

SEDANJE STANJE RAZŠIRJENOSTI ROBINIJE (*Robinia pseudoacacia* L.) V SLOVENIJI IN NAPOVEDI ZA PRIHODNOST

THE CURRENT DISTRIBUTION OF BLACK LOCUST (*Robinia pseudoacacia* L.) IN SLOVENIA AND PREDICTIONS FOR THE FUTURE

Lado KUTNAR¹, Andrej KOBLER²

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno ekologijo, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, lado.kutnar@gozdis.si

(2) Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za načrtovanje in monitoring gozdov in krajine, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, andrej.kobler@gozdis.si

IZVLEČEK

V raziskavi smo ugotavljali lesno zalogo robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) in njen delež v gozdovih Slovenije. Poleg tega smo z uporabo empiričnega modela in scenarijev podnebnih sprememb napovedali njeno pojavljanje in delež v prihodnost. Robinija je trenutno najbolj pogosta tujerodna drevesna vrsta v naših gozdovih. Sedanja lesna zaloga robinije dosega okoli 0,6 % celotne lesne zaloge naših gozdov. Najpogostejša je v gozdovih GGO Murska Sobota in Kraškega GGO. Ob uresničitvi scenarijev podnebnih sprememb, ki vsi predvidevajo povečanje povprečnih temperatur zraka v prihodnosti, se bo delež lesne zaloge robinije postopoma še povečeval na vzhodnem in severovzhodnem ter jugozahodnem delu Slovenije. Večji delež lahko pričakujemo tudi v nižinskem in gričevnem delu osrednje Slovenije. Po napovedih modela bi se lahko lesna zaloga robinije do konca stoletja najmanj podvojila glede na današnje stanje. Ob uresničitvi scenarijev podnebnih sprememb bi se gozdarstvo srečevalo še z večjimi težavami, povezanimi s to invazivno tujerodno drevesno vrsto. Ob doslednejšem uresničevanju konceptov sonaravnega gozdarstva bomo morali na čim bolj optimalen način usklajevati med nezaželenostjo te invazivne tujerodne vrste in njenimi številnimi koristmi ter interesi lastnikov.

Ključne besede: tujerodna vrsta, invazivna vrsta, lesna zaloga, podnebne spremembe, napovedi, model, *Robinia pseudoacacia*, Slovenija

ABSTRACT

In this study, we analyse the growing stock of black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) and its share in Slovenian forests. In addition, based on empirical model and climate change scenarios, we predict its distribution and share in the future. Black locust is the commonest non-native tree species in Slovenian forests. The current growing stock of black locust is near 0.6% of the total growing stock of our forests. This tree species has the highest share in forests of the Regional Unit of Murska Sobota and Regional Karst Area Unit (Sežana). Should the recent climate change scenarios, which all predict an increase in mean air temperature in the future, proved to be true, the share of the black locust's growing stock will increase gradually in the eastern, north-eastern and south-western parts of Slovenia. Higher share of this species can be expected also in the lowlands and hilly area of central Slovenia. According to the forecasts of the model, the black locust's growing stock could at least double in comparison with its present state by the end of the century. In such situation our forestry will be faced with even more difficulties associated with this invasive tree species. Through a more consistent implementation of the concepts of sustainability in forestry, the balance between this invasive alien species, which is less desirable in our forests, and its many benefits and interests of the forest owners needs to be found.

Key words: non-native species, invasive species, growing stock, climate change, forecasts, model, *Robinia pseudoacacia*, Slovenia

GDK 181.1:176.1Robinia pseudoacacia L. (497.4) (045)=163.6

Prispelo / Received: 30. 04. 2013

Sprejeto / Accepted: 27. 11. 2013

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) je najbolj razširjena invazivna tujerodna vrsta med drevesnimi vrstam v Sloveniji. Naravno se pojavlja v Severni Ameriki, in sicer pretežno na vzhodnem delu te celine. Njen naravni areal je razmeroma majhen, vendar so jo umetno razširili tudi v druge dele Severne Amerike. V Evropo jo je leta 1600 prinesel francoski botanik J. Robin (Brus,

2004). Robinija se je bolj kot katera koli druga tuja drevesna vrsta udomačila in razširila po vsej Evropi. Danes je ena najpogostejših invazivnih tujerodnih vrst v Evropi (Weber, 2000; Lambdon in sod., 2008).

Z možnostmi načrtnega vnosa robinije v naše gozdove so poročali že v prvih številkah Gozdarskega vestnika (Sotošek, 1938a; 1938b; Potočnik, 1939). Tujerodne vrste in med njimi tudi robinija so bili predmet zanimanja tudi povojnega gozdarstva (Wraber, 1951a,

1951b). V nasprotju z večino piscev tistega časa se je Maks Wraber (1951a) že močno zavedal nevarnosti pogozdovanja s tujerodnimi drevesnimi vrstami. V prispevku (Wraber, 1951a) je poleg pozitivnih vidikov vnosa jasno opozoril tudi na nevarnosti pri izbiri tujerodnih drevesnih vrst in njihovega uvajanja na nova rastišča. Že takrat je opozarjal na problem nekontroliranega širjenja robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v Prekmurju. M. Wraber (1951a) ugotavlja, da se je robinija v ravninskem in gričevnem svetu Podravja in Pomurja razširila tako močno, da že daje značilen ton pokrajinski sliki tega prostora. Vrsta je bila že v tistem obdobju predstavljal velik gozdnogojitveni problem, saj je nezadržno osvajala nova gozdna rastišča, prav tako pa se je razraščala na kmetijskih zemljiščih. Pojavljala se je na suhih in vlažnih rastiščih. Med svojim razširjanjem izpodriva in uničuje domače rastje. Močno prodiranje robinije v degradirane, biološko oslabele gozdove je M. Wraber (1951a) ocenil kot enega največjih problemov prekmurskega gozdarstva. Robinijo označuje kot t.i. »gozdni plevel«, ki po svojih bioloških in ekoloških lastnostih ne sodi v naše gozdne združbe, ker razdiralno deluje na naravno sestavo fitocenoze, moti njeno življenjsko harmonijo in ruši njeno biološko ravnotežje. Tak status pripisuje robiniji za območje Prekmurja in tudi za druga območja Slovenije. Ocenjuje, da je robinija tem bolj nevarna in agresivna, čim bolj se rastiščne razmere približujejo stepskim in čim bolj je sestoj pretrgan oz. so gozdna tla nezastarta.

