

ZAKLJUČNO POROČILO
O REZULTATIH OPRAVLJENEGA RAZISKOVALNEGA DELA
NA PROJEKTU V OKVIRU CILJNEGA RAZISKOVALNEGA
PROGRAMA (CRP) »KONKURENČNOST SLOVENIJE 2006 – 2013«

I. Predstavitev osnovnih podatkov raziskovalnega projekta

1. Naziv težišča v okviru CRP:

POVEZOVANJE UKREPOV ZA DOSEGANJE TRAJNOSTNEGA RAZVOJA.

2. Šifra projekta:

V4-0496

3. Naslov projekta:

Vpliv klimatskih sprememb na nastanek in kakovost juvenilnega lesa pri boru, topolu in robiniji

3. Naslov projekta

3.1. Naslov projekta v slovenskem jeziku:

Vpliv klimatskih sprememb na nastanek in kakovost juvenilnega lesa pri boru, topolu in robiniji

3.2. Naslov projekta v angleškem jeziku:

Effect of climate change on formation and quality of juvenile wood in pine, poplar and black locust

4. Ključne besede projekta

4.1. Ključne besede projekta v slovenskem jeziku:

Sadike, juvenilni les, debelinska rast, višinska rast, anatomija lesa

4.2. Ključne besede projekta v angleškem jeziku:

Saplings, juvenile wood, radial growth, height growth, wood anatomy

5. Naziv nosilne raziskovalne organizacije:

Gozdarski inštitut Slovenije

5.1. Seznam sodelujočih raziskovalnih organizacij (RO):

Inštitut Jožef Stefan

6. Sofinancer/sofinancerji:

/

7. Šifra ter ime in priimek vodje projekta:

22609

Jožica Gričar

Datum: 13.12.2010

Podpis vodje projekta:

Doc. dr. Jožica Gričar

Podpis in žig izvajalca:

direktor dr. Mirko Medved

II. Vsebinska struktura zaključnega poročila o rezultatih raziskovalnega projekta v okviru CRP

1. Cilji projekta:

1.1. Ali so bili cilji projekta doseženi?

- a) v celoti
 b) delno
 c) ne

Če b) in c), je potrebna utemeljitev.

Program dela smo ustrezno skrčili in spremenili, saj so bila sredstva namenjena za izvedbo projekta zmanjšana za 60% glede na predvidene stroške. Poskus smo tako zasnovali na manjšem številu dreves, in sicer v letu 2009 in 2010 na iglavcu (boru) in difuzno poroznem listavcu (bukvi).
Vrednost dvoletnega projekta je bila 24.000,00 EUR.

1.2. Ali so se cilji projekta med raziskavo spremenili?

- a) da
 b) ne

Če so se, je potrebna utemeljitev:

Glavni cilji raziskave se niso spremenili, smo jih pa zaradi zmanjšane finančne podpore oklestili. V raziskavo tako niso bile vključene analize izotopov na Inštitutu Jožef Stefan, ker bi bili stroški preveliki in se jih ne bi dalo pokriti. Iz istih razlogov smo v poskus zajeli dve drevesni vrsti namesto treh. Venčasto porozne drevesne vrste tako nismo proučevali. Ravno tako ni bilo mogoče opraviti mehanskih testov lastnosti lesa.

2. Vsebinsko poročilo o realizaciji predloženega programa dela¹:

Uvod:

Voda, svetloba in temperatura so glavni okoljski dejavniki, ki uravnavajo procese zelenih rastlin. Neposredno vplivajo na intenzivnost fotosinteze in neto primarno proizvodnjo, posredno pa na skoraj vse ostale okoljske dejavnike, od katerih je odvisno preživetje rastlin. Ker na rast dreves vplivajo tako kratkotrajne kakor tudi dolgotrajne spremembe dejavnikov okolja, pričakujemo, da se bodo rastne razmere spremenile v prihodnjih desetletjih. To se bo odražalo tudi v distribuciji drevesnih vrst ter velikosti populacij. Odziv drevesnih vrst bo različen, kar bo v veliki meri vplivalo na njihove kompeticijske sposobnosti v mešanih sestojih. Številne ekonomsko in ekološko pomembne evropske drevesne vrste so bile v preteklosti zasajene na rastiščih izven njihovega naravnega areala zato lahko pričakujemo, da bodo drevesa, ki rastejo na ekstremnih in robnih rastiščih, prva ogrožena. Po drugi strani pa se lahko areal določenih drevesnih vrst v prihodnosti razširi.

Spremenjene okoljske razmere bodo vplivale na časovno dinamiko razvojnih procesov v drevesih, ki določajo lastnosti in s tem kvaliteto lesa. Rastline v Sloveniji se že odzivajo na povišane temperature, kar se kaže v njihovem zgodnejšem cvetenju. Drevesa vsako leto tvorijo novo plast lesa, katere značilnosti (število in oblika celic ter debelina celičnih sten) določajo strukturo lesnih branik ter s tem lastnosti lesa. Številni notranji (npr. starost in vitalnost drevesa) ter zunanji (npr. socialni položaj drevesa, rastiščni in klimatski pogoji) dejavniki vplivajo na posamezne procese nastanka lesa. Klimatske spremembe tako lahko vplivajo na oblikovanje lesa, na primer s spremembo dolžine vegetacijske dobe ali pa z vplivanjem na časovno dinamiko procesov ksilogeneze. Študije kambijeve aktivnosti ter diferenciacije ksilemskih in floemskih celic tekom rastne sezone lahko dodatno pripomorejo k razumevanju mehanizma teh procesov ter njihove odvisnosti od rastiščnih in klimatskih pogojev.

