoliacije) ni bilo opaziti, vendar so bili listi še zelo mladi in temperature to pomlad so bile nizke, zato se žuželke še niso dovolj namnožile. Na ploskvah 1 in 4 smo ugotovili dobro vitalnost, ker na njima ni bilo prisotnih mrtvih dreves, na ploskvah 2 in 3 pa smo zaradi prisotnosti suhih dreves ugotovili slabo vitalnost dreves.

7 RAZPRAVA IN SKLEPI

V Evropi so naravne populacije črnega topola ohranjene ob rekah Donava, Ren, Elba, Odra, Ebro, Drava, Mura, Meuse, Drôme, Morava, Visla, Dnjester, Don, Volga in drugih (Alba in sod., 1998; Figaj, 1998; Kajba, 2004; Popivshchy, 2004; Slovacek, 2004; Vanden Broeck in Van Slycken, 2004; Wühlisch, 2004). V Sloveniji se naravne populacije nahajajo ob Savi, Dravi, Muri, Krki, Soči in njihovih pritokih (Božič G. in sod., 1999), kar smo potrdili s podatki o gozdnih fondih (slika 8, stran 14). Ob rekah z aktivno poplavno dinamiko (Visla, Ebro, Donava) so populacije vitalne in se pomlajujejo, v državah z močno spremenjenim okoljem pa so ostali le še stari, osameli, nevitalni osebki, ki nimajo stika z drugimi drevesi svoje vrste v okolici.

V Sloveniji je večina rek reguliranih in to smo opazili na ploskvah 2, 3 in 4, kjer so bili bregovi utrjeni s kamnom in nasipi. S hidroelektrarnami, ki jih najdemo na slovenskih rekah, so poplavni režimi rek močno spremenjeni, to pa med drugim vodi v hitrejši pretok rek, izpodjedanje bregov, nižanje ravni podtalnice in sušenje rastišč (Popivshchy in Prokazin, 1998). O sušenju rastišč ob rekah in spremembah vegetacije poročajo iz večine evropskih držav (Alba in sod., 1998; Heinze, 1999; Mottl in sod., 1997; Schulzke, 1995). Na treh od štirih naših raziskovalnih ploskev ni bilo vidnih posledic poplav, zato je bil na vseh ploskvah prisoten organski horizont tal, zeliščna plast je bila izredno močna, na vseh ploskvah pa smo evidentirali tudi odrasla drevesa. Izsuševanje rastišč postopno vodi v sukcesivne spremembe v vegetaciji (Varga, 1998; Vukelić in sod., 1999), kar posredno kažejo indikatorske vrste. Vrbe in topoli so predstavniki inicialne in optimalne faze, brest, jesen in dob pa so predstavniki terminalne sukcesijske faze. Na ploskvah smo popisali dob, veliki jesen, javorje in gorski brest, s čimer potrjujemo hipotezo o spreminjanju rastiščnih razmer.

Prisotnost hibridnih topolov v okolju potrjujejo slovenski (Wraber, 1951; Pavšer, 1957; Maljkovič, 2001) in evropski viri (Vanden Broeck, 2003). Trditve iz literature smo na terenu preiskali in hipotezo potrdili, saj smo v okolici dveh ploskev našli hibride. Zaradi stika naravnih populacij in hibridov je introgresija v naravnem okolju možna. Laboratorijske preiskave so dejanski pojav introgresije potrdile (Vanden Broeck in sod.,

2004), pri nas pa takšnih raziskav še ne opravljamo. Na ploskvi 3 smo našli šest dreves, za katere sklepamo, da so potomci *P. nigra* in *P. × canadensis*. V tem primeru govorimo o povratnem križanju hibrida z eno od starševskih vrst, kar so potrdili Krstinić in sodelavci (1998b). Zaradi naštetih ugotovitev sklepamo, da je genofond črnega topola v Sloveniji ogrožen, stopnjo ogroženosti pa bo potrebno ugotoviti z dodatnimi raziskavami. Evidence o nasadih so zastarele, nepopolne in pomanjkljive, zato ne poznamo realne slike o hibridih v okolju. Ugotovljeni delež avtohtonih črnih topolov na raziskovalnih ploskvah je višji od pričakovanega, obratno velja za delež hibridov. Možnost križanja med vrstama obstaja, a je razmeroma majhna. Če je v okolju premalo istovrstnih donatorjev peloda, postanejo uspešni moški osebki drugih sorodnih vrst (Vanden Broeck in sod., 2004). Na naših raziskovalnih ploskvah pa je moških in ženskih osebkov črnega topola dovolj, da se razmnožujejo, in zato za uspešno oprašitev ni potrebe po drugih virih peloda.

Črni topol od hibridov razlikujemo po številnih morfoloških znakih (Brus, 2005; Kotar in Brus, 1999; Krstinić in sod., 1998b). Na raziskovalnih ploskvah smo imeli težave z določevanjem vrste topola, ker ima topol zelo različne oblike listov. Kot med prvo listno lateralno žilo in horizontalno ravno dna listne ploskve, ki ga Krstinić in sod. (1998b) navajajo kot zelo dober razlikovalni znak, se v naši raziskavi ni izkazal za zanesljivega, ker so senčni listi pogosto imeli omenjeni kot zelo majhen. Za zanesljive razlikovalne znake so se izkazale listne žleze, vzdolžna rebrca, število delov, na katere razpadajo glavice plodov, in srčasta oblika lista z izrazitim valovitim nazobčanjem. EUFORGEN-ov razlikovalni ključ (Identification Sheet, 2006) od teh znakov omenja le razpadanje glavic plodov in vzdolžna rebrca. Kluča Flora der Gehölze (Roloff in Bärtels, 2006) in Gehölzflora (Fitschen, 2002) sta bolj natančna.