Kot ugotavlja M. Wraber (1951a), se ta vrsta v Prekmurju razširja tako na slaba kot tudi dobra gozdna zemljišča. Po njegovem mnenju jo je praktično nemogoče povsem izkoreniniti in omogočiti rast drugim drevesnim vrstam. Zanj sta značilni izjemna življenjska moč in vztrajnost. Razmnožuje se generativno s semenom, ki ji omogoča razširjanje že v 5. do 6. letu življenja in ga rodi obilo vsako leto. Njena največja moč pa je v vegetativnem razmnoževanju. Po njegovih ugotovitvah je ne moreš zatrete ni s sečnjo ne s požiganjem, saj lahko odganja iz panja in korenin. Iz panja lahko šop poganjkov že v enem letu doseže višino tudi 5 do 6 metrov (Wraber, 1951a).

Edini možni način obrambe proti njeni ekspanzivnosti so dobro negovani, mešani naravni gozdovi s polno zarastjo, dobro razvitim polnilnim slojem in zaprtimi robovi, kakršnih ni bilo prav dosti v času prispevka (Wraber, 1951a). Poleg ugodnih naravnih razmer za razširjanje robinije je prav človek tisti, ki ima največje zasluge za njeno ekstremno razširjanje, saj jo je poleg načina gospodarjenja (pretirano odpiranje sestojev) pospeševal tako s sejanjem kot sajenjem. Kljub izrazito negativni oznaki robinije, ki ji jo pripisuje M. Wraber (1951a), pa ji priznava tudi nekatere pozitivne biološke

vidike. Tako naj bi bila kot metuljnica dober fiksator dušika in s tem primerna za bolj sterilna tla. Prav tako uspešno stabilizira gibljive terene (nestabilni peščeni tereni, plazišča, prodišča, melišča, železniški nasipi). Na tovrstnih terenih naj bi jo uporabili kot predrast (predkultura). Čeprav omenja tudi njen veliki prirastek lesa in njegovo uporabnost, pa meni, da njen les lahko nadomestimo z lesom številnih domačih vrst (Wraber, 1951a).

O široki uporabi robinijevega lesa je v novejšem času pisal tudi Torelli (2002). Po njegovem mnenju je robinija zaradi lastnosti lesa sicer cenjena, vendar pa je bila njena raba zaradi slabe oblikovanosti debel doslej precej omejena. Zaradi stabilnosti, trdote in obarvanosti se les robinije uporablja za parket, ob dobri oblikovanosti pa tudi za dekorativen rezan furnir. Lesni sortimenti robinije so primerni za vodne gradnje, kot rudniški les, ki s pokanjem opozarja na zrušitev, za vrtno pohištvo, železniške pragove, pilote, kole za ograje, vinogradniško kolje, sode, ročaje za orodje, v kolarstvu za napere, pesta in platišča, kot športno orodje in kjer je potreben žilav les. Zaradi visokega toplotnega ekvivalenta je les robinije cenjen tudi za kurjavo (Torelli, 2002).

Poleg uporabnosti samega lesa je robinija uporabna tudi za druge namene. Med zdravilnimi zelišči in gozdnimi sadeži, ki so pomembni stranski gozdni proizvodi, sta že pred desetletji Simić in Kromar (1951) ocenila, da bi v naših gozdovih lahko poleg 40.000 kg lipovega cvetja nabrali tudi 13.000 kg cvetja robinije. Robinija je tudi med najbolj medonosnimi drevesnimi vrstami, zato je zelo cenjena med čebelarji. Ponuja dobro čebeljo pašo, saj dnevni donos lahko doseže 7 kg medu na panj (Brus, 2004).

V preteklosti so jo uporabljali tudi za krmo živini (Torelli, 2002). Ima pa tudi določene zdravilne učinke (Petauer, 1993). Robinija je cenjena tudi kot okrasno drevo, znanih je več različnih sort (Brus, 2004).

Kljub temu da ima robinija številne koristne vloge (npr. Torelli, 2002; Brus, 2004; Rudolf, 2004), pa je v konceptu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi jasno označena kot invazivna tujerodna drevesna vrsta (npr. Jogan, 2000; Rudolf, 2004; Rudolf in Brus, 2006), saj izpodriva domače drevesne in druge vrste. Zaradi tega je z biološkega in gozdnogospodarskega vidika manj zaželena v naših gozdovih.

Po dobrih šestih desetletjih od Wraberjevih razmišljanj o tujerodnih drevesnih vrstah in o robiniji (Wraber, 1951a, 1951b) smo na osnovi podatkov Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2011a) ocenili sedanje stanje razširjenosti robinije pri nas. Na osnovi uporabe dostopnih scenarijev podnebnih sprememb in empiričnega modela pa smo napovedali možno razširjenost in njen delež v prihodnosti.

2 METODE DELA

2 STUDY METHOD

Z uporabo razpoložljivih podatkov, pridobljenih iz gozdarske informacijske baze Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2011a), smo analizirali lesno zalogo robinije v Sloveniji in jo primerjali s celotno lesno zalogo v posameznem gozdnogospodarskem območju Zavod za gozdove Slovenije. Na osnovi empiričnega modela sedanje ekološke niše robinije in scenarijev podnebnih sprememb smo ocenili potencialno razširjenost robinije v prihodnosti.

2.1 Vpliv podnebnih sprememb in gozd

2.1 Climate change effects and forest

Po izmerjenih podatkih je trend segrevanja ozračja v zadnjih petdesetih letih skoraj dvakrat tako velik kot v zadnjih sto letih, kar kaže na pospešeno segrevanje ozračja (slika 1).

Scenariji podnebnih sprememb za naslednja desetletja napovedujejo segrevanje podnebja, ki bo na severu Evrope izrazitejše v zimskem času, na jugu in v osrednjem delu Evrope pa v poletnem času. V južnem delu napovedujejo tudi zmanjšanje količine padavin (IPCC, 2007). Rezultati dosedanjih raziskav podnebnih sprememb nakazujejo, da se bo v prihodnosti še povečalo tveganje zaradi vremenskih ekstremov (IPCC, 2001, 2007). Napovedi kažejo, da bo toplejše podnebje povzročalo vse pogostejše in dolgotrajnejše suše, s tem bo prihajalo tudi do daljših obdobjih požarne nevarnosti, kar še posebej velja za Sredozemlje (IPCC, 2007).

