Univerza v Ljubljani
Biotehniška fakulteta
Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

TUJERODNE DREVESNE VRSTE V SLOVENSKIH GOZDOVIH

Zbornik prispevkov posvetovanja
XXXVII. Gozdarski študijski dnevi
Ljubljana, 28. september 2021

NON-NATIVE TREE SPECIES IN SLOVENIAN FORESTS

Lectures presented at the conference
XXXVII. Forestry Study Days
Ljubljana, 28. september 2021

Izdal in založil
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire,
Večna pot 83, 1000 Ljubljana, Slovenija

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

630*1:581.96(497.4)(082)

GOZDARSKI študijski dnevi (37 ; 2021 ; Ljubljana)
Tujerodne drevesne vrste v slovenskih gozdovih : zbornik prispevkov posvetovanja : XXXVII. gozdarski študijski dnevi : Ljubljana, 28. september 2021 = Non-native tree species in Slovenian forests : lectures presented at the conference : XXXVII. Forestry Study Days : Ljubljana, 28. september 2021 / [glavni urednik Kristjan Jarni]. - Ljubljana : Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2021

ISBN 978-961-6020-83-1
COBISS.SI-ID 77142275

Kraj in datum posvetovanja: Ljubljana, 28. september 2021

Glavni in odgovorni urednik
doc. dr. Kristjan Jarni

Uredniški odbor
prof. dr. Robert Brus, prof. dr. Jurij Diaci, doc. dr. Andrej Rozman, doc. dr. Dušan Roženbergar, dr. Gal Fidej

Recenzenti prispevkov
prof. dr. Robert Brus, prof. dr. Jurij Diaci, doc. dr. Dušan Roženbergar, doc. dr. Andrej Rozman, dr. Gal Fidej, izr. prof. dr. Maks Merela, prof. dr. Dušan Jurc, doc. dr. Kristjan Jarni

Tehnični urednik
Tomaž Adamič

Dokumentacijska obdelava
dr. Maja Peteh

Slika na ovojnici
Kristjan Jarni

Tisk
Birografika Bori d.o.o

Tiskano septembra 2021
v 150 izvodih

Publikacija je brezplačna. Za podporo se zahvaljujemo fundaciji Pahernikova ustanova, Biotehniški fakulteti, Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ter Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije.

VSEBINA

REFERATI

Heinrich SPIECKER	Experiences with Douglas Fir in Germany	1
Robert BRUS	Tujerodne drevesne vrste v evropski in slovenski perspektivi	*9*
Sonja ROZMAN, Denis ŽITNIK	Tujerodne drevesne vrste - priložnost ali past	19
Nejc JOGAN	Tujerodne lesne vrste skozi oči botanika	25
Aleksander MARINŠEK, Lado KUTNAR, Erika KOZAMERNIK, Kristjan JARNI, Robert BRUS	Analiza pojavljanja navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) v Sloveniji	26
Jurij DIACI, Tomaž ADAMIČ, Matjaž ČATER, Gal FIDEJ, Tim PIRC, Andrej ROZMAN, Dušan ROŽENBERGAR	Gojenje ameriške duglazije in izbranih tujerodnih iglavcev v Sloveniji in tujini	33
Dušan ROŽENBERGAR, Jurij DIACI, Gal FIDEJ, Matteo BOTTOSSO, Tim PIRC, Andrej ROZMAN	Ekologija in gojenje rdečega hrasta in nekateri vidiki gojenja sestojev robinije v Sloveniji	43
Andreja KAVČIČ, Barbara PIŠKUR, Maarten de GROOT, Nina ŠRAMEL, Peter SMOLNIKAR, Simon ZIDAR, Ana BRGLEZ, Maja JURC, Tine HAUPTMAN, Roman PAVLIN, Nikica OGRIS	Biotska tveganja pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst v slovenske gozdove	52
Aleš STRAŽE, Klemen NOVAK, Željko GORIŠEK, Katarina ČUFAR, Maks MERELA	Tehnološke lastnosti lesa izbranih tujerodnih drevesnih vrst in njihov pomen	61
Miha HUMAR, Boštjan LESAR, Eli KERŽIČ, Davor KRŽIŠNIK	Možnosti rabe lesa tujerodnih lesnih vrst na prostem	70
Hojka KRAIGHER, Marko BAJC, Gregor BOŽIČ, Andrej BREZNIKAR, Natalija DOVČ, Marijana MINIĆ VIDRIH, Marjana WESTERGREN	Tujerodne drevesne vrte v domači semenarski in drevesničarski zakonodaji in praksi	78

Kristjan JARNI, Sebastian BAMBIČ, Peter SMOLNIKAR, David RAIDA, Gregor BOŽIČ Robert BRUS	Tujerodne drevesne vrste v slovenskih poskusih in nasadih	88
Aleksander MARINŠEK	Splošni koncepti trajnostnega upravljanja s tujerodnimi drevesnimi vrstami v alpskem prostoru	98
Andrej BREZNIKAR, Marija KOLŠEK, Aleš POLJANEC	Načrtovanje upravljanja s tujerodnimi drevesnimi vrstami v gozdarski praksi	105

REFERATI

ARTICLES

EXPERIENCE WITH DOUGLAS-FIR IN GERMANY

Heinrich SPIECKER[1]

(1) Chair of forest growth and dendroecology, University Freiburg, Germany, instww@uni-freiburg.de

Coniferous forests in Germany - a result of forest restoration

For centuries, temperate forests in Germany have been affected by forest devastation and soil degradation. Applying great efforts to eliminate the severe wood shortage of those days, countermeasures were taken during the last 150 years by regenerating and tending highly productive forests. Coniferous species, primarily Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.), were often favoured because they were easy to establish and to manage and gave reason for high volume growth expectations. Additional advantages of coniferous species were the low cost of planting, relatively low deer browsing damage and solid knowledge of the management of these forests. By substituting slow growing species by fast growing tree species not only has wood production increased, revenues have increased even more because of the higher softwood prices as compared to hardwood prices at that time.

The need to convert Germany forests

Today, the area covered by Norway spruce coniferous species expands far beyond the limits of their natural range into areas naturally dominated by broadleaved species. These changes in species composition have been accompanied by a loss of biodiversity, a shift to nonsite adapted tree species and a reduction of the resistance against storms, snow, ice, droughts, insects and fungi. Some of these hazards were further intensified by an increasing average stand age. Climatic fluctuations, especially changes in the frequency and intensity of extreme warm and dry climatic conditions and of heavy storms, had considerable impact on pests and diseases. Adjustments of management through a conversion the prevailing forests towards more site adapted mixed forests have to be considered. Higher resistance of forests will increase economic and social benefits of forests and reduce the risks by maintaining sustainable forestry.

Therefore, the question is raised whether these forests should be converted to broadleaved forests again. Motivation for the reverse change in tree species composition is the evidence of disadvantages associated with pure coniferous forests under certain conditions: the risk of increased mortality. In addition, a shift of tree species composition closer to that determined by the current climatic and edaphic conditions is expected to increase the capacity of forest to adapt to changing climatic conditions. Trees in mixed stands may use resources differently and may be more resistant against physical and biotic stress factors. Aspects of soil degradation need to be considered including soil acidification and the processes of decomposition as well as microbial and fungal populations and the effect on the carbon budget and finally

the future timber supply. Coniferous species are urgently needed for provisioning of timber for construction! Broadleaved forests produce only 20–30 % of construction wood, whereas coniferous forests produce 70–80 %! Since about 1970 we observe a change of the species composition towards more broadleaves in Germany. This change is stimulated by the new focus on close to nature management, to biodiversity and climate change. While these changes generally are occurring rather slowly because of the long-lasting life of forest generations, recent storms, droughts and severe insect attacks accelerated this process. For example, in the state of Baden-Württemberg, the forest area covered by Norway spruce decreased within 25 years from 44 % to 34 %!

Can Douglas-fir substitute Norway spruce?

As the current "bread and butter" tree, the Norway spruce, is not adapted to dry and warm conditions, other coniferous species may be considered as substitute. A rational way to look for alternatives is to search for tree species naturally growing in regions where summer drought is common. Such a region is the Pacific North -West. The climate of the coast range in Western North America is characterized by very dry summers (fig.1). Douglas-fir grows in this region!

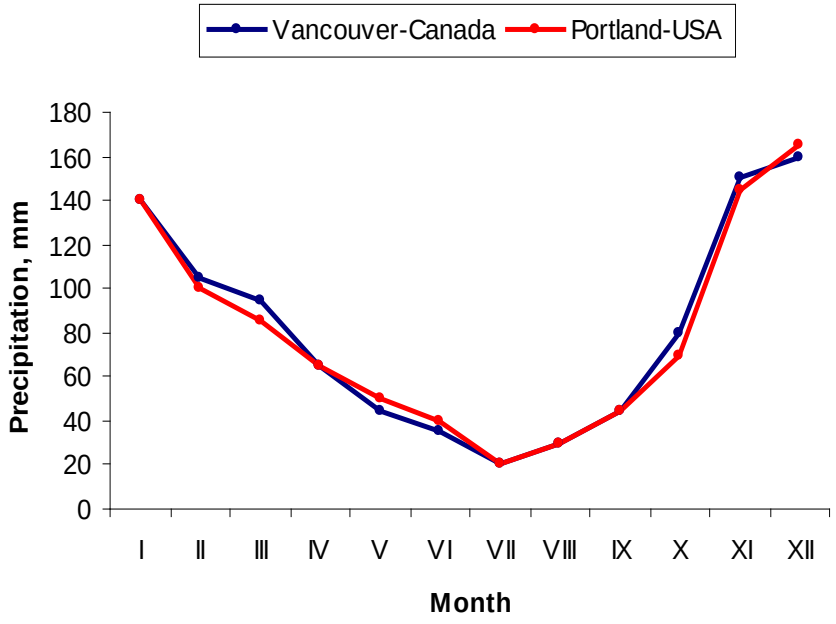


Fig. 1: The precipitation rate in British Columbia (Vancouver) and Oregon (Portland) during the summer months is very low, while in winter it is quite high (Nicolescu in Spiecker et al., 2019)

In Germany, the first Douglas-fir trees were introduced in 1831. The largest area of Douglas-fir in Europe is found in France (420,000 ha), followed by Germany (217,604 ha) where it has become rapidly the most widespread non-native tree species (van Loo and Dobrowolska in: Spiecker et al., 2019). The main reason for growing Douglas-fir is its high productivity and desirable wood properties. In several German assessments of non-native tree species since 1881, Douglas-fir was always classified as "highly recommended", which was not the case with other species (Spellmann, 1994). Douglas-fir is capable to adapt to and mitigate climate change. However, there are public perceptions concerning detrimental effects on native ecosystems and their biodiversity as well.

Volume growth and economic results

The volume growth per hectare generally exceeds that of native German tree species, even surpassing the growth of Norway spruce, which has been planted because of its high timber yield (Spiecker et al., 2004). The difference in growth is site specific. In a recently finished PhD-thesis Hillenmeyer (2021) found that the highest volume increment difference to Norway spruce was found on fertile sites, where it exceeded Norway spruce by 8 m^3 ha^{-1} yr^{-1}. On less fertile sites the difference was only 3 m^3 ha^{-1} yr^{-1}. The technical wood properties generally equal or exceed the quality of timber from native softwood species as well as from other widespread non-native species, except the juvenile core and sapwood of Douglas-fir. It´s heartwood is of exceptional durability and suitable for many uses. Douglas-fir timber sells at higher prices than other German softwood species of similar size and quality. The higher price is reached in all diameter classes and in all quality classes. For achieving high wood quality, pruning is necessary when wide spacing is applied. In most cases, the economic outcome is outstanding when the market for this species is developed. In contrast to other European countries, where Douglas-fir is less common, the market in Germany is well developed. The net revenue of Douglas-fir forests is rather high, higher than that of Norway spruce, Scots pine and European beech. Hillenmeyer (2021) calculated an average annual net revenue on the fertile site of 1.500 € ha^{-1} yr^{-1} without taking into account the interest rate. Even at an interest rate of 3 % the net revenue is still positive.

Carbon sequestration potential of Douglas-fir

The carbon sequestration potential in the wood of Douglas-fir per ha and year generally exceeds that of native German tree. In her PhD-thesis Hillemmeyer (2021) found out that on fertile sites Douglas-fir can uptake almost 5.000 kg ha^{-1} yr^{-1} of carbon in its wood. On the same site Norway spruce takes up 39 % less, European beech 56 % less and Scots pine 65 % less carbon. On less fertile sites the uptake of Douglas-fir was 3.200 kg ha^{-1} yr^{-1} and on these sites Norway spruce uptake was 25 % less, European beech uptake 57 % less and Scots pine uptake 62 % less, calculated in each case for a production period of 100 years.

Vulnerability of Douglas-fir

Douglas-fir is less vulnerable to summer drought than Norway spruce. Douglas-fir in

Germany has not yet been subject to major species-threatening pests and diseases. An exception is the threat posed by infestation with the needle blight *Rhabdocline pseudotsugae*, which can be to some extent avoided by exclusively planting coastal varieties of Douglas-fir. Douglas-fir is less susceptible to the attacks of annosum root rot (*Heterobasidium annosum*) than many other conifers. The woolly aphid *Adelges cooleyi* causes yellowing and deformity of the needles and can severely reduce the growth of young trees. An emerging concern is the large pine weevil (*Hylobius abietis* L.), which damages young plants. Recently a needle midge, *Contarinia pseudotsugae*, has been recorded as damaging young Douglas-fir needles. New infestations of pests and diseases are difficult to predict. Most recently, we observe in some parts of Germany an increasing crowns transparency and, to some extent, even mortality of individual trees. It is not yet clear, whether this is just a matter of provenance or a more general phenomenon.

The susceptibility of Douglas-fir to wind is controversially discussed. It is well known that an increasing tree age, an increasing tree height and sudden heavy thinnings increase the susceptibility of forests to wind. The susceptibility to wind of Douglas-fir is often judged similar high to that of Norway spruce. Sometimes, observations show, that Norway spruce is even more susceptible than Douglas-fir. Norway spruce is often affected by wind breakage, while Douglas-fir generally uprooted. Because the susceptibility depends also on other factors, such as soil conditions, wind exposition, local wind speed and stand history, it is difficult to come up with statistically sound results.

Some silvicultural considerations

Genetic material

A major challenge for German forestry is to target the most appropriate genetic material for selected site conditions and / or expected environmental changes. Already in 1910 and later in 1932 and 1954 provenance trials were installed. Out of the wide natural range of Douglas-fir the coastal provenances have proven to be best suited for most German conditions (van Loo and Dobrowolska in: Spiecker et al., 2019). Douglas-fir grows best on well-drained, deep soils, whereas on poorly drained and dense soils the root system does not develop well. It has an impressive growth potential.

Regeneration

However, planting cost are relatively high, because the young plants are susceptible to drought, grow slowly and face competition from weeds, as well as being exposed to deer rubbing. Spacing is possible in a wide range of options, depending on the management aim. In mixed stands, spacing can be wider, when artificial pruning is applied. In existing Douglas-fir forests, natural regeneration can be applied. The young trees are not very shade tolerant and have to be released at an early phase (Kohnle et al. in: Spiecker et al., 2019).

Tending, thinning and pruning

As deer like to sweep young Douglas-fir protection against sweeping may be needed. For achieving good timber quality artificial pruning is needed if the trees are not

growing densely and dead branches fall of rather late. For growing valuable big-sized trees, crop tree selection is recommended.

Distance between crop trees:

target diameter at 1.3m	distance between crop trees
50 cm	6.5 m
70 cm	8.5 m
90 cm	10.5 m

source: Klädtke and Abetz 2010

Forest management strategies

Mixed forests with a high percentage of broadleaved species are favored. Natural regeneration in small gaps are generally recommended, large-scale clear cuts and planting of pure coniferous forests should be avoided. The preference of natural regeneration in management may increase genetic diversity when genetic characteristics of the seed are site adapted. Genetic diversity may improve the potential of forests to adapt to climate changes. It is assumed that management towards higher diversity may increase stability of forest ecosystems, may reduce management risks, and may extend multifunctionality of forests, and means that ecosystem response is more predictable and less variable (Spiecker, 2003).

Impact on the ecosystem and invasiveness

The impact on ecosystems of introducing Douglas-fir is not yet fully understood. Compared to other German coniferous tree species, except for larch, Douglas-fir litter decomposes more easily and does not lead to soil degradation. Douglas-fir is sometimes considered to be a potentially invasive species because it may occasionally regenerate outside its cultivation areas. Habitats on poor, shallow and dry sites, or block fields, are particularly prone to Douglas-fir invasion with negative effects on the respective plant communities. The large-scale cultivation of Douglas-fir outside its natural range has been the subject of controversy in wider society when more people have become interested in nature, its conservation and its management.

Public perceptions

The discussion about the future of the forest sector has never been more intensive and politically orientated than it is today. German forestry has increasingly adapted “close-to-nature” management principles. In public perception, the cultivation of non-native species carries a variety of risks. Legal restrictions on its cultivation are formulated with respect to management planning in Natura 2000 sites. Certification schemes also try to limit the extent of Douglas-fir forests. Additionally, several NGOs have launched media campaigns to raise people´s awareness of Douglas-fir. In 2012, for instance, Greenpeace activists removed nearly 2000 Douglas-fir saplings from a

plantation in southern Germany and replaced them with beech saplings to protest against the industrialisation of German forestry and the destruction of old-growth beech forests. In public discourse, Douglas-fir is used as a symbol for man-made changes to nature. The debate about Douglas-fir is controversial because of its high biomass supply, its contribution to the income of forest owners and, on the other hand, the risks and uncertainties and its potentially negative impact on ecosystems. Indeed, there are still many un-answered questions relating to the cultivation of Douglas-fir.

Conclusions

Because of the high productivity, the technical wood properties, the economic attractiveness and the climate mitigation potential of Douglas-fir, supporters are enthusiastically promoting the species. It is recommended for use as a substitute for the increasingly instable or less productive Norway spruce or Scots pine, and it is also touted as the most important biomass producer of the future. The rapidly changing climate raises the question of whether the current tree species composition needs to be artificially adjusted. Non-native tree species may provide additional options to cope with future challenges. Douglas-fir is quite often considered to be a great hope for German forests in the face of climate change. One of the most important ecosystem services provided by Douglas-fir - particularly in the context of climate change mitigation - is the substantial contribution to long-term carbon sequestration, which is even higher than that of Norway spruce due to the faster growth rate and higher C-content per m^3 of wood. The expected climate change makes the species attractive to forest managers who are concerned about the future drought resistance of their current spruce-dominated stands. While other tree species may grow under climate change conditions, none of them has comparable wood quality to meet the demand from existing industries. In this context, the addition of appropriate Douglas-fir provenances to the tree-species portfolio is valued as a good “insurance” against future droughts. For these reasons, Douglas-fir is occasionally celebrated as the “new dry spruce”. The logic is obvious: it provides not only an opportunity to increase wood production and income. It may also enhance forest resilience in a changing environment. Management of Douglas-fir is still in a dynamic phase of development. While planting was up to now the most common establishment technique, causing high planting cost, in the future, more efforts will be undertaken to use natural regeneration. When regenerating Douglas-fir under shelter, the shelter should be removed early in order to give the young plants enough light. To keep the proportion of lower quality juvenile wood small, a longer lifespan combined with larger dimensions is favorable. Wood quality can be further improved by crop-tree selection and pruning. Higher age, on the other hand, may increase the risk of storm damage when the trees get taller. Diameter growth can be controlled through appropriate spacing, thinning, pruning and timing of final cuts. Establishment and management of mixed stands will gain importance. The future susceptibility of Douglas-fir to pests and diseases is still uncertain, but this is also true for native tree species. As previously mentioned, the cultivation of Douglas-fir in Germany has so far been unburdened with major pest-related risks. However, this comfortable situation might change in the future because neither the risk of future introductions of pests from the origin of Douglas-fir, nor new adaptations of European pest organisms to

Douglas-fir, can be excluded. The impact of Douglas-fir on native systems is still not fully understood. As the oldest Douglas-fir stands currently growing in Germany have reached only approximately a fifth of the species maximum lifespan in its natural habitat, growth and interaction dynamics of mature, old-growth stands in Germany are still unknown. Silvicultural practices suffer from a lack of knowledge of potential interactions between species in older stand development stages, especially with respect to mixtures of Douglas-fir with indigenous tree species. Furthermore, knowledge about the long-term effects of Douglas-fir cultivation on ecosystems is fragmented, particularly with respect to aspects of site characteristics or biodiversity in stands of different age classes and silvicultural treatments. Regarding storm damage, Douglas-fir has been considered to be relatively resistant by forest practitioners. However, recent analyses indicate that the storm resistance of Douglas-fir has been overrated on some sites. Future developments should be carefully monitored in order to reduce the uncertainties around growing Douglas-fir. Recognising EU´s energy targets, and assuming that forest industry production will continue along the same trend as the last decade, the demand for forest biomass will increase. However, at the same time, biodiversity policies at both the EU and national levels could unintentionally threaten the EU´s wood supply. As substantial timberlands have been, and are still being, segregated for nature conservation purposes, the industry is increasingly forced to cover their construction wood demand from a shrinking area or from imports. Under these conditions, the traits of Douglas-fir are becoming even more valuable for the German wood industry, because they offer high quality wood in large quantities and with a higher ecosystem resilience at a time when native softwood species are increasingly projected to be suffering from pest and diseases. Accepting a non-native species in some parts of the forest may enable supporting other ecosystem services in other parts of the forests. Rational decision-making is needed to best satisfy society´s desires for numerous ecosystem services from forests. The high diversity in site conditions, ownership, economic and socio-cultural conditions require strategies adapted to the local and regional needs. In conclusion, the reputation of Douglas-fir and the question of the continued growth of this species in Germany is loaded with hope, prejudice, reservation and scepticism. The current debates among numerous stakeholders often vary from enthusiastic to emotional, and can benefit from an evidence-based sound scientific knowledge. To set the course for the future, European forest policies must find a balance between supporting a fast-growing but non-native tree species with not yet fully understood consequences for native ecosystems and, on the other hand, promoting native tree species but thereby likely missing opportunities for increasing future sustainable construction wood supply.

Literature

Hillenmeyer K. 2021. Abschätzung der Produktivität verschiedener Baumarten für ausgewählte Standorte auf der Grundlage von Höhenanalysen. Dissertation Freiburg: 193 p. (in print)

Klädtke J., Abetz P. 2010. Merkblatt Nr. 53 der Forstlichen Versuchsanstalt Baden-Württemberg.

Spellmann H. 1994. Ertragskundliche Aspekte des Fremdländeranbaus. AFJZ 165, 2: 27–34.

Spiecker H. 2003. Silvicultural management in maintaining biodiversity and resistance of forests in Europe-temperate zone. J Environ Manage 67, 1: 55–65.

Spiecker H., Hansen J., Klimo E., Skovsgaard J.-P., Sterba H., v. Teuffel K. (eds.). 2004. Norway-spruce conversion - options and consequences. EFI Research Report 18. Brill: Leiden, Boston, Köln. 320 p.