Pomlajevanja na večini ploskev ni. Na ploskvi 3 smo našli 5 osebkov, za katere pa ne moremo trditi, ali so generativnega ali vegetativnega nastanka. V odraslih sestojih na naših ploskvah ni pomlajevanja in to se ujema z ugotovitvijo Vanden Broecka (2003). Pomlajevanja ni, ker odrasla drevesa in vegetacija spodnje plasti zastirajo tla, ker ni novih sedimentnih nanosov in ker se rastišča izsušujejo zaradi upada podtalnice. Številne agresivne vrste na ploskvah onemogočajo pomlajevanje tudi drugih drevesnih vrst. Na odprtih površinah (parkirišča, odlagališča, njive, pod mostovi) smo opazili bujno

pomlajevanje topolov, kar je posledica zadostne osvetljenosti tal. Podatki v preglednici 6 prikazujejo strukturo v sestojih po debelinskih stopnjah. Če pogledamo po ploskvah, v katerih debelinskih razredih je največ in najmanj osebkov, lahko določimo relativno starost drevja na njih. Na ploskvah 1 in 3 je največ dreves v nižjih debelinskih stopnjah, iz česar sklepamo, da gre za relativno mlade sestoje. Ploskvi 2 in 4 imata največ osebkov v debelinski stopnji nad 40 cm, iz česar sklepamo, da gre za relativno stare sestoje, ki so se pomladili prej kot sestoji na ploskvah 1 in 3. Podatki v preglednicah 7, 8 in 9, ki prikazujejo spolno strukturo po debelinskih stopnjah, potrjujejo zgoraj zapisano domnevo.

Na ploskvah smo ugotovili, da so prisotna drevesa obeh spolov in da se drevesa med seboj spolno razmnožujejo. V krošnjah ženskih dreves je bila velika količina plodov, ki so v času naše raziskave padala iz ovojev. Stanje, ko so odrasla drevesa prisotna in fruktificirajo, vendar ni ustreznih ekoloških razmer za pomladitev, je pogosto v celinski Evropi ob Renu, Loari in Donavi (Heinze in Lefevre, 2001). Slovenska rastišča se torej ne razlikujejo močno od evropskih. Bistvena razlika je le v tem, da je v naših sestojih dovolj tako ženskih kot moških dreves črnega topola in da se medsebojno zelo uspešno razmnožujejo. Moških dreves je v sestojih več kot ženskih, vendar je to sodeč po objavljeni literaturi (Vanden Broeck, 2003) normalno stanje. Zaradi pospešenega odpadanja plodov z dreves je na ploskvah 3 in 4 delež ženskih dreves verjetno podcenjen.

Postavili smo hipotezo, da črni topol v Sloveniji potrebuje zaščito. Kot vrsta obrežnih gozdov, ki se zaradi posegov v vodni režim hitro spreminjajo, je črni topol ogrožen in potrebuje pravno zaščito. Spreminjanje rastišč na raziskovalnih ploskvah potrjujejo indikatorske vrste, prisotnost organskega horizonta tal in stanje zeliščne vegetacije. Črni topol ogrožajo tudi krčenje rastišč zaradi širjenja kmetijskih in urbanih površin, introgresija, onesnaževanje okolja in globalne podnebne spremembe.

Predlagamo uvrstitev vrste na rdeči seznam redkih in ogroženih rastlinskih vrst, za določitev kategorije zaščite pa je potrebno podrobno preučiti tudi avtohtone populacije ob drugih slovenskih rekah. Zaščitne ukrepe lahko pred tem uvedemo z gozdnogospodarskimi načrti: prepoved krčenja topolovih rastišč, prepoved uporabe neavtohtonega reprodukcijskega materiala na naravnih gozdnih in bližnjih negozdnih površinah,

spodbujanje naravne obnove na opuščenih kmetijskih površinah ob rekah ali umetna obnova z avtohtonimi proveniencami, ohranjanje kmetijskih dejavnosti na ekstenzivni ravni, obnavljanje rastišč in poplavne dinamike rek, razglasitev varstvenih območij - rezervatov, izsek hibridov in popolna prepoved njihovega sajenja v bližini varstvenih območij.

Krčenje topolovih rastišč bi prepovedali zato, da bi ohranili površine obrežnih gozdov, ki so že tako majhne. Neavtohton reprodukcijski material bi omejili, ker s sadnjo neavtohtonih provenienc vnašamo v okolje tuje genotipe, ki bi lahko onesnažili genofond črnega topola. Na kmetijskih površinah, kjer je opuščena obdelava tal, bi nasemenitev spodbudili s pripravo tal in v mladju izvajali pozitivno izbiro, kjer bi pospeševali črni topol. Če naravna pomladitev ne bi zadoščala, bi gole površine pogozdili s sadikami. Ohranjanje kmetijskih dejavnosti na ekstenzivni ravni pomeni, da bi se ohranjalo travnike z eno ali dvema košnjama na leto, ne bi pa se smelo travnika spremeniti v njivo, kjer bi obdelovali z umetni gnojili in herbicidi. Obnavljanje rastišč že izvajajo ob Donavi v nacionalnem parku v bližini Dunaja (Der Nationalpark, 2006), kjer podirajo protipoplavne jezove in zidove. S tem obnovljajo naravni ritem poplav in izboljšujejo razmere za pomlajevanje topolov. Območja z najmanj spremenjenimi rastišči in najbolj genetsko čistimi populacijami bi razglasili za rezervate oz. varstvena območja drugih oblik. Tako bi omogočili zakonsko varstvo za črni topol. V okolici rezervatov bi morali izsekati vse hibride in preprečiti sajenje novih ter tako varovati genofond črnega topole pred introgresijo.