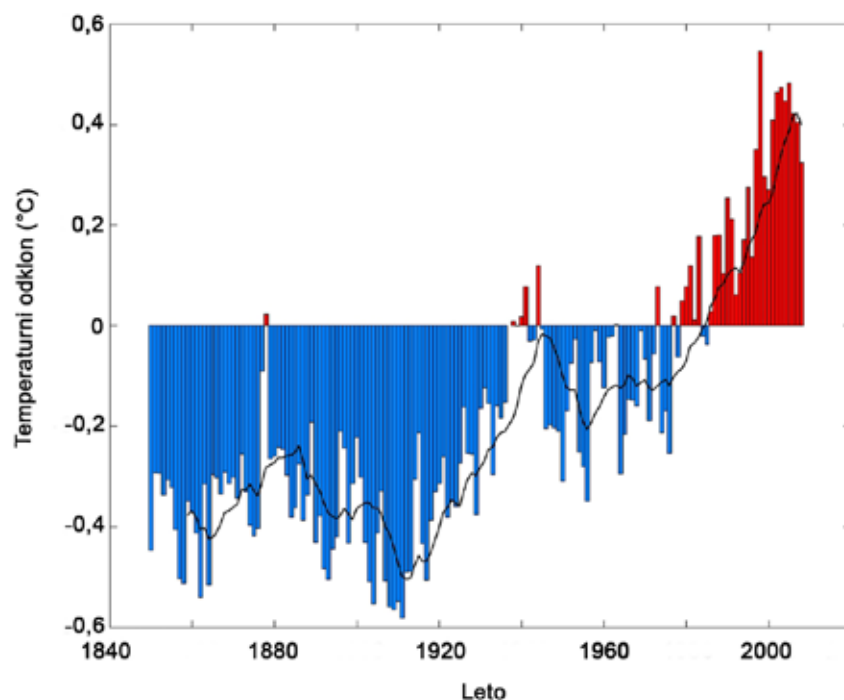
Napovedano globalno segrevanje ozračja bi lahko imelo znatne posledice za gozdne ekosisteme (Shaver in sod., 2000; Askeev in sod., 2005; Kellomäki in Leinonen, 2005; Maracchi in sod., 2005; IPCC, 2007). Po ocenah se bo povečal vpliv abiotičnih dejavnikov na gozdove, vendar pa naj bi bil vpliv regionalno specifičen in v veliki meri odvisen od obstoječega gozdnogospodarskega sistema (Kellomäki in Leinonen, 2005).

Za srednjeevropski prostor so bile v zadnjih desetletjih na podlagi različnih izhodišč že simulirane spremembe gozdne vegetacije in drevesnih vrst zaradi pričakovanih sprememb podnebja (npr. Kienast, 1991; Brzeziecki in sod., 1993, 1995; Kienast in sod., 1994, 1996, 1998; Lexer in sod., 2002). Tudi za območje Slovenije so že zaznali in potrdili vpliv podnebnih sprememb, ki se kaže predvsem v spremenjenem temperaturnem in padavinskem režimu (Bergant, 2007). Na podlagi predvidevanj sprememb podnebja so bile simulirane tudi pričakovane spremembe gozdne vegetacije in razporeditev drevesnih vrst v Sloveniji v prihodnosti (Kutnar in Kobler, 2007, 2011; Ogris in Jurc, 2007; Ogris in sod., 2008; Kutnar in sod., 2009).

2.2 Scenariji podnebnih sprememb

2.2 Climate change scenarios

Za simulacije sprememb razširjenosti robinije smo uporabili obstoječe napovedi podnebnih sprememb (Bergant 2003, 2007), ki temeljijo na različnih globalnih modelih in so podane v obliki intervalnih vrednosti za posamezno podnebno spremenljivko (mesečna in



Slika 1: Odkloni povprečne temperature zemeljskega površja in 10-letno drseče povprečje (povzeto po CRU, 2008)

Fig. 1: Deviations of the Earth's surface average temperature and 10-year moving average (adapted from CRU, 2008)

Preglednica 1: Shematska predstavitev treh scenarijev podnebnih sprememb

Scenarij	Podnebni parametri		
	Temperatura	Evapotranspiracija	Padavine
Srednji scenarij	Srednja napovedana	Srednja napovedana	Srednje napovedane
Pesimistični scenarij	Maksimalna napovedana	Maksimalna napovedana	Minimalne napovedane
Optimistični scenarij	Minimalna napovedana	Minimalna napovedana	Maksimalne napovedane

Table 1: Schematic presentation of the three climate change scenarios

letna povprečja za temperature (T), evapotranspiracijo (E) in padavine (P)). Napovedi nakazujejo, da bi se lahko v prihodnosti najbolj ogrela poletja (3,5 °C do 8 °C) in zime (3,5 °C do 7 °C). Hkrati pa bi po napovedih lahko prišlo do spremembe padavinskega režima, in sicer do povečanja količine padavin v zimskih mesecih (do + 30 %) ter do zmanjšanja v poletnih (do - 20 %). Iz podanih intervalnih napovedi temperatur, padavin in evapotranspiracije smo oblikovali tri scenarije, ki jih prikazuje preglednica 1.

2.3 Modeliranje

2.3 Modelling approach

Simulacije bodoče porazdelitve robinije, prikazane v tem sestavku, temeljijo (1) na empiričnem prostorskem modelu, ki za vsak z gozdom pokrit kilometrski kvadrant v Sloveniji na podlagi znanih vrednosti ekoloških parametrov napovedujejo hektarsko lesno zalogo drevesne vrste, ter na (2) podanih scenarijih mogočih podnebnih sprememb. Prostorske modele pojavljanja vrst je mogoče razviti na podlagi poznavanja ekoloških procesov – to so tako imenovani procesni modeli (White in sod., 2000) – ali pa, kot v našem primeru, na podlagi statističnih povezav med znano prostorsko porazdelitvijo ciljnega parametra in znanimi vrednostmi ekoloških parametrov – to so empirični modeli (Ferrer in Guisan, 2006; Steinmann in sod., 2009). Tu uporabljeni model odlikava povezave, ki jih implicitno vsebujejo vhodni podatki (sedanja geografska razporeditev robinije v Sloveniji pri danes veljavnih vrednostih ekoloških parametrov), ne upošteva pa drugega splošnega védenja o vrsti in tudi ne sekundarnih učinkov podnebnih sprememb (npr. pojavov novih boleznih in škodljivcev, povečane pogostnosti gozdnih požarov, spremenjenih načinov rabe prostora).

Ciljna spremenljivka pri graditvi modela je hektarska lesna zaloga robinije v vsakem kilometrskem kvadrantu, izdelana z agregacijo podatkov sestojne karte ZGS (ZGS, 2008). Predmet modeliranja in simulacij je le gozdni prostor znotraj današnjega gozdnega roba, kar pomeni, da nismo napovedovali premikanja gozdnega roba, prav tako se nismo ukvarjali z negozdnimi površinami ali opuščeni kmetijskimi površinami v zara-

ščanju. Karte pojasnjevalnih spremenljivk prikazujejo vrednosti ekoloških parametrov, s katerimi model pojasnjuje vrednosti ciljne spremenljivke. Uporabili smo dve skupini pojasnjevalnih spremenljivk – podnebne in pomožne. Podnebne spremenljivke prikazujejo mesečna in letna povprečja temperatur, padavin in evapotranspiracije za 30-letno obdobje med 1971 in 2000 (ARSO, 2005, 2006a, 2006b). Ločljivost vseh podnebnih kart je 1 km x 1 km. Pomožne spremenljivke vključujejo nadmorske višine digitalnega modela reliefa DMR-ločljivosti 100 m x 100 m (GURS, 2006), iz DMR izpeljano karto naklonov in ekspozicij ter FAO-pedološki razred tal, tudi ločljivosti 100 m x 100 m (CPVO, 1999).