Vendarle pa se bodo različne drevesne vrste različno odzvale na te spremembe. V kakšni meri se bodo ti vplivi kazali v strukturi lesa, v tem trenutku ni mogoče napovedati. Ker je spremljanje rasti in razvoja odraslih dreves v njihovem naravnem okolju eksperimentalno zelo zahtevno in drago, so v svetu zelo uveljavljene študije na sadikah v kontroliranih razmerah, ki omogočajo simulacijo različnih rastiščnih razmer in celostno analizo testnih sadik. Študijo smo zastavili tekom dveh rastiščnih sezon (2009 in 2010), pri čemer smo v kontroliranih pogojih skušali simulirati različne ekstremne klimatske razmere in pri posameznih skupinah drevesnih vrst raziskati:

- i) letni višinski in širinski prirastek;
- ii) proces fotosinteze in CO₂ v listih;
- iii) dinamiko ksilogeneze;
- iv) anatomsko zgradbo lesa.

Delovne hipoteze:

- pomankanje padavin in konstantne povišane temperature se kažejo v zmanjšanem višinskem in debelinskem prirastku pri proučevanih drevesnih vrstah;
- dolžina rastne sezone se med vrstami razlikuje, vendar pa se neugodne rastne razmere

¹ Potrebno je napisati vsebinsko raziskovalno poročilo, kjer mora biti na kratko predstavljen program dela z raziskovalno hipotezo in metodološko-teoretičen opis raziskovanja pri njenem preverjanju ali zavračanju vključno s pridobljenimi rezultati projekta.

kažejo v krajši vegetaciji;

- proces fotosinteze v listih je odvisen od vitalnosti dreves;
- anatomska zgradba lesa je pri drevesih, ki rastejo v različnih klimatskih režimih, različna, kar vpliva na nadaljnjo rabo lesa.

Material in metode:

Za poskus smo si zastavili tri različne klimatske režime: toplega, hladnega in kontrolo. V vsak režim smo postavili 30 sadik bukev oz. 40 sadik bora. Posamezne sadike so bile v ločenih loncih. Pri bukvah smo imeli še dodatni režim, kjer smo dodatnih 17 dreves, ki so bila nameščena v hladilni komori ohlajali še korenine, in sicer na 5°C manj, kot je bila temperatura zraka v hladilni komori. Zasnova in izvedba eksperimenta je potekala v prostorih Oddelka za fiziologijo in genetiko Gozdarskega inštituta Slovenije ob izdatni pomoči sodelavcev tega oddelka. Dodatno smo na koncu rastne sezone po tri drevesa iz vsake skupine razrezali in podrobneje analizirali. Z poskusom smo začeli pomladi 2009.

Potrebno je poudariti, da je bila sama zastavitev poskusov je bila izjemno kompleksna in je zahtevala ogromno predpriprav in tekočega dela ter seveda stroškov, da so stvari kontinuirano tekle. Nabaviti je bilo potrebno sadike, pripraviti substrate, opremiti komore s potrebnimi merilci in sadike vsakodnevno spremljati. S preliminarnimi poskusi smo začeli v rastni sezoni 2009, ko je bilo potrebno sproti učiti in prilagajati pogoje. V rastni sezoni 2010 smo z spremljanjem rasti sadik nadaljevali.

Pri meritvah višinskih in debelinskih prirastkov smo spremljali tudi razvoj popokov in novih poganjkov. Tekom vegetacije smo tedensko spremljali debelinski in širinski prirastek dreves. Pri debelinskem prirastku smo s piko označili mesto meritve in z merilom izmerili tedenski prirastek, za merjenje višinskih prirastkov pa smo uporabili Pi-meter. Ob koncu eksperimenta smo iz vsakega drevesa odvzeli kolute in tako sledili debelinski prirastek vzdolž debla.

Dodatno smo dinamiko ovrednotili tudi z metodo pinning. Po koncu vzorčenja smo izbrana drevesa iz vsake skupine razrezali in podrobneje analizirali. V laboratoriju smo pripravili trajne rezine prečnih prereзов in jih pregledali s svetlobnimi mikroskopom ter sistemom za analizo slike.

Meritve fotosinteze na poskusnih drevesih smo opravili s prenosnim merilnim sistemom LI-6400 in kiveto pri konstantni temperaturi merilnega bloka, stalni (okoljski) vzorčni koncentraciji CO₂ in enakih intenzitetah svetlobe. Sistem meritev temelji na razlikah ogljikovega dioksida in vode v toku zraka, ki se pretaka skozi merilno kiveto. Uporabili smo mešalnik z virom CO₂ za ohranjanje natančne koncentracije. Sistem kontrolira svetlobo, temperaturo, koncentracijo vode in ogljikovega dioksida ter pretok in prehajanje plinov, računsko pa določi asimilacijo, transpiracijo, razliko parnih tlakov, prevodnost za vodo in medcelično koncentracijo CO₂.