Raziskava o črnem topolu, ki smo jo opravili v okviru diplomske naloge, je prva ocena stanja populacij črnega topola pri nas. V nadaljnje raziskave bi bilo potrebno vključiti še populacije ob drugih rekah in raziskave nadgraditi z genetskimi analizami. Raziskovanje ogroženosti genofonda črnega topola bi v morali uvrstiti med pomembnejše raziskovalne teme, ker iz rezultatov, pridobljenih v diplomski nalogi, predvidevamo, da so v Sloveniji zelo dobro ohranjene populacije črnega topola in da so zato pomembne tudi v evropskem merilu. Poudariti bi morali sodelovanje z evropskimi ustanovami in aktivno pristopiti k EUFORGEN-ovemu projektu izdelave karte zgoščenih območij za črni topol v Evropi. O ogroženosti vrst bi morali obveščati javnost (časopisni članki, teden gozdov posvečen

obrežnim gozdovom) in se zgledovati po nekaterih evropskih državah pri razvoju pouka in znanj s področja okoljske vzgoje med predšolske in osnovnošolske otroke. Zelo učinkovit način poučevanja otrok so naravoslovni krožki, raziskovalni tabori, taborniki in skavti. V šolah se okoljsko vzgojo lahko vključi v več predmetov (biologija, geografija, izbirni predmeti ...), na večih zahtevnostnih nivojih, priporočljivo pa je povezovanje z javno gozdarsko službo.

Za zaključek poglavja navajamo sklepe raziskovalnega dela. V Sloveniji najdemo populacije črnega topola in hibride. Delež prvih je mnogo višji, kot smo najprej predvidevali. Zaradi stika naravnih populacij in hibridov je introgresija možna, vendar je zaradi primerne spolne strukture odraslih dreves v naravnih populacijah manj verjetna. Rastišča črnega topola se spreminjajo, kar se izkazuje kot spremenjenost poplavnega režima, zmanjševanje površin obrežnih gozdov, pomanjkanje pomlajevanja črnega topola in kot sukcesivne spremembe rastlinske sestave na topolovih rastiščih.

8 POVZETEK

Črni topol (*Populus nigra* L.) je avtohtona drevesna vrsta v Sloveniji in Evropi. Najpogosteje raste ob velikih rekah s poplavno dinamiko. Topole so po svetu gojili zaradi industrijskih in estetskih potreb. Kot posledica spontanega križanja je nastal kanadski topol, *Populus* × *canadensis*, ki je bil v Evropi najbolj sajen topol za pridelavo industrijskega lesa. S selekcijo so ustvarili številne klone, katerih prednosti so bile odpornost proti povzročiteljem bolezni, hitrejša ali bolj ravna rast in boljše prilagajanje na okolje ...

Genofond črnega topola ogrožajo številni dejavniki: naravna dinamika rek, izsuševanje zemljišč zaradi gradnje hidroelektrarn, prekomerno izsekavanje avtohtonih črnih topolov, sadnja hitrorastočih hibridov, zaradi česar se pojavlja introgresija genov, ter onesnaževanje tal, rek, zraka in spreminjanje podnebja. V Evropi so države, ki avtohtonega črnega topola sploh nimajo več, ter države, v katerih so njegove populacije vitalne in se razmnožujejo.

Z raziskavami smo ugotovljali, koliko je v našem naravnem okolju avtohtonih in hibridnih topolov, kako jih ločevati, ali so prisotna drevesa obeh spolov, ali poteka pomlajevanje vrste, ali se spreminjajo ekološke razmere na rastiščih, ali črni topol v Sloveniji potrebuje zaščito in kako vitalne so populacije pri nas. Predlagali smo ukrepe za njegovo zaščito

Postavili smo štiri ploskve velikosti 100 x 25 m: tri ploskve v Ljubljanski kotlini ter eno pri Brežicah. Na njih smo izvedli polno premerbo vseh dreves črnih topolov in popisali druge drevesne vrste, rastiščne razmere, določili vrsto topolov, prešteli moške in ženske osebke, ocenili njihovo vitalnost in pomlajevanje. Ugotovili smo, da so povsod prisotni avtohtoni črni topoli, na ploskvi 3 pa tudi hibridi. S tem smo potrdili možno introgresijo v slovenskih gozdovih, za bolj gotovo trditev so potrebne raziskave genetskega materiala. Delež avtohtonih črnih topolov je bil večji kot smo pred raziskavo predvidevali (na ploskvah 1, 2 in 3 je bil delež črnega topola 100%, na ploskvi 3 pa 85%). Na ploskvah so prisotni osebki obeh spolov in razmnoževanje je prisotno, saj smo opazili velike količine semena na drevesih. Delež ženskih dreves po ploskvah znaša: na ploskvi 1 32%, na ploskvi 2 44%, na ploskvi 3 pa 22%. Delež ženskih dreves na ploskvah 3 je verjetno podcenjen, ker so zaradi

hitre otoplitve plodovi zgodaj dozoreli in odpadli. Pomlajevanja na ploskvah nismo opazili, razen na ploskvi 3 v zelo majhnem obsegu (5 osebkov na površini 1m²). Pomlajevanja v odraslih sestojih ni, ker ni poplav in ustreznih razmer za nasemenitev ter klitje semen. Pregled indikatorskih drevesnih vrst kaže, da se rastišča ob reki sušijo in da se vegetacija spreminja. Zaradi izsuševanja rastišč vegetacija prehaja iz mehkih listavcev (vrbe in topoli) v trde listavce (veliki jesen, dob, brest, gaber), ki jim ustrezajo sušnejše razmere.