Empirični model v obliki ansambla random forest, ki je sestavljen iz množice regresijskih dreves, je bil zgrajen iz učnih podatkov po metodi strojnega učenja (Breiman, 2001) z orodjem WEKA (<http://www.cs.waikato.ac.nz/ml/weka/>). Vrednosti učnih parametrov so bile: število dreves (numTrees) = 100, največja globina drevesa (maxDepth) = unlimited. Ansambelski modeli so navadno preveliki za intuitivno razumevanje modelirane povezave med ciljno spremenljivko in ekološko nišo, namenjeni so napovedovanju ciljne spremenljivke pri spremenjenih ekoloških razmerah. Točnost modela smo ocenili z 10-kratnim navzkrižnim preverjanjem (angl. cross-validation) korelacije med dejansko in modelirano lesno zalogo. Napovedi prihodnjega stanja smo po modelih izračunali za vsak kvadrant tako, da smo v model vstavili lokalne podatke o prihodnjem podnebnju po treh klimatskih scenarijih, podatki o reliefu in pedologiji pa so ostali nespremenjeni.

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Sedanja razširjenost robinije v Sloveniji

3.1 Current distribution of black locust in Slovenia

Model v obliki ansambla regresijskih dreves ima skupaj 1.843.726 vrstic in je sestavljen iz 100 regresijskih dreves. Model je prevelik za prikaz, na voljo pa je pri avtorjih. Korelacija med dejanskimi in modeliranimi lesnimi zalogami znaša 0,83.

Sedanji obseg lesne zaloge robinije je bil ocenjen na osnovi podatkov iz baze ZGS (2011a). Podatek o celotni lesni zalogi, s katero smo primerjali lesno zalogo robinije, smo povzeli iz Poročila ZGS za leto 2010 (ZGS, 2011b). Po izračunu, ki temelji na podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2011a, 2011b), je celotna lesna zaloga robinije znašala okoli 1.985.697 m³ ali okoli 0,6 % celotne lesne zaloge gozdov v Sloveniji. Med vsemi tujerodnim drevesnimi vrstami v naših gozdovih ima robinija največji delež, saj predstavlja skoraj 2/3 lesne zaloge vseh tujerodnih drevesnih vrst v naših gozdovih.

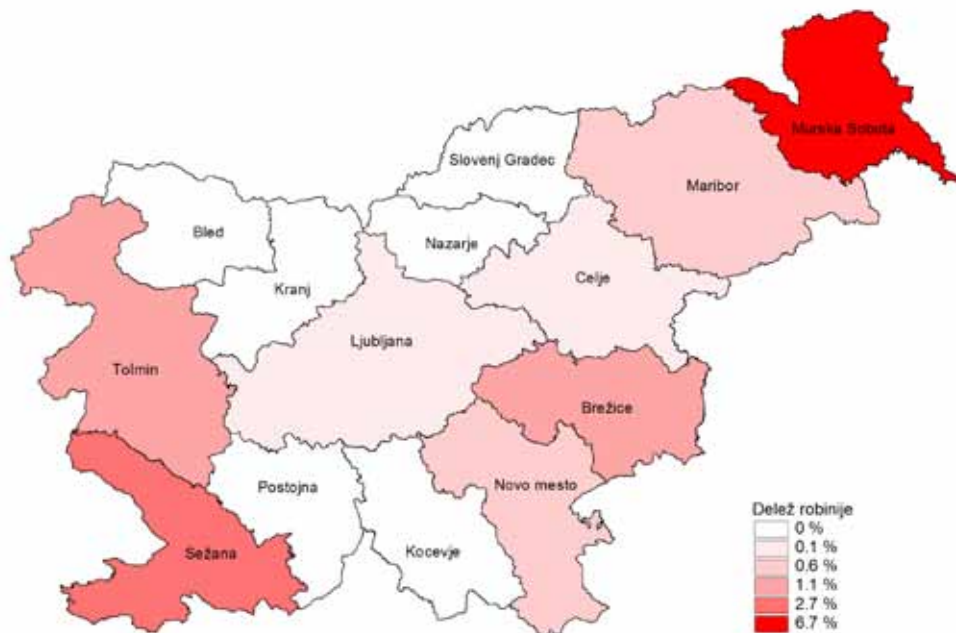
Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2011a, 2011b) ima robinija največji delež v lesni zalogi gozdov Gozdnogospodarskega območja Murska Sobota (6,73 %) in Kraškega Gozdnogospodarskega območja (2,68 %) (slika 2). Lesna zaloga robinije predstavlja dober 1 % lesne zaloge gozdov GGO Brežice (1,09 %) in GGO Tolmin (1,05 %). Nekoliko večji delež ima ta vrsta še v gozdovih GGO Maribor (0,59 %), GGO Novo mesto (0,45 %), GGO Celje (0,10 %) in GGO Ljubljana (0,06 %). Delež te vrste pa je pod 0,05 % v GGO Nazarje, Slovenj Gradec, Postojna, Kočevje, Kranj in Bled.

3.2 Napovedi pojavljanja robinije v Sloveniji v prihodnosti

3.2 Model forecast for black locust distribution in Slovenia

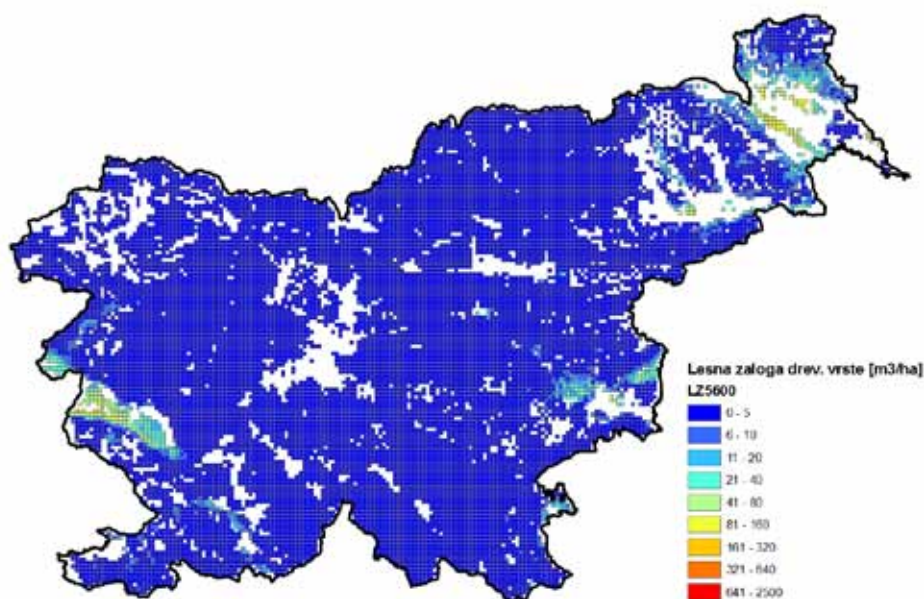
V raziskavi smo simulirali prostorsko razporeditev robinije in njene lesne zaloge v spremenjenih podnebnih razmerah. Delež lesne zaloge robinije se bo ob uresničitvi uporabljenih scenarijev podnebnih sprememb predvidoma postopoma povečeval predvsem na vzhodnem in severovzhodnem ter jugozahodnem delu Slovenije (slika 4). Po napovedih modela lahko pričakujemo povečan delež tudi v nižinskem in gričevnem delu osrednje Slovenije.