Spiecker H., Lindner M., Schuler J. (eds.). 2019. Douglas-fir – an option for Europe. EFI What Science Can Tell Us 9. 121 p. https://efi.int/articles/douglas-fir-option-europe

TUJERODNE DREVESNE VRSTE V EVROPSKI IN SLOVENSKI PERSPEKTIVI

Robert BRUS[1]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, robert.brus@bf.uni-lj.si

Ključne besede: tujerodne drevesne vrste, Evropa, Slovenija, gojenje gozdov, geografsko poreklo

1 UVOD

Ljudje rastline iz enega v drugo okolje iz različnih razlogov prenašajo že več tisočletij. Drevesne vrste so sprva prenašali iz radovednosti, pozneje zaradi želenih lastnosti in večjega prirastka, v zadnjih desetletjih pa je kot velik potencial prepoznana tudi njihova morebitna boljša prilagojenost na spremenjene in zaostrene podnebne razmere. Prve tujerodne drevesne vrste so v Evropo od drugod vnesli že v antiki, med t.i. arheofiti so bila predvsem sadna drevesa kot oljka, mandelj ali smokvovec. Največ današnjih tujerodnih drevesnih vrst je bilo v Evropo vnesenih med 17. in začetkom 19. stoletja, v gozdovih pa so jih začeli saditi šele od sredine 19. stoletja naprej (Kowarik in Säumel 2007). Nekatere med njimi so se do danes po Evropi dobro uveljavile in v gozdarstvu posameznih evropskih držav zavzemajo pomembno mesto, med njimi so na primer sitka (*Picea sitchensis*), modri evkalipt (*Eucalyptus globulus*) in navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*). Po drugi strani lahko tujerodne drevesne vrste poleg številnih koristi predstavljajo tudi nevarnost za naravno okolje, kar se kaže zlasti v invazivnosti nekaterih med njimi, primera sta robinija (*Robinia pseudoacacia*) in visoki pajesen (*Ailanthus altissima*). Zlasti možni negativni vplivi na naravno okolje in biodiverziteto so pomemben razlog za nujno previdnost pri njihovem vnašanju in širjenju v določenem okolju. Če želimo pridobiti ustrezne podatke in izkušnje o uspešnosti in primernosti tujerodnih drevesnih vrst in o njihovih možnih vplivih na okolje, je nujno njihovo dolgotrajno in temeljito preizkušanje v različnih okoljih. V Evropi in Sloveniji v gozdovih sadimo in že dolgo preizkušamo veliko število potencialno zanimivih tujerodnih drevesnih vrst, toda informacij o trenutnem številu, geografski razširjenosti in poreklu teh vrst v evropskih gozdovih nimamo zbranih na enem mestu ali pa so nepopolne in razpršene po različnih bazah podatkov. V prispevku želimo predstaviti širok nabor tujerodnih drevesnih vrst, ki jih v Evropi in Sloveniji v gozdovih in provenienčnih poskusih trenutno sadimo ali preizkušamo za morebitno obsežnejšo prihodnjo uporabo.

2 METODE

V prispevku so predstavljeni nekateri strnjeni rezultati preteklih raziskav na obravnavano temo. Osnova za analizo razširjenosti v Evropi so bili podatki iz nacionalnih poročil, ki so jih v okviru akcije COST NNEXT FP1403 'Tujerodne drevesne vrste za evropske gozdove: izkušnje, tveganja in priložnosti' na osnovi nacionalnih gozdnih inventur in drugih verodostojnih podatkov pripravili in v skupnem poročilu objavili v akciji sodelujoči nacionalni eksperti (Hasenauer in sod., 2017), podrobneje pa so bili obdelani v

okviru nadaljnje analize (Brus in sod., 2019). Nacionalna poročila so bila zgrajena na osnovi enotnega vprašalnika za vse sodelujoče države in so med drugim vsebovala vprašanja o uporabljenih tujerodnih drevesnih vrstah ter obsegu njihovega gojenja v gozdovih in proveniencnih poskusih. Kot tujerodne drevesne vrste v Evropi so bile upoštevane samo vrste, ki so tujerodne v kateremkoli delu Evrope, kar pomeni, da prihajajo z druge celine in so obenem neofiti, torej v Evropo vneseni po letu 1492. V tem smislu v analizo niso bili vključeni ne arheofiti ne vrste z robnih območij, kot sta na primer kavkaška jelka (*Abies nordmanniana*) in sibirski macesen (*Larix sibirica*). Pri razreševanju taksonomskih in nomenklaturnih vprašanj ter sinonimih smo upoštevali The International Plant Index (2012). Prisotnost v gozdu smo beležili v treh kategorijah in sicer: i) vrsta je uporabljena samo v nasadih, ii) na mestu sajenja se vrsta tudi naravno pomlajuje in iii) pomlajevanje ali širjenje je zabeleženo tudi zunaj prostora sajenja. Prikazani podatki za Slovenijo temeljijo na analizi podatkov Zavoda za gozdove Slovenije iz del Kutnarja in Piska (2013), Brusa in sod. (2017) ter nekaterih drugih objavljenih virov.

3 REZULTATI

Preglednica 1 prikazuje, da v Evropi v gozdovih in proveniencnih poskusih gojimo ali preučujemo najmanj 150 različnih drevesnih vrst, med njimi 90 iglavcev in 60 listavcev. Daleč največ jih prihaja iz Severne Amerike, predvsem iz njenega vzhodnega dela ter iz Azije, večinoma vzhodne, medtem ko so vrste z drugih celin zastopane v manjšem številu. Številčno najbolj zastopani rodovi od skupaj 62 so evkalipti z 12, bori z 11, akacije z 8, jelke in smreke s po 7 in topoli s 6 vrstami. Kot je razvidno iz slike 1, se število gojenih tujerodnih drevesnih vrst med posameznimi državami močno razlikuje, pri čemer pa je potrebno poudariti, da veliko število gojenih vrst v posamezni državi še ne pomeni nujno tudi zelo velikega deleža teh vrst v lesni zalogi posamezne države. Tipična primera sta Irska in Portugalska, kjer so tujerodne vrste zelo močno zastopane, vendar skoraj v celoti na račun ene vrste (sitke in modrega evkalipta).

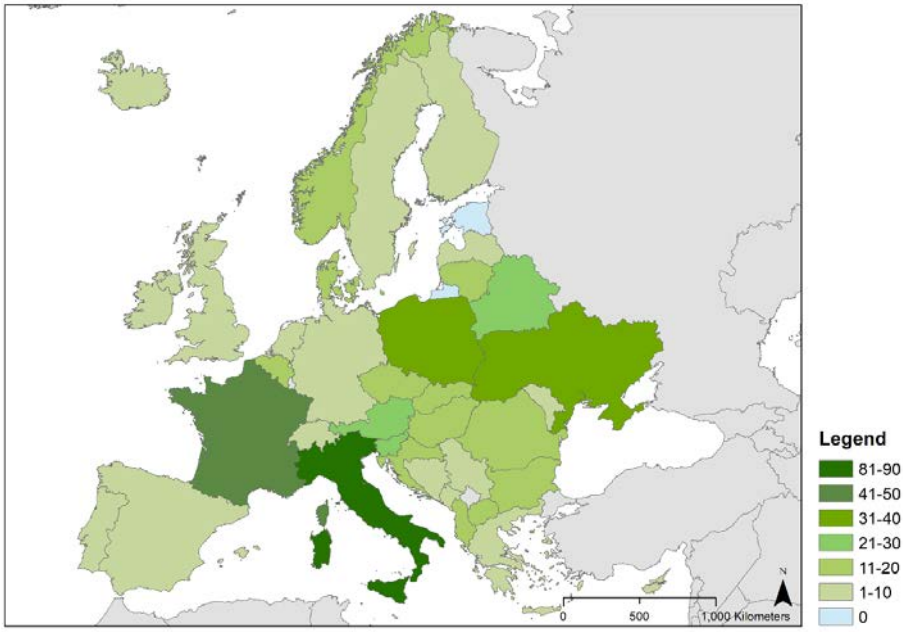
Preglednica 1: Izvor in število tujerodnih drevesnih vrst, sajenih v evropskih gozdovih in proveniančnih poskusih (po Brus in sod., 2019)

Izvor	skupaj vrst	iglavci	listavci	izvor	skupaj vrst	iglavci	listavci
vzhodna Sev. Amerika	38	9	29				
zahodna Sev. Amerika	25	21	4	Sev. Amerika	71	37	34
severna Sev. Amerika	7	6	1				
Centralna Amerika	1	1	0				
Južna Amerika	2	1	1	Juž. Amerika	2	1	1
vzhodna Azija	25	9	16				
jugovzhodna Azija	7	1	6	Azija	45	17	28
centralna Azija	6	2	4				
zahodna Azija	5	3	2				
severna Azija	2	2	0				
Avstralija	20	0	20	Avstralija	20	0	20
severna Afrika	4	3	1	Afrika	5	3	2
južna Afrika	1	0	1				
neznano /hibrid	7	2	5	neznano	7	2	5
Total	150	60	90				

Tujerodne drevesne vrste v Evropi zavzemajo skupno površino okrog 8,54 milijona hektarjev oziroma 4,0 % celotne evropske gozdne površine (preglednica 2). Tri najpogostejše vrste poraščajo po več kot 1 milijon hektarjev; to so robinija z 2,44 milijona hektarjev, modri evkalipt z 1,46 milijona hektarjev in sitka z 1,16 milijona hektarjev. Zanimivo je, da pet najpogostejših vrst porašča kar 77 % vse površine, poraščene s tujerodnimi drevesnimi vrstami. V največ evropskih državah gojimo ameriško duglazijo (32), robinijo (29) in rdeči hrast (24). V preglednici 2 je zanimiva analiza poročil o morebitnem pomlajevanju posameznih vrst po državah. Od 150 analiziranih tujerodnih drevesnih vrst je za 18 vrst vsaj ena država poročala o njenem širjenju zunaj nasadov, vendar se samo štiri vrste na tak način širijo v več kot treh državah (robinija (17), visoki pajesen (10), ameriška pozna čremsa (*Prunus serotina*)(9) in ameriški javor (8)).

Preglednica 2: Površina najpogostejših tujerodnih drevesnih vrst v Evropskih gozdovih. Številke vključujejo čiste nasade, mešane gozdove ali površino ne glede na delež v lesni zalogi (po Brus in sod., 2019)

Drevesna vrsta	skupna površina (ha)	št. držav	št. držav samo z naravno obnovo	št. držav s širjenjenjem zunaj nasadov
robinija (*Robinia pseudoacacia*)	2.437.607	29	2	17
modri evkalipt (*Eucalyptus globulus*)	1.458.000	6	1	0
sitka (*Picea sitchensis*)	1.160.400	13	2	0
ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*)	830.707	32	5	1
zasukani bor (*Pinus contorta*)	736.005	11	1	1
topol (*Populus* sp.)	458.102	13	0	0
rdeči hrast (*Quercus rubra*)	345.333	24	7	3
kalifornijski bor (*Pinus radiata*)	257.000	3	0	0
macesen (*Larix* sp.)	167.484	7	0	0
hibridni topol (*Populus* × *canadensis*)	162.274	14	1	2
japonski macesen (*Larix kaempferi*)	134.812	16	0	0
hibridni macesen (*Larix* × *eurolepis*)	102.100	8	1	0
evkalipt (*Eucalyptus* sp.)	80.029	5	1	0
zeleni bor (*Pinus strobus*)	70.382	19	4	1
atlaška cedra (*Cedrus atlantica*)	23.000	5	1	0
srebrna jelka (*Abies procera*)	12.952	4	0	0
japonska kriptomerija (*Cryptomeria japonica*)	11.000	3	0	0
velika jelka (*Abies grandis*)	10.459	11	1	0
črni oreh (*Juglans nigra*)	7.802	14	1	0
visoki pajesen (*Ailanthus altissima*)	7.142	18	2	10
ameriški javor (*Acer negundo*)	4.724	16	2	8
druge	57.798			
skupaj	8.535.112	38		



Slika 1: Poročano število tujerodnih drevesnih vrst, gojenih v evropskih gozdovih po državah (po Brus in sod., 2019)

V slovenskih gozdovih bolj ali manj intenzivno gojimo med 20 in 25, po nekaterih ocenah do 30 različnih tujerodnih drevesnih vrst. Natančna ocena je zelo težka, saj nekatere med njimi najdemo samo v nekaj poskusnih nasadih, natančnega kriterija za uvrstitev vrste na seznam gojenih pa nimamo. Skupno tujerodne drevesne vrste v lesni zalogi predstavljajo 0,99 % (Kutnar in Pisek 2013, Brus in sod. 2017), razmeroma pomembne deleže v lesni zalogi pa predstavljajo samo štiri najpogostejše drevesne vrste in sicer robinija (0,6 % oz. 2 mil. m^3), zeleni bor (0,18 %), ameriška duglazija 0,05 %) in rdeči hrast (0,04 %) (Preglednica 3). V preglednici so navedeni objavljeni kvantitativni podatki iz objav in analiz v letih 2013 in 2017. Že med njimi ni bilo praktično nobene razlike in ker se stanje glede tujerodnih drevesnih vrst v zadnjih letih ni bistveno spremenilo, jih lahko kot aktualne obravnavamo tudi danes.

Preglednica 3: Prisotnost najpomembnejših tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih (na osnovi Brus in sod. 2017, Kutnar in Pisek 2013, Wraber 1951, Puhek 1980, Brus 2012, Zelnik 2012, Medveš 2014)

	lesna zaloga (m^3)	% v lesni zalogi	površina odsekov s prisotnostjo (ha)	delež gozdne površine s prisotnostjo (%)
robinija (*Robinia pseudoacacia*)	2.032.131	0,602	157.148	13,27
zeleni bor (*Pinus strobus*)	622.818	0,184	38.735	3,27
ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*)	170.980	0,051	18.066	0,02
rdeči hrast (*Quercus rubra*)	97.576	0,029	11.978	0,01
močvirski hrast (*Quercus palustis*)	4.272	0,001	1.052	0,00
velika jelka (*Abies grandis*)	-	<0,001	-	0,00
sitka (*Picea sitchensis*)	-	<0,001	-	0,00
kanadska čuga (*Tsuga canadensis*)	-	<0,001	-	0,00
Tsuga heterophylla	-	<0,001	-	0,00
himalajska cedra (*Cedrus deodara*)	-	<0,001	-	0,00
libanonska cedra (*Cedrus libani*)	-	<0,001	-	0,00
japonski macesen (*Larix kaempferi*)	-	<0,001	-	0,00
himalajski bor (*Pinus wallichiana*)	-	<0,001	-	0,00
močvirski taksodij (*Taxodium distichum*)	-	<0,001	-	0,00
Lawsonova pacipreca (*Chamaecyparis lawsoniana*)	-	<0,001	-	0,00
papirjevka (*Broussonetia papyrifera*)	-	<0,001	-	0,00
črni oreh (*Juglans nigra*)	-	<0,001	-	0,00
navadna hikorija (*Carya ovata*)	-	<0,001	-	0,00
visoki pajesen (*Ailanthus altissima*)	-	<0,001	-	0,00
ameriški javor (*Acer negundo*)	-	<0,001	-	0,00
hibridni topol (*Populus × canadensis*)	-	<0,001	-	0,00
ameriški jesen (*Fraxinus americana*)	-	<0,001	-	0,00
pavlovnija (*Paulownia tomentosa*)	-	<0,001		0.00

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Število dejansko gojenih drevesnih vrst v evropskih gozdovih in provenienčnih poskusih verjetno presega navedenih 150, o katerih so poročali eksperti, saj je bila odločitev o pomembnosti in uvrstitvi na seznam prepuščena posameznim poročevalcem. Največ tujerodnih drevesnih vrst je bilo v Evropo vnesenih iz Severne Amerike. Število vrst iz Azije in Avstralije je sicer primerljivega velikostnega reda, a razlike so še večje, če vrste primerjamo po površinah, saj prav severnoameriške daleč največ prispevajo k skupni površini. Današnjo prevlado severnoameriških vrst v Evropi je težko razložiti. Predpogoj za gojenje tujerodne drevesne vrste na nekem območju je velika podobnost med ekološkimi razmerami njenega domačega in novega območja. Pregled svetovne razširjenosti podnebnega tipa Cfb, ki prevladuje v Evropi, kaže, da toplo do zmerno vlažno podnebje s toplimi poletji zunaj Evrope najdemo le na nekaj lokacijah, vendar je poleg Severne Amerike prisotno tudi v večjih predelih Južne Amerike, južne in vzhodne Afrike, jugovzhodne Avstralije in Nove Zelandije (Kölling, 2013). Prevlada severnoameriških vrst je verjetno tudi posledica manjše geografske razdalje, ki je v preteklosti omogočila boljše zgodovinske povezave in živahnejšo trgovino med Evropo in Severno Ameriko. Poleg tega nekatere druge regije na svetu s podnebjem, podobnim evropskemu, verjetno še niso bile temeljito pregledane v iskanju morebitnih novih ustreznih drevesnih vrst.

V številu gojenih tujerodnih drevesnih vrst so med evropskimi državami velike razlike. V državah z uveljavljenim plantažnim gospodarjenjem je uporaba tujerodnih vrst pogosta, vendar je število uporabljenih tujerodnih drevesnih vrst v njih praviloma nizko in običajno temelji na samo eni osnovni vrsti. Primeri so sitka v Veliki Britaniji in na Irskem, modri evkalipt na Portugalskem in v Španiji ter robinija na Madžarskem. V vsakem primeru pa je število tujerodnih vrst v določeni državi ali regiji posledica zapletenih interakcij med številnimi različnimi dejavniki.

Od 62 različnih rodov jih je samo šest zastopanih s po več več kot petimi vrstami. Tudi v najbogatejših rodovih je le po nekaj vrst, ki poraščajo velike površine in so v Evropi postale gospodarsko pomembne (npr. 1 od 12 evkaliptov, 3 od 13 borov, 1 od 8 jelk). To razmerje je do neke mere presenetljivo in jasno kaže, da mora imeti vnesena vrsta veliko število zahtevanih lastnosti, da sploh lahko uspe. Tako nizko število široko uporabljanih in uspešnih vrst jasno kaže tudi to, da bo v prihodnosti nujno preizkušati še večje število novih, do sedaj spregledanih ali nepreizkušenih vrst, da bi lahko identificirali še nove z želenimi rastnimi in uporabnimi lastnostmi ter z možnostjo ekonomsko in ekološko sprejemljivega načina gojenja. Prihodnje iskanje novih potencialno uporabnih in proti zaostrenim podnebnim razmeram odpornih drevesnih vrst bo nujno tudi za zmanjšanje odvisnosti od zelo majhnega števila vrst in s tem povezanim tveganjem.

Veliko število tujerodnih vrst, ki že rastejo v evropskih gozdovih, ponuja dobro priložnost za preučevanje in oceno njihove dolgoročne uspešnosti. Nekateri iglavci ponekod, kjer do sedaj niso bili širše uporabljeni, že kažejo obetaven potencial (npr. libanonska cedra v srednji Evropi, sitka na Švedskem ali Norveškem ali hibridni macesen, sitka in duglazija na Švedskem). Prihodnja preizkušanja v Evropi pa zagotovo ne bodo

usmerjena samo na raziskovanje novih, še neuporabljenih vrst, ampak nujno tudi na preučevanje in primerjanje provenienc tako že zdaj prisotnih kot na novo testiranih tujerodnih drevesnih vrst.

V Evropi tujerodne drevesne vrste trenutno poraščajo 8,54 milijona ha ali 4 % celotne gozdne površine. Čeprav ocene iz akcije COST verjetno predstavljajo le spodnjo mejo dejanske površine teh vrst, je to verjetno najbolj zanesljiva obstoječa ocena. Za primerjavo navajamo, da v poročilih, za katere podatke posredujejo vlade evropskih držav, lahko podatki močno nihajo. Forest Europe (2015) za tujerodne drevesne vrste ob poročanju 38 držav navaja 9,5 milijona hektarjev oziroma 4,4 % celotne evropske gozdne površine, enako poročilo (Forest Europe, 2020) pa lani ob poročanju samo 30 držav navaja le 6,2 milijona hektarjev (3,1 %) površine. Zastopanost tujerodnih vrst se v tem času seveda ni skrčila za toliko, ampak je razlog v nepopolnem poročanju posameznih držav. Poleg tega v omenjenih poročilih upoštevajo tudi tujerodne vrste znotraj Evrope, na primer navadno smreko in črni bor, kar sliko še bolj zamegljuje. Najbolj razširjena tujerodna drevesna vrsta v Evropi je po naših podatkih z 2,44 milijona hektarjev robinija; velja pa omeniti, da se ta vrsta navadno ne goji v nasadih, ampak se pojavlja v mešanih gozdovih z drugimi vrstami na velikih površinah. Zato bi morali biti pri primerjavi njene površine s površino sitke ali evkalipta, ki se gojita v čistih nasadih, previdni. Čeprav v gozdovih in provenienčnih poskusih v Evropi raste razmeroma veliko različnih tujerodnih drevesnih vrst (150), pa le majhno število prispeva k večini skupne površine tujerodnih vrst. To kaže, da je v resnici izjemno težko identificirati vrste, ki izpolnjujejo vse želene zahteve, na primer dobre gospodarske lastnosti in ekološko primernost, hkrati pa nimajo invazivnih lastnosti. Podobno velja tudi za Slovenijo, kjer določen gospodarski pomen zaenkrat kažejo samo štiri tujerodne drevesne vrste: robinija, zeleni bor, ameriška duglazija in rdeči hrast.

Podatki, na kratko predstavljeni v tem prispevku, bodo lahko neposredno uporabni za upravljalce in lastnike zemljišč in gozdov, odločevalce, raziskovalce in vse, ki iščejo izčrpne in zgoščene informacije o trenutni rabi najpogostejših tujerodnih drevesnih vrst v različnih delih Evrope in v Sloveniji. Celoten seznam vrst in njihova razširjenost po evropskih državah bo uporaben kot podlaga za izmenjavo obstoječega znanja in izbor vrst ter kot generator nadaljnjih raziskovalnih idej pri prilagajanju odpornosti gozdov na podnebne spremembe.

Nekatere tujerodne drevesne vrste že zdaj gojijo v velikem obsegu in imajo pomemben delež v gozdarstvu in ekonomiji posameznih držav, zaradi česar so privlačne kot možnost ohranitve ali povečanja produktivnosti prihodnjih gozdov na območjih, kjer avtohtone vrste izgubljajo vitalnost. Tudi če je za zdaj v Evropi v večjem obsegu uspelo le nekaterim tujerodnim drevesnim vrstam, je njihovo skupno število v evropskih gozdovih razmeroma veliko in to je dobra priložnost za njihovo preučevanje in oceno dolgoročne uspešnosti.

Odločitev za gojenje tujerodnih drevesnih vrst je seveda zahtevna in mora biti dobro premišljena. Do njihove širše uporabe lahko pride šele takrat, ko so dobro znana in čimbolj zmanjšana morebitna ekološka tveganja, vključno z možnimi negativnimi učinki

na večnamensko vlogo gozdnih ekosistemov, možnimi škodljivimi učinki na ohranjanje narave in krajine ter potencialno izgubo biotske raznovrstnosti. Ne glede na to pa se je treba zavedati tudi, da sta gospodarski potencial in potencial prilagajanja na podnebne spremembe tujerodnih drevesnih vrst očitna in ju nikakor ne bi smeli spregledati.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejav¬nost republike Slovenije (ARRS).

6 VIRI IN LITERATURA

Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem. 2., dopolnjena izdaja. Samozaložba in Mladinska knjiga, Ljubljana: 406 str.

Brus R., Ficko A., Roženbergar D., Westergren M., Jarni K. 2017. Slovenia - Country Report. V: Non-Native Tree Species for European Forests: Experiences, Risks and Opportunities. Hasenauer in sod. (ur.). COST Action FP1403 NNEXT Country Reports, Joint Volume. 3rd edn. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria: 350–357.

Brus R., Pötzelsberger E., Lapin K., Brundu G., Orazio C., Straigyte L., Hasenauer H. 2019. Extent, distribution and origin of non-native forest tree species in Europe. Scandinavian journal of forest research, 34, 7: 533–544.

Forest Europe. 2015. State of Europe‘s Forests. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe: 312 str.

Forest Europe. 2020. State of Europe‘s Forests. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe: 392 str.

Hasenauer H., Gazda A., Konnert M., Lapin K., Mohren G.M.J., Spiecker H., van Loo M., Pötzelsberger E. (ur.). 2017. Non-Native Tree Species for European Forests: Experiences, Risks and Opportunities. COST Action FP1403 NNEXT Country Reports, Joint Volume. 3rd edn. University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria: 431 str.