Kot vrsta obrežnih gozdov je črni topol ogrožen in potrebuje pravno zaščito z uvrstitvijo na rdeči seznam redkih in ogroženih rastlinskih vrst. Zaščitni ukrepi, ki jih lahko uvedemo z gozdnogospodarskimi načrti, pa so: prepoved krčenja topolovih rastišč, prepoved uporabe neavtohtonega reprodukcijskega materiala na gozdnih in negozdnih površinah, spodbujanje naravne obnove na opuščenih površinah ob rekah ali umetna obnova z avtohtonimi proveniencami, ohranjanje kmetijskih dejavnosti na ekstenzivni ravni, obnavljanje rastišč in poplavne dinamike rek, razglasitev varstvenih območij - rezervatov, izsekavanje hibridov in popolna prepoved njihovega sajenja v bližini varstvenih območij.

9 SUMMARY

Black poplar (*Populus nigra* L.) is an autochthonous tree species in Slovenia and Europe. It grows mostly along big rivers with active flooding dynamics. Poplars were grown worldwide for industrial and esthetical needs. As a result of spontaneous crossing Canadian poplar (*Populus* × *canadensis*) arose, which was Europe's most often grown poplar for production of industrial wood. With selections many clones were made with resilience from diseases, faster and straighter growth and better environmental adaptability.

There are many threats to black poplar gene pool: natural river dynamics, drying of growing sites caused by building of hydroelectric power stations, excessive cutting out of autochthonous black poplars, use of fast growing hybrids what caused introgression, pollution and climatic changes. There are countries in Europe without any black poplars and there are countries with vital and reproductive populations.

With this research we wanted to establish the shares of autochthonous black poplars and hybrids in natural stands, the sexual structure of the stands, the possibilities of their morphologic differentiation, the presence of reproduction, the changes of growth conditions, the vitality of the populations and the eventual need for protection of black poplar in Slovenia. Protective measures are suggested.

We set four research plots of the size 100 × 25 metres, three near Ljubljana and one more near Brežice. We measured all black poplars and made an inventory of all other tree species, growth site conditions, we defined poplar's species, counted masculine and feminine trees, evaluated their vitality and rejuvenation. We found out that black poplars are present on all four plots, but on plot 3 hybrids were also found. We confirmed the possibility of introgression in Slovenian forests, but we need to verify it with genetic researches. Percentage of black poplars is higher than anticipated: on plots 1, 2 and 4 the percentage of black poplar is 100 %, on plot 3 it is 85 %. Trees of both sexes and rejuvenation are present on all plots. Share of feminine trees is 32 % on plot 1, 44 % on plot 2 and 22 % on plot 3. Shares on plot 3 is probably underestimated, because due to sudden warm-up the fruits matured and fell off the trees abruptly. There is no rejuvenation

on research plots, except on plot 3, where 5 subjects on 1 m² were found. We didn't find rejuvenation in adult forests, because flooding and appropriate conditions for germination are missing. Inventory of indicative species suggests that growing sites by the river are drying and vegetation changes. Willows and poplars are being replaced by ash, oak, elm and hornbeam, which favour dryer growing sites.

As the species of riparian forests black poplar is endangered and it needs legal protection. We need to put it on the red list of rare and endangered plant species. We suggest following protection measures: prohibition of clearing its growing sites, prohibition of using non-autochthonous reproductive material in forest and non-forest areas, promoting the natural regeneration on abandoned sites along rivers or artificial regeneration using autochthonous proveniences, maintaining the agricultural activities on extensive level, reconstruction of ecosystems in river's flooding dynamics, establishment of reserves, cut out of hybrids and total prohibition of planting hybrids near reserves.

10 VIRI

Aas G. 2006. Die Schwarzpappel (*Populus nigra*) – zur Biologie einer bedrohten Baumart. V: Beiträge zur Schwarzpappel. Schmidt O. (Ur.). Freising, LWF – Wissen Nr. 52: 7-12

Alba N., Plana L., Maestro C. 1998. Country reports – Spain. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 21

Alba N., Maestro C. 1999. Activities in countries – Spain. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 24-25

Alba N. 2000. Standardized list of descriptors for inventories of *Populus nigra* L. stands. V: *Populus nigra* Network. Report of the sixth meeting, 6-8 February 2000, Isle sur La Sorgue, France. Borelli S., de Vries S., Lefevre F., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 15-25

Ballian D. 2004. Introductory country reports – The status of black and white poplars (*Populus nigra* L. and *P. alba* L.) in Bosnia and Herzegovina. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 17-20

Barsoum N. 2000. The balance of black poplar (*Populus nigra*) regeneration strategies as a function of hydrology on floodplains. V: *Populus nigra* Network. Report of the sixth meeting, 6-8 February 2000, Isle sur La Sorgue, France. Borelli S., de Vries S., Lefevre F., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 46-50

Barsoum N. 2001. Regeneration – requirements and promotion measures. V: EUFORGEN Technical Bulletin, *In situ* conservation of *Populus nigra*. Lefevre F., Barsoum N., Heinze B., Kajba D., Rotach P., de Vries S.M.G., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 16-24

Batič F., Meglič V., Gogala M., Lebez Lozej J., Strel B. 2003. Pregled in ocena pogojev ter mehanizmov ex situ ohranjanja prostoživečih in kmetijskih rastlin, živali, mikroorganizmov in gliv v Sloveniji. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo: 157 str.