Poleg povečanje areala robinije v Sloveniji je model nakazal tudi izrazito povečanje povprečne hektarske lesne zaloge robinije v prihodnosti ob uresničitvi vseh treh scenarijev (srednji, optimistični, pesimistični). Njen delež se bi po teh predvidevanjih lahko v odvisnosti od uporabljenega scenarija do konca stoletja povečal za 97 % do 139 %. To pomeni, da bi se povprečna lesna zaloga robinije ob uresničitvi scenarijev podnebnih sprememb vsaj podvojila glede na današnje stanje.



Slika 2: Prikaz deleža (nivoja) invazivne robinije po gozdnogospodarskih območjih ZGS glede na podatke iz leta 2011. Na karti so z različnimi odtenki rdeče barve označena gozdnogospodarska območja z deležem robinije nad 0,05 % v lesni zalogi gozdov. Območja z deležem robinije pod 0,05 % v lesni zalogi so obarvana belo (v legendi označena z 0 %).

Fig. 2: Share (level) of the invasive black locust per forest regional units of the Slovenian Forest Service according to the 2011 data. The map presents, with various shades of red, forest regional units with the black locust's share of above 0.05% in the forest growing stock. The units with the share of less than 0.05% in the growing stock are coloured white (marked with 0% in the legend).



Slika 3: Model razporeditve lesne zaloge robinije v letu 2002.

Fig. 3: Model of the black locust growing stock distribution in 2002.

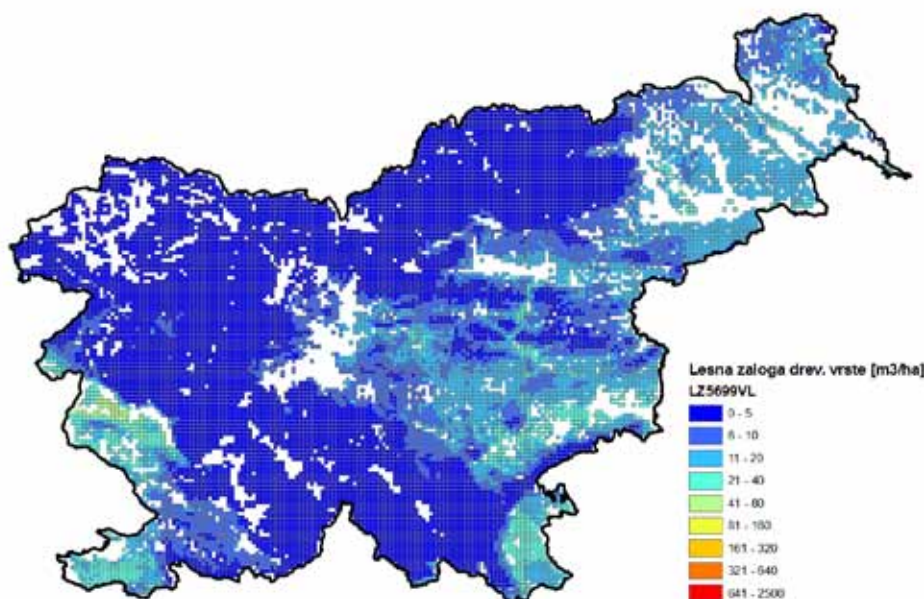
Po ekstremnejšem (pesimističnem) scenariju, ki predvideva mnogo bolj vroče in suho podnebje v prihodnosti, pa lahko pričakujemo, da bo vrsta napredovala tudi v predele Slovenije, v katerih je danes skoraj ni ali pa je zelo redka.

pa lahko prinaša številne koristi. Z njeno dvojnostjo so se srečevali že v preteklosti (npr. Wraber, 1951a), še bolj pa se srečujemo danes (ZGS-GGN1, 2011; ZGS-GGN4, 2011; ZGS-GGN6, 2011; ZGS-GGN7, 2011; ZGS-GGN13, 2011; ZGS-GGN14, 2011). Predvsem v načrtih gozdnogospodarskih območij, kjer ima robinija večji delež (npr. ZGS-GGN13, 2011; ZGS-GGN14, 2011), je jasno izraženo stališče gozdarске stroke, da je robinija invazivna tujerodna vrsta in s tem v konceptu sonaravnega gozdarstva neustrezna vrsta. Hkrati pa

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) je invazivna tujerodna vrsta, ki je po eni strani nezaželena, po drugi



Slika 4: Napoved razporeditve lesne zaloge robinije v letu 2100 po optimističnem scenariju.

Fig. 4: Forecast of the black locust's growing stock distribution in 2100 according to the optimistic scenario.

jo gozdarska stroka obravnava kot gospodarsko (ekonomsko) in tudi sicer zanimivo drevesno vrsto. Na zelo ilustrativen, nazoren način je večplastnost problema robinije in gospodarjenja z njo prikazan v Gozdnogospodarskem načrtu gozdnogospodarskega območja Murska Sobota (ZGS-GGN13, 2011), kjer je med drugim zapisano: »Na agresivno pomlajevanje robinije v nižinskem delu ...v veliki meri vpliva nižanje podtalnice in velika presvetljenost sestojev, ki ustvarjata idealne pogoje za razvoj robinije. Proti nadaljnemu vdoru oz. širitvi robinije moramo gospodariti v smeri čim večje zastrtosti gozdov, na območjih, kjer robinija nadomešča vlagoljubne drevesne vrste, ukrepati tudi s sadnjo ustreznih drevesnih vrst. V državnih gozdovih, kjer se načrtno gospodari, je to možno, problem so zasebni lastniki gozdov (lastniki 80 % gozdnih površin), ki imajo zaradi hitre rasti robinije in mnogostranske uporabnosti lesa drugačne interese...«