The International Plant Names Index 2012 Published on the Internet http://www.ipni.org/

Kölling C. 2013. Nichtheimische Baumarten - Alternativen im klimagerechten Waldumbau? LWF aktuell 96: 4–11.

Kowarik I., Säumel I. 2007. Biological flora of Central Europe: *Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle. Perspect Plant Ecol 8: 207–237.

Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71: 402–427.

Medveš A. 2014. Popis drevesnih vrst v občini Kobarid. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 91 str.

Puhek V. 1980. Izbor tujerodnih drevesnih vrst na Kraškem gozdnogospodarskem območju. Magistrska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta,

Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 73 str.
Wraber M. 1951. Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 9: 94–103.
Zelnik I. 2012, Razširjenost tujerodnih invazivnih vrst rastlin v različnih habitatih. Neobiota Slovenije. Končno poročilo projekta. Ljubljana: 55–69.

TUJERODNE DREVESNE VRSTE - PRILOŽNOST ALI PAST

Sonja ROZMAN[1], Denis ŽITNIK[2]

(1) Zavod RS za varstvo narave, sonja.rozman@zrsvn.si
(2) Zavod RS za varstvo narave, denis.zitnik@zrsvn.si

Ključne besede: tujerodne drevesne vrste, varstvo narave, naravno ravnovesje, podnebne spremembe

1 UVOD

Tujerodna vrsta pomeni vse žive osebke vrst, podvrst ali nižjih taksonov živali, rastlin, gliv ali mikroorganizmov, vnesene na območje, ki ni njihovo naravno območje razširjenosti (Uredba (EU) 1143/2014). Ta pojem opredeljuje tudi tujerodne drevesne vrste. Uporaba tujerodnih drevesnih vrst je pogosta predvsem v okrasne namene v parkih in drugih zelenih površinah ter na vrtovih. Njihov izbor temelji predvsem na iskanju lepega, izstopajočega, drugačnega in tudi prilagodljivega drevesa na zahtevne rastiščne razmere predvsem v mestih. Tujerodne drevesne vrste pa se ne uporablja zgolj v hortikulturne namene, ampak so prisotne tudi v naših gozdovih (Kutnar in Pisek, 2013). V preteklosti so bila prizadevanja za njihovo uporabo precej bolj pogosta, v zadnjih desetletjih pa je zaradi zasledovanja načela sonoravnega gospodarjenja z gozdovi večji poudarek na avtohtonih drevesnih vrstah. Razlogi za sajenje tujerodnih dreves so bili različni. Veliki pajesen (*Ailanthus altissima*) in črni bor (*Pinus nigra*) sta se na Primorskem, predvsem na Krasu, sadila za pogozdovanje na opustelih tleh. Robinija (*Robinia pseudoacacia*) je bila priljubljena v vinorodnih krajih, ker se je njen trpežen les izkazal kot zelo primeren za uporabo v vinogradih, hkrati pa so priložnost izkoristili tudi čebelarji, saj je rastlina zelo medovita. Zeleni bor (*Pinus strobus*), rdeči hrast (*Quercus rubra*) in tujerodne topole so izbirali zaradi njihovega lesa in posledično izboljšane gospodarske funkcije gozdov; rdeči hrast se je kot uspešna vrsta izkazal tudi na območjih, prizadetih zaradi onesnaženja, na primer v okolici Mežice. V najnovejšem času se tujerodne drevesne vrste raziskuje v smeri prilagajanja podnebnim spremembam.

Nekatere tujerodne drevesne vrste pa kljub številnim pozitivnim lastnostim za gospodarstvo sčasoma lahko postanejo breme za naravo, gospodarstvo in/ali zdravje ljudi ter dobijo status invazivne tujerodne vrste. Po Uredbi EU 1143/2014 invazivna tujerodna vrsta pomeni tujerodno vrsto, za katero je bilo ugotovljeno, da njen vnos ali širjenje ogroža ali ima škodljive vplive na biotsko raznovrstnost in povezane ekosistemske storitve.

V prispevku bomo predstavili vzroke, zaradi katerih tujerodne drevesne vrste lahko postanejo invazivne in opozorili nekatere pasti, ki jih lahko prinese uporaba tujerodnih drevesnih vrst.

2 METODE

Pri pripravi prispevka smo zbrali podatke iz različnih virov ter uporabili lastno znanje in izkušnje s tujerodnimi drevesnimi vrstami in drugimi invazivnimi tujerodnimi vrstami rastlin.

3 REZULTATI

Da tujerodna vrsta postane invazivna, mora biti izpolnjenih več pogojev. Prvi pogoj je, da rastišče zagotavlja ustrezne abiotske in biotske razmere, da nova vrsta v okolju lahko preživi. Za samostojno, dolgoročno ohranitev in vzdrževanje vnesene populacije tujerodne vrste brez posredovanja človeka, mora biti omogočeno še razmnoževanje osebkov. Tako vrsto, ki v okolju ne povzroča zaznavne škode, imenujemo naturalizirana vrsta. Sčasoma lahko nekatere naturalizirane vrste postanejo invazivne, zlasti ko se število osebkov tujerodnih vrst poveča (Richardson s sod., 2000; Kus Veenvliet, 2009). Invazivnost posamezne vrste je tako odvisna od regionalne klime, mikroklimatskih razmer, lastnosti rastišča, predhodnih motenj na rastišču in lastnosti posamezne vrste. Lastnosti, ki tujerodnim rastlinam omogočajo hitro širjenje, izpodrivanje domorodnih vrst in posledično spremembo ekosistema so (povzeto po Ratnayake, 2014):

- hitra rast,
- odsotnost naravnih sovražnikov,
- produkcija velike količine semen na leto in velika sposobnost vegetativnega razmnoževanja,
- široka toleranca glede lastnosti prsti,
- zmožnost hitrega razširjanja,
- odpornost na škodljivce, predatorje in bolezni,
- zgodnja zrelost (odraslost),
- dobro prilagajanje na klimatske ali okoljske spremembe.

Sprva invazivna tujerodna vrsta z razmnoževanjem le zagotavlja svoje ohranjanje, postopoma pa izkoristi svoje lastnosti in se hitro razširi na nova rastišča. Pri tem izkorišča lastnosti, ki ji dajejo prednost pred domorodnimi vrstami. Težko jim konkurirajo predvsem domorodni specialisti, saj so tujerodne vrste praviloma generalisti, ki so sposobni preživeti v različnih pogojih in se hitro prilagajajo na spremembe. V novem okolju se jim ni treba prilagajati naravnim rastlinojedcem in boleznim, zato z lahkoto razvijejo monokulture. Z alelopatijo lažje konkurirajo za prostor in druge vire. Številna semena, dobra kaljivost, hitra rast in zgodnja spolna zrelost jim omogočajo, da preplavijo nova območja. Glavni strategiji, ki jim omogočata izjemno prilagajanje novim habitatom in raznolikim razmeram v okolju, sta fenotipska plastičnost in genetska raznolikost (Ratnayake, 2014).

Invazivne tujerodne vrste imajo negativen vpliv na okolje in ekosistem, gospodarstvo in/ali dobrobit človeka povsod po svetu. Ogrožajo biodiverziteto s spremembami v sestavi, funkciji in dinamičnem ravnovesju naravnih združb (Andreu in Vila, 2011). Poročilo IPBES (2020) invazivne tujerodne vrste navaja kot enega od petih najpomembnejših vzrokov za upadanje biodiverzitete na globalni ravni.

Zelnik (2012) navaja, da naravne in polnaravne habitate ob vodotokih zasedajo tudi invazivne tujerodne drevesne vrste, in sicer našteva robinijo, amerikanski oziroma ameriški javor (*Acer negundo*), veliki pajesen, zeleni bor in rdeči hrast. Ocenil je potencialni negativni vpliv rastlinskega taksona v določenih habitatih. Pri tem je uporabil značilnosti rastlin, ki vplivajo na kompetitivno sposobnost taksona, in sicer življenjsko dobo, višino rastline, sposobnost senčenja in glede na dostopne podatke še frekvenčni razred taksona. Iz podatkov je razvidno, da imajo brez upoštevanja frekvenčnega razreda oziroma pogostnosti vrste največjo kompetitivno sposobnost vse obravnavane drevesne vrste, saj imajo najdaljšo življenjsko dobo, največjo višino in največjo sposobnost senčenja. Iz tega izhaja, da med vsemi obravnavanimi rastlinskimi vrstami tujerodne drevesne vrste najbolj spremenijo ekosisteme.

Invazivne tujerodne vrste lahko biotsko raznovrstnost in povezane ekosistemske storitve ogrožajo na različne načine; drevesa predvsem s spreminjanjem habitatov, izpodrivanjem domorodnih vrst v znatnem delu območja razširjenosti in tudi z genetskimi učinki zaradi križanja, vključno z močnim vplivanjem na domorodne vrste ter strukturo in delovanje ekosistemov.

Zaradi številnih negativnih vplivov invazivnih tujerodnih vrst na naravo v Evropski uniji (EU) in Sloveniji veljajo pravna določila, ki omejujejo širjenje teh vrst. EU je sprejela Uredbo (EU) 1143/2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst ter izvedbene uredbe, ki določajo sezname invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo. Tako je s temi pravnimi akti prepovedano sajenje tudi nekaterih tujerodnih vrst dreves, od katerih je v Sloveniji prisoten veliki pajesen.

Zakon o ohranjanju narave v 1. odstavku 17. člena prepoveduje naseljevanje rastlin ali živali tujerodnih vrst v naravo, a v 2. in 3. odstavku določa izjeme, če se v postopku tveganja za naravo ugotovi, da poseg v naravo ne bo ogrozil naravnega ravnovesja ali sestavin biotske raznovrstnosti. Med izjemami je navedeno tudi naseljevanje tujerodnih rastlin, ki se uporabljajo pri opravljanju gozdarske dejavnosti. 18. člen Zakona o ohranjanju narave za gozdarsko dejavnost dovoljuje doseljevanje tujerodnih vrst, kar pomeni, da je vnos dovoljen le v tiste ekosistem, kjer te vrste že živijo.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) v 5. odstavku 7. člena določa, da se »na Natura območja ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov« brez izjem.

Za oceno tveganja je smiselno uporabiti standardizirane ocene tveganja. Po ugotovitvah Bindewaldove s sod. (2019) v Evropi za gojenje številnih tujerodnih vrst dreves pogosto niso bile izvedene standardizirane vseevropske ocene tveganja, kar pomeni,

da obstaja možnost, da upravljanje s tujerodnimi drevesnimi vrstami ni (povsod) vključeno v gozdnogospodarsko načrtovanje. Za večino invazivnih tujerodnih drevesnih vrst, ki se uporabljajo v gozdarstvu, popolna odstranitev ni več mogoča, ampak le še nadzorovanje nadaljnjega širjenja in zaščita najbolj ranljivih ekosistemov. V slovenskih gozdovih je po ocenah Zavoda za gozdove Slovenije lesna zaloga vseh tujerodnih drevesnih vrst približno 1 % (Kutnar, Pisek, 2013). Med njimi je najbolj razširjena robinija (0,60 % celotne lesne zaloge gozdov), po deležu ji sledijo zeleni bor (0,18 %), ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) (0,05 %) in rdeči hrast (0,03 %). V splošnem se torej srečujemo sicer z nizkim deležem tujerodnih drevesnih vrst, ki pa (lahko) lokalno skupaj s tujerodnimi grmovnimi in zeliščnimi vrstami v pritalnih plasteh povsem spremenijo/degradirajo naravne ekosisteme (npr. ob reki Muri). Z vidika ekološke obnovitve ekosistemov upoštevajoč tudi stroškovno učinkovitost se kot smiselni ukrep v gozdovih tudi v Sloveniji predlaga intenzivno odstranjevanje zgolj tistih tujerodnih vrst, ki so šele v začetni fazi širjenja. V gozdovih, kjer so tujerodne vrste že močno razširjene pa je treba načrtno in dosledno izvajati gojitvena dela ter dela za obnovo gozdov v smeri preoblikovanja sestojev k bolj naravni drevesni sestavi.

Bindewaldova in Bauhus (2017) ugotavljata, da različni pristopi k ocenjevanju tveganja kažejo razlike, ki so posledica pomanjkanja podatkov in razhajanj v točkovanju, klasifikaciji in pomenu posameznih kriterijev invazivnosti, kot so na primer vplivi okolja ali potenciala širjenja tujerodne vrste. Predlagata standardizirano vse evropsko metodo ocene tveganja. Tudi pri tej metodi Bindewaldova s sod. (2019) opozarja, da različne lastnosti rastišč vplivajo na razvoj vrste. Posledično ista vrsta na različnih rastiščih povzroča drugačne vplive na biodiverziteto in je rezultat ocene tveganja za to, da postane invazivna, drugačen. Zato predlagajo, da se oceno tveganja pripravi ne le za posamezno vrsto, ampak se vanjo vključi tudi specifične lastnosti posameznih rastišč.

Slovenija ima zelo pestra gozdna rastišča, saj se tu stikajo vplivi alpskega, dinarskega, subpanonskega in submediteranskega sveta, različna je kamninska podlaga in posledično prst, relief je razgiban z različnimi nakloni, nadmorsko višino, ekspozicijo ipd.

Pri oceni tveganja za tujerodne drevesne vrste je treba upoštevati tudi lastnosti dreves, saj so zelo dolgoživa in imajo posledično počasno menjavanje generacij. Gordon (2019) piše, da je vedno več dokazov, ki nakazujejo, da številne vrste, ki imajo prvotno nizko stopnjo invazivnosti glede na njihove lastnosti, postanejo invazivne, če so v novem okolju dalj časa. Če vrsto večkrat posadimo, se ne poveča le število semen, ampak tudi verjetnost za prilagoditev okolju zaradi večje genske raznovrstnosti. Večja verjetnost, da vrsta postane invazivna, je takrat, ko postane naturalizirana. Če želimo preprečiti negativne vplive invazivnih tujerodnih vrst, se moramo tako osredotočiti ne samo na tiste vrste, katerih lastnosti kažejo visoko stopnjo invazivnosti, ampak tudi na tiste, ki invazivne postanejo sčasoma, ko se postopoma prilagajajo novemu okolju.

4 RAZPRAVA IN ZAKLJUČEK

Cilj varstva narave je ohranjena narava, naravni procesi, naravni ekosistemi in domorodne vrste v ugodnem stanju. Zakon o ohranjanju narave v 2. členu določa, da se biotsko raznovrstnost v naravi ohranja z ohranjanjem naravnega ravnovesja. V

3. členu pa opredeli, da je »naravno ravnovesje stanje medsebojno uravnoteženih odnosov in vplivov živih bitij med seboj in z njihovimi habitati. Naravno ravnovesje je porušeno, ko poseg uniči številčno ali kakovostno strukturo življenjske združbe rastlinskih ali živalskih vrst, okrni ali uniči njihove habitate, uniči ali spremeni sposobnosti delovanja ekosistemov, prekine medsebojno povezanost posameznih ekosistemov ali povzroči precejšnjo osamitev posameznih populacij.«

Tujerodna vrsta v naravi pomeni motnjo, saj organizmi niso prilagojeni nanjo. S tem lahko tujerodna vrsta, ki ima konkurenčno prednost, prevlada nad domorodnimi vrstami (Ratnayake, 2014). Andreu in Vila (2011) navajata, da invazivne tujerodne vrste ogrožajo biodiverziteto s spremembami v sestavi, funkciji in dinamičnem ravnovesju naravnih združb. Tako lahko ugotovimo, da je z vdorom invazivnih tujerodnih vrst porušeno naravno ravnovesje. Še posebej velik vpliv na ekosisteme imajo tujerodne drevesne vrste zaradi dolge življenjske dobe, velikosti rastline in sposobnosti senčenja (Zelnik, 2012). Drevesa imajo dolgo življenjsko dobo in počasno menjavanje generacij, zato je njihovo invazivnost težje oceniti, saj se ta lahko pokaže šele čez več desetletij, kar opozarja tudi Gordonova (2019). Sajenje tujerodnih drevesnih vrst v naravo tako lahko pomeni tveganje, da morda šele v daljšem časovnem obdobju te vrste postanejo invazivne in v skrajnem primeru lahko vsaj lokalno privedejo do porušenja naravnega ravnovesja. Ker je Slovenija zelo raznolika, je treba pri presojah tveganja za naravo upoštevati tudi specifičnost rastišča, saj se lahko invaziven potencial neke vrste v določenem okolju ne izrazi, drugje pa ista vrsta postane invazivna, na kar opozarja tudi Bindewaldova s sod. (2017, 2019).

Pri presojah tveganja za vnos tujerodnih drevesnih vrst v naravo je treba upoštevati gozd kot ekosistem, saj ima drevesna sestava zelo velik vpliv na življenjsko združbo, ne samo rastline, ampak tudi živali, glive in druge mikroorganizme. Če upoštevamo dejstvo, da je tujerodna vrsta motnja, ki spremeni ekosistem, ugotovimo, da je z vnosom tujerodnih dreves lahko porušeno naravno ravnovesje, saj lahko uniči številčno in kakovostno strukturo združbe, njihove habitate in spremeni delovanje ekosistema.

Gozdovi, ki so prizadeti zaradi ujm in podnebnih sprememb, so še bolj ranljivi in v takih ekosistemih so praviloma uspešnejše tujerodne vrste, ki nastale razmere izkoristijo za svojo prevlado nad domorodnimi vrstami in tako postanejo v spremenjenih gozdovih invazivne, četudi morda v stabilnih sestojih tega potenciala niso kazale. Pri vnosu tujerodnih dreves je z vidika varstva narave, biotske raznovrstnosti, ekosistemov in z njimi povezanih ekosistemskih storitev varnejša previdnost, saj nam izkušnje kažejo, da odstranitev invazivnih tujerodnih vrst iz narave praviloma ni mogoča ali ni ekonomsko vzdržna, zato predlagamo, da se namesto tujerodnih vrst spodbuja rast tistih domorodnih vrst, ki bodo kljub ujmam in podnebnim spremembam lahko preživele. Pri tem se lahko vrstam iz nižjih nadmorskih višin omogoča širjenje višje, iz geografsko južnejših predelov pa severneje. Preventivno, zadržano delovanje ima na primeru sajenja tujerodnih drevesnih vrst v naravo manj negativnih vplivov tudi na gospodarsko funkcijo gozda, kot morda odstranjevanje ali omejevanje invazivnih tujerodnih vrst čez nekaj desetletij.

5 VIRI IN LITERATURA

Andreu J., Villa M. 2011. Native plant community response to alien plant inversion and removal. Manag. Bio. Inversion, 2: 81–94.

Bindewald A., Starfinger U., Branquart E., Brundu G., Bauhus J. 2019. Linking theory and practice: a site-specific risk assessment for introduced tree species in European forests based on inventory data. Book of Abstracts. EMAPI. Praga: 58.

Bindewald A., Bauhus J. 2017. Are currently used risk assessment tools suitable to assess invasiveness of introduced tree species? Book of abstracts, IUFRO 125th Anniversary Congress 2017: 658.

Gordon D.R. 2019. Does the weed risk assessment predict timing rather than probability of invasion? Book of Abstracts. EMAPI. Praga 14.

IPBES. 2020. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services, online: https://ipbes.net/global-assessment.

Izvedbena uredba Komisije (EU) 2016/1141 z dne 13. julija 2016 o sprejetju seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo, v skladu z Uredbo (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta.

Izvedbena uredba Komisije (EU) 2017/1263 z dne 12. julija 2017 o posodobitvi seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo, ki je bil vzpostavljen z Izvedbeno uredbo (EU) 2016/1141 v skladu z Uredbo (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta.

Izvedbena uredba Komisije (EU) 2019/1262 z dne 25. julija 2019 o spremembi Izvedbene uredbe (EU) 2016/1141 z namenom posodobitve seznama invazivnih tujerodnih vrst, ki zadevajo Unijo.

Kus Veenvliet J., Veenvliet P. 2009. Uvod v tujerodne vrste. Priročnik za naravovarstvenike Zavod Symbiosis.

Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9: 402–417.

Ratnayake R.M.C.S. 2014. Why plant species become invasive?, Conference: National Symposium on Invasive alien Species (IAS 2014), Colombo. Sri Lanka, 1: 22–42.

Richardson D.M., Pyšek P., Rejmánek M., Barbour M.G., Panetta F.D., West C.J. 2000. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. Diversity and Distributions, 6: 93–107.

Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst.

Uredba o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Uradni list RS, št. 49/04, 110/04, 59/07, 43/08, 8/12, 33/13, 35/13 – popr., 39/13 – odl. US, 3/14, 21/16 in 47/18).

Zakon o ohranjanju narave, (Uradni list RS, št. 96/04 – uradno prečiščeno besedilo, 61/06 – ZDru-1, 8/10 – ZSKZ-B, 46/14, 21/18 – ZNOrg, 31/18 in 82/20).

Zelnik I. 2012. The presence of invasive alien plant species in different habitats: case study from Slovenia. Acta biologica Slovenica, 2: 25–38.

TUJERODNE LESNE VRSTE SKOZI OČI BOTANIKA

Jernej JOGAN[1]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, jernej.jogan@bf.uni-lj.si

Lesne vrste, drevesa in grmi, imajo s svojo biološko obliko specifiko rabe v gozdarstvu in hortikulturi. Pritisk vnašanja tujerodnih vrst v naravo je že ob nenamenskem vnosu velik, saj so številne od teh vrst v hortikulturni ponudbi, poleg tega pa se pojavlja še namenski vnos predvsem drevesnih vrst. Načelno stališče botanikov in naravovarstvenikov je, da je to popolnoma nesprejemljivo. Kompromisov preprosto ne bi smelo biti. A na drugi strani je pritisk hortikulture in gozdarstva velik. Ali to opravičuje kompromise?

V formiranem naravnem ekosistemu je vsak tujerodni organizem tujek, ki ga ne želimo. Nikdar ne moremo popolnoma predvideti posledic vnosa tujerodnega organizma, saj neredko pride do naturalizacije in morda celo invazivnosti desetletja ali celo stoletja po vnosu. Tako se je na primer prvi podivjani grm metuljnika (*Buddleja davidii*) na naših tleh pojavil nekaj desetletij po vnosu te okrasne vrste v Evropo, lokalna invazivnost pa se je izrazila več kot pol stoletja kasneje. Pajesen (*Ailanthus altissima*) so množično sadili na Primorskem že v 19. stoletju (zaradi ajlantovega prelca, ki so ga uporabljali kot sviloprejko) ter z njim med drugim poskusili pogozditi tedaj goli Kras, v najtoplejših predelih Tržaške je bil popolnoma naturalizirana (in verjetno invazivna) vrsta že ob koncu 19. stoletja, v drugi polovici 20. stoletja pa se je razširil in se še širi v vinorodnih in urbanih predelih vse nižinske Slovenije. Lovorikovec (*Prunus laurocerasus*) je bil še v 60. letih 20. stoletja na zmrzal občutljiva okrasna grmovnica, danes pa je razširjen v podrasti gozdov po vsej Sloveniji, čeprav še ne kaže invazivnosti. Robinija (*Robinia pseudacacia*) je bila zaradi žilavega lesa cenjena že v času Avstroogrske, kasneje se je njenim „vrlinam“ pridružila še medonosnost, okrasna vrednost, uporabnost cvetja, zaščita pred erozijo po požarih … in od naturalizirane vrste na Primorskem se je v drugi polovici 20. stoletja razširila po vseh nižinskih predelih Slovenije, širjenje pa še ni končano. Dejstvo, da se gladki bor (*Pinus strobus*) in duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) po mnogih desetletjih plantažnih nasadov zaenkrat v okolici pomlajujeta le lokalno, nikakor ne pomeni, da v nadaljnjih desetletjih ne predstavljata resne grožnje naši naravi.