Beltram G. 1996. Konvencija o biološki raznovrstnosti in njen pomen za varstvo minoritetnih drevesnih vrst. V: Prezrte drevesne vrste: zbornik seminarja XVII. gozdarskih študijskih dnevov, Dolenjske Toplice, 9.-10.11.1995. Kotar M. (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in gozdne vire: 139-156

Božič G. 1993. Fiziološke meritve kot pokazatelj produktivnosti nekaterih topolovih klonov: diplomska naloga. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo). Ljubljana, samozal.: 87 str.

Božič G. 1995a. Rast topolovih klonov na opuščeni deponiji odpadkov "Barje – jugovzhodni del". Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 43 str.

Božič G. 1995b. Ugotavljanje rasti topolovih klonov v nasadih za sanacijo deponije Ljubljansko barje. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 4 str.

Božič G. 1997. Genetska variabilnost dveh subpopulacij domnevno avtohtone smreke (*Picea abies* (L.) Karst) na Pokljuki: magistrsko delo. (Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za agronomijo). Ljubljana, samozal.: 83 str.

Božič G., Smolej I., Brus R., Kraigher H. 1999. Activities in countries – Slovenia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 21-24

Božič G., Brus R., Breznikar A., Kump B. 2000. Prikaz sodobnih raziskovalnih metod in raziskav v gozdni populacijski genetiki. *Gozdarski vestnik*, 58, 9: 361-369

Božič G. 2004. Country reports – Conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) and white poplar (*Populus alba* L.) in Slovenia. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 67

Božič G. 2006. "Prispevek Slovenije v EUFORGEN-ovo zbirko". Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije (osebni vir, avgust 2006)

Božič J. 1969. Protivetrni nasadi v nižinskih predelih Slovenije. Ljubljana, RSS: 107 str.

Božič J. 1971. Rast topolov v Sloveniji: evroameriški topoli sekcije *Aigeiros* L.: izbor klonov in opis nekaterih bioloških in prirastnih značilnosti izbranih topolovih klonov. Ljubljana, RSS: 58 str.

Božič J. 1974. Proučevanje visokodonosnih evroameriških topolov sekcije *Aigeiros* L. na topolovih rastiščih v Sloveniji. Ljubljana, RSS

Božič J. 1979. Topolovi hibridi in njihova izbira. Ljubljana, RSS: 56 str.

Božič J. 1983. Topolovi hibridi, njihova izbira in nekatere gojitvene lastnosti: 2. del. Ljubljana, RSS: 68 str.

Brečko V. 1996. Podtalnica Ljubljanskega polja - najpomembnejši vodni vir za oskrbo Ljubljane. *Geografski vestnik* 68: 203-212

Brinar M. 1970. *Gozdarski slovar*. Ljubljana, Zveza inženirjev in tehnikov gozdarstva in industrije za predelavo lesa Slovenije: 320 str

Brus R. 1995. Možnost ohranjanja genofonda minoritetnih drevesnih vrst. V: *Prezrte drevesne vrste: zbornik seminarja XVII. gozdarskih študijskih dnevorov, Dolenjske Toplice, 9.-10.11.1995*. Kotar M (Ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in gozdne vire: 93-108

Brus R. 2001. Populacijska genetika gozdnega drevja: zapiski s predavanj pri predmetu Dendrologija z žlahtnjenjem gozdnega drevja v šol. letu 2000/2001. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

Brus R. 2005. *Dendrologija za gozdarje*. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 408 str.

Cagelli L. 1995. Country reports – *Populus nigra* genetic resources in Italy. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 19-24

Cagelli L. 1997. Guidelines for seed and pollen storage. V: *Populus nigra* Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Toth B. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 12-13

Cagelli L. 1998. Country reports – Italy. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 15-16

Der Nationalpark – The Donau Auen National Park ... a world of its own.
URL: <http://www.donauauen.at> (4.5.2006)

De Vries S.M.G. 1995. Country reports – *Populus nigra* in the Netherlands. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.) Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 46

De Vries S.M.G. 1996. Guidelines for maintenance and duplication of ex situ field collections of *Populus nigra*. V: *Populus nigra* Network. Report of the second meeting, 10-12 September 1995, Casale Monferrato, Italy. Turok J., Lefevre F., Cagelli L., de Vries S. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 11-12

De Vries S.M.G. 1999. Activities in countries – The Netherlands. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 16-20

De Vries S.M.G. 2004. Country reports – Progress report on national activities on gene conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) in the Netherlands. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 59-60

Dubsky M. 1998. Country reports – Czech Republic. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 11-12

FAO – Synthesis of National Reports on Activities related to Poplar and Willow Areas, Production, Consumption and the Functioning of National Poplar Commissions. 2000. International Poplar Commission, 21 st meeting, USA

URL: http://www.fao.org/documents/advanced_s_result.asp (3.4.2006)

Figaj J. 1998. Country reports – Black poplar (*Populus nigra* L.) in Poland. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 29

Figaj J. 1999. Activities in countries – Poland. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 15

Fitschen J. 2002. Gehölzflora. Wiebelsheim, Quelle & Meyer Verlag: 45-1 do 45-7

Gaberščik A. 2004. Meje rečnega ekosistema: zapiski s predavanj pri predmetu Gospodarjenje z manjšinskimi ekosistemi v šol. letu 2003/2004. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo: 12 str.

Gadirca V. 1998. Country reports – Moldova – Ecogeographic variability of *Populus nigra* L. in Moldova and the former USSR. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 24-26

Gams I. 1996. Termalni pas v Sloveniji. Geografski vestnik 68: 5-38

Grabnar M., Novak T. in sodelavci. 1997. Biologija 7 in 8 – genetika in evolucija. Ljubljana, DZS: 200 str.