O invazivnosti robinije in možnih načinov gozdnogojitvenega ukrepanja lahko razberemo tudi iz Gozdnogospodarskega načrta Kraškega gozdnogospodarskega območja (ZGS-GGN14, 2011), kjer je zapisano sledeče: »... vendar se površina robinijevih sestojev hitro povečuje. Robinija je drevesna vrsta, ki ni avtohtona in ni rastišču ustrezna, zaradi česar bi bilo potrebno njeno širjenje zaustaviti in v določeni meri pa površino njenih sestojev tudi zmanjšati. Skoraj edina možnost počasnega spreminjanja sestojev v rastišču primernejše oblike je podaljševanje starosti robinijevih panjevcev in njihova malopovršinska obnova v kombinaciji z intenzivno nego, predvsem pod zastorom in v letvenjaku, ko je nega lažja in so še prisotne avtohtone svetloljubne drevesne vrste. Ključno pri zmanjševanju robinijevih panjevcev pa je izobraževanje in usmerjanje lastnikov gozdov k drugačnemu načinu gospodarjenja...«

Na možnost večje širitve robinije v prihodnosti nakazujejo tudi naše simulacije, ki napovedujejo dodatno širitev in povečane deleže te vrste prav v dveh omenjenih območjih. Trend naraščanja lesne zaloge in njenega deleža v slovenskih gozdovih v zadnjih desetletjih pa je dobro razviden tudi že iz obstoječih podatkov Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS, 2011a). Po podatkih ZGS (2011a) narašča njena absolutna lesna zaloga in njen relativni delež. V letu 1990 je bila celotna lesna zaloga robinije ocenjena na 646.616 m³ ali 0,3 % lesne zaloge vseh gozdov v tistem obdobju. V letu 2000 je bila njena skupna lesna zaloga 1.220.281 m³ (0,5 % lesne zaloge vseh gozdov) in v letu 2010 že 1.985.697 m³ (0,6 %).

Jasen trend širitve robinije je razviden tudi iz Gozdnogospodarskega načrta GGO Maribor (ZGS-GGN12, 2011), kjer navajajo, da se je njen delež od leta 2000 do 2010 povečal za 0,12 %. Posebej pa je zaskrbljujoče, da

se je delež te vrste v istem obdobju povečal tudi na območju Nature 2000 v tem GGO (iz 0,33 % na 0,42 %). To pomeni, da robinija postopno izpodriva nekatere avtohtone drevesne vrste. To pa lahko posledično pomeni postopno porušitev ugodnega ohranitvenega stanja nekaterih (predvsem nižinskih) gozdnih habitatnih tipov (Habitatna direktiva, 1992; Skoberne, 2004).

Širitev robinije, ki je razmeroma prilagodljiva in na sušo dobro odporna drevesna vrsta, lahko ob podnebnih spremembah poleg naravovarstvenega problema pomeni tudi gospodarski problem. Kljub njenim številnim koristim lahko ta vrsta izpodriva nekatere gozdnogojitveno, gozdnogospodarsko in ekonomsko pomembnejše avtohtone drevesne vrste. Na potencialne možnosti uspevanja te vrste nakazujejo tudi predhodne študije (Kutnar in Kobler, 2007, 2011; Kutnar in sod., 2009, 2012; Kobler in Kutnar, 2010), ki napovedujejo možnost zamenjave sedanjih mezofilnih gozdov (predvsem bukovi) s termofilnimi gozdovi, v katerih bi prevladovale proti suši odpornejše in višjim temperaturam prilagojene drevesne vrste. Po teh napovedih bi že do konca stoletja lahko prišlo do zamenjave razmeroma dobro ohranjenih, strnjenih gozdov z bolj presvetljenimi gozdovi in grmišči. V teh razmerah pa bi lahko bila robinija med bolj konkurenčnimi drevesnimi vrstami. Iz tega razloga je tudi ne smemo slepo zavračati kot invazivno tujerodno vrsto, temveč jo moramo ustrezno upoštevati pri gospodarjenju z gozdovi v prihodnosti. Pri večjem nadzoru njenega širjenja se lahko naslanjamo tudi na dosedanje izkušnje v primerljivih razmerah (npr. Motta in sod., 2009).

Kljub temu da so napovedi širitve robinije in povečevanja njenega deleža v prihodnosti razmeroma dobro podkrepjene tudi z dosedanjimi trendi povečevanja deleža te invazivne tujerodne vrste, je pri tem potrebna določena mera previdnosti. Modeli, ki smo jih uporabili za simulacijo prihodnosti, temeljijo na poenostavljenih predpostavkah in so zato uporabni predvsem za zožitev polja negotovosti pri odločanju o prihodnjem gospodarjenju s to vrsto in gozdovi, v katerih se pojavlja. V modelih namreč ni bilo mogoče upoštevati potencialnih sprememb ekološke niše te in drugih drevesnih vrst v prihodnosti (možnost prilagoditve vrst), zanemariti pa smo morali tudi druge pomembne dejavnike, kot na primer dinamiko sukcesijskega razvoja gozdov, možnosti za širitev in morebitne omejujoče dejavnike, kot so pojavljanje in širjenje novih boleznih in škodljivcev, vpliv gozdnih požarov ter antropogene spremembe rabe prostora.

Ne glede na razmeroma črnogledne napovedi za prihodnost, ki nakazujejo izrazito povečanje deleža robinije v naših gozdovih, je smiselno nadaljevati s

strategijo sonaravnega gospodarjenja in doslednim izvajanjem ustreznih gozdnogojitvenih ukrepov, ki bi vsaj deloma preprečevali njeno širitev. Kot protiutež tej vrsti je treba vzdrževati naravno biotsko pestrost na čim višji ravni. Kar najširši nabor drevesnih in drugih vrst je lahko vsaj delno zagotovilo za razmeroma nemoten razvoj gozdov tudi po morebitnih drugačnih razvojnih poteh.

Vendar tako kot že danes bo v prihodnosti pri gospodarjenju z gozdovi, v katerih ima robinija večji delež, treba dinamično usklajevati med zelo različnimi vidiki te vrste. V konceptu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi je robinija rastiščem neustrezna drevesna vrsta in s tem manj zaželena v naših gozdovih. Vendar pa slepo zavračanje vrste ne vodi v pravo smer, saj je kljub vsemu treba upoštevati in izkoristiti številne njene koristi in potencial. Pri tem bo gozdarska stroka še pred večjimi izzivi, kako uskladiti strokovna načela z interesi lastnikov in drugih deležnikov do te vrste.

5 SUMMARY

5 POVZETEK

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is the most widespread invasive alien tree species in Slovenia. Its natural distribution is in North America, mainly in the eastern part of this continent.