Kje torej iskati kompromise? V gojenju (naravnih) gozdov v njim ustreznih legah, na ustrezni podlagi in nadmorski višini. V prilagoditvah lesnopredelovalne industrije na uporabo lesa avtohtonih vrst, ki je na voljo v večjih količinah. V resni presoji o potrebnosti nekaterih vrst lesa (npr. črni oreh) prav na našem trgu. V kritični presoji dolge zgodovine gojenja gozdov na naših tleh s stališča problematike vnesenih tujerodnih vrst. V zavedanju, da so (morda) naravovarstveno sprejemljive le tiste tujerodne vrste, ki so našim razmeram izredno slabo prilagojene. A take seveda ne prinašajo pričakovanih dobičkov. Ampak tudi banan in ananasa ne gojimo pri nas, popolnoma brez težav pa bi preživeli tudi brez njiju.

ANALIZA POJAVLJANJA NAVADNE AMERIŠKE DUGLAZIJE (*PSEUDOTSUGA MENZIESII* (MIRB.) FRANCO) V SLOVENIJI

Aleksander MARINŠEK[1], Lado KUTNAR[2], Erika KOZAMERNIK[3], Kristjan JARNI[4], Robert BRUS[5]

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, aleksander.marinsek@gozdis.si
(2) Gozdarski inštitut Slovenije, lado.kutnar@gozdis.si
(3) Gozdarski inštitut Slovenije, erika.kozamernik@gozdis.si
(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kristjan.jarni@bf.uni-lj.si
(5) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, robert.brus@bf.uni-lj.si

Ključne besede: tujerodne drevesne vrste, duglazija, gojenje gozdov

1 UVOD IN NAMEN

Tujerodne drevesne vrste (TDV) so v naših gospodarskih gozdovih prisotne že več kot 100 let (Brus, 2012). V preteklosti so jih pospeševali zaradi različnih pozitivnih lastnosti, ki jih te vrste imajo, kot so npr. hitra rast, kakovosten les, stabilizacija terena, estetski vidik, možnosti pridobivanje medu, smole in cvetov. Določene vrste so se izkazale kot neprimerne in se na nove okoljske razmere niso prilagodile, nekatere so se naturalizirale in prilagodile novemu okolju, določene tujerodne drevesne vrste pa so na specifičnih rastiščih razvile invazivni potencial in v naših gozdovih predstavljajo večplasten probe lem za pomlajevanje avtohtonih drevesnih vrst, so grožnja biodiverziteti nasploh in odločilno vplivajo na gozdne ekosisteme (Kus Veenvliet in sod., 2020).

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije so med bolj razširjenimi TDV v naših gozdovih robinija (*Robinia pseudoacacia*), zeleni bor (*Pinus strobus*), navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) (v nadaljevanju duglazija) in rdeči hrast (*Quercus rubra*) (Kutnar in Pisek, 2013). Nekatere od TDV so bile pri nas sicer že dolgo prisotne in poznane, vendar pa so bile v preteklosti razmeroma malo razširjene ali pa o njihovem pojavljanju ni bilo ustreznih in zanesljivih podatkov. Mednje lahko uvrščamo veliki pajesen (*Ailanthus altissima*), pavlovnijo (*Paulownia tomentosa*), ameriški javor (*Acer negundo*), pozno čremso (*Prunus serotina*) in še nekatere druge (ameriški jesen (*Fraxinus americana*), pensilvanski jesen (*Fraxinus pennsylvanica*), octovec (*Rhus typhina*)). V zadnjem času za oceno razširjenosti in oceno tveganja TDV uporabljamo aktualne podatke spletnega portala Invazivke (https://www.invazivke.si/). V portalu Invazivke (stanje 17. avgust 2021) je bilo vnesenih in potrjenih 1.014 lokacij velikega pajesena, kar ga uvršča med pogosteje potrjene tujerodne vrste v tem sistemu. Pavlovnija je bila do sedaj zabeležena na 344 lokacijah, kar jo tudi uvršča v zgornjo četrtino tujerodnih rastlinskih vrst iz seznama projekta Life Artemis (Kus Veenvliet in sod., 2020) po pogostosti vnosa. Veliki pajesen in pavlovnija sta med tistimi TDV, ki jim gozdarstvo v preteklosti ni posvečalo posebne pozornosti, vendar pa v zadnjem času kažeta izrazit trend širjenja.

Duglazija je v Evropi med gospodarsko zanimivejšimi TDV. Duglazijo so že v obdobju pred 2. svetovno vojno in takoj po njej smatrali kot eno najbolj perspektivnih TDV za sajenje v naših gozdovih (Rakušček, 1950; Wraber, 1951; Rejic, 1952). Duglazija je bila v Evropo prinešena iz Kanade leta 1872 in je za smreko sitko druga najbolj pospeševana tujerodna drevesna vrsta v Evropi (van Loo in Dobrowolska, 2019). Sprva so jo sadili kot okrasno drevo v parke. V gozdove so duglazijo začeli vnašati konec 19. stoletja in v začetku 20. stoletja, toda v primerjavi z drugimi tujerodnimi gozdnimi vrstami (npr. *Robinia pseudoacacia, Pinus strobus*) je sajenje duglazije ostalo skromno do sredine 20. stoletja. Po drugi svetovni vojni pa so duglazijo začeli močneje pospeševati tudi v monokulturah, in postala je pomembna vrsta za pogozdovanje v zahodni Evropi (van Loo in Dobrowolska, 2019).

Duglazija je iglasto drevo z ravnim deblom, ki lahko zraste v višino več kot 90 m. Skorja je rdečkastorjava in debela. Iglice so dolge 2–4 cm in dišijo po agrumih. Storži so viseči, do 10 cm dolgi, trirogljate krovne luske so daljše od plodnih. Uspeva na različnih tipih tal in se najbolje obnese na globokih, svežih do vlažnih in zmerno kislih tleh z razponom pH od 5 do 6. Velja za zmerno sencozdržno vrsto, ki ima večje zahteve po svetlobi kot navadna jelka (*Abies alba*) ali navadna smreka (*Picea abies*). Sposobna je prenašati pomanjkanje vode. Je zelo občutljiva na sušo v obdobju kalitve in zgodnji fazi rasti, vendar se kasneje lahko dobro prilagodi ekstremnim sušam.

V zadnjem času se je zaradi naravnih motenj potreba oz. upravičenost po uporabi nekaterih TDV morda res povečala in bi lahko bile te vrste (med njimi je tudi duglazija) do neke mere celo primerna rešitev za obnovo nekaterih poškodovanih gozdov (Brus in Kutnar, 2017). Duglazija, ki so jo pri nas poskusno sadili v gozdove že od konca 19. stoletja, se ponekod uspešno pomlajuje, vendar pa do sedaj še ne kaže očitnih znakov invazivnega širjenja. Zaradi spremenjenih podnebnih razmer se lahko spremeni tudi odzivanje duglazije ter njena ekologija pomlajevanja in lahko postopoma pride tudi do njenega intenzivnejšega širjenja, tako da ponekod v tujini že ugotavljajo njen invazivni potencial (Richardson in Rejmánek, 2004).

Namen raziskave je analiza pojavljanja duglazije v slovenskih gozdovih glede na prostorsko razporeditev, sestojne ramere ter glede na različne dejavnike okolja, kot so nadmorska višina, tip tal, gozdna združba (fitocenoza) in podobno.

2 METODE

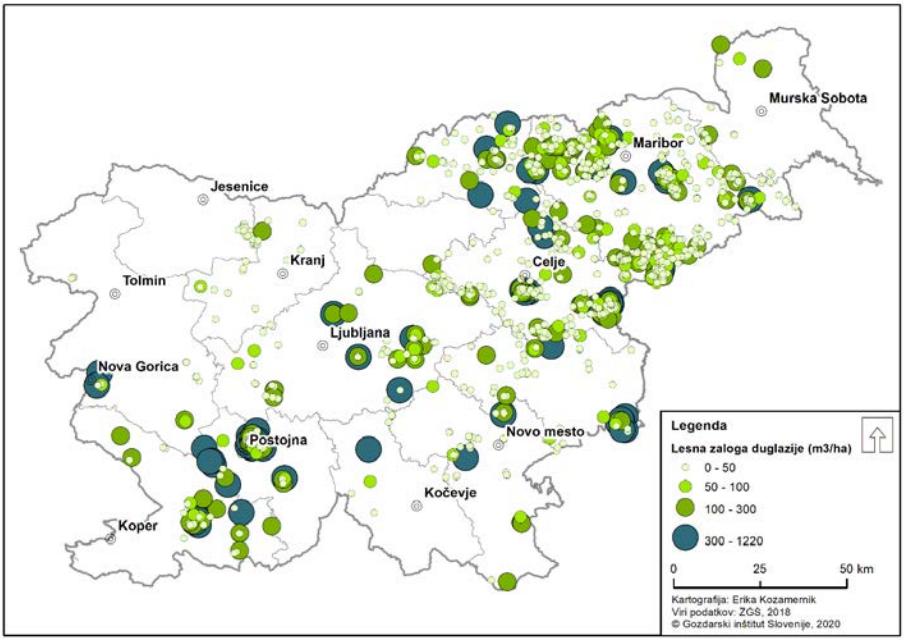
Za namen analize prostorske razširjenosti duglazije v slovenskih gozdovih smo iz različnih podatkovnih baz zbrali georeferencirane podatke o njenem pojavljanju. Analizo pojavljanja duglazije v Sloveniji smo naredili na podlagi baze podatkov Zavoda za gozdove Slovenije. Podlaga za analizo so podatki sestojnih kart in pri analizi smo upoštevali vse gozdne sestoje, v katerih se pojavlja duglazija. Zbrane podatke smo v okolju ArcGIS povezali z različnimi sloji, kot so npr. pedološka karta (Zupan, 2015) in fitocenološka karta (Čarni in sod., 2002) ter rezultate interpretirali. Uporabljeni podatki o pojavljanju duglazije so bili zbrani med letoma 2007 in 2016.

3 REZULTATI

Skupna površina sestojev v Sloveniji, kjer se pojavlja duglazija, je 3.912 ha. Duglazija se pojavlja v vseh gozdnogospodarskih območjih (GGO), vendar z različno zastopanostjo (preglednica 1, slika 1). Največ sestojev, v katerih se pojavlja duglazija, je v severovzhodni, jugozahodni in osrednji Sloveniji (slika 1), natančneje v GGO Maribor (1.292 ha površin), Celje in Postojna, najmanj pa v GGO Tolmin, Kranj, Kočevje, Nazarje (v slednjem le 4,8 ha površin sestojev) (preglednica 1). Največji strnjeni sestoji, kjer se pojavlja duglazija, so v Mariboru, Celju, Ljubljani in Postojni, v razponu od 22 do 39 ha. Najvišje povprečne lesne zaloge duglazije znotraj sestojev so v GGO Nazarje, Kočevje, Sežana in Postojna, v razponu od 108 do 148 m^3/ha, kar kaže na to, da so tu v preteklosti zasnovali sestoje z visokim deležem duglazije v drevesni sestavi.

Preglednica 1: Sestojni podatki o pojavljanju duglazije po GGO v Sloveniji

GGO	Št. sestojev	Površina sestojev (ha)	Min. površina sestoja (ha)	Max. površina sestoja (ha)	Povp LZ duglazije (m^3/ha)
MARIBOR	375	1.292,72	0,15	38,73	54,35
CELJE	279	906,36	0,08	24,80	66,32
POSTOJNA	198	719,59	0,16	21,97	107,48
SLOVENJ GRADEC	56	215,79	0,10	16,73	61,02
BREŽICE	63	166,25	0,04	19,63	104,91
LJUBLJANA	58	147,63	0,11	24,09	98,15
BLED	35	106,11	0,22	12,68	13,32
NOVO MESTO	32	99,34	0,15	14,40	81,61
SEŽANA	39	87,31	0,10	18,19	124,89
MURSKA SOBOTA	13	55,74	0,26	19,33	63,68
TOLMIN	16	52,40	0,35	18,88	91,32
KRANJ	14	46,28	0,71	8,71	33,54
KOČEVJE	7	11,65	0,81	4,84	125,86
NAZARJE	2	4,80	0,16	4,65	148,43
SKUPAJ	1.187	3.911,98			



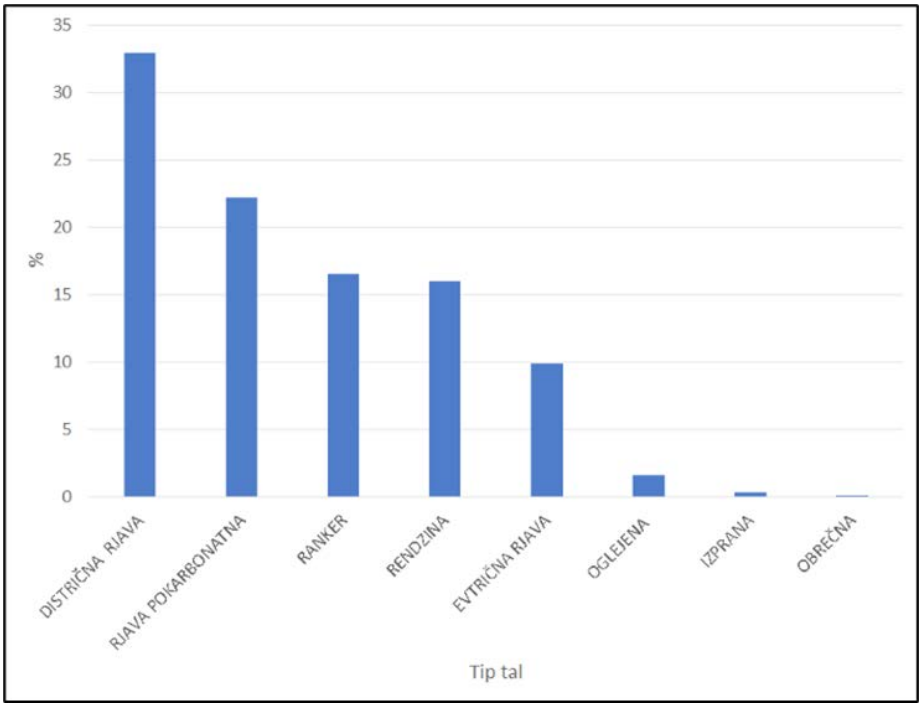
Slika 1: Prostorski prikaz pojavljanja duglazije v Sloveniji in njene količina lesne zaloge v gozdnih sestojih

3.1 Pojavljanje duglazije glede na višinske pasove

Duglazija v 55 % primerih uspeva na nadmorskih višinah od 400 do 700 metrov n. v., v višinskem pasu od 200 do 400 metrov n. v. je prisotna v 27,5 %, v pasu od 700 do 1.000 metrov n. v. jo najdemo v 14,4 %. Pod 200 in nad 1.000 metri n. v. je duglazija v slovenskih gozdovih zelo redka.

3.2 Pojavljanje duglazije glede na tip gozdnih tal

Ugotovili smo, da se duglazija pojavlja na različnih gozdnih tleh in je glede tega zelo prilagodljiva. V več kot tretjini primerov duglazija v Sloveniji uspeva na distričnih rjavih tleh, na dobrih 20 % rastišč z rjavimi pokarbonatnimi tlemi, sledijo ji ranker in rendzina (oba dobrih 15 %) ter evtrična rjava tla (10 %) (slika 2). Na oglejena, izprana in obrečna tla je v preteklosti niso sadili, po vsej verjetnosti ji ta rastišča najbolj tudi ne ustrezajo. Dopuščamo možnost, da se na teh tleh duglazija sploh ne pojavlja ali pa so naši rezultati manj zanesljivi glede teh tal, saj je pedološka karta v razmeroma majhnem (grobem) merilu.



Slika 2: Duglazija se pojavlja na rastiščih z različnimi talnimi tipi

3.3 Pojavljanje duglazije glede na gozdne združbe

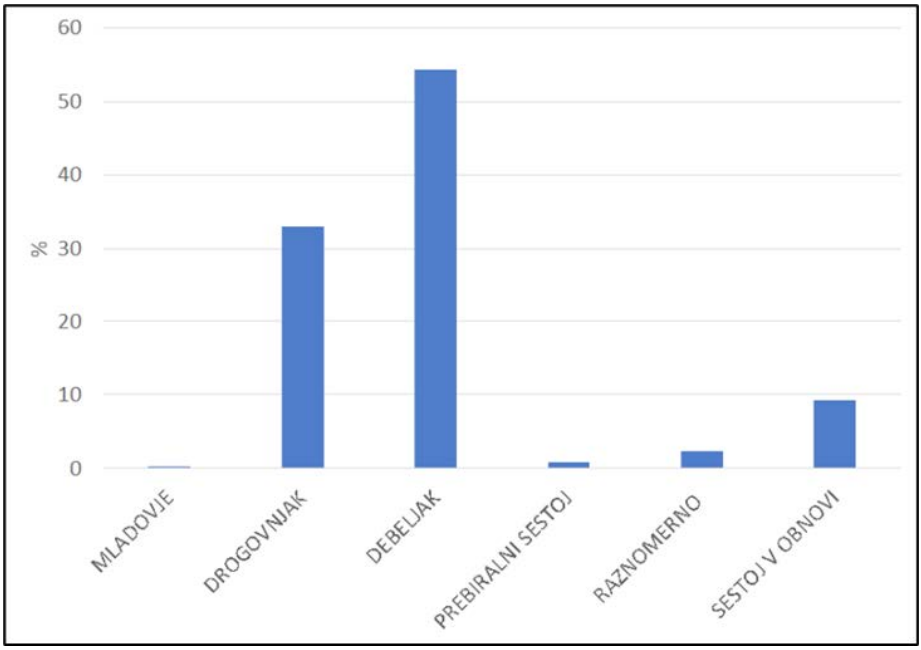
Analiza pojavljanja duglazije glede na gozdne združbe nam kaže na to, da se duglazija pojavlja v sestojih 37 različnih gozdnih združb (Marinček in Čarni, 2002), vendar se duglazija v več kot 70 % pojavlja v sestojih znotraj petih gozdnih združb. Največ, skoraj 40 % pojavljanj smo ugotovili v sestojih združbe bukve in pravega kostanja (*Castaneo-Fagetum*), z 19 % sledijo rastišča jelovo-bukovih gozdov preddinarskega in dinarskega sveta (*Omphalodo-Fagetum*). Na izrazito kislih bukovih rastiščih združbe bukve z rebrenjačo (*Blechno-Fagetum*) je prisotna v dobrih 6 % primerih. Podoben odstotek pojavljanja (5,5 %) duglazije je ugotovljen na zmerno kislih jelovih rastiščih z okroglolistno lakoto (*Galio rotundifolii-Abietetum albae*). V 3,8 % primerih uspeva na kislih rastiščih združbe bukve z belkasto bekico (*Luzulo-Fagetum*). Na vseh ostalih z analizo ugotovljenih rastiščih se duglazija pojavlja precej redko.

3.4 Pojavljanje duglazije glede na sestojno razvojno fazo ali obliko sestoja

Duglazijo so v Sloveniji najbolj intenzivno sadili in pospeševali v prvi polovici 20. stoletja, kar se jasno odraža v sestojni zgradbi (slika 3). Z analizo pojavljanja duglazije po razvojnih fazah smo ugotovili, da se okrog 65 % pojavlja v debeljakih in starih sestojih v obnovi, le tretjina jih je v fazi drogovnjaka. Raznomernih in prebiralnih sestojih je razmeroma malo, še precej manj pa je njenih sestojev v fazi mladovja. To je posledica tega, da je v zadnjem času niso sadili in da je njeno spontano pomlajevanje manj in-

tenzivno. Žal podrobnejših podatkov o tem v kateri razvojni fazi je duglazija oz. kakšnih dimenzij je, nimamo. Tudi ne vemo ali gre v določenen primeru že za drugo generacijo duglazije, ki se tam pojavlja naravno.

Duglazija je žledolom v letu 2014 razmeroma dobro prenesla. V okoliških sestojih s pretežno drugimi drevesnimi vrstami, ki so bili zaradi žledoloma in sanacije uničeni ali močno presvetljeni, pa se je začela relativno dobro pomlajevati (npr. v GGO Postojna).



Slika 3: Pojavljanje duglazije v Sloveniji glede na sestojno razvojno fazo ali obliko sestoja do leta 2016

4 ZAKLJUČKI

Duglazija je TDV, ki ji različne rastiščne razmere v podgorskem in gorskem pasu Slovenije večinoma ustrezajo. Zaradi žledoloma leta 2014, vetrolomov in napadov podlubnikov ter spreminjajočih podnebnih razmer bo v Sloveniji treba obnoviti velike površine prizadetih ali uničenih gozdov. Ob tem sta pomembni vprašanji, katere drevesne vrste bomo uporabili za obnovo in s katerimi vrstami bo v spremenjenih podnebnih razmerah mogoče doseči postavljene gozdnogospodarske cilje (Brus in Kutnar, 2017). Na določenih rastiščih se je duglazija izkazala kot razmeroma odporna drevesna vrsta in njeno pospeševanje je potrebno pretehtati iz različnih zornih kotov, tako gozdnogospodarskih, gozdnogojitvenih kot tudi naravovarstvenih.

Razvoj slovenskih gozdov je potrebno še naprej čim bolj usmerjati po načelih sonaravnega gospodarjenja, ki v ospredje postavlja rastiščem prilagojene domorodne drevesne vrste. Nujno se je treba izogibati čistim enovrstnim sestojem, treba je uporabiti čim

več različnih, rastišču primernih drevesnih vrst, saj bomo s tem v največji možni meri omejili tveganje. Pospešiti je treba preizkušanje še novih domačih in preudarno tudi tujerodnih drevesnih vrst (Brus in Kutnar, 2017). S povečanjem vrstne pestrosti gozdov bomo pomembno prispevali k njihovi odpornosti in uresničevanju njihovih večnamenskih vlog. S preudarnim pristopom in izdelavo ocene tveganja za posamezne rastiščne tipe, je duglazija v slovenskih gozdovih morda tudi del rešitve pri snovanju mehansko in biološko stabilnih, večvrstnih sestojev. Smiselno je, da čim bolj optimalno izkoristimo njeno odpornost in prilagodljivost predvsem v njenih obstoječih gozdnih sestojih. Pri njenem vnosu na nove gozdne površine pa moramo dobro pretehtati vse možnosti ter oceniti tudi potencialne nevarnosti (npr. morebitno povečanje njene invazivnosti) za domorodne vrste in gozdne ekosisteme.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejavnost republike Slovenije (ARRS).

6 VIRI

Brus R. 2012. Drevesne vrste na Slovenskem, 2. dopolnjena izdaja. Ljubljana, Mladinska knjiga: 406 str.

Brus R., Kutnar L. 2017. Drevesne vrste za obnovo gozdov po naravnih motnjah v Sloveniji. Gozdarski vestnik, 75, 4: 204–212.

Čarni A., Marinček L., Seliškar A., Zupančič M. 2002. Vegetacijska karta gozdnih združb Slovenije: merilo 1 : 400.000. Ljubljana: ZRC SAZU (Biološki inštitut Jovana Hadžija), zemljevid.

Kutnar L., Marinšek A., Kus Veenvliet J., Jurc D., Ogris N., Kavčič A., De Groot M., Flajšman K., Veenvliet P. 2020. Terenski priročnik za prepoznavanje tujerodnih vrst v gozdovih. De Groot M. (ur.). Ljubljana, Silva Slovenica, Gozdarski inštitut Slovenije.

Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9: 402–417.

Marinček L., Čarni A. 2002. Komentar k vegetacijski karti gozdnih združb v merilu 1 : 400.000. Založba ZRC, ZRC SAZU, Biološki inštitut Jovana Hadžija, Ljubljana, 158 str.