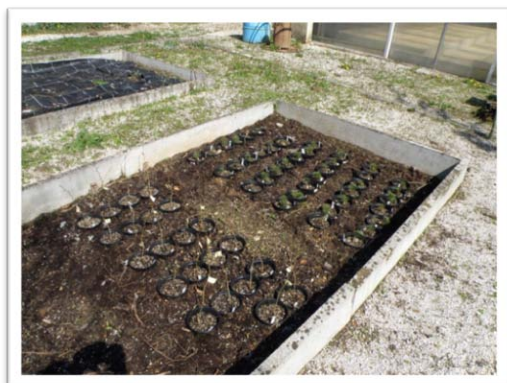
Na osnovi analiz atomske zgradbe lesa smo pri vsaki skupini dreves preverili še prisotnost grč, reakcijskega lesa in drugih rastnih posebnosti in napak, kar je služilo za enega izmed kriterijev kvalitete lesa. V nadaljevanju bomo analizirali delež kasnega in ranega lesa za vsako za posamezno skupino drevesnih vrst glede na izpostavitve različnim klimatskim režimom.



Bori v loncih v hladilni komori.



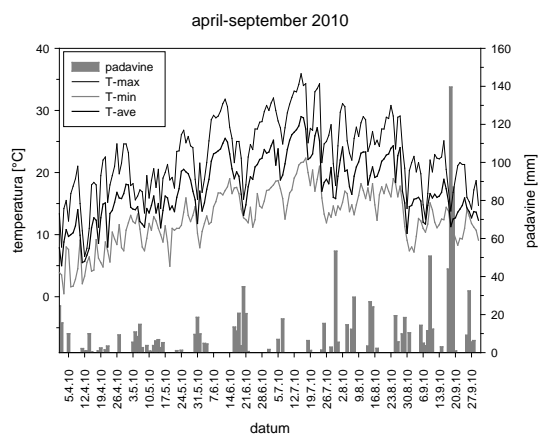
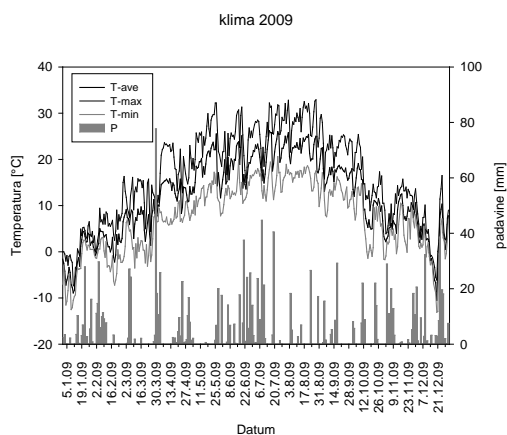
Bukve v loncih v hladilni komori.



Kontrolne sadike borov in bukev na prostem.

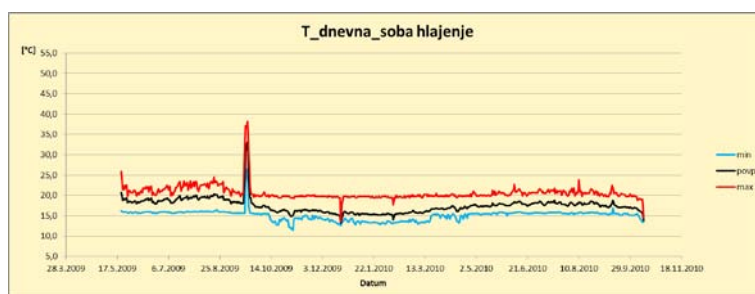
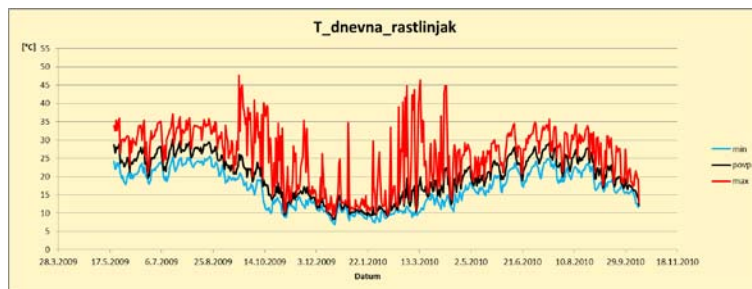
Klimatske razmere:

Kontrolne sadike so bile nameščene v loncih 10 m od rastlinjaka in izpostavljene naravnim klimatskim razmeram v Ljubljani v letih 2009 in 2010. Vremenska postaja, ki je beležila osnovne klimatske parametre, je bila postavljena v bližini.



V rastlinjaku in hladilni komori, kjer so bile temperature višje oz. nižje kot na prostem, smo sadike ustrezno zalivali, da se niso posušile. Sprva je bilo zalivanje ročno, kasneje

pa avtomatsko. Merilci so tako merili vlažnost substrata in potem po potrebi dodajali vodo. V prostore so bili nameščeni tudi vlažilci za zrak in kontrolirali vlažnost zraka.



Rezultati:

1. hipoteza

Vpliv temperature se kaže v spremenjenem višinskem in debelinskem prirastku pri proučevanih drevesnih vrstah.

Dolžina rastle sezone se med vrstami razlikuje, vendar pa se neugodne rastle razmere kažejo v krajši vegetaciji.