Heinze B. 1997. *Populus nigra* in Austria – rare, endangered, not recognized? V: *Populus nigra* Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Toth B. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 34-40

Heinze B. 1998a. Country reports – Austria. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 7

Heinze B. 1998b. Biochemical and molecular genetic methods available for the characterization of *Populus nigra* L.. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 42-64

Heinze B. 1999. Activities in countries – Austria. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 6-7

Heinze B., Lefevre F. 1999. In situ restoration genetics of riparian populations of *P. nigra*. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 43-50

Heinze B., Lefevre F. 2001. Genetic considerations for the restoration of riparian populations. V: EUFORGEN Technical Bulletin, *In situ* conservation of *Populus nigra*. Lefevre F., Barsoum N., Heinze B., Kajba D., Rotach P., de Vries S.M.G., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 25-35

Heinze B. 2004. Common action plan for *Populus nigra*. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 112-114

Heywood V. H. 1995. Cvetnice – kritosemenke sveta. Ljubljana, DZS: 117-118

Hughes F.M.R. 2000. Links between hydrology, growth and sex in the UK black poplars, some implications for river restoration. V: *Populus nigra* Network. Report of the sixth meeting, 6-8 February 2000, Isle sur La Sorgue, France. Borelli S., de Vries S., Lefevre F., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 42-45

Identification Sheet for *Populus nigra* L. Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 6 str.
URL: http://www.ipgri.cgiar.org/networks/euforgen/Networks/Scattered_Broadleaves/PNOuputs/LEAFLE-E.PDF (10.8.2006)

IPGRI – International Plant Genetic Resources Institute
URL: <http://www.ipgri.cgiar.org/index.htm> (3.4.2006)
URL: <http://www.ipgri.cgiar.org/system/page.asp?theme=5> (3.4.2006)

ISP – Istituto di Sperimentazione per la Pioppicoltura, Activities
URL: <http://populus.it> (3.4.2006)

Jenkins C.L., Starr M.P. 1982. The pigment of *Xanthomonas populi* is a nonbrominated aryl-heptaene belonging to xanthomonadin pigment group 11. *Current Microbiology*, 7, 4: 195-198

Jurc D. 2000. Obvladovanje najpomembnejših bolezni v gozdnih drevesnicah. *Gozdarski vestnik*, 58, 9: 370-376

Kajba D. 1999. Activities in countries – Croatia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 8-9

Kajba D. 2004. Country reports – Natural poplar stands and gene conservation of *Populus nigra* in Croatia. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 31-34

Kajba D., Ballian D., Idžojić M., Bogdan S. 2004. The differences among hairy and typical European black poplars and the possible role of the hairy type in relation to climatic changes. *Forest Ecology and Management*, 197: 279-284

Kauter D. 1999. Poplars for short rotation forestry – an overview of the genus. European energy crops internetwork, document B10529

URL: <http://www.eeci.net/archive/biobase/B10529.html> (4.5.2006)

Keary K. 2004. Introductory country reports – Black poplar (*Populus nigra* L.) resources in the Republic of Ireland. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 21-24

Khurana D.K. 2003. Mitigating wood shortages through a people friendly tree – poplar. Dept. of Tree Improvement, College of Forestry, Parmar University of Horticulture & Forestry, Nauni, Solan, India, document 0146-B1 (neobjavljeno)

URL: http://www.fao.org/documents/advanced_s_results.asp (3.4.2006)

Klimatski podatki za Bizeljsko in Ljubljano (24.7.2006)

URL: http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/napovedi_in_podatki/ljubljana.html (24.7.2006)

URL: http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/napovedi_in_podatki/bizeljsko.html (24.7.2006)

URL: http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/podnebje/ljubljana.pdf (24.7.2006)

URL: http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/podnebje/bizeljsko.pdf (24.7.2006)

Karta mesta Ljubljana 1:20 000. 1976. Ljubljana, Skupščina mesta Ljubljane in Geodetska uprava

Karta mesta Ljubljana 1:20 000. 1990. Ljubljana, Geodetska uprava Skupščine mesta Ljubljana

Kotar M., Brus R. 1999. Naše drevesne vrste. Ljubljana, Slovenska matica: 320 str.

Kraigher H. 1996. Kakovostne kategorije gozdnega reprodukcijskega materiala, semenske plantaže in ukrepi za izboljšanje obroda. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 51: 199-215

Kraigher H., Žitnik S. 1999. Slovenska gozdna genska banka. Sodobno kmetijstvo, 32, 1: 46-50

Kraigher H. 2001. Predstavitev programa EUFORGEN – II. faza. Gozdarski vestnik, 59, 2: 110-111

Krstinić A., Kajba D. 1998a. Country reports – Croatia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 10

Krstinić A., Trinajstić I., Kajba D., Samardžić J. 1998b. Morphological variability of the leaves of black poplar (*Populus nigra* L.) in natural stands along the Sava river (Croatia). V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 71-77

Lefevre F. 1995. Country reports – Programme for the conservation of *Populus nigra* in France. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 18

Lefevre F. 1998. Country reports – France. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 13

Lefevre F. 1999. Activities in countries – France. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 9-11

Lefevre F., Kajba D. 1999. Indicators for monitoring the evolution of *Populus nigra* genetic diversity in situ. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 36-42

Ljubljana 2000, karta mesta v merilu 1:13 000. 1999. Ljubljana, Inštitut za geodezijo in fotogrametrijo FGG

Lučovnik J. 1993. Biologija za 8. razred osnovnih šol - razvojni nauk. Ljubljana, DZS: 107-109

Maček J. 1983. Gozdna fitopatologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, VTOZD za gozdarstvo: 267 str.