Rakušček K. 1950. Zelena duglazija. Gozdarski vestnik, 8: 239–241.

Rejic H. 1952. Obnova gozdov na slovenskem Krasu. Gozdarski vestnik, 10: 247–252.

Richardson D.M., Rejmánek M. 2004. Conifers as invasive aliens: a global survey and predictive framework. Diversity and distributions 10: 321–331.

Wraber M. 1951. Tuje drevesne vrste v naših gozdovih. Gozdarski vestnik, 9: 94–103.

Van Loo M., Dobrowolska D. 2019. History of introducing Douglas-fir to Europe. V: Spiecker H., Lindner M., Schuler J. (ur.). Douglas-fir - an option for Europe. EFI: 124 str.

Zupan M. 2011. Digitalna pedološka karta Slovenije 1 : 250.000 - Univerza v Ljubljani, Infrastrukturni center za pedologijo in varstvo okolja.

GOJENJE AMERIŠKE DUGLAZIJE IN IZBRANIH TUJERODNIH IGLAVCEV V SLOVENIJI IN TUJINI

Jurij DIACI[1], Tomaž ADAMIČ[2], Matjaž ČATER[3], Gal FIDEJ[4], Tim PIRC[5], Andrej ROZMAN[6], Dušan ROŽENBERGAR[7]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, jurij.diaci@bf.uni-lj.si
(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tomaz.adamic@bf.uni-lj.si
(3) Gozdarski inštitut Slovenije, matjaz.cater@gozdis.si
(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, gal.fidej@bf.uni-lj.si
(5) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tim.pirc@bf.uni-lj.si
(6) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, andrej.rozman@bf.uni-lj.si
(7) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, dusan.rozenbergar@bf.uni-lj.si

Ključne besede: ameriška duglazija, *Pseudotsuga menziesii*, zeleni bor, *Pinus strobus,* orjaški klek, *Thuja plicata*, obnova, nega

1 UVOD

Okoljske spremembe prinašajo veliko tveganj in nejasnosti glede prihodnjega gospodarjenja z gozdovi. Poleg pogostejših in intenzivnejših ujm ter suše in temperaturnih skrajnosti, predstavlja veliko tveganje za prihodnji razvoj sestojev vnos drevesom škodljivih tujerodnih organizmov. V Sloveniji je sicer precej domačih drevesnih vrst, vendar so nekatere v slabem zdravstvenem stanju zaradi okoljskih sprememb in zanje še ni primernega nadomestila. Zelo verjetno se bodo razmere v prihodnje še zaostrovale. Izbrane tujerodne drevesne vrste (TDV) lahko dopolnijo nekatere rastiščne niše kjer domače vrste nazadujejo (Schölch, 2013). Poleg tega so tudi gospodarsko zanimive, imajo večinoma manj antagonistov, so pretežno neinvazivne in nekatere so že dlje časa razširjene v Sloveniji. Z vnašanjem TDV so povezana tudi različna tveganja, od ekoloških - v smislu negativnih vplivov na domače organizme, do varstvenih in gospodarskih (Huber in sod., 2012). Namen prispevka je povzemanje znanja ter sodobnih praktičnih izkušenj o obnovi in negi ameriške duglazije ter izbranih tujerodnih iglavcev.

Sintezo smo izpeljali na temelju pregleda literature, terenskih ogledov in razgovorov s strokovnjaki – pretežno zagovorniki sonaravnega gospodarjenja z gozdovi. Pri zajemanju domačih izkušenj smo v sodelovanju z Zavodom za gozdove Slovenije izpeljali anketo in intervjuje strokovnjakov, ki imajo z gojenjem TDV dolgoletne izkušnje. Poleg tega smo analizirali več odraslih sestojev TDV in proučili primere naravne in umetne obnove. Od številnih tujerodnih iglavcev zastopanih v Sloveniji, predstavljamo zeleno navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco var. *viridis*), ki ima

iz ekoloških in gospodarski vidikov največji potencial, zeleni bor (*Pinus strobus* L.), ki je precej razširjen, vendar tudi ogrožen in orjaški klek (*Thuja plicata* Donn ex D. Don). Zadnji je izbran zaradi dopolnjevanja z drugimi TDV glede ekoloških zahtev, priporočil iz srednje Evrope in izjemne uporabnosti lesa (Kristöfel, 2003; Kölling, 2013; Leder, 2014).

2 AMERIŠKA DUGLAZIJA

Duglazijo so v Evropo vnesli pred skoraj 200 leti. Kmalu so ji sledile številne druge TDV iz zahodne obale severne Amerike, zato so izkušnje s snovanjem in nego sestojev solidne in dokaj enosmerne. V Sloveniji ameriška duglazija porašča rastišča od nižin pa vse do 1.000–1.200 m nadmorske višine, nekoliko pogostejša je na silikatnih kameninah in osojnih legah, najdemo jo v vseh fitogeografskih regijah (slika 1). Pogosta je kot primes v nasadih smreke, ki pa so se v zadnjih desetletjih razvili v kakovostne, precej mešane odrasle sestoje. Že Čokl (1965) je poročal o naravnem pomlajevanju nekaterih sestojev. Domača izhodišča glede njene obnove so podobna tujim, pri negi pa ukrepanje zaenkrat ni bistveno drugačno kot pri navadni smreki.

2.1 Ekološke in gospodarske značilnosti

Ameriška duglazija potrebuje za razvoj več svetlobe kot navadna smreka, je polsencozdržna vrsta, čeprav v zgodnji mladosti prenese precej zasenčenosti. To še posebej velja za Evropo, verjetno zaradi več padavin v poletnem času v primerjavi z izvornimi rastišči (Spiecker in sod., 2019). Dobro se razvija na odcednih, globokih in svežih, rahlo kislih tleh, nekoliko slabše pa na apneni podlagi ter mokrih ali zbitih tleh (Uchytil, 1991). Odrasla je manj občutljiva na poletno sušo in požare kot smreka, medtem ko je njeno mladje precej občutljivo. Težave lahko povzročajo spomladanske pozebe (-25 °C), moker sneg (nasadi 20–40 let) in poškodb zaradi zimske izsušitve asimilacijskih organov. Zaenkrat ima manj antagonističnih organizmov kot domače vrste, težave lahko povzročajo osip iglic ter afide in žuželke (*Hylobius* in *Hylastes* spp.) na mladju (Waldwissen, 2015).

Iz gospodarskega vidika je zanimiva, ker ima za vsaj 10–25 % večjo proizvodno sposobnost kot smreka, še posebej na nižjih nadmorskih višinah. Jedrovina je naravno trajna z odličnimi mehanskimi lastnostmi, zato dosega duglazija na srednjeevropskem trgu ugodno ceno, ki je lahko tudi do 25 % večja od cene smrekovine (Leder, 2014). Ciljni premer branik naj bi bil 6-8 mm, večje branike lahko vplivajo na manjšo mehansko trdnost. V srednji Evropi je trg za sortimente nižje kakovosti slabo razvit. Zaradi dobrega priraščanja, dolgoživosti, odpornosti na sušo, na ujme in požare je zanimiva vrsta pri prilagajanju gozdov na podnebne spremembe. V zadnjem desetletju je vse več poročil o občutljivosti mladja na sušo in o širjenju gliv. Obstaja pa tudi bojazen pred potencialno invazivnostjo (Spiecker in sod., 2019).

2.2 Obnova sestojev z ameriško duglazijo

V Evropi poteka obnova duglazije v glavnem s saditvijo v gostotah 1.000–1.200, največ pa 2.000 sadik ha^{-1}. Priporočena je saditev v skupinah kot primes domačim vrstam za

doseganje ciljne zmesi okoli 10 % na ravni sestoja (Leder, 2014). Zaradi večje potrebe po svetlobi je več možnosti za saditev duglazije po ujmah, na osvetljenih sestojnih robovih in ob gozdnih prometnicah. Sadike duglazije slabše prenašajo shranjevanje in transport kot sadike smreke, pomembno pa je zagotoviti tudi dovolj rastnega prostora pri vzgoji v drevesnici, kar je mogoče preveriti z analizo tršatosti. V splošnem je saditev dražja in manj uspešna kot pri smreki, zato je v zadnjem času vse večji poudarek na njeni naravni obnovi. Mladje je občutljivo na objedanje in drgnjenje po divjadi ter na konkurenco pritalne vegetacije. Zaradi pol-sencozdržnosti lahko preživi le krajši čas pod zastorom; mladje nad meter višine potrebuje za dober razvoj pribl. 20 % razpršene svetlobe, gošča pa že 40 %. Socialna diferenciacija je hitra in zahteva zgodnje uravnavanje gostote na 2.000 primerkov ha^{-1}. V Nemčiji se ameriška duglazija spontano širi, vendar je lahko potencialno invazivna le na revnih, kislih, peščenih, plitvih in sušnih rastiščih, ki so primerljiva s kisloljubnimi gradnovimi gozdovi v Sloveniji (Spiecker in sod., 2019).

Tudi v Sloveniji so duglazijo v zadnjih desetletjih sadili le kot primes smreki, gostote so bile nekoliko večje kot navajajo sodobna priporočila. Terenski ogledi nakazujejo, da je uspešnejša ob gozdnih robovih in prometnicah, kjer razvije zmogljivo krošnjo (Benedičič, 2021). V zadnjem času v nekaterih predelih Slovenije (npr. Kranjsko, Celjsko, Postojnsko, Slovenjegraško in Brežiško območje) opažajo njeno dobro naravno pomlajevanje, na Celjskem celo brez zaščite pred divjadjo. Obstaja tudi več poskusov saditve puljenk, ki so se v submontanskem in montanskem pasu izkazali kot uspešni, nekoliko manj pa v altimontanskem pasu, kjer smo zaznali tudi poškodbe z žuželkami rodov *Hylobius* in *Hylastes* (Murn, 2021). Poskusna setev duglazije na prekopana tla v altimontanskem pasu se ni izkazala kot obetavna za prakso, hkrati njeno preživetje ni zaostajalo za domačimi vrstami. Klice so bile nekoliko bolj občutljive na erozijo na nagnjenih prekopanih predelih. Slabše preživetje je nakazovala v osrednjih delih vrzeli in pod sklenjenim sestojem, boljše pa na osojnem robu vrzeli (Blažko, 2021). Analize pomlajevanja na celjskem in postojnskem potrjujejo njeno sencozdržnost do višine ca. 20 cm, višja je bolj svetloljubna od smreke ali gorskega javorja. Hkrati pa ekofiziološke raziskave na istih območjih nakazujejo slabšo učinkovitost fotosinteze mladovja (1,8–3,2 m) v po ujmah prizadetih sestojih na postojnskem, in v splošnem, prav tako slabšo učinkovitost fotosinteze v povsem odprtih delih vrzeli ter najboljšo pod delnim zastorom. Ti izsledki so skladni z opažanji v tujini, kjer opozarjajo na pomen sestojnih razmer in mikrorastišč z zadosti vlage za uspevanje duglazije in potencialno ogroženost mladovja zaradi suše (Čater, 2021).

2.3 Negovalni modeli za ameriško duglazijo

Negovalni modeli ob upoštevanju gospodarskih izhodišč, pomenijo optimiranje med priraščanjem, kakovostjo in stabilnostjo sestojev. Duglazija zahteva nekoliko zgodnejše sproščanje in več rastnega prostora kot smreka. Pri zgodnjem prvem redčenju pospešujemo 500–800 dominantnih primerkov ha^{-1}, pri drugem redčenju se usmerimo na približno 100-200 izbrancev ha^{-1}. Dobro kakovost dosegamo z dokaj intenzivnimi redčenji, s katerimi: (1) ohranjamo zmogljive krošnje z globino do polovice višine, (2) dosegamo tanjše veje - do 4 cm premera in boljšo preskrbo z vodo ter (3) uravnavamo širino branik, ki naj ne bi presegala 8 mm. Temeljnica po redčenju ostaja v razponu

40–60 m^2ha^{-1} za ciljne premere debla 55-65 cm. Za dobro kakovost je potrebno obvejevanje pri 15–20 cm premera. Ameriška duglazija omogoča gospodarjenje z daljšimi proizvodnimi dobami in večjimi ciljnimi dimenzijami dreves, kar je povezano s povpraševanjem na trgu. V srednji Evropi so iskani močnejši sortimenti z manj juvenilnega lesa (prvih 10–20 branik) in večjim deležem jedrovine (Spiecker in sod., 2019). Ameriška duglazija je v Evropi pogosto sestavina trajnega (prebiralnega) gozda, kjer pa naj temeljnica ne presega 30 m^2 za zagotavljanje kontinuiranega pomlajevanja (Schütz in Pommerening, 2013).

2.4 Ameriška duglazija - zaključki

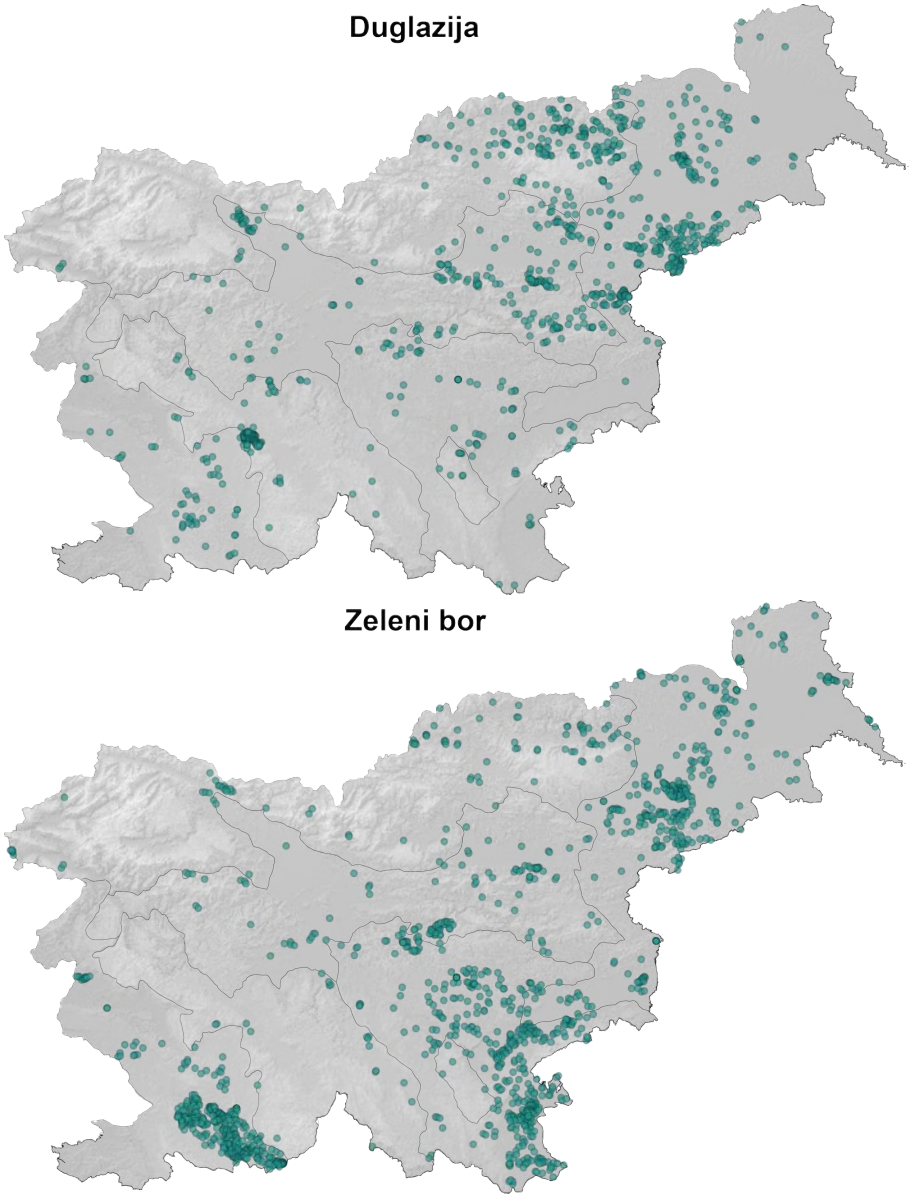
V sklopu združenja Pro Silva in tudi FSC standarda veljajo usmeritve glede TDV, da je do 10 % deleža v lesni zalogi obrata sprejemljivo, če ne gre za zavarovana območja. V glavnem so deleži duglazije značilno manjši, na primer 1,9 % v Nemčiji (Kölling, 2013), čeprav jo pospešujejo močneje kot pri nas. Duglazijo gojimo na rastiščih, kjer je že vnesena, v mešanih sestojih, z naravno in umetno obnovo, zahteva pa nekoliko prilagojeno nego in obnovo. V splošnem je ukrepanje bolj intenzivno kot pri smreki, izbrancev je manj in priporočeno je obvejevanje. Dolgoletne izkušnje iz Nemčije kažejo, da je tveganje povezano z invazivnostjo, z izjemo omenjenih skrajnostnih rastišč, sorazmerno majhno. Več raziskav potrjuje, da duglazija v mladju ne dosega enakega deleža kot v odraslih sestojih, kar pomeni, da bi brez saditve hitro nazadovala (Waldwissen, 2015).

V Sloveniji imamo več kot stoletne izkušnje z ameriško duglazijo, več negovanih odraščajočih in odraslih sestojev, nekaj celo z naravno obnovo. Delež duglazije v zmesi naših gozdov je v primerjavi srednjo Evropo med najmanjšimi, prav tako nevarnost invazivnosti, vnesena je v mešane sestoje v manjših skupinah. Trg z lesom duglazije v Sloveniji še ni razvit, vendar posamezni primeri kažejo, da se lastniki vse bolj zavedajo ekonomskega potenciala duglazije. Z obstoječimi sestoji z duglazijo je smiselno še naprej skrbno gospodariti in pri tem upoštevati sodobna priporočila za obnovo in nego. Ob upoštevanju ekonomskih vidikov in odpornosti duglazije na okoljske spremembe, bi bilo smiselno razmisliti vsaj o ohranjanju obstoječe populacije, česar sedanja intenzivnost in struktura obnove ne zagotavljata.

3 ZELENI BOR

Zelen bor je že stoletja uvrščen med gospodarsko najpomembnejše bore. V Evropi je druga najpomembnejša TDV, ki je bila prinesena iz izvornih rastišč že leta 1705 (Ostry in sod., 2010). V Sloveniji porašča zeleni bor rastišča od nižin do pribl. 500 m nadmorske višine - posamično tudi višje (1.100 m), poseljuje vse lege in vse fitogeografske regije, z izjemo obale (slika 1). Izkušnje z zelenim borom so, zaradi večje občutljivosti na biotske in abiotske motnje, doma in v tujini manj ugodne kot pri ameriški duglaziji. Kljub temu, je v Sloveniji nekaj zanimivih sestojev z dobrim zdravstvenim stanjem, pomlajevanjem in strukturo. Nasadi na opuščenih kmetijskih površinah na celjskem so slabega zdravstvenega stanja, medtem ko so nasadi v Beli Krajini v podobnih rastiščnih razmerah dokaj vitalni in se lepo pomlajujejo. Morda je razlika tudi v toplejšem

podnebju Bele Krajine. Na splošno je zeleni bor dobro prilagojen na toplejše in bolj sušne razmere, ki jih prinašajo okoljske spremembe.



Slika 1: Razširjenost duglazije in zelenega bora po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije (Vir: GIS ZGS 2017)

3.1 Ekološke in gospodarske značilnosti

Zeleni bor uspeva na izvornih rastiščih od morske gladine do 1.200 metrov nadmorske višine v gorstvih na jugu areala. Je hitrorastoča, pionirska vrsta in se uveljavlja tudi pri spontanem zaraščanju negozdnih površin. Je polsvetloljubna vrsta, ki v mladosti prenaša več sence kot domači bori in to lastnost ohranja v odraslost. Dobro uspeva na silikatu, prekorenini tudi težja, glinasta tla, prenaša sušna peščena in plitva skalovita tla, opad se dobro razkraja (Carey, 1993). Zaradi teh lastnosti je dober meliorator. Ogrožajo ga številne bolezni in škodljivci, ki jih dodatno pospešujejo okoljske spremembe. Sestoji na hladnih in vlažnih legah so dovzetnejši za širjenje gliv. Dokaj odporen je na veter in nizke temperature, delno občutljiv na sušo in onesnaženo ozračje (Ostry in sod., 2010). V Nemčiji je uvrščen med invazivne TDV. V severni Ameriki se les zelenega bora uporablja za stavbno in notranje pohištvo ter za opaže in obloge. Les je mehak, lahek, srednje močan, smolnat, obdelava je enostavna. V Evropi občasno nadomešča dražji les cemprina, dogajajo se tudi namerne zamenjave. Les uporabljajo tudi za izdelavo čebeljih panjev in kukavičjih ur (Grosser in Teetz, 1985).

3.2 Obnova sestojev z zelenim borom

Pri 5.–10. letih začnejo drevesa proizvajati storže, semenijo na 3–5 let in lahko ohranijo reprodukcijsko sposobnost do 450 let. Seme se prenaša z vetrom, pticami ali malimi glodavci. Seme kali na različnih talnih podlagah, od vlažnih mineralnih tal, opada, do travnatih površin in v bolj skrajnih sušnih razmerah, če je dovolj zastora. Dobro naravno nasemenitev dosežemo pod zastorom odraslih dreves in v mešanih sestojih, posebno z listavci. V severni Ameriki uporabljajo za obnovo zastorno sečnjo, kjer s svetlitveno sečnjo odvzamejo približno polovico lesne zaloge, po 5.–10. letih sledi končni posek. Začetna rast je počasna, med 10. in 20. letom doseže pribl. 40 cm letne višinske rasti. Minimalne vrednosti za preživetje mladja so okoli 20 % svetlobe na prostem, maksimalno rast dosega pri 45 % difuzne svetlobe na prostem (Carey, 1993). Pri umetni obnovi sadimo od 1.500–2.000 sadik ha^{-1}. Pred obnovo oz. saditvijo je smiselna točkovna priprava sestoja z obžetvijo in prekopavanjem. Na odprtih površinah so večji prirastki, vendar tudi težave z zelišči in ribezovo rjo, zato je bolj priporočljiva vzgoja pod zastorom in na sušnih do srednje vlažnih ter na revnejših do srednje založenih rastiščih s hranili.

3.3 Nega

V Evropi znaša proizvodna doba zelenega bora za celulozo 40–60 let, pri hlodovini za žago od 60–80 let. Do starosti 30 let se zeleni bor dobro odzivna na sproščanje, če dosega globina krošnje vsaj tretjino drevesne višine. Odzivnost na gojitvene ukrepe s starostjo hitro nazaduje, zato je težišče redčenj v prvi polovici proizvodne dobe. Ciljamo na 250–500 končnih izbrancev ha^{-1}. Dobro tekmuje s pionirji, težje se uveljavlja s hrastom in bukvijo, kar je potrebno upoštevati pri mreži izbrancev. Zgodnje obvejevanje (< 15 let) se priporoča zaradi odstranjevanja okuženih vej in kakovosti sortimentov. Kot dolgoživa drevesna vrsta je primeren kot prihranjenec.

3.4 Zeleni bor - zaključki

Zeleni bor je cenjen zaradi dobrega priraščanja, še posebej v mladosti, solidne sposobnosti tekmovanja in polsencozdržnosti v primerjavi z drugimi bori, čvrstega in globokega koreninskega sistema, odpornosti proti zmrzali, dobrega naravnega pomlajevanja in kakovostnega lesa. Podnebne spremembe lahko vplivajo na zmanjšanje njegove dovzetnost za glivične bolezni, na višje temperature in suše je sorazmerno dobro prilagojen, zato je lahko zanimiva vrsta za prihodnost. Naravna obnova se odvija predvsem v neposredni okolici nasadov, ki so v veliki meri na bivših negozdnih površinah. Naravno mladje je smiselno upoštevati, kjer je manj potenciala za bolezni. Smiselni so tudi manjši poskusni nasadi v skupinah v mešanih sestojih, na zmerno kakovostnih do sušnih rastiščih v toplejših predelih Slovenije.