Analiza stopnje umrljivosti posameznih sadik bora in bukke je pokazala, da je bila mortaliteta največja pri kontrolnih borih (12,5%). Delni vzrok za to je mogoče pripisati tudi napadom insektov, in sicer male borove zapredkarice, pri čemer je bilo potrebno ročno odstraniti njihove zapredke. Rezultat so bile požrte iglice na terminalnih poganjkih. V rastlinjaku je propadlo 8,7% vseh sadik, v hladilni komori pa le 5%.

Pri bukvah je bila situacija drugačna, saj je propadlo le 10% sadik v rastlinjaku, medtem ko so v ostalih režimih vse sadike preživele.

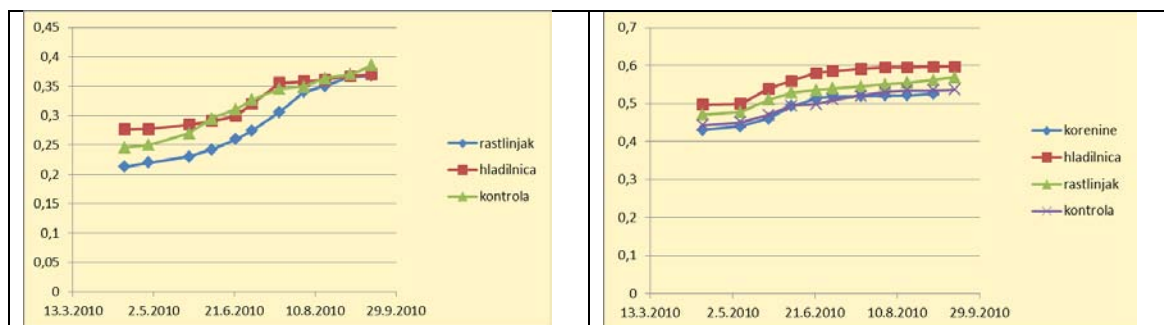
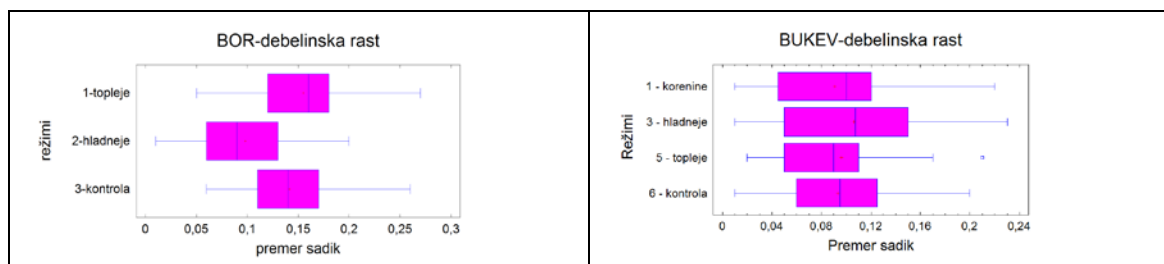
	Bor [%]	Bukke [%]
Kontrola	12,5	0
Rastlinjak	8,7	10
Hladilnica	5	0
Hladilnica-korenine	/	0

Stopnja umrljivosti sadik v posameznih režimih.

Letni dvojni debelinski prirastek je prestavljala razlika v premeru na koncu in začetku rastle sezone. Pri bukvah nismo opazili nobenih razlik v prirastku na med različnimi režimi, medtem ko smo pri borih zasledili statistično značilen manjši prirastek pri borih v hladilnici. Variabilnost med vzorcih je bila v vseh primerih velika.

Poleg tega smo merili tudi premere sadik tekom vegetacije in s tem skušali ovrednotiti dinamiko debelinskega priraščanja tekom rastne sezone. Zanimalo nas je predvsem obdobje maksimalnega debelinskega priraščanja. Širina lesne branike je namreč odvisna od dinamike priraščanja in trajanja kambijeve aktivnosti. Iste drevesne vrste, ki rastejo na različnih rastiščih, se prilagodijo razmeram okolja glede začetka, konca in dinamike kambijeve aktivnosti, kar kaže na njihovo veliko fleksibilnost in plastičnost. Obsežne raziskave sezonske dinamike kambijeve aktivnosti pri številnih iglavcih, ki rastejo v hladnih področjih zmernege pasu so pokazale, da je obdobje maksimalne celične produkcije okoli poletnega solsticija (21. junij), ko je dan najdaljši. Pred tem so domnevali, da so celične delitve najintenzivnejše v obdobju najvišjih temperature, t.j. nekje v sredini julija. Vendar pa naj bi se drevesa uravnavala po stanovitnejšem signalu fotoperiode in ne po temperaturah. Poleg tega bi časovno usklajevanje maksimalne stopnje debelinske rasti s temperaturno kulminacijo, ki nastopi mesec dni kasneje, za rastline predstavljalo preveliko tveganje, saj poteka diferenciacija zadnjih nastalih celic v širokih lesnih branikah do pozne jeseni. Vendar pa se lahko obdobje najintenzivnejšega priraščanja pri iglavcih zamakne proti začetku vegetacije v neugodnih rastnih sezonah (npr. suha in vroča poletja) ali pri vrstah, ki rastejo na neugodnih rastiščih. Za listavce pa je po drugi strani značilno, da imajo lahko maksimum debelinske rasti nekoliko prej, in sicer med koncem maja in sredino junija.