Maestro C. 1995. Poplar germplasm conservation, ex situ conservation methods under controlled conditions. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.) Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 11-14

Maestro C., Alba N. 2004. Country reports – Progress on national activities on gene conservation of black poplar (*Populus nigra*) and white poplar (*P. alba*) in Spain. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 68-72

Maljković M. 2001. "Topolovi nasadi po Sloveniji". Brežice, Drevesnica Rimš (osebni vir, 7.6.2001)

Martinčič A., Wraber T., Jogan N., Ravnik V., Podobnik A., Turk B., Vreš B. 1999. Mala flora Slovenije. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 38-42

Meglič V., Kraigher H., Dovč P. 2007. Ocena pogojev in mehanizmov za ex situ varstvo genskih virov kmetijskih rastlin, genskih bank v gozdarstvu in živinoreji.

URL:http://www.gov.si/mop/podrocja/uradzaokolje_sektorokolje/projekti/ocena_genski_viri_kmet_rast.pdf (24.5.2006)

Mestni načrt Ljubljana 1:20 000. 2005. Ljubljana, Geodetski zavod Slovenije, Kartografski oddelek

Miklavžič J. 1957. Pospeševanje topolov v Sloveniji. Ljubljana, IGLG: 349 str.

More D., White J. 2003. Cassell's trees of Britain and Northern Europe. Cassell, Great Britain, Domino Books production: 800 str.

Mottl J., Benetka V., Dubsky M., Vackova K., Cizkova L. 1997. Conservation of genetic resources of *Populus nigra* in the Czech Republic. V: *Populus nigra* Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Toth B. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 30-33

Naujoks G., Wühlisch G. 2004. Micropropagation of *Populus nigra* L.: a potential contribution to gene conservation and tree improvement. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 123-124

Nica M.S. 2004. Country reports – Introductory note on black poplar (*Populus nigra* L.) in Romania. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 62

Orlovic S. 1998. Country reports – Conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) in Yugoslavia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 32-33

Orlovic S., Pilipovic A., Poljakovic Pajnik L. 2004. Country reports – Conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) and other poplars in Serbia and Montenegro. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 65-66

Pandeva D., Zhelev P. 2004. Country reports – Black poplar (*Populus nigra* L.) gene conservation activities in Bulgaria. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 29-30

Parks for Life: action for protected areas in Europe. 1994. Gland, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources: str. 9

Patlaj I., Rudenko V., Volosyanchuk R. 1998. Country reports – Conservation and breeding of black poplar (*Populus nigra* L.) in the Ukraine. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 30-31

Patlaj I., Rudenko V., Volosyanchuk R. 1999. Activities in countries – Ukraine. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 25

Pavšer M. 1957. Tla topolovih rastišč v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*: 70-81

Podatki o gozdnih fondih ZGS, 2001

Pont B., Pissavin S., Lefevre F. 1999. Case study, Inventory and characterization of *Populus nigra* resources within nature reserves in France. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 51-61

Popivshchy I.I., Prokazin A.E., Routkovsky I.V. 1997. Black poplar in the Russian Federation. V: *Populus nigra* Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Toth B. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 46-52

Popivshchy I., Prokazin A. 1998. Country reports – Russian Federation. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 17-19

Popivshchy I. 2004. Country reports – Progress on national activities on gene conservation of black and white poplars (*Populus nigra* L. and *P. alba* L.) in the Russian Federation. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 63-64

Poplar from Wikipedia, the free encyclopedia.

URL: <http://www.en.wikipedia.org/wiki/Poplar> (9.5.2006)

Populus nigra DATABASE OF CLONES (9.6.2005)

URL: http://www.ipgri.cgiar.org/networks/euforgen/euf_home.asp (3.4.2006)

Populus nigra Network: report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. 1995. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 52 str.

Populus nigra Network: report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. 1998. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 85 str.

Populus nigra Network: report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eight meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). 2004. Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 131 str.

Populus nigra Network: report of the sixth meeting, 6-8 February 2000, Isle sur La Sorgue, France. 2000. Borelli S., de Vries S., Lefevre F., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 55 str.

Postolache G. 1997. The status of black poplar (*Populus nigra*) in Moldova. V: Populus nigra Network. Report of the third meeting, 5-7 October 1996, Sarvar, Hungary. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Toth B. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 44-45

Pravilnik o enotni metodi za preizkušanje sort topolov in vrb na poskusnem polju in v laboratoriju in o enotni metodi za obdelavo rezultatov preizkušanja, dobljenih na poskusnem polju in v laboratoriju. Ur. l. SFRJ št. 9/89

Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Ur. l. RS št. 82/2002

Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji. 2002. Hlad B. in Skoberne P. (Ur.). Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije, Agencija RS za okolje: 224 str.

Pučko M. 2004. Rje na topolih in vrbah: seminarska naloga pri podiplomskem študiju bioloških in biotehniških znanosti. Ljubljana, samozal.: 29 str.