The possibilities for the planned introduction of black locust in Slovenia were already in focus in the first issues of Gozdarski vestnik journal (Professional Journal of Forestry; Sotošek, 1938, 1938b; Potočnik, 1939). The non-native species, including black locust, were also of interest to the post-war forestry (Wraber, 1951, 1951b). In contrast to the majority of writers of that time, M. Wraber (1951) was already aware of the dangers of afforestation with non-native tree species. In his paper (Wraber, 1951), he drew attention to the high risks of their introduction to new locations in addition to the positive aspects of the non-native tree species' introduction. He highlighted the problem of uncontrolled expansion of black locust in the Prekmurje region.

Although black locust is a very useful species with a wide range of applications (e.g. Torelli, 2002; Brus, 2004; Rudolf, 2004), this invasive non-native species is undesirable in the concept of sustainable forest management in Slovenia (e.g. Jogan, 2000; Rudolf, 2004; Rudolf in Brus, 2006).

In this study, based on data of the forestry information system (ZGS, 2011), we assess the present distribution of black locust in Slovenia. Based on the available climate change scenarios and the empirical model, we forecast the potential distribution of this species in the future in Slovenia.

Using the data of Slovenian Forest Service (ZGS, 2011, 2011b), the black locust's total growing stock is about 1,985,697 m³. This represents about 0.6 % of the total growing stock of Slovenian forests. Among all the non-native tree species in Slovenian forests, black locust has the largest share (almost 2/3 of the growing stock of all non-native tree species in our forests). Black locust has the largest share in the growing stock of forests of the Regional Unit of Murska Sobota (6.73%) and Regional Karst Area Unit (Sežana; 2.68%) (Figure 2).

According to the climate change scenarios (mean, optimistic, pessimistic) and the empirical model, the share of the black locust's growing stock will gradually increase in Slovenia, mostly in the eastern, north-eastern and south-western parts of the country (Figure 4). Higher share of this species could be expected also in forests of the plain and hilly areas of the central part of Slovenia. In addition to the increasing range of black locust in Slovenia, its increase of average growing stock per hectare in Slovenia is forecasted by the model as well as three different scenarios for the future. Depending on the scenario, its share would be increased for between 97 % and 139 % by the end of the century. This means that the black locust's average growing stock might at least double compared with its present state.

Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) is an invasive non-native species, which is undesirable in Slovenian forests; however, it can bring many benefits as well. With its duality we have been encountered already in the past (e.g. Wraber, 1951), but are faced with it to a much greater extent today (ZGS-GGN1, 2011; ZGS-GGN4, 2011; ZGS-GGN6, 2011; ZGS-GGN7, 2011; ZGS-GGN13, 2011; ZGS-GGN14, 2011).

In the concept of sustainable forest management, black locust is the tree species that is unsuitable for our (semi)-natural forest habitats and therefore less desirable in our forests. However, a blind rejection of this species would not lead us in the right direction, for it is reasonable to consider and take advantage of its many benefits. In doing so, the forestry in Slovenia will be faced with the future challenges to reconcile professional principles with the interests of the forests owners and with interests of other stakeholders as well.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Zahvaljujemo se številnim sodelavcem Zavoda za gozdove Slovenije, ki so zbirali podatke o razširjenosti robinije v okviru svojih rednih aktivnosti. Še posebej se zahvaljujemo mag. Roku Pisku z Zavoda za gozdo-

ve Slovenije, ki je zbral, delno obdelal in nam posredoval podatke o pojavljanju vrste. Večina analiz je bila izdelana v okviru CRP-projektov »Neobiota Slovenije: Invazivne tujerodne vrste v Sloveniji ter vpliv na ohranjanje biotske raznovrstnosti in trajnostno rabo virov« in »Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi podnebnim spremembam glede na pričakovane spremembe značilnosti in prostorske razporeditve gozdov«, ki sta ju financirala Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS (prej Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS) in Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Velik del raziskave in priprava prispevka sta potekala tudi v okviru Javne gozdarske službe, ki jo financira Ministrstvo za kmetijstvo in okolje RS.