Naše analize sadik v različnih režimih so pokazale, da je bil maksimum debelinske rasti pri bukvah v različnih režimih primerljiv; konec maja, le pri bukvah, kjer so bile hlajene tudi korenine je bil maksimum rasti kakšen teden kasneje (začetek junija). Pri borih je bila situacija nekoliko drugačna. Kontrolne sadike so imele maksimum rasti konec maja, v hladilni komori konec junija in v rastlinjaku v začetku julija. Poleg tega pri bukvah v različnih režimih nismo zasledili opaznih in značilnih razlik v trajanju kambijeve aktivnosti, medtem ko so se celične delitve v kambiju pri borih zaključile prej (konec julija) kot pa v ostalih dveh režimih (druga polovica avgusta).



Debelinski prirastek in dinamika sezonskega priraščanja lesa sadik bora in bukve v različnih režimih.

Fenološka opazovanja so pokazala, da so temperature na začetku vegetacije zelo pomembne za rast dreves, kar se je kazalo v zgodnejšem razvoju brstov in poganjkov (rastlinjak).

V primeru višinska rast so bili rezultati pri bukvah nekoliko drugačni kot pri debelinski rasti. Pri bukvah so najmanj in statistično značilno prirasle sadike, ki so imele hlajene tudi korenine, največ pa kontrolne sadike. Pri borih so najmanj prirasli v višino tisti, ki so bili v hladilni komori, kontrolni in v rastlinjaku pa primerljivo. Pri borih v rastlinjaku in hladilni komori smo opazili najintenzivnejšo rast v maju in kasneje v juliju, pri borih na prostem pa predvsem v maju in juniju. Bukve so najhitreje rasle v višino v maju.

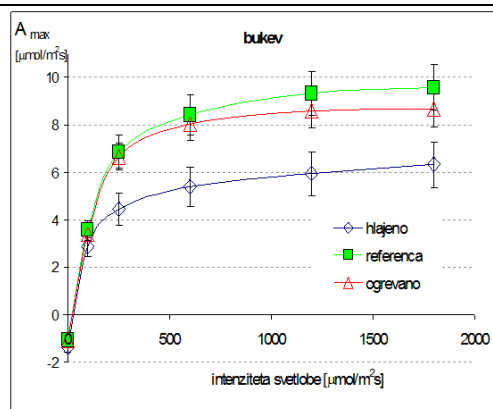
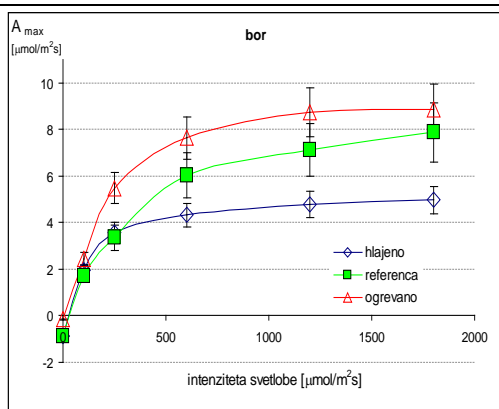
Hipoteza o vplivu temperatur na višinsko in debelinsko rast dreves se je pri boru potrdila, saj je bor heliofilna drevesna vrsta, ki ji hladno okolje ni ustrezalo in to se je odražalo tudi na rasti. V tem primeru se je kambijeva aktivnost tudi prej zaključila. Pri bukvah v primeru debelinske rasti niti trajanju rastle sezone hipoteze nismo mogli potrditi, pri višinski rasti pa so bile razlike med različnimi režimi.

2. hipoteza

Proces fotosinteze v listih je odvisen od vitalnosti dreves

Z meritvami fotosinteze v listih dreves glede na različne intenzitete svetlobe pridobimo svetlobne krivulje, ki kažejo obseg respiracije, ko ni svetlobe, kompenzacijsko točko, kjer sta produkcija in poraba izenačeni, učinkovitost fotosinteze (anlg. quantum efficiency) ter maksimalno stopnjo asimilacije (A_{max}). A-Ci krivulje podajajo odvisnost asimilacije od različnih koncentracij medceličnega ogljikovega dioksida (Ci) pri poznanih vstopnih koncentracijah ogljikovega dioksida. S poznavanjem vrednosti lahko določimo kompenzacijsko točko za CO₂ (vrednost, pri kateri sta dihanje in Ci uravnovešena), učinkovitost karboksilacije (kot začetne krivulje predstavlja in vivo Rubisco aktivnost lista, imenovano tudi mezofilna prevodnost) ter stomatarno in karboksilacijsko omejitve fotosinteze.

Pri meritvah fotosintetske aktivnosti v listih so se pri bukvah pokazale značilne razlike med hlajenimi in ostalima skupinama, v kompenzacijski točki med skupinami ni posebnih razlik. Pri boru smo zasledili razlike med vsemi skupinami, najmanjši odziv med hlajenimi bori, največji odziv pa pri ogrevanih. V končnem delu med ogrevanimi in kontrolo neznačilno, osrednji del značilno različen. Razlika je bila tudi v kompenzacijski točki med ogrevanimi in ostalima skupinama.