4 ORJAŠKI KLEK

V Sloveniji poznamo orjaški klek predvsem kot okrasno drevo, veliko ga je posajenega v živih mejah. Za predstavitev smo ga izbrali, ker ga v srednji Evropi uvrščajo med najpomembnejšo peterico TDV, ker je v pogledu ekoloških zahtev drugačen od ameriške duglazije, sitke in borov ter jih dopolnjuje, ker ga nekoliko manj ogrožajo glive in žuželke ter ima hkrati izjemno uporaben les. V Evropi so ga pričeli saditi v gozdne sestoje v drugi polovici 19. stoletja (Šeho in Janßen, 2019).

4.1 Ekološke in gospodarske značilnosti

Orjaški klek porašča rastišča od severnoameriške pacifiške obale do 2.290 m nadmorske višine v zalednih gorstvih. Sladno s tem je prilagojen na zelo različne temperaturne in vlažnostne razmere: uspeva povsod, kjer se letna vsota padavin giblje med 500 in 5.550 mm. Obalne provenience so manj občutljive na glivične bolezni in bolj na pozebe, medtem ko velja za zaledne provenience ravno obratno. Je izrazito sencozdržna in dolgoživa vrsta (800–1.000 let). Dobro se razvija na svežih, skeletnih tleh, na severnih lega in v soteskah s trajno veliko zračno vlažnostjo (Minore, 1990). V srednji Evropi dobro raste tudi na nekoliko bolj sušnih tleh in v predelih s padavinami pod 600 mm letno. Opad se dobro razkraja (Vor, 2015).

V mladosti je rast počasna, kasneje je močnejša in izrazito dolgotrajna, zato lahko skupna produkcija v 100 letih doseže 2.000 m^3 ha^{-1}, s čimer presega smreko na primerljivih rastiščih. Primerjave iz Nemčije kažejo, da je prirastno izjemno učinkovit tudi pod zastorom borov (Panka, 2014). Les orjaškega kleka je eden najmočnejših, najtrajnejših in najstabilnejših lesov iglavcev. Je pregovorno odporen na vlago, glive in žuželke (Ruhm, 2013). Poleg tega je zelo lep. Uporablja se za natančne projekte v gradbeništvu, še posebej za zunanje elemente, vključno s strehami ter v zadnjih desetletjih kot resonančni les za brenkala in godala. Ima mehkejši zvok od smreke ali sitke in je dobra izbira za kitare namenjene »fingerstyle« načinu igranja. Izvoz hlodovine iz severne Amerike je omejen.

4.2 Obnova sestojev z orjaškim klekom

Polni obrodi orjaškega kleka so na 3–5 let. Naravna obnova je uspešna pod zastorom, na tleh z bogatim humusom, na plasti mahov in drevesnih ostankih. Mladje je občutljivo na pozebe in moker sneg, ter prekomerno objedanje, drgnjenje in lupljenje divjadi. V Nemčiji ni uvrščen med invazivne vrste. Umetna obnova se izpelje pod zastorom krošenj v razmiku 2 × 2(3) m. S saditvijo na večjih razdaljah se izboljša tršatost in poveča odpornost na poškodbe zaradi mokrega snega in kasneje vetra. Korenine sadik so zelo občutljive na izsušitev. V srednji Evropi so starejši sestoji z naravnim pomladkom, ki se zaradi sencozdržnosti pogosto pojavlja brez posebnih ukrepov (Vor, 2015).

4.3 Nega

Priporoča se zgodnja negativna izbira, zaradi nagnjenosti k rastnim nepravilnostim (rogovilavost), ki ji sledijo pogosta zmerna izbiralna redčenja za boljše čiščenje vej ter v izogib malolesnosti in sekundarnim poganjkom. Slabo se čisti vej, zato se za doseganje najboljše kakovosti priporoča obvejevanje. Poškodbe pri izvedbi del naj bodo čim manjše zaradi dovzetnosti na okužbe gliv. V Evropi dosežejo negovani sestoji sečno zrelost pri 80-100 letih, s starostjo narašča tveganje za razvoj gliv, za malolesnost in zavito rast. Ni primeren kot prihranjenec, ker ga ogrožajo vetrovi (Ruhm, 2013).

4.4 Orjaški klek - zaključki

Orjaški klek dobro dopolnjuje najpogostejše TDV, ki so bolj svetloljubne in je primeren kot primešana vrsta v skupinah, tudi v kombinaciji z domačimi vrstami, posebno v raznomernih sestojih. Čeprav prenaša tudi bolj sušna rastišča, zahteva nekoliko večjo zračno vlago in je primernejši za zaščitene lege. Glede na izkušnje iz srednje Evrope je nekoliko manj dovzeten za biotska in abiotska tveganja, zlasti v mešanih sestojih. Odlikuje ga velika uporabnost in cenjenost lesa, zato je z njim smiselno osnovati poskusne nasade z drugimi TDV.

5 SKLEPNE MISLI

Pri presoji vnašanja in gojenja TDV je potrebno upoštevati, da so nekatere že dolgo v Sloveniji, da so večinoma zastopane kot primes v mešanih sestojih. Večjih monokultur TDV, razen na nekdanjih negozdnih površinah, ni; v glavnem niso invazivne, še več, njiva reprodukcijska stopnja ne zagotavlja obnavljanja populacij. Nekatere TDV so iz ekonomskih in ekoloških vidikov zanimive kot je npr. ameriška duglazija, druge imajo težave s škodljivimi organizmi. Zaradi potencialne ogroženosti domačih vrst in okoljskih sprememb je smiselno za prve zagotoviti vsaj uspešno obnavljanje populacij, medtem ko bodo bolj ogrožene TDV nazadovale same. Zaradi okoljskih sprememb je potrebno proučiti obstoječe potenciale in zastaviti tudi nove poskuse izven zavarovanih območij. Le tako bo diskusija o gojenju TDV temeljila na domačem znanju in ne le na tujem ter ocenah in domnevah. Diskusija naj upošteva ekološke, socialne in gospodarske vidike ter potenciale TDV. Še posebej zadnji niso povsem izkoriščeni zaradi nerazvitosti trga v Sloveniji. Vnaprejšnja, neutemeljena odklonilna nastrojenosti do TDV ni na mestu, saj

vpliva na neizkoriščenost obstoječih potencialov. To lahko posledično vodi do precejšnje gospodarske škode in slabših možnosti prilagajanja gozdov na okoljske spremembe. V splošnem v Sloveniji ni veliko monokultur TDV, ampak so zaradi postopnih premen že pomešane z domačimi vrstami, zato je smiselno z obstoječimi sestoji skrbno gospodariti še naprej.

6 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejav¬nost republike Slovenije (ARRS).

7 VIRI

Benedičič M. 2021. Zgradba, negovanost in naravna obnova sestojev z navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v gozdnogospodarskem območju Kranj. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: (v tisku).

Blažko A. 2021. Uspešnost setve v različnih položajih sestojnih vrzeli visokogorskega smrekovega gozda. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 35 str.

Carey J.H. 1993. *Pinus strobus*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.

Čater M. 2021. Microsites Influence the Light Response of Young Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco). Forests, 12, 687.

Čokl M. 1965. Rast tujih iglavcev v Sloveniji (zelena duglazija, zeleni bor, pacipresa, sitka). Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo Slovenije, Ljubljana: 226 str.

GIS ZGS 2017. Gozdarski informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije.

Grosser D., Teetz W. 1985. Weymouthskiefer (Strobe). Einheimische Nutzhölzer. Vorkommen, Baum-und Stammform, Holzbeschreibung, Eigenschaften, Verwendung. Central Marketinggesellschaft der deutschen Agrarwirtschaft mbH und Arbeitsgemeinschaft Holz.

Huber J., Brändle J., Hein S., Borowski M., Endres L. 2012. Nur wenige Gastbaumarten setzen sich durch. Holz-Zentralblatt, 138: 327–328.

Kölling C. 2013. Nichtheimische Baumarten - Alternativen im klimagerechten Waldumbau? LWF aktuell, 96: 4–11.

Kristöfel F. 2003. Über Anbauversuche mit fremdländischen Baumarten in Österreich. BFW-Berichte, Wien, Heft, 131: 81 str.

Leder B. 2014. Die AG Gastbaumarten im Deutschen Verband Forstlicher Forschungsanstalten. http://www.waldwissen.net.

Minore D. 1990. *Thuja plicata* Donn ex D. Don - western redcedar. Silvics of North America 1: 590–600.

Murn T. 2021. Preživetje puljenk v poskusnih vrzelih zasmrečenega visokogorskega gozda. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: (v tisku).

Ostry M., Laflamme G., Katovich S. 2010. Silvicultural approaches for management of eastern white pine to minimize impacts of damaging agents. Forest Pathology, 40: 332–346.

Panka S. 2014. Der Riesen-Lebensbaum (*Thuja plicata* Donn ex D. Don) - Wuchsleistung einer bisher unterschätzten Baumart in Brandenburg. Eberswalder Forstl. Schrift,55: 77–87.

Ruhm W. 2013. *Thuja plicata* (Riesenlebensbaum, Kanadische Rotzeder). www waldwissen.net, 10. 09. 2013.

Schölch M. 2013. Gastbaumarten. LWF Aktuell, 96: 15–17.

Schütz J.-Ph., Pommerening A. 2013. Can Douglas fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) sustainably grow in complex forest structures? Forest Ecology and Management, 303: 175–183.

Spiecker H., Lindner M., Schuler J.K. 2019. Douglas-fir: an option for Europe. What Science Can Tell Us, European Forest Institute: 121 str.

Šeho M., Janßen A. 2019. Alternativbaumarten im Klimawandel. LWF Aktuell, 123: 19–22.

Uchytil R.J. 1991. *Pseudotsuga menziesii* var. *menziesii*. USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory.

Vor T.,2015. Kurzportrait Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*). http://www.waldwissen.net

Waldwissen. 2015. Gebietsfremde Baumarten - ein umstrittenes Thema. Dossier auf www.waldwissen.net.

EKOLOGIJA IN GOJENJE RDEČEGA HRASTA IN NEKATERI VIDIKI GOJENJA SESTOJEV ROBINIJE V SLOVENIJI

Dušan ROŽENBERGAR[1], Jurij DIACI[2], Gal FIDEJ[3], Matteo BOTTOSSO[4], Tim PIRC[5], Andrej ROZMAN[6]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, dusan.rozenbergar@bf.uni-lj.si
(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, jurij.diaci@bf.uni-lj.si
(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, gal.fidej@bf.uni-lj.si
(4) Gozdarski inštitut Slovenije, matteo.bottosso@gmail.com
(5) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tim.pirc@bf.uni-lj.si
(6) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, andrej.rozman@bf.uni-lj.si

Ključne besede: rdeči hrast, *Quercus rubra,* robinija, *Robinia pseudoacacia,* nega gozda, mladje, premena

S primesjo izbranih tujerodnih drevesnih vrst (TDV) lahko v nekaterih razmerah v Sloveniji, z manj tveganja, zagotovimo več ekosistemskih storitev gozdov. V prispevku bomo obravnavali rdeči hrast in deloma robinijo. S pomočjo pregleda tuje literature iz avtohtonih področij pojavljanja rdečega hrasta bomo predstavili njegove osnovne ekološke zahteve in pokazali kakšne so gozdnogojitvene izkušnje iz evropskega prostora. Z analizo sestojev rdečega hrasta (*Quercus rubra* L.; Panovec) in robinije (*Robinia pseudoacacia* L.; Vipavska dolina) na izbranih lokacijah v Sloveniji smo ugotovili kakšna je njihova struktura in katere možnosti imamo pri gozdnogojitveni obravnavi.

1 RDEČI HRAST

1.1 Ekologija

1.1.1 Ekološke lastnosti rdečega hrasta v območju avtohtonega pojavljanja

Rdeči hrast je severnoameriška vrsta, ki prihaja iz vzhodnega dela ZDA in Kanade, od Quebec-a na severu, do Alabame na jugu, kjer uspeva v južnem delu Apalaškega gorovja od nižin, do nadmorske višine 1.680 m (Tirmenstein, D. A., 1991). Lahko raste v čistih sestojih ali pa je mešan z različnimi vrstami listavcev in iglavcev. Padavinski interval v katerem uspeva rdeči hrast na svojih naravnih rastiščih je med 760 in 2.030 mm, interval srednjih letnih temperatur pa med 4 in 16 °C. Raste na zelo različnih tleh in talnih podlagah, najbolj mu ustrezajo globoka dobro odcedna ilovnata in glinena tla ter severna in vzhodna pobočja, vključno z ulekninami in dolinami, brez zastajajoče vode (Dey in Parker, 1996; Tirmenstein, 1991). Semeniti začne v starosti 25 let, bolj obilno pa semeni v starosti okoli 50 let, v intervalih med 2 in 5 let (Sander, 1990). Seme

je pomemben vir prehrane za ptice, male glodavce in različne vrste iz družine jelenov. Večina semen se nahaja v okolici drevesa, glavna vektorja prenosa semena pa sta gravitacija in mali glodavci. Vrsta je srednje sencozdržna (mladje preživi v svetlobnih razmerah med 2 in 5 % polne osvetlitve), vendar ne tako kot sladkorni javor (*Acer saccharum* Marsh.) ali ameriška bukev (*Fagus grandifolia* Ehrh.), ki mu v območju avtohtonega pojavljanja močno konkurirata. Rdeči hrast asimilate prvenstveno investira v rast korenin, zato zdrži tudi v bolj sušnih tleh (Dey in Parker, 1996), kljub temu pa je na revnih tleh občutljiv na sušo.

Povprečen debelinski prirastek rdečega hrasta je okoli 5 mm letno, na dobrih rastiščih pa lahko doseže 10 mm. Redčenje naj bi izvajali pred starostjo sestoja 30 let, ker kasneje zaradi utesnjene krošnje slabše reagira. Odrasla drevesa v primeru stresa ali nenadne osvetlitve debla tvorijo epikormske poganjke. Rdeči hrast napada večje število gliv in insektov. Najbolj problematična je vrsta navadni gobar (*Lymantria dispar*), ki v ZDA ni avtohtona. Les rdečega hrasta je primeren za obdelavo in je uporaben za izdelavo pohištva, parketa in furnirja, ima pa tudi veliko kurilno vrednost; vrsta je primerna tudi za melioracijo degradiranih, lahko tudi kislih tal (Tirmenstein, 1991).

1.1.2 Ekološke lastnosti rdečega hrasta v Evropi

V Evropi raste večina rdečega hrasta na nadmorskih višinah med 250 in 800 m, na območjih, kjer je vsaj 550 mm padavin na leto (Nicolescu in sod., 2018b). Po nekaterih raziskavah naj bi bil bolj odporen na sušo kot graden in dob, zdržal pa naj bi tudi zelo nizke zimske temperature (do – 40 °C). Kljub temu je občutljiv na jesenske pozebe, ki lahko povzročijo odmiranje terminalnega poganjka in rogovilasto rast. Glede tal ni tako zahteven kot graden in dobro uspeva tudi na peščenih in včasih na degradiranih tleh, pri čemer mu ne ustrezajo tla z zastajajočo vodo in tla z veliko vsebnostjo kalcija. Rdeči hrast semeni pogosteje kot dob in graden (vsaka 2-3 leta), večino semena pa vzklije v neposredni bližini semenskega drevesa. Seme domačih vrst hrastov v Evropi je pri živalskih vrstah bolj priljubljeno (Nicolescu in sod., 2018b). Uspešnost pomlajevanja in širjenja rdečega hrasta je odvisna od rastiščnih razmer. Večjo uspešnost kaže na suhih revnih in srednje bogatih peščenih tleh, medtem ko je na bogatih tleh slabše konkurenčen in manj agresiven pri pomlajevanju. Glavni razlog za omejeno uspešnost širjenja je težko seme in njegova omejena disperzija. Rdeči hrast kot tujerodna vrsta s svojo prisotnostjo lahko spreminja strukturo in vrstno sestavo gozdov, vrstno sestavo talne vegetacije in talnih mikroorganizmov in lahko deluje kot invazivna vrsta (Chmura, 2013).

1.2 Nega

1.2.1 Negovalni pristopi v območju avtohtonega pojavljanja

Največje uspehe pri obnovi gozdov rdečega hrasta naj bi dosegali z zastornim načinom gospodarjenja, čeprav ga je mogoče vzgajati tudi s kombinacijo ustvarjanja vrzeli in robnih sečenj. V primeru zastornega gospodarjenja se v ZDA poslužujejo več sečenj v nizu. Prva sečnja v obliki nizkega redčenja služi vzpostavljanju pomladka, ki mu z nadaljnjimi sečnjami dodajajo svetlobo. Včasih ob prvi sečnji izvajajo tudi odstranjevanje pritalne vegetacije. V primeru dobro razvite pritalne vegetacije pri prvi sečnji odstranijo

okoli 30 % zastora, če je pritalne vegetacije manj in so tla slabše produktivna pa več. Za dobro uspevanje pomladka naj bi bila po prvi sečnji temeljnica ostanka sestoja med 9 in 12 m^2/ha (Dey in Parker, 1996). Končni posek izvajajo, ko je v pomladku več kot 1.000 osebkov na ha z višino okoli 1 m, kar naj bi zagotovilo normalen razvoj sestoja. Ob končni sečnji na sečni površini puščajo okoli 30 prihranjenih dreves, da zagotovijo proizvodnjo semena za živalske vrste.

1.2.2 Negovalni pristopi v Evropi

Pred prvim redčenjem v mladju rdečega hrasta izvajajo klasično nego mladja in gošče. V začetni fazi razvoja izvajajo obžetev in odstranjevanje vegetacije, kasneje pa rahljanje in čiščenje (negativna selekcija). Zaradi hitre rasti rdečega hrasta mora biti ukrepanje pogosto in močno. V zadnji fazi razvoja mladovja pri prsnih premerih okoli 10 cm naj gostota ne bi presegala 1.600 osebkov na ha, pri čemer se na boljših rastiščih pozitivna selekcija začne že ob koncu faze gošče. V mlajših sestojih začnejo izvajati izbiralno redčenje zgodaj, pogostost pa je od 4–6 let. Jakost redčenja prilagajajo razmeram, giblje pa se med 15 in 30 % temeljnice. Večje jakosti imajo za cilj dolgoročno produkcijo lesa z debelinskim prirastkom vsaj 1 cm na leto. Pri močnem ukrepanju moramo biti previdni, saj se lahko pojavi intenzivno odganjanje debelnih epikormskih poganjkov. Tudi v sestojih rdečega hrasta je mogoče izvajati situacijsko nego in druge oblike bolj usmerjenih redčenj, kjer pospešujemo manjše število ciljnih dreves (60–140 dreves na ha) in skrbimo za dobro debelinsko rast z vzdrževanjem velike krošnje. Za doseganje boljše kakovosti izbranih ciljnih dreves izvajajo tudi obvejevanje, saj naravno čiščenje vej rdečega hrasta ni tako uspešno kot pri domačih vrstah. Odstranjujejo suhe in slabo razvite veje s premerom maksimalno 3 cm, do višine 6 m. V večini evropskih držav je proizvodna doba za sestoje rdečega hrasta med 70 in 100 leti, kar je, zaradi hitre rasti rdečega hrasta, manj, kot velja za avtohtone vrste hrasta (Nicolescu in sod., 2018b).

1.3 Obnova

1.3.1 Obnova rdečega hrasta v območju avtohtonega pojavljanja

Klitje želodov rdečega hrasta se začne spomladi v prvem letu in je najbolj uspešno, če so v kontaktu s tlemi in delno zastrti z opadom. Če se želod nahaja na vrhu plasti listja, pogosto propade. Najpomembnejši dejavnik pri razvoju mladih osebkov je svetloba, ki bi naj dosegala vsaj 30 % polne osvetlitve. Osebki mladja pod zastorom preživijo nekaj let, potem pa propadejo, zato za obnovo priporočajo rahlo presvetlitev sestojev, kjer se vrsta pojavlja v pomladku (Dey in Parker, 1996). Zastrti osebki mladja odženejo prej in tako izkoristijo kratek čas polne osvetlitve preden se olista zgornja sestojna plast. Ne glede na vir poškodb, korenine osebkov mladja rdečega hrasta preživijo in zato ima veliko sposobnost obnavljanja (npr. po požarih ali mehanski poškodbi). Tudi v primeru golosekov je rast mladih osebkov rdečega hrasta relativno počasna in se bolje uveljavlja, če je že prisoten kot pomladek oziroma površine, kjer se pomlajuje niso povsem odprte. V ZDA v večini primerov za obnovo uporabljajo naravno mladje, vendar se poslužujejo tudi umetne obnove s sadikami. Pri presajanju je zelo pomembno, da ohranimo čim več korenin, saj so v njih rezerve hranil, ki pomagajo pri preživetju

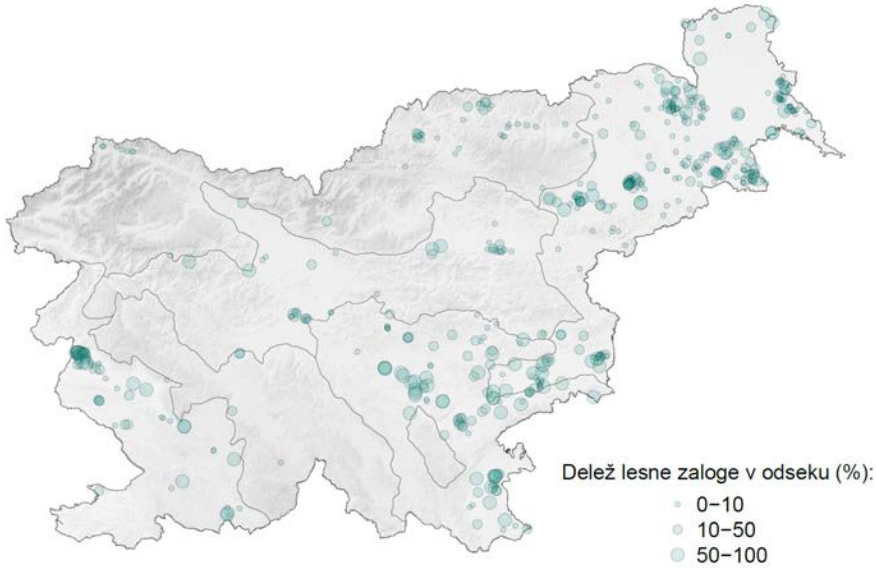
mladih osebkov rdečega hrasta. Mladje rdečega hrasta v svojem naravnem okolju objedajo različne vrste iz družine jelenjadi, kar ima lahko velik zaviralen učinek na razvoj mladja. Rdeči hrast je v mlajših razvojnih fazah slabše konkurenčen na dobrih rastiščih, kjer uspevajo visoka hitrorastoča zelišča in drevesne vrste. Večjo konkurenčno moč ima na bolj ekstremnih, lahko tudi sušnih rastiščih, kjer lahko konkurira zaradi sposobnosti shranjevanja rezerv v svojem dobro razvitem koreninskem sistemu. V ZDA za pospeševanje mladja rdečega hrasta uporabljajo kontrolirano požiganje, ki ga izvajajo vsako leto od 3 do 5 let, z njim pa uničijo konkurenčno pritalno vegetacijo in neželene vrste (Dey in Parker, 1996).