7 VIRI

7 REFERENCES

- ARSO (Agencija RS za okolje), 2005. Podnebne karte povprečnih mesečnih in letnih temperatur 1971–2000.
- ARSO (Agencija RS za okolje), 2006a. Podnebne karte povprečnih mesečnih in letnih padavin 1971–2000.
- ARSO (Agencija RS za okolje), 2006b. Podnebne karte povprečnih mesečnih in letnih evapotranspiracij 1971–2000.
- Askeev O.V., Tischen D., Sparks T.H., Askeev I.V. 2005. The effect of climate on the phenology, acorn crop and radial increment of pedunculate oak (*Quercus robur*) in the middle Volga region, Tatarstan, Russia. *Int. J. Biometeorol.*, 49: 262-266.
- Bergant K. 2003. Projekcije simulacij globalne klime na lokalni nivo in njihova uporaba v agrometeorologiji. doktorska disertacija, Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani.
- Bergant K. 2007. Projekcije podnebnih sprememb za Slovenijo. V: Jurc M. (ur.), Podnebne spremembe – Vpliv na gozd in gozdarstvo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Ljubljana, Strokovna in znanstvena dela, 130: 67-86.
- Breiman, L. 2001. Random forests. *Machine Learning* 45, 1, 5-32.
- Brzeziecki B., Kienast F., Wildi O. 1993. A simulated map of the potential natural forest vegetation in Switzerland. *Journal of Vegetation Science*, 4: 499-511.
- Brzeziecki B., Kienast F., Wildi O. 1995. Modelling potential impacts of climate change on the spatial distribution of zonal forest communities in Switzerland. *Journal of Vegetation Science*, 6: 257-268.
- Brus R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Mladinska knjiga, 399 s.
- CPVO (Center za pedologijo in varstvo okolja), 1999. Digitalna pedološka karta Slovenije 1 : 25.000.
- CRU 2008. Climatic Research Unit School of Environmental Sciences, Faculty of Science, University of East Anglia, Norwich, UK, <http://www.cru.uea.ac.uk>
- Ferrier, S., Guisan, A., 2006. Spatial modelling of biodiversity at the community level. *Journal of Applied Ecology* 43 (3): 393-404.
- GURS (Geodetska uprava RS), 2006. Digitalni model reliefa DMR100. Habitatsna direktiva 1992. Council Directive 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L0043:EN:HTML>
- IPCC 2001. Climate Change 2001: impacts, adaptation and vulnerability. V: McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S., (ur.), Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- IPCC 2007. Climate Change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. V: Parry M.L., Canziani O.F., Palutikof J.P., Van Der Linden P.J., Hanson C.E. (ur.), Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Cambridge, UK, Cambridge University Press.
- Jogan N. 2000. Neofiti - rastline pritepenke. *Proteus*, 63: 31-36.
- Kellomäki S., Leinonen S. (ur.) 2005. Management of European Forests under Changing Climatic Conditions. Final Report of the Project Silvistrat. Joensuu, Finland University of Joensuu, Research Notes, 163.
- Kienast F. 1991. Simulated effects of increasing atmospheric CO₂ and changing climate on the successional characteristics of Alpine forest ecosystems. *Landscape Ecology*, 5: 225-238.
- Kienast F., Brzeziecki B., Wildi O. 1994. Computergestützte Simulation der räumlichen Verbreitung naturnaher Waldgesellschaften in der Schweiz. *Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen*, 145: 293-309.
- Kienast F., Brzeziecki B., Wildi O. 1996. Long-term adaptation potential of Central European mountain forests to climate change: a GIS-assisted sensitivity assessment. *Forest Ecology and Management*, 80: 133-153.
- Kienast F., Brzeziecki B., Wildi O. 1998. Potential impacts of climate change on species richness in mountain forests an ecological risk assessment. *Biological Conservation*, 83: 291-305.
- Kobler A., Kutnar L. 2010. Potential forest change in Slovenia due to climate warming. IUFRO 3.08 Small-Scale Forestry Conference Proceedings, Bled, 6.-12 junij 2010.
- Kutnar L., Kobler A. 2007. Potencialni vpliv podnebnih sprememb na gozdno vegetacijo v Sloveniji. V: Jurc M. (ur.). Podnebne spremembe : vpliv na gozd in gozdarstvo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Strokovna in znanstvena dela 130: 289-304.
- Kutnar L., Kobler A. 2011. Prediction of forest vegetation shift due to different climate-change scenarios in Slovenia. *Šumarski list*, 135 (3-4): 113-126.
- Kutnar L., Kobler A., Bergant K. 2009. Vpliv podnebnih sprememb na pričakovano prostorsko preražporeditev tipov gozdne vegetacije. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 89: 33-42.
- Kutnar L., Kobler A., Džeroski S. 2012. Napovedi spreminjanja deleža bukovih gozdov in obilja bukve v spremenjenih okoljskih razmerah. V: Bončina A. (ur.) Bukovi gozdovi v Sloveniji: ekologija in gospodarjenje. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, s. 259-270.
- Lambdon P.W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianoutsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grappo L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D., Hulme P. 2008. Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical patterns and research needs. *Preslia*, 80: 101-149.
- Lexer M.J., Hönninger K., Scheffinger H., Matulla Ch., Groll N., Kromp-Kolb H., Schadauer K., Starlinger F., Englisch M., 2002. The sensitivity of Austrian forests to scenarios of climatic change: a large-scale risk assessment based on a modified gap model and forest inventory data. *Forest Ecology and Management*, 162: 53-72.
- Maracchi G., Sirotenko O., Bindi M. 2005. Impacts of present and future climate variability on agriculture and forestry in the temperate regions: Europe. *Climatic Change*, 70: 117-135.
- Motta R., Nola P., Berretti R. 2009. The rise and fall of the black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) in the "Siro Negri" Forest Reserve (Lombardy, Italy): lessons learned and future uncertainties. *Annals of Forest Science*, 66, 4: 410 (10p).

- Ogris N., Jurc M., 2007. Potencialne spremembe v razširjenosti samoniklih vrst javorov (*Acer pseudoplatanus*, *A. compestre*, *A. platanoides*, *A. obtusatum*) zaradi podnebne spremembe v Sloveniji. V: Jurc M. (ur.). Podnebne spremembe : vpliv na gozd in gozdarstvo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Strokovna in znanstvena dela, 130: 317-334.
- Ogris N., Jurc M., Jurc D. 2008. Varstvo bukovih gozdov - danes in jutri. V: Bončina, A. (ur.). Bukovi gozdovi-ekologija in gospodarjenje: zbornik razširjenih povzetkov predavanj. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 36-39.
- Petauer T. 1993. Leksikon rastlinskih bogastev. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije, 686 s.
- Potočnik M. 1939. Problemi prekmurskega gozdarstva (2. del - konec). *Gozdarski vestnik* 11: 121-126.
- Rudolf S. 2004. Robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) v severovzhodni Sloveniji. Diplomsko delo, Visokošolski strokovni študij, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 64 s.
- Rudolf S., Brus R. 2006. Razširjenost in invazivnost robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v severovzhodni Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 64(3): 134-140, 157-159.
- Shaver G.R., Canadell J., Chapin III F.S., Gurevitch J., Harte J., Henry G., Ineson P., Jonasson S., Mellilo J., Pitelka L., Rustad L. 2000. Global warming and terrestrial ecosystems: a conceptual framework for analysis. *Bioscience*, 50: 871-882.
- Skoberne P. 2004. Strokovni predlog za omrežje Natura 2000. *Proteus*, 66: 400-406.
- Sotošek S. 1938a. Razmišljanje o pogozdovanju (2. del - nadaljevanje). *Gozdarski vestnik*, 1: 25-30.
- Sotošek S. 1938b. Razmišljanje o pogozdovanju (3. del - nadaljevanje). *Gozdarski vestnik*, 1: 55-60.
- Simić M., Kromar J. 1951. Zdravilna zelišča in gozdni sadeži so važni stranski produkti našega gozda. *Gozdarski vestnik*, 9: 185-187.
- Steinmann, K., Linder, H.P., Zimmermann, N.E., 2009. Modelling plant species richness using functional groups. *Ecological Modelling* 220 (7): 962-967.
- Torelli N. 2002. Robinija (*Robinia pseudoacacia* L.) in njen les. *Les*, 54(1-2): 6-10.
- ZGS 2008. Sestojna karta Slovenije – stanje januar 2008. Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS 2011a. Baza podatkov Zavoda za gozdove Slovenije, Ljubljana.
- ZGS 2011b. Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2010, Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana, 127 s.
- ZGS-GGN1, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Tolmin (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN2, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Bled (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN3, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kranj (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN4, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Ljubljana (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN5, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Postojna (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN6, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Kočevje (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN7, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Novo mesto (2011 – 2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN8, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Brežice (2011 – 2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN9, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Celje (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN10, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Nazarje (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN11, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Slovenj Gradec (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN12, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Maribor (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN13, 2011. Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarskega območja Murska Sobota (2011 – 2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS-GGN14, 2011. Gozdnogospodarski načrt Kraškega gozdnogospodarskega območja (2011–2020). Zavod za gozdove Slovenije.
- Weber E. 2000. Switzerland and the invasive plant species issue. *Botanica Helvetica*, 110, 1: 11-24.
- White, A., Cannel, M.G.R., Friend, A.D., 2000. The high-latitude terrestrial carbon sink: a model analysis. *Global Change Biology* 6: 227-246.
- Wraber M. 1951a. Gozdna vegetacijska slika in gozdnogojitveni problemi Prekmurja. *Geografski vestnik*, 23: 1-52.
- Wraber M. 1951b: Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. *Gozdarski vestnik*, 9: 94-103.