Meritve so pokazale razlike med sadikami v različnih skupinah, vendar bi bile potrebne še dodatne in zelo pogoste meritve tekom vegetacije za potrditev hipoteze.

3.hipoteza

Anatomska zgradba lesa je pri drevesih, ki rastejo v različnih klimatskih režimih, različna, kar vpliva na nadaljnjo rabo lesa.

Opravili smo tudi dodatne meritve izbranih sadik, pred in po vegetaciji: volumen korenin, delež nadzemnega in podzemnega dela, površina listov oz. dolžina iglic in anatomske analize lesa.

Volumen korenin smo izmerili pred in po rastni sezoni. Pri borih v hladilni komori se je volumski sistem za okoli dvanajstkrat povečal, pri borih v rastlinjaku sedemkrat in pri kontrolnih borih devetkrat. Pri bukvah v hladilni komori se je volumski sistem za okoli štirikrat povečal, pri bukvah v rastlinjaku za 2,5-krat in pri kontrolnih bukvah dvakrat.

Vse analizirane sadike so imele večji volumen korenin v primerjavi z deblom. Pri borih v hladilni komori je bilo razmerje med volumnom korenin in volumnom debla 3,35, pri borih v rastlinjaku 2,1 in pri kontrolnih borih 3,1. Pri bukvah v hladilni komori je bilo razmerje med volumnom korenin in volumnom debla 2,0, pri bukvah v rastlinjaku 1,7 in pri kontrolnih bukvah 1,1.

Sadike bora izpostavljene različnim režimom so se razlikovale tudi v dolžini iglic in dolžini korenin. Iglice borov v hladilni komori so bile dolge okoli 4-6 cm, pri borih v rastlinjaku 8-13 cm in pri kontrolnih borih 3-6 cm. Korenine borov v hladilni komori so bile dolge okoli 90 cm, pri borih v rastlinjaku 35 cm in pri kontrolnih borih 50 cm.

Sadike bukke izpostavljene različnim režimom so se razlikovale tudi v površini listov in dolžini korenin. Površina listov bukev v hladilni komori je znašala okoli 18 cm², pri bukvah v rastlinjaku 9 cm² in pri kontrolnih bukvah 7 cm². Korenine bukev v hladilni komori so bile dolge okoli 80 cm, pri bukvah v rastlinjaku 55 cm in pri kontrolnih bukvah 40 cm.

Analiza lesnih branik pri borih je potrdila, da so bili prirastki pri sadikah v hladilni komori najmanjši, pri kontrolah in v rastlinjaku pa primerljivi.

Potrebno je poudariti, da je anatomska zgradba juvenilnega lesa je nekoliko drugačna kot

pri zrelem lesu. Za juvenilni les je značilno, da nima izrazitega kasnega lesa in posledično nižjo gostoto. Vlakna so krajša kot pri adultnem lesu, ravno tako je izrazitejša spiralna zavrtost vlaken. Poleg že omenjenih značilnosti, juvenilni les navadno vsebuje tudi večji delež reakcijskega lesa, kar še dodatno zmanjšuje kvaliteto tega lesa.

Pri sadikah bora je bilo posamično mogoče opaziti prisotnost kompresijskega lesa. Stebla so bila v tem primeru ekscentrična, traheide so imele debelejše celične stene in zaradi tega je bila vidna gostotna fluktuacija po braniki. V prisotnosti in porazdelitvi smolnih kanalov nismo opazili nobenih razlik med sadikami izpostavljenimi različnim režimom. Tipičnih celic kasnega lesa z majhnimi lumni in debelimi celičnimi stenami ni bilo, zato so bile tudi letnice relativno neizrazite. V splošnem so imele traheide pri borih v hladilni komori nekoliko debelejše celične stene kot v ostalih dveh režimih.

Bukev je difuzno porozna drevesna vrsta, za katere je značilno, da je struktura lesa precej homogena, saj se premer trahej ranega in kasnega lesa ne razlike veliko. Mestoma je bil v manjših količinah prisoten tenzijski les, v sami porazdelitvi in premeru trahej, pa bi težko govorili o značilnih razlikah med posameznimi režimi.



Podrobneje analizirane sadike po zaključku vegetacije.

Pri proučevanih sadikah smo ugotovili precej morfoloških razlik med različnimi režimi, ne pa očitnih razlik v strukturi lesa, kar je mogoče deloma tudi posledica dejstva, da so bile sadike relativno malo časa izpostavljene različnim temperaturnim režimom in bi jih bilo potrebno ohraniti dlje časa v teh razmerah ter nato ponovno analizirati. V tem trenutku te hipoteze ni mogoče potrditi.

3. Izkoriščanje dobljenih rezultatov:

3.1. Kakšen je potencialni pomen² rezultatov vašega raziskovalnega projekta za:

- a) odkritje novih znanstvenih spoznanj;
- b) izpopolnitev oziroma razširitev metodološkega instrumentarija;
- c) razvoj svojega temeljnega raziskovanja;
- d) razvoj drugih temeljnih znanosti;
- e) razvoj novih tehnologij in drugih razvojnih raziskav.