1.3.2 Obnova rdečega hrasta v Evropi

Tako kot v ZDA, tudi v Evropi obnova rdečega hrasta temelji na naravnem pomlajevanju in uporabi zastornega, v nekaterih primerih pa tudi skupinsko postopnega gospodarjenja. Ko z odpiranjem sestoja dosežejo dobro pomlajevanje, takoj nadaljujejo s končno sečnjo. Naravno pomlajevanje rdečega hrasta je povsod, kjer se pojavlja, obilno in uspešno, zato so pomladitvene dobe kratke. Rdeči hrast tudi v Evropi dobro semeni, predacija semena pa je majhna. Glavna težava, ki jo opažajo tudi v evropskih sestojih, je objedanje mladja. Čeprav je v ZDA pomlajevanje rdečega hrasta včasih problematično zaradi slabe konkurenčnosti z bolj sencozdržnimi vrstami, so v analizah sestojev na peščenih tleh, na rastiščih doba in belega gabra v okolici Freiburga v Nemčiji zabeležili dobro pomlajevanje (v povprečju 240.000 osebkov nižjih od 2 m na ha) te drevesne vrste tudi v povsem zastrtih sestojih. Maksimalne gostote so ugotovili neposredno pod semenskimi drevesi (do 1.250.000 na ha), v razdalji večji od 15 m od semenskih dreves pa značilno manj. Rdeči hrast tudi v Evropi pospešujejo s pomočjo umetne obnove. Gostote sajenja se precej razlikujejo med državami. Najnižje gostote uporabljajo v Franciji (1.000–2.000 osebkov na ha), najvišje pa v Romuniji (5.000–7.000 osebkov na ha). Mladje rdečega hrasta se dobro meša z avtohtonimi vrstami, pri čemer moramo pri negi dajati prednost domačim vrstam, ki imajo nekoliko manj intenzivno višinsko rast (Nicolescu in sod., 2018b).

1.4 Nekatere izkušnje z nego in gojenjem rdečega hrasta v Sloveniji

Podatki in informacije, ki jih predstavljamo v tem poglavju so kombinacija podrobnega ogleda več sestojev, pogovorov in anket s strokovnjaki na terenu in analize pomlajevanja. V Sloveniji je, po podatkih ZGS (GIS ZGS 2017), lesna zaloga rdečega hrasta 110.768 m^3, kar v skupni lesni zalogi predstavlja 0,03 %. Rdeči hrast se pojavlja v dobrem odstotku vseh gozdnih odsekov (slika 1).



Slika 1: Delež lesne zaloge rdečega hrasta po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije (Vir: GIS ZGS 2017)

V Panovcu pri Novi Gorici se sestoji rdečega hrasta pojavljajo v različnih razvojnih fazah in odstotkih mešanosti. Večkrat sta primešana graden, mali jesen, pa tudi bukev. Rdeči hrast dobro uspeva v mešanih in čistih sestojih. V čistih sestojih je vidno bujno pomlajevanje rdečega hrasta (slika 2 zgoraj) s primešanimi domačimi vrstami. Na raziskovalnih ploskvah smo zabeležili skupaj 72.800 osebkov mladja na ha. Prevladoval je rdeči hrast s 55 %, sledili pa so mu graden (28 %), veliki jesen (6 %), mali jesen (4 %) in beli gaber (2 %). V mladju se v manjših deležih pojavljajo tudi gorski javor, robinija, brek, poljski brest, bukev, češnja in druge vrste. Domače vrste so v podrejenem položaju, zato je potrebno njihovo pospeševanje kmalu po nasemenitvi. Pri analizi višinske strukture mladja rdečega hrasta in gradna smo ugotovili, da rdeči hrast sicer prevladuje, vendar je tudi graden prisoten v višinskih razredih nad 50 cm in ga je s primerno hitrim gojitvenim ukrepanjem še mogoče primešati.

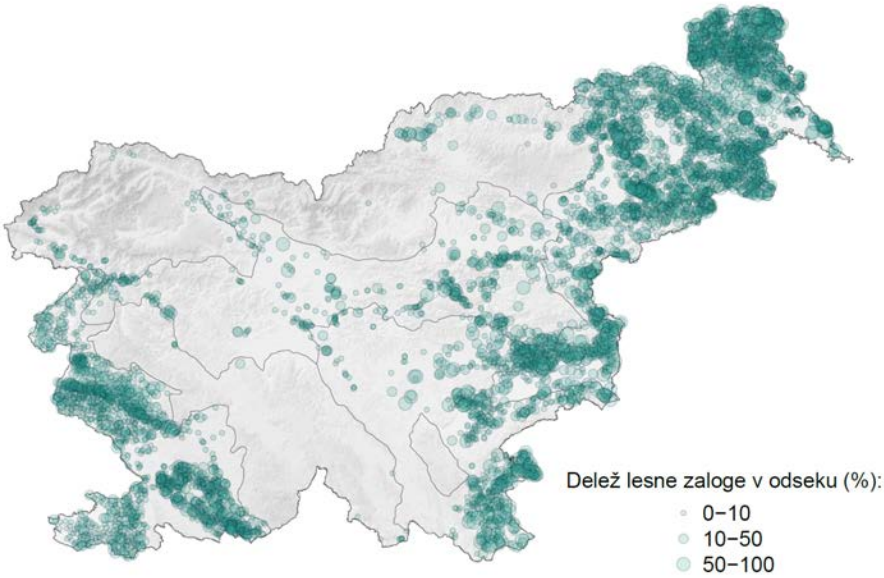
Pri uvajanju sestoja v obnovo mladje ne sme biti višje od 1 m, saj pride pri sečnji do prevelikih poškodb mladih osebkov. Rdeči hrast počasi prodira v okoliške sestoje avtohtonega gradna. Kjer želijo ustaviti rdeči hrast pri širjenju, naredijo ostre meje oziroma robno sečnjo, s katero držijo rdeči hrast v ozadju in ne puščajo semenskih dreves, v ospredje pa postavljajo graden. Tak ukrep je učinkovit, ker se rdeči hrast relativno počasi širi v okolico semenskih dreves, zaradi česar je tudi njegova potencialna invazivnost omejena. Za odlično kakovost in doseganje velikih premerov so potrebna pogosta redčenja. Predlagana proizvodna doba je 100 let, pri čemer dimenzijo 50 cm s pravilno nego in ukrepanjem lahko dosegamo že pri starosti sestoja 50 let.

Slika 2: Bujno pomlajevanje rdečega hrasta na sestojnem robu (zgoraj) in odganjanje robinije po panjevski sečnji (spodaj)

2 ROBINIJA

2.1 Prisotnost robinije v slovenskih gozdovih

Robinija je najbolj razširjena TDV v Sloveniji, največje površine pa zastira v gozdovih GGO Murska Sobota, GGO Sežana, GGO Brežice in GGO Tolmin (Kutnar in Kobler, 2013). Njena lesna zaloga v Sloveniji je 2.235.607 m^3, kar predstavlja 0,63 % celotne lesne zaloge gozda v Sloveniji, pojavlja pa se v dobrih 13 % vseh gozdnih odsekov (slika 3) v Sloveniji (GIS ZGS 2017). Njen status v Sloveniji ni enoznačen. Zaradi uporabnega, kakovostnega in trajnega lesa, medonosnosti in pozitivnih vlog, ki jih ima na degradiranih rastiščih in po požarih je zaželena vrsta med lastniki in gozdarskimi strokovnjaki. Robinija je obenem invazivna in lahko negativno vpliva na obnovo in pestrost avtohtonega gozda.



Slika 3: Delež lesne zaloge robinije po odsekih v Sloveniji. S sivo črto so označene fitogeografske regije (Vir: GIS ZGS 2017)

V večini primerov, kjer se z robinijo v Sloveniji načrtno gospodari, uporabljajo panjevsko sečnjo (slika 2 spodaj). Tak način gospodarjenja pospešuje konkurenčno moč te drevesne vrste, saj intenzivno odganja iz panjev in korenin. Sortimenti, ki jih na tak način pridobijo so vinogradniško kolje, manjše dimenzije pa porabijo za kurjavo. Proizvodna doba za vinogradniško kolje je med 20 in 30 leti, na boljših rastiščih pa manj. Kljub uspešnemu panjevskemu gospodarjenju, se pojavljajo tveganja v smislu slabe kakovosti panjevskih osebkov, prisotnosti trohnobe, zmanjševanja biotske pestrosti, invazivnosti robinije in slabšanja talnih razmer. Zato lahko, na boljših rastiščih, razmišljamo o alternativnih pristopih k negi sestojev robinije. Omenili bi predvsem dva: i) premena čistih sestojev robinije v mešane in ii) gojenje sestojev robinije za pridelavo hlodovine.

2.2 Možnosti za premeno čistih sestojev robinije

Vegetativni način pomlajevanja, ki ga spodbujamo s panjevsko sečnjo robiniji omogoča nenehno prisotnost na površini kjer uspeva, saj je višinska rast poganjkov veliko bolj intenzivna, kot rast drugih vrst, ki se na isti površini razmnožujejo s semenom. Kljub temu v začetni fazi obnove lahko zabeležimo pristnost tudi drugih vrst, ki bi jih lahko uporabili pri premeni sestojev. Na raziskovalnih ploskvah v Vipavski dolini smo v 16 sestojih od 1 do 8 let po panjevski sečnji analizirali drevesno sestavo in strukturo mladja (Marka, 2019). Ugotovili smo veliko pestrost avtohtonih drevesnih vrst v mladju z višino nad 1,3 m med katerimi so bile mali jesen, poljski brest, gorski javor, navadni oreh, črni gaber, divja češnja, brek in graden. Omenjene vrste se pojavljajo na začetku razvoja, kasneje pa postanejo manj konkurenčne, zato je v primeru premene potreb-

no ukrepanje kmalu po nasemenitvi avtohtonih vrst. Ker je prvih nekaj let potrebno intenzivno ukrepanje, da ohranimo konkurenčnost domačih vrst in je tak ukrep lahko povezan z večjimi stroški, si lahko za cilj postavimo mešan sestoj, v katerem bodo robiniji posamično primešani osebki avtohtonih vrst, ki bodo služili kot semenska drevesa za naslednjo generacijo, obenem pa bodo s senčenjem zmanjševala moč svetloljubne robinije. Tak postopen način premene je smotrno izvajati na dobrih rastiščih, kjer bo reakcija avtohtonih vrst boljša.

2.3 Vzgoja hlodovine v sestojih robinije

V več evropskih državah je cilj gojenja čistih sestojev robinije vzgoja hlodovine s ciljnimi premeri najmanj 40 cm. V tem primeru prvič ukrepajo 5 let po panjevski sečnji. V tem ukrepu izvajajo negativno selekcijo in zmanjšujejo gostoto do 2.500 dreves na ha. Naslednji ukrep sledi čez 4 leta, ko pa že uporabljajo pozitivno selekcijo, gostote pa zmanjšujejo na 1.000, 1.700 ali 2.000 dreves na ha, odvisno od države. Ta del nege je ključen za zagotavljanje dovolj velikih krošenj robinije, ki je močno občutljiva na stransko senčenje. Nega se nadaljuje s serijo izbiralnih redčenj (vsakih 5–7 let) jakosti od 15 do 25 % lesne zaloge sestoja, kjer je glavni cilj pospeševanje kakovosti, vzdrževanje velikosti krošenj in ohranjanje prirastka. Vse osebke v spodnjem sestojnem položaju puščajo, da zagotovijo zaščito debel in preprečijo pojavljanje epikormskih poganjkov. Gostota dreves po zadnjem redčenju je v večini držav med 150 in 500 osebki na ha. Kakovost hlodovine izboljšujejo tudi z obvejevanjem od 4 do 8 m visoko (Nicolescu in sod., 2018a).

3 ZAKLJUČKI

Drevesne vrste so še posebej občutljive na podnebne spremembe kadar rastejo na robu svoje ekološke niše oz. blizu zgornje meje tolerance na temperaturo in sušo. Ko se podnebje spremeni preko zgornjih meja tolerance neke vrste, začne ta vrsta izginjati. Drevesna sestava gozda se spremeni, njegova odpornost in sposobnost okrevanja pa v večini primerov zmanjšata. Gozdarji lahko na proces vplivajo z uvajanjem drevesnih vrst, ki imajo višje meje tolerance na temperaturo in sušo. Pri tem lahko uporabijo avtohtone ali pa tujerodne vrste. Nabor primernih domačih vrst, ki so primerne tudi z vidika pridelave kakovostnega lesa je relativno majhen, zato je v nekaterih primerih smotrno uvajati tudi tujerodne vrste (Kölling, 2013). Za bolj usmerjeno uporabo tujerodnih vrst potrebujemo informacije o klimatskih razmerah v območjih avtohtonega pojavljanja vrste, ki jih lahko primerjamo s klimatskimi razmerami v območjih kjer bomo vrsto vnašali, obenem pa upoštevamo napovedane spremembe klime. Na tak način lahko zmanjšamo tveganje pri uporabi izbranih vrst. Kljub temu moramo pri odločitvah upoštevati možna tveganja uvajanja vrste. Njeno morebitno invazivnost in reakcijo na klimo ter morebiten pojav škodljivcev (Kölling, 2013). Robinija je v Sloveniji invazivna vrsta, zato je v čistih sestojih, vsaj na dobrih rastiščih, smotrno izvajanje premene. Tudi če bomo izvajali premeno bo ta vrsta v prihodnosti prisotna v slovenskih gozdovih, zato lahko z vzgojo kakovostne hlodovine bolje izkoristimo njene potenciale. Podobno je z vrsto rdeči hrast, ki ima kakovosten in široko uporaben les, pri nas pa dobro uspeva na različnih rastiščih. Pomlajuje se naravno in obilno. S primernimi in dovolj pogostimi

gojitvenimi ukrepi lahko vzgojimo zelo kakovostne osebke s krajšimi obhodnjami, kot pri domačih vrstah. Kjer se dobro pomlajuje je dominanten in lahko deluje invazivno, zato je pomembno, da v mladju ukrepamo hitro in dajemo prednost domačim vrstam. Kjer je v Sloveniji rdeči hrast prisoten, ga je smotrno negovati, s ciljem doseganja najboljše kakovosti. Zaradi njegovih dobrih lastnosti, ga je mogoče tudi točkovno uvajati na rastišča, kjer so domače vrste manj uspešne, med katere spadajo tudi degradirana rastišča na suhih in kislih tleh.

4 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejav¬nost republike Slovenije (ARRS).

5 VIRI

Chmura D. 2013. Impact of alien tree species *Quercus rubra* L. on understorey environment and flora: a study of the Silesian Upland (southern Poland). Pol. J. Ecol. 61: 431–442.

Dey D.C., Parker W.C. 1996. Regeneration of red oak (*Quercus rubra* L.) using shelterwood systems: ecophysiology, silviculture and management recommandations, Forest research information paper. Sault Ste. Marie, Ont.

GIS ZGS, 2017. Gozdarski informacijski sistem Zavoda za gozdove Slovenije.

Kölling C. 2013. Nichtheimische Baumarten - Alternativen im klimagerechten Waldumbau. LWF Aktuell, 96: 4–11.

Kutnar L., Kobler A. 2013. Sedanje stanje razširjenosti robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v Sloveniji in napovedi za prihodnost. Acta silvae et ligni, 102: 21–30.

Marka D. 2019. Gojitvena obravnava in razvoj sestojev robinije (*Robinia pseudoacacia* L.) v spodnji Vipavski dolini, Diplomsko delo. Visokošolski strokovni študij – 1. stopnje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 52 str.

Nicolescu V.-N., Vor T., Mason W.L., Bastien J.-C., Brus R., Henin J.-M., Kupka I., Lavnyy V., Porta N.L., Mohren F., Petkova K., Rédei K. 2018b. Ecology and management of northern red oak (*Quercus rubra* L. syn. *Q. borealis* F. Michx.) in Europe: a review. Forestry: 14.

Nicolescu V.-N., Hernea C., Bakti B., Keserű Z., Antal B., Rédei K. 2018a. Black locust (*Robinia pseudoacacia* L.) as a multi-purpose tree species in Hungary and Romania: a review. J. For. Res. 29: 1449–1463.

Sander I.L. 1990. *Quercus rubra* L. Northern red oak. Silv. N. Am., 2: 727–733.

Tirmenstein D.A. 1991. *Quercus rubra*, in: Fire Effects Information System (Online). U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer).

BIOTSKA TVEGANJA PRI VNOSU TUJERODNIH DREVESNIH VRST V SLOVENSKE GOZDOVE

Andreja KAVČIČ[1], Barbara PIŠKUR[2], Maarten de GROOT[3], Nina ŠRAMEL[4], Peter SMOLNIKAR[5], Simon ZIDAR[6], Ana BRGLEZ[7], Maja JURC[8], Tine HAUPTMAN[9], Roman PAVLIN[10], Nikica OGRIS[11]

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, andreja.kavcic@gozdis.si
(2) Gozdarski inštitut Slovenije, barbara.piskur@gozdis.si
(3) Gozdarski inštitut Slovenije, maarten.degroot@gozdis.si
(4) Gozdarski inštitut Slovenije, nina.sramel@gozdis.si
(5) Gozdarski inštitut Slovenije, peter.smolnikar@gozdis.si
(6) Gozdarski inštitut Slovenije, simon.zidar@gozdis.si
(7) Gozdarski inštitut Slovenije, ana.brglez@gozdis.si
(8) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, maja.jurc@bf.uni-lj.si
(9) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, tine.hauptman@bf.uni-lj.si
(10) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, roman.pavlin@bf.uni-lj.si
(11) Gozdarski inštitut Slovenije, nikica.ogris@gozdis.si

Ključne besede: tujerodne drevesne vrste, biotska tveganja, bolezni, žuželke, priročnik

1 UVOD

Soočamo se s podnebnimi spremembami, hitro rastočo mednarodno trgovino in globalnimi premiki blaga in ljudi. Očitne spremembe se dogajajo tudi v gozdovih, kjer opažamo hiranje in sušenje različnih drevesnih vrst zaradi suše, naravnih ujm ter povečanega pritiska škodljivih organizmov (Teshome in sod., 2020). Propadanje sestojev navadne smreke (*Picea abies* L.) v Evropi je tipičen primer spreminjanja gozdov zaradi globalnih sprememb.

Trendi kažejo, da bodo globalne spremembe že v bližnji prihodnosti kritično vplivale na nekatere drevesne vrste, ki jim spremenjene ekološke razmere ne bodo več omogočale optimalnih pogojev za rast. Zaradi suše, vse pogostejših in vse bolj intenzivnih naravnih ujm ter vpliva škodljivih organizmov lahko pričakujemo celo lokalno izginjanje gozdnih sestojev. Kot ponor CO_2 in zaradi drugih pomembnih funkcij, ki jih imajo, pa so po drugi strani gozdovi ključni za blaženje globalnih sprememb. Če jih bomo želeli ohraniti, bo imela pri tem pomembno vlogo umetna obnova. Vnos tujerodnih drevesnih vrst, ki uspevajo v podobnih ekoloških razmerah, kot jih pričakujemo pri nas v naslednjih desetletjih, predstavlja privlačno in obetavno rešitev za dolgoročno ohranitev gozdnih površin, funkcij gozdov ter z gozdom povezanih dejavnosti (Ennos in sod., 2019; Pötzelsberger in sod., 2020).

V drugi polovici 19. stoletja je želja po gozdnih drevesnih vrstah z lesom višje kakovosti, hitrejšo rastjo, sposobnostjo rasti na specifičnih rastiščih in kot vir dobrin vodila v

načrtne vnose in sadnjo tujerodnih drevesnih vrst pri nas in drugod po Evropi (Kutnar in Pisek, 2013). Vnašanje tujerodnih drevesnih vrst je doseglo vrh med prvo in drugo svetovno vojno, v kasnejših letih pa se je zaradi uvajanja sonaravnega gospodarjenja z gozdovi začelo zmanjševati. Pri soočanju z izzivi, povezanimi s podnebnimi spremembami, in povečano potrebo po umetni obnovi gozdov, postaja tematika vnosa tujerodnih drevesnih vrst v gozdove spet vse bolj aktualna (Pötzelsberger in sod., 2020).

V spreminjajočem se okolju lahko nekatere drevesne vrste uspevajo bolje kot druge in je njihova sposobnost preživetja boljša. Vendar pa, kot se je že izkazalo v preteklosti, vnašanje tujerodnih drevesnih vrst nikakor ni brez tveganj. Na primer, tujerodne drevesne vrste v novem okolju lahko postanejo tudi invazivne in imajo druge negativne vplive na ciljni ekosistem (Brundu in sod., 2020). Z globalizacijo so tujerodne drevesne vrste postale pomembna pot vnosa določenih skupin tujerodnih škodljivih organizmov (Meurisse in sod., 2019). Po drugi strani pa lahko tujerodne drevesne vrste ogrožajo domorodni oz. že prisotni škodljivi organizmi, katerim »prišleki« predstavljajo novo ekološko nišo (Branco in sod., 2015; Csóka in sod., 2019). Vse posledice vnosa tujerodnih drevesnih vrst je težko predvideti, saj so odvisne od številnih dejavnikov (Potter in Urquhart, 2017; Teshome in sod., 2020).

Vsaka drevesna vrsta je v svojem naravnem okolju povezana z različnimi skupinami škodljivih organizmov, ki bolj ali manj negativno vplivajo na njeno zdravstveno stanje. Nedavna raziskava je pokazala, da na približno 150 tujerodnih vrstah gozdnega drevja, kolikor jih lahko najdemo v Evropi, povzroča poškodbe več kot 800 vrst organizmov, večinoma žuželke (49 %) in glive (45 %) (Pötzelsberger in sod., 2021) - na 11 tujerodnih drevesnih vrstah, ki so kandidati za vnos v slovenske gozdove, je znanih več kot 700 vrst škodljivih organizmov. Medtem ko imajo nekateri škodljivi organizmi na gostitelja minimalen negativni vpliv, pa lahko drugi povzročijo propad gostitelja ali na njegovo zdravje vplivajo nepovratno.

Tveganje, ki ga predstavljajo škodljivi organizmi na gozdnem drevju, je zato smiselno vključevati v proces odločanja o vnosu tujerodnih vrst gozdnega drevja v gozdove. Poleg tega, da vemo, kateri škodljivi organizmi lahko v novem okolju vplivajo na tujerodne drevesne vrste, moramo vedeti tudi, kako lahko njihovo navzočnost zaznamo in kakšni ukrepi so na voljo za preprečevanje oz. omejevanje škode, ki jo ti organizmi potencialno lahko povzročijo.

Za identifikacijo škodljivih organizmov na gozdnem drevju je doma in v tujini na voljo več priročnikov in drugih virov, ki pa se praviloma osredotočajo na domorodne drevesne vrste. V luči dilem, ki se porajajo pri vprašanju vnosa tujerodnih drevesnih vrst v gozdove, smo izdelali strokovno monografijo, v kateri na enem mestu predstavljamo najpogostejše škodljive organizme, ki se pojavljajo na tujerodnih drevesnih vrstah, ki so potencialni kandidati za vnos v slovenske gozdove (Ogris, 2021).

Ker je proizvodnja kakovostnega gozdnega reprodukcijskega materiala bistvena za uspešno obnovo, škodljivi organizmi pa so eden od glavnih omejujočih dejavnikov v tem procesu, so v strokovni monografiji na enem mestu predstavljeni tudi škodljivi organiz-

mi, ki se pojavljajo na sejankah in sadikah gozdnega drevja in jih je smiselno upoštevati kot dejavnik tveganja pri proizvodnji semenk in sadik domorodnih in tujerodnih vrst.

Opise škodljivih organizmov in navodila za njihovo prepoznavanje dopolnjujejo ukrepi za preprečevanje in zmanjševanje škod zaradi škodljivih organizmov med samo proizvodnjo sejank in sadik ter kasneje pri sadnji v gozdu, s katerimi zagotavljamo zdrave in neoporečne sadike, ki so pogoj za osnovanje zdravih, večnamenskih in trajnostnih gozdnih sestojev.