Roloff A., Bärtels A. 2006. Flora der Gehölze. Stuttgart, Eugen Ulmer KG: 457-464

Rotach P. 2000. Introductory country reports – Switzerland. V: Populus nigra Network. Report of the sixth meeting, 6-8 February 2000, Isle sur La Sorgue, France. Borelli S., de Vries S., Lefevre F., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 11-14

Rotach P. 2001. General considerations and basic strategies. V: EUFORGEN Technical Bulletin, *In situ* conservation of *Populus nigra*. Lefevre F., Barsoum N., Heinze B., Kajba D., Rotach P., de Vries S.M.G., Turok J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 8-15

Rotach P. 2004. Poplars and biodiversity. V: Populus nigra Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 79-100

Schulzke R. 1995. Country reports – Populus nigra in Germany, a case study. V: Populus nigra Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.) Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 37-39

Skoberne P. 1994. Parki za življenje: program za zavarovana naravna območja v Evropi. Ljubljana, Zavod RS za varstvo naravne in kulturne dediščine in Slovenska komisija za IUCN: 8 str.

Slovacek M. 2004. Country reports – Populus nigra and P. alba genetic resources in the Czech Republic. V: Populus nigra Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 35-37

Stanje površinskih voda, ponedeljek, 12. junija 2006. 2006. MOPE, Agencija RS za okolje
URL:http://www.arso.gov.si/podro~cja/vode/napovedi_in_podatki/stanje_voda.html (12.6.2006)

Strategija ohranjanja biotske raznovrstnosti v Sloveniji. 2002. Peterlin S. in Bibič A. (Ur.). Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije: 79 str.

Tabbener H. E., Cottrell J. E. 2003. The use of PCR based DNA markers to study the paternity of poplar seedlings. Forest Ecology and Management 179: 363-376

Tabbush P. 1996. The status of black poplar conservation in Britain. V: *Populus nigra* Network. Report of the second meeting, 10-12 September 1995, Casale Monferrato, Italy. Turok J., Lefevre F., Cagelli L., de Vries S. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 7-10

Tabbush P. 1998. Dynamic processes in riparian ecosystems – implications for *P. nigra* gene conservation strategies. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 34-38

Toplu F. 2004. Country reports - Progress on national activities on gene conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) in Turkey. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 75-77

Toth B. 1995. Country reports – Black poplar (*Populus nigra*) the situation in Hungary. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.) Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 27-28

Tzanov T. 1995. Country reports - Bulgarian National Programme project for the conservation of *Populus nigra*. V: *Populus nigra* Network. Report of the first meeting, 3-5 October 1994, Izmit, Turkey. Frison E., Lefevre F., de Vries S., Turok J. (Ur.) Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 45

Vanden Broeck A. 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for European black poplar (*Populus nigra*). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 6 str.

Vanden Broeck A., Van Slycken J. 2004. Introgressive hybridization in *Populus*: consequences for conservation. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 101-111

Vanden Broeck A., Storme V., Cottrell J.E., Boerjan W., Van Bockstaele E., Quataert P., Van Slycken J. 2004. Gene flow between cultivated poplars and native black poplar (*Populus nigra* L.): a case study along the river Meuse on the Dutch-Belgian border. *Forest Ecology and Management*, 197: 307-310

Van Slycken J., Vanden Broeck A. 1998. Country reports – Belgium. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 8-9

Van Slycken J., Vanden Broeck A. 1999. Activities in countries – Belgium. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 7-8

Varela M.C. 1999. Activities in countries – Portugal. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 15-16

Varga L. 1998. Country reports – Slovakia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fourth meeting, 3-5 October 1997, Geraardsbergen, Belgium. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Alba N., Heinze B., Van Slycken J. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 20

Varga L. 1999. Activities in countries – Slovakia. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 16-20

Vietto L., Bianco B. 2004. Country reports – Progress on national activities on gene conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) and white poplar (*Populus alba* L.) in Italy. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 45-53

Vukelić J., Kajba D., Baričević D. 1999. Succession in riparian forests of the Croatian Danube region. V: *Populus nigra* Network. Report of the fifth meeting, 5-8 May 1999, Kyiv, Ukraine. Turok J., Lefevre F., de Vries S., Heinze B., Volosyanchuk R., Lipman E. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 64-69

Weidner M., Hellenbrand B., van Schyndel P., Schmitt H.P. 2004. Evaluation of genetic resources of black poplar (*Populus nigra* L.) in North-Rhine Westfalia, Germany. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 119-122

Wraber M. 1951. Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. *Gozdarski vestnik*: 94-103

Wühlisch G. von. 2004. Country reports – Progress in gene conservation of black poplar (*Populus nigra* L.) in Germany. V: *Populus nigra* Network. Report of seventh (25-27 October 2001, Osijek, Croatia) and eighth meetings (22-24 May 2003, Treppeln, Germany). Koskela J., de Vries S.M.G., Kajba D., Wühlisch G. (Ur.). Rome, International Plant Genetic Resources Institute: 40-42

Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (ZGRM). Ur.l. RS št. 58/2002, 85/2002 (popr.), 45/2004 (ZdZPKG)

Zakon o gozdovih (ZG). Ur.l. RS št. 30/1993, 13/1998 (Odl.US: U-I-53/95), 24/1999 (Skl.US: U-I-51/95), 31/2000 (popr., 56/1999-ZON), 67/2002, 110/2002 (ZGO-1)

Zakon o ohranjanju narave (ZON). Ur.l. RS št. 56/1999, 31/2000 (popr.), 110/2002 (ZGO-1), 119/2002, 41/2004, 61/2006 (ZDru-1)

Zakon o ratifikaciji Konvencije o biološki raznovrstnosti (MKBR). Ur.l. RS-MP št. 7/1996

Zauner G. 2000. Listavci, spoznavanje in določanje listavcev v naravi in nasadih. Ljubljana, Cankarjeva založba: 63 str.

Žitnik S., Božič G., Pavle M., Kraigher H. 1997. Gospodarjenje in zakonodaja na področju gozdnih genskih virov v Sloveniji in srednji Evropi. V: *Znanje za gozd*. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 309-320