3.2. Označite s katerimi družbeno-ekonomskimi cilji (po metodologiji OECD-ja) sovpadajo rezultati vašega raziskovalnega projekta:

- a) razvoj kmetijstva, gozdarstva in ribolova - Vključuje RR, ki je v osnovi namenjen razvoju in podpori teh dejavnosti;
- b) pospeševanje industrijskega razvoja - vključuje RR, ki v osnovi podpira razvoj industrije, vključno s proizvodnjo, gradbeništvom, prodajo na debelo in drobno, restavracijami in hoteli, bančništvom, zavarovalnicami in drugimi gospodarskimi dejavnostmi;
- c) proizvodnja in racionalna izraba energije - vključuje RR-dejavnosti, ki so v funkciji dobave, proizvodnje, hranjenja in distribucije vseh oblik energije. V to skupino je treba vključiti tudi RR vodnih virov in nuklearne energije;
- d) razvoj infrastrukture - Ta skupina vključuje dve podskupini:
 - transport in telekomunikacije - Vključen je RR, ki je usmerjen v izboljšavo in povečanje varnosti prometnih sistemov, vključno z varnostjo v prometu;
 - prostorsko planiranje mest in podeželja - Vključen je RR, ki se nanaša na skupno načrtovanje mest in podeželja, boljše pogoje bivanja in izboljšave v okolju;
- e) nadzor in skrb za okolje - Vključuje RR, ki je usmerjen v ohranjanje fizičnega okolja. Zajema onesnaževanje zraka, voda, zemlje in spodnjih slojev, onesnaženje zaradi hrupa, odlaganja trdnih odpadkov in sevanja. Razdeljen je v dve skupini:
- f) zdravstveno varstvo (z izjemo onesnaževanja) - Vključuje RR - programe, ki so usmerjeni v varstvo in izboljšanje človekovega zdravja;
- g) družbeni razvoj in storitve - Vključuje RR, ki se nanaša na družbene in kulturne probleme;
- h) splošni napredek znanja - Ta skupina zajema RR, ki prispeva k splošnemu napredku znanja in ga ne moremo pripisati določenim ciljem;
- i) obramba - Vključuje RR, ki se v osnovi izvaja v vojaške namene, ne glede na njegovo vsebino, ali na možnost posredne civilne uporabe. Vključuje tudi varstvo (obrambo) pred naravnimi nesrečami.

² Označite lahko več odgovorov.

3.3. Kateri so **neposredni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

Rezultati kažejo, da je rast in razvoj dreves zelo kompleksen proces, na katerega vpliva ogromno dejavnikov. Zasedili smo različen odziv proučevanih drevesnih vrst na zastavljene režime. Pri bukvi smo zasledili razlike v površini listov, volumnu korenin, višinski rasti ter meritvah fotosinteze. Pri boru so bile te razlike nekoliko večje, vse analize so kazale, da jim hladno okolje ne ustreza. V anatomski zgradbi ni očitnih razlik. Vendar pa je potrebno poudariti, da je takšne raziskave zagotovo potrebno zastaviti za več let, ker ena rastna sezona v življenjski dobi dolgoživih dreves ne pomeni veliko. Nekateri odzivi se lahko kažejo šele v naslednjih rastnih sezonah. Poleg dolgotrajnih in kontinuiranih raziskav v kontroliranih razmerah bi bilo smiselno te raziskave razširiti še na naravna rastišča, in sicer na mlada in adultna drevesa. Lastnosti juvenilnega lesa so bistveno različne od adultnega, zato rezultatov ne moremo enostavno prenesti. Vsekakor v prihodnje želimo opraviti še bolj poglobljene analize zgradbe lesa (v smislu denzitometrije, morfologije celic ipd.) na različnih delih sadik ter vključiti še fiziološke analize.

3.4. Kakšni so lahko **dolgoročni rezultati** vašega raziskovalnega projekta glede na zgoraj označen potencialni pomen in razvojne cilje?

S tovrstnimi raziskavami v povezavi z analizami dreves v naravne okolju bomo bolje razumeli vpliv okoljskih dejavnikov na rast in razvoj dreves. V naravnem okolju ti dejavniki vzajemno delujejo in jih je zelo težko ločiti in slediti s pomočjo analiz ksilemskih branik. Takšni podatki so zelo pomembni za modeliranje v dendroekoloških ter dendroklimatoloških študijah, ki so v zadnjem času zelo intenzivne zaradi okoljskih sprememb in s tem tudi drevesne strukture v gozdnih sestojih. Poleg tega je podrobno poznavanje celotnega procesa ksilogeneze pomembno za boljše razumevanje zvez med strukturo, lastnostmi in uporabo lesa.

3.5. Kje obstaja verjetnost, da bodo vaša znanstvena spoznanja deležna zaznavnega odziva?

- a) v domačih znanstvenih krogih;
- b) v mednarodnih znanstvenih krogih;
- c) pri domačih uporabnikih;
- d) pri mednarodnih uporabnikih.

3.6. Kdo (poleg sofinancerjev) že izraža interes po vaših spoznanjih oziroma rezultatih?

Kolegi iz mednarodnih raziskovalnih organizacij, saj sodelujem pri izvedbi podobnih poskusov v njihovem okolju. (V Španiji in Franciji).

3.7. Število diplomantov, magistrrov in doktorjev, ki so zaključili študij z vključenostjo v raziskovalni projekt?

/

4. Sodelovanje z tujimi partnerji:

4.1. Navedite število in obliko formalnega raziskovalnega sodelovanja s tujimi raziskovalnimi inštitucijami.

S španskimi in francoskimi raziskovalci (v okviru bilateralnega sodelovanja INRA med Francijo in Slovenijo v letih 2009-2010).

Španci:

- Zasnova podobnih poskusov na sadikah bora v Španiji. V raziskavo sta vključena dva doktoranda iz Španije.

Francozi:

- sodelovanje pri analizi in obdelavi podatkov. Kolegi iz Francije imajo veliko izkušenj pri obdelavi podatkov sezonske dinamike nastanka lesa in pripravi modelov rasti.

4.2. Kakšni so rezultati tovrstnega sodelovanja?

Španci:

Skupen članek, ki je v pripravi na temo odziva dreves z delovnim naslovom:

»Cambial activity, wood formation in *Pinus halepensis* saplings under different experimental irrigation conditions«

Francozi:

- Priprava skupne delavnice na temo sezonske dinamike nastanka lesa, ki je bila lansko leto na Otočcu v Sloveniji. (*Workshop "Monitoring seasonal dynamics of wood formation"*).
- Priprava posebne številke *Dendrochronologie*, ki je v tisku na temo sezonske dinamike nastanka lesa. Revija ima IF.

5. Bibliografski rezultati³ :

Za vodjo projekta in ostale raziskovalce v projektni skupini priložite bibliografske izpise za obdobje zadnjih treh let iz COBISS-a) oz. za medicinske vede iz Inštituta za biomedicinsko informatiko. Na bibliografskih izpisih označite tista dela, ki so nastala v okviru pričujočega projekta.

³ Bibliografijo raziskovalcev si lahko natisnete sami iz spletne strani: <http://www.izum.si/>

6. Druge reference⁴ vodje projekta in ostalih raziskovalcev, ki izhajajo iz raziskovalnega projekta:

Člankov do tega trenutka še nismo objavili, saj so prvi, preliminarni eksperimenti potekali tekom rastne sezone 2009 (marec-september), v letu 2010 pa bomo poskus ponovili. Preliminarne rezultate in ideje eksperimenta pa smo predstavili v obliki predavanja na mednarodni delavnici na Otočcu in na mednarodni konferenci na Mallorci.

1. GRIČAR, Jožica. Wood and phloem formation. V: GRIČAR, Jožica (ur.). Workshop "Monitoring seasonal dynamics of wood formation". [Ljubljana]: Gozdarski inštitut Slovenije, 2009, str. 8. [COBISS.SI-ID 2375846]

2. GRIČAR, Jožica. Effect of thickness of bark and heating experiments on cambial activity in sessile oak and sycamore maples. V: Eurodendro 2009 : European Workshop in Dendrochronology : developments, advances, challenges. [S. l.: s. n., 2009?], str. 38. [COBISS.SI-ID 2473126]

Vabljeni predavanja na svetovni konferenci na Finskem in v Sloveniji:

1. GRIČAR, Jožica. Application of controlled experiments for studies of radial growth of trees. V: MIELIKÄINEN, Kari (ur.). *WorldDendro 2010 : the 8th international conference on dendrochronology*. Rovaniemi: Metla, 2010, str. 175. <http://www.metla.fi/tapahtumat/2010/WD2010/abstraktikirja.pdf>. [COBISS.SI-ID 3014822]

2. GRIČAR, Jožica. Monitoring seasonal dynamics of xylem and phloem formation in trees - the state of the art. V: DOLENC KOCE, Jasna (ur.), VODNIK, Dominik (ur.), PONGRAC, Paula (ur.). 5. Slovenski simpozij o rastlinski biologiji z mednarodno udeležbo, Ljubljana, 6.-9. september 2010 = 5th Slovenian Symposium on Plant Biology with International Participation, Ljubljana, September 6.-9., 2010. *Knjiga povzetkov*. Ljubljana: Slovensko društvo za biologijo rastlin: = The Slovenian Society of Plant Biology, 2010, str. 40. [COBISS.SI-ID 2998182]

V okviru pregledovanja tuje literature na to tematiko smo objavili 3 znanstvene članke.

1. GRIČAR, Jožica. Celična stena rastlin in nova spoznanja o procesih nastanka lesa = Cell wall of plants and current knowledge on wood formation process. *Les (Ljublj.)*, 2010, let. 62, št. 1, str. 2-9, ilustr. [COBISS.SI-ID 2524838]

2. GRIČAR, Jožica. Prevodni kambij = Vascular cambium. *Les (Ljublj.)*, 2009, letn. 61, št. 11/12, str. 444-450, ilustr. [COBISS.SI-ID 2525094]

3. GRIČAR, Jožica. Uporaba nadzorovanih poskusov za raziskave debelinske rasti dreves = Application of controlled experiments for studies of radial tree growth. *Zb. gozd. lesar.*, 2009, št. 89, str. 25-32, ilustr. [COBISS.SI-ID 2519718]

⁴ Navedite tudi druge raziskovalne rezultate iz obdobja financiranja vašega projekta, ki niso zajeti v bibliografske izpise, zlasti pa tiste, ki se nanašajo na prenos znanja in tehnologije.

Navedite tudi podatke o vseh javnih in drugih predstavitev projekta in njegovih rezultatov vključno s predstavitvami, ki so bile organizirane izključno za naročnika/naročnike projekta.