Monografija ima vlogo priročnika in je namenjena drevesničarjem, gozdarjem in vsem ostalim, ki jih zadeva zdravje gozdnega drevja, za prepoznavanje najpogostejših škodljivih organizmov na tujerodnih drevesnih vrstah ter sejankah in sadikah različnih vrst gozdnega drevja. Monografija je namenjena tudi kot strokovno gradivo za pomoč pri analizah tveganja in odločanju o vnosu tujerodnih drevesnih vrst v slovenske gozdove.

2 METODE DELA

Pri pripravi seznama škodljivih organizmov na tujerodnih drevesnih vrstah, ki lahko povzročijo propad rastline, opisih izbranih škodljivih organizmov tujerodnih drevesnih vrst ter pripravi navodil za prepoznavanje najpomembnejših škodljivih organizmov, ki v gozdovih in drevesnicah povzročajo poškodbe sejank in sadik, smo uporabili strokovno in znanstveno literaturo ter spletne vire.

Vključenih je 11 tujerodnih drevesnih vrst, ki so v Sloveniji že prisotne in so potencialni kandidati za vnos v slovenske gozdove pri obnovi gozdnih površin ter ohranjanju večnamenskih in trajnostnih gozdov v spreminjajočem se okolju - to so: navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), zeleni bor (*Pinus strobus* L.), rdeči hrast (*Quercus rubra* L.), črni oreh (*Juglans nigra* L.), navadna robinija (*Robinia pseudoacacia* L.), omorika (*Picea omorika* (Pančić) Purkyne), sitka (*Picea sitchensis* (Bong.) Carriere), grška jelka (*Abies cephalonica* Loudon), velika jelka (*Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindley), kavkaška jelka (*Abies nordmanniana* (Steven) Spach) in Lawsonova pacipresa (*Chamaecyparis lawsoniana* (A. Murray) Parl.).

Za izdelavo kataloga ukrepov za preprečevanje škod na sadikah in sejankah zaradi škodljivih organizmov smo uporabili informacije, ki smo jih pridobili s pomočjo vodenih intervjujev s strokovnjaki za varstvo gozdov in strokovnjaki za divjad Zavoda za gozdove Slovenije ter drevesničarji. Intervjuvancem smo zastavili naslednja okvirna vprašanja: (1) Proti kateremu škodljivemu organizmu uporabljate ukrep? (2) Za zaščito sadik katere gozdne drevesne vrste je ta ukrep primeren? (3) Uporabljate ta ukrep kot preprečevalni ukrep ali za zatiranje škodljivih organizmov ali oboje? (4) Ukrep čim bolj podrobno opišite. (5) Kdaj ta ukrep uporabite? (6) Kako pogosto ta ukrep izvajate? (7) Kateri pogoji morajo biti izpolnjeni, da lahko ta ukrep pravilno izvedete? (8) S katerimi ovirami se pri izvajanju tega ukrepa najpogosteje srečujete? (9) Na kakšen način se z ovirami soočite oz. kako pridete do rešitve? (10) Koliko je ta ukrep učinkovit za preprečevanje oz. zmanjšanje škod zaradi škodljivih organizmov? V primeru rabe fitoa farmacevtskih sredstev so namesto tržnih imen sredstev navedene aktivne snovi, ki jih

lahko najdemo tudi na seznamu registriranih fitofarmacevtskih sredstev, dostopnem na spletni strani informacijskega sistema za varstvo rastlin (http://www.fito-info.si/).

3 REZULTATI

Monografija obsega 280 strani in obravnava najpomembnejše povzročitelje poškodb na tujerodnih vrstah gozdnega drevja, navodila za prepoznavanje škodljivih organizmov na sejankah in sadikah gozdnega drevja ter ukrepe za preprečevanje in zmanjševanje škod zaradi škodljivih organizmov v gozdnih drevesnicah in pri obnovi gozdov. Skupno je obravnavanih 179 domorodnih in tujerodnih vrst škodljivih organizmov na 11 tujerodnih vrstah gozdnega drevja.

Monografija je razdeljena v štiri poglavja. V prvem poglavju z naslovom »Navodila za uporabo priročnika« sta opisana struktura monografije in kako z ustreznim načinom iskanja povzročiteljev poškodb gozdnega drevja lahko monografijo uporabljamo kot priročnik.

Sledi poglavje »Tveganja zaradi škodljivih biotskih dejavnikov pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst v slovenske gozdove,« v katerem se seznanimo z dejstvom, da vnos tujerodnih vrst gozdnega drevja ni brez tveganj in da največje tveganje predstavljajo biotični dejavniki oz. domorodni in tujerodni škodljivi organizmi, ki na tujerodnih drevesnih vrstah povzročajo poškodbe ali pa celo povzročijo propad rastline. Na osnovi izsledkov nedavne raziskave, ki obravnava biotična tveganja za 23 pomembnejših tujerodnih drevesnih vrst v Evropi (Pötzelsberger in sod., 2021), je prikazana pestrost vrst škodljivih organizmov, ki se pojavljajo na tistih tujerodnih drevesnih vrstah, ki so kandidati za vnos v slovenske gozdove (9 vrst) (Ogris in sod., 2021, Preglednica 1). Na teh devetih tujerodnih drevesnih vrstah se v Evropi pojavlja 768 vrst škodljivih organizmov, od tega jih 344 (44,8 %) lahko povzroči propad gostitelja ali njegovo zdravstveno stanje nepovratno spremeni. Največji delež vseh znanih vrst škodljivih organizmov na omenjenih tujerodnih drevesnih vrstah zavzemajo žuželke in glive (50,4 % oz. 42,7 %), ostalo predstavljajo virusi, bakterije, fitoplazme, ogorčice in sesalci (6,9 %).

Preglednica 1: Število vrst škodljivih organizmov, ki se v 27 evropskih državah pojavljajo na devetih tujerodnih drevesnih vrstah, ki so kandidati za uvajanje v slovenske gozdove (prirejeno po: Pötzelsberger in sod., 2021)

Drevesna vrsta*	**Št. vrst škodljivih organizmov**	**Št. vrst žuželk**	**Št. vrst gliv**	**Št. drugih vrst škodljivih organizmov**	**Št. vrst organizmov, zaradi katerih rastlina propade ali njeno zdravje po petih letih ni več povračljivo**
Abies grandis	55	30	23	2	23
Abies nordmanniana	74	37	28	9	27
Chamaecyparis lawsoniana	61	20	38	3	34
Juglans nigra	17	4	10	3	8
Picea sitchensis	111	57	51	3	39
Pinus strobus	84	51	31	2	49
Pseudotsuga menziesii	133	72	52	9	79
Quercus rubra	91	43	41	7	30
Robinia pseudoacacia	142	73	54	15	55
Skupaj	**768**	**387**	**328**	**53**	**344**

*Tabela vključuje 9 od 11 vrst, obravnavanih v strokovni monografiji. Podatki so vzeti iz podatkovne zbirke projekta COST NNEXT in ne vključujejo podatkov za omoriko in grško jelko, ki ju obravnavamo v strokovni monografiji.

Sledijo opisi 77 najpogostejših škodljivih organizmov na izbranih tujerodnih vrstah gozdnega drevja (11), ki predstavljajo večji del poglavja. Škodljivi organizmi so urejeni po drevesnih vrstah, na katerih se pojavljajo in so urejene po abecednem vrstnem redu. Znotraj posameznega gostitelja (drevesne vrste) so škodljivi organizmi razvrščeni glede na del rastline, ki jo najpogosteje poškodujejo, in sicer v naslednjem vrstnem redu: listi/iglice, seme, poganjki, veje, deblo in korenine. Za posamezni del rastline so najprej navedene škodljive žuželke, sledijo jim glive.

V opisu posameznega škodljivega organizma so navedeni znanstveno oz. latinsko ter slovensko ime organizma in avtor opisa. Vsak opis zajema podatke o razširjenosti škodljivega organizma, njegovih gostiteljih in biologiji z ekologijo, navedena so značilna znamenja, pomembna za prepoznavanje, predstavljen je vpliv škodljivega organizma in navedene so možne zamenjave z drugimi škodljivimi dejavniki. Vsak opis je dopolnjen s slikovnim gradivom. Strani z opisi škodljivih organizmov, vezanimi na določeno tujerodno drevesno vrsto, imajo na vrhu strani navedeno latinsko in slovensko ime drevesne vrste. Na začetku poglavja so navedeni dodatni viri, kjer bralec lahko poišče škodljive organizme, ki ga zanimajo, a v monografiji niso zajeti.

Tretje poglavje monografije se osredotoča na zagotavljanje kvalitetnih, zdravih in odpornih sadik gozdnega drevja. Proizvodnja, shranjevanje, prenos na mesto sadnje ter vzdrževanje zdravstvenega stanja sadik po zasaditvi v gozdu so koraki, od katerih je odvisen uspeh sadnje in kakovost bodočega gozdnega sestoja, ki ga želimo osnovati. Ker je umetna obnova zelo draga, je smiselno, da so vse aktivnosti izvedene skrbno oz. tako, da so izgube čim manjše. Pri vzgoji sadik gozdnega drevja je izjemnega pomena kakovosten, genetsko pester gozdni reprodukcijski material, zato moramo stremeti tudi k ohranjanju genetskih virov.

Analiza je pokazala, da pri vzgoji sadik gozdnega drevja v gozdnih drevesnicah v Sloveniji največ škode povzročijo glive in žuželke, vpliv abiotskih dejavnikov na zdravstveno stanje sadik pa je majhen in znaša približno en odstotek (Smolnikar in sod., 2019). V letih od 1997 do 2018 je bilo v naših gozdnih drevesnicah zabeleženih 119 različnih vrst škodljivih organizmov.

V prvem delu poglavja so navodila za prepoznavanje najpomembnejših škodljivih dejavnikov, ki povzročajo poškodbe sejank in sadik v gozdnih drevesnicah in gozdovih. Na začetku je najprej predstavljena problematika škodljivih organizmov na sejankah in sadikah gozdnega drevja, nato pa je opisan način uporabe navodil. Našteti so tudi viri, ki so lahko v dodatno pomoč pri prepoznavanju škodljivih organizmov. Opisan je še postopek odvzema vzorca in pošiljanja v analizo v uradni laboratorij za škodljive organizme rastlin. Navodila dopolnjujeta seznam uradnih laboratorijev za škodljive organizme rastlin ter seznam nacionalnih referenčnih laboratorijev za škodljive organizme rastlin s kontaktnimi podatki in skupinami organizmov, ki jih posamezen laboratorij diagnosticira.

Sama navodila za prepoznavanje, ki sledijo, so urejena po rodovih oz. družinah drevesnih vrst (npr. »*Abies* spp.«), ki si sledijo po abecednem vrstnem redu. Za vsak rod oz. družino so navedeni najpomembnejši škodljivi dejavniki oz. navodila za njihovo prepoznavanje. Škodljivi organizmi, ki so generalisti in se pojavljajo na drevesnih vrstah iz različnih rodov, so zbrani pod »Polifag, iglavci in listavci.« Navodila obravnavajo 97 različnih škodljivih organizmov in vključujejo tako domorodne kot tujerodne vrste, ki se pojavljajo na sejankah in sadikah gozdnega drevja. Za vsak škodljivi organizem sta navedena znanstveno in slovensko ime ter avtorji navodila. Poleg gostiteljskih rastlin, na katerih se lahko pojavlja, je za vsak škodljivi organizem navedeno, na katerem delu gostitelja se pojavlja in kakšne simptome povzroča. Simptomi so predstavljeni s slikovnim gradivom, ki omogoča lažje prepoznavanje na terenu. Za vsak škodljivi dejavnik so navedeni viri, ki so jih avtorji uporabili za izdelavo navodil. Poleg biotičnih dejavnikov je v tem poglavju navedenih tudi 5 najpogostejših dejavnikov nežive narave, ki vplivajo na zdravstveno stanje sejank in sadik gozdnega drevja: pomanjkanje vode, prekomerna namočenost tal, toča, nepravilna uporaba fitofarmacevtskih sredstev in gnojil ter mehanske poškodbe.

V drugem delu poglavja sledi »Katalog ukrepov za preprečevanje in zmanjševanje škod na sadikah zaradi škodljivih organizmov.« Vpliv škodljivih organizmov lahko preprečimo

ali omejimo, če pri pridelavi, pri prenosu in ob sadnji v gozd izvedemo primerne ukrepe. Ukrepi v gozdnih drevesnicah in ukrepi v gozdovih so v katalogu obravnavani ločeno. V obeh sklopih so ukrepi razdeljeni v tri glavne skupine: ukrepi proti žuželkam, ukrepi proti glivam oz. rastlinskim boleznim, ukrepi proti rastlinojedi divjadi. Dodaten sklop ukrepov so posredni ukrepi, t.j. ukrepi, ki jih izvajamo z namenom vzpostavitve in ohranjanja zdravstvenega stanja sejank in sadik ter s tem krepitve odpornosti rastlin proti škodljivim organizmom.

V gozdnih drevesnicah se za zaščito sejank in sadik lahko uporabljajo samo registrirana fitofarmacevtska sredstva – v katalogu ukrepov avtorji navajajo aktivne snovi, ki so v Sloveniji na voljo za uporabo v gozdnih drevesnicah in gozdnih nasadih proti posameznim škodljivim organizmom. Po mnenju drevesničarjev na slovenskem trgu ni na voljo dovolj registriranih pesticidov, ki bi omogočali učinkovito zaščito sejank in sadik pred škodljivimi organizmi v celotnem postopku pridelave. Prenos sadik iz gozdne drevesnice do posaditve v gozdu mora biti čim krajši, občutljive mlade rastline pa je treba zaščititi predvsem pred izsušitvijo. Raba fitofarmacevtskih sredstev v gozdovih v Sloveniji ni dovoljena, razen izjemoma z dovoljenjem Zavoda za gozdove Slovenije. Fitofarmacevtska sredstva se v gozdovih pri nas uporabljajo za zaščito sadik iglavcev in listavcev pred objedanjem zaradi velike parkljaste divjadi in za zaščito hrastovega pomladka pred hrastovo pepelovko.

Tako v gozdnih drevesnicah kot v gozdovih je obvezno spremljanje prisotnosti karantenskih in drugih škodljivih organizmov, določenih v mednarodnih in nacionalnih predpisih s področja zdravstvenega varstva rastlin in področja gozdarstva. Kakovost in neoporečnost rastlinskega materiala z vidika prisotnosti karantenskih škodljivih organizmov izkazuje rastlinski potni list, ki omogoča tudi sledljivost rastline od mesta pridelave do mesta porabe.

4 ZAKLJUČEK

Strokovna monografija je rezultat projektov Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji (V4-1818) in Presoja uspešnosti obnove gozdov s sadnjo in setvijo v Sloveniji (V4-1819). V delu so na enem mestu zbrane pomembne informacije o najpomembnejših povzročiteljih poškodb na tujerodnih drevesnih vrstah in na sadikah gozdnega drevja, vključeni pa so tudi ukrepi za preprečevanje oz. zmanjševanje škod na sadikah. V besedilo so vključeni viri, kjer lahko zahtevnejši uporabniki poiščejo dodatne informacije. Monografija je razmeroma obsežna, vendar kljub temu pregledna - opisi so kratki in jedrnati ter dopolnjeni z nazornim slikovnim gradivom. Iskanje po monografiji je enostavno in je mogoče po kazalu vsebine, po kazalu gostiteljev in škodljivih dejavnikov (obe kazali sta na začetku monografije), po indeksu gostiteljev ali po indeksu škodljivih dejavnikov (oba indeksa sta na koncu monografije). Delo predstavlja veliko pestrost škodljivih organizmov, ki so vezani na gozdno drevje, vendar seznam nikakor ni dokončen in ga bo v prihodnje treba posodabljati. Strokovna monografija je pomembna dopolnitev gozdarske literature v Sloveniji, nedvomno pa bi bila uporabna tudi v širšem evropskem prostoru.

5 ZAHVALA

Avtorji se zahvaljujemo Ministrstvu za Kmetijstvo gozdarstvo in prehrano ter Javni agenciji za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije za financiranje projektov Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji (V4-1818) in Presoja uspešnosti obnove gozdov s sadnjo in setvijo v Sloveniji (V4-1819), v sklopu katerih je bila monografija izdelana. Zavodu za gozdove Slovenije (Jože Mori, Marija Kolšek, mag. Andrej Breznikar, Frenk Prelec), Drevesnici Omorika d.o.o. (Marija Herman Planinšek), Drevesnici Štivan d.o.o. (Nevenka Mejak) in Gozdarstvu Turnišče d.o.o. (Mitja Černela) se zahvaljujemo za sodelovanje v vodenih intervjujih in vse informacije, vezane na ukrepe za preprečevanje škod zaradi škodljivih organizmov na sejankah in sadikah pri vzgoji sadik gozdnega drevja in obnovi gozdov.

6 VIRI

Branco M., Brockerhoff E.G., Castagneyrol B., Orazio C., Jactel H. 2015. Host range expansion of native insects to exotic trees increases with area of introduction and the presence of congeneric native trees. Journal of Applied Ecology, 52: 69–77.

Brundu G., Pauchard A., Pyšek P., Pergl J., Bindewald A.M., Brunori A., … Richardson D.M. 2020. Global guidelines for the sustainable use of non-native trees to prevent tree invasions and mitigate their negative impacts. NeoBiota 61: 65–116.

Csóka G., Hirka A., Mutun S., Glavendekić M., Mikó Á., Szoócs L., … Hrašovec B. 2019. Spread and potential host range of the invasive oak lace bug (*Corythucha arcuata* (Say, 1832) - Heteroptera: Tingidae) in Eurasia. Agricultural and Forest Entomology, 22: 61–74.

Ennos R., Cottrell J., Hall J., O´Brien D. 2019. Is the introduction of novel exotic forest tree species a rational response to rapid environmental change? - A British perspective. Forest Ecology and Management, 432: 718–728.

Krumm F., Vítková L. 2016. Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges. Freiburg, European Forest Institute: 423 str.

Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne drevesne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik, 71, 9:402–417.

Meurisse N., Rassati D., Hurley B.P, Brockerhoff E.G., Haack R.A. 2019. Common pathways by which non-native forest insects move internationally and domestically. Journal of Pest Science, 92: 13–27.

Ogris N. (ur.) 2021. Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah. (Studia Forestalia Slovenica, 179). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 280 str.

Ogris N., de Groot M., Piškur B. 2021. Tveganja zaradi škodljivih biotskih dejavnikov pri vnosu tujerodnih drevesnih vrst v slovenske gozdove. V: Ogris N. (ur.) 2021. Najpomembnejši povzročitelji poškodb tujerodnih vrst gozdnega drevja in sadik domačih vrst gozdnega drevja ter ukrepi na sadikah. (Studia Forestalia Slovenica, 179). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 280 str.

Potter C., Urquhart J. 2017. Tree disease and pest epidemics in the Anthropocene: a review of the drivers, impacts and policy responses in the UK. Policy and Economics, 79: 61–68.

Pötzelsberger E., Gossner M.M., Beenken L., Gazda A., Petr M., Ylioja T., … Zlatkovic M. 2021. Biotic threats for 23 major non-native tree species in Europe. Scientific Data, 8: 210.

Pötzelsberger E., Spiecker H., Neophytou C., Mohren F., Gazda A., Hasenauer H. 2020. Growing non-native trees in european forests brings benefits and opportunities but also has Its risks and limits. Current Forestry Reports, 6: 339–353.

Smolnikar P., Ogris N., Piškur B. 2019. Škodljivi organizmi in škodljivi dejavniki na sadikah gozdnega drevja v obdobju 1997–2018. Acta Silvae et Ligni, 120: 45–54.

Teshome D.T., Zharare G.E., Naidoo S. 2020. The threat of the combined effect of biotic and abiotic stress factors in forestry under a changing climate. Frontiers in Plant Science, 11: 601009.

TEHNOLOŠKE LASTNOSTI LESA IZBRANIH TUJERODNIH DREVESNIH VRST IN NJIHOV POMEN

Aleš STRAŽE[1], Klemen NOVAK[2], Željko GORIŠEK[3], Katarina ČUFAR[4], Maks MERELA[5]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, ales.straze@bf.uni-lj.si
(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, klemen.novak@bf.uni-lj.si
(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, zeljko.gorisek@bf.uni-lj.si
(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, katarina.cufar@bf.uni-lj.si
(5) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, maks.merela@bf.uni-lj.si

Ključne besede: les, tehnološke lastnosti, tujerodne drevesne vrste, variabilnost

1 UVOD

Izbira lesa, za predelavo in obdelavo ter za izdelavo v polizdelke in izdelke, zahteva vsestransko vrednotenje materiala. Osnovo za odločanje predstavljajo predvsem tehnološke lastnosti lesa, ki jih podrobneje delimo v fizikalne, mehanske, kemijske in estetske lastnosti, pomembne pa so še obdelovalne lastnosti ter odpornost pred biotskimi in abiotskimi dejavniki. Ob dobrem poznavanju navedenih glavnih lastnosti posameznih lesnih vrst lahko tudi hitro ocenimo možnost njihove rabe.

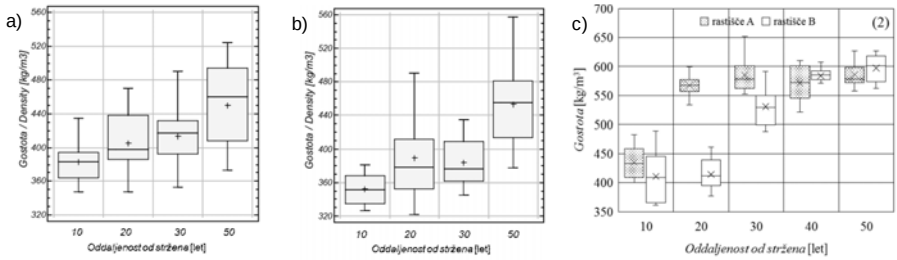
2 FIZIKALNE LASTNOSTI LESA

2.1 Gostota lesa

Med fizikalnimi lastnostmi sta gostota lesa, ter z njo obratno sorazmerna poroznost lesa, ključni lastnosti za napovedovanje uporabnosti lesa v celotni gozdno-lesni verigi, kot tudi v gradbeništvu in energetiki (Gorišek, 2009). Ob več znanih načinih določanja gostote lesa sta v praksi najbolj pomembni gostota lesa kot poroznega materiala v zračno suhem stanju, t.j. pri vlažnosti lesa med 12 % in 15 % (ρ_{12}), ter v gostota lesa v absolutno suhem stanju (ρ_0). Ko gre za rabo lesa v energetske namene se pogosto uporablja tudi nominalna gostota (R_u), kot razmerje mase absolutno suhega lesa ter prostornine lesa pri določeni vlažnosti (Torelli, 1998; Gorišek, 2009).

Na gostoto lesa kot poroznega materiala najbolj vplivajo anatomska in kemična zgradba lesa ter vsebnost mineralov in ekstraktivov, ki so tesno povezani z ekološkimi in rastiščnimi razmerami, klimatskimi razmerami ter nenazadnje tudi s fenotipsko prilagoditvijo drevesne vrste (Mäkinen in sod., 2002; van der Maaten in sod., 2012; van der Maaten-Theunissen in sod., 2013). Posledično zaznavamo pri najpogostejših domačih drevesnih vrstah izrazito nihanje gostote lesa (ρ_0) znotraj lesne vrste, npr. pri smrekovini (400–780 kg/m^3), macesnovini (500–560 kg/m^3), bukovini (490–880 kg/m^3), hrastovini (540–600 kg/m^3), javorjevem lesu (500–750 kg/m^3) ter lesu jesena (550–830 kg/m^3) (Straže in Gorišek, 2000; Wagenführ, 2007; Gorišek, 2009; Plötze in Niemz, 2011; Čufar in sod., 2017; Gorišek in sod., 2018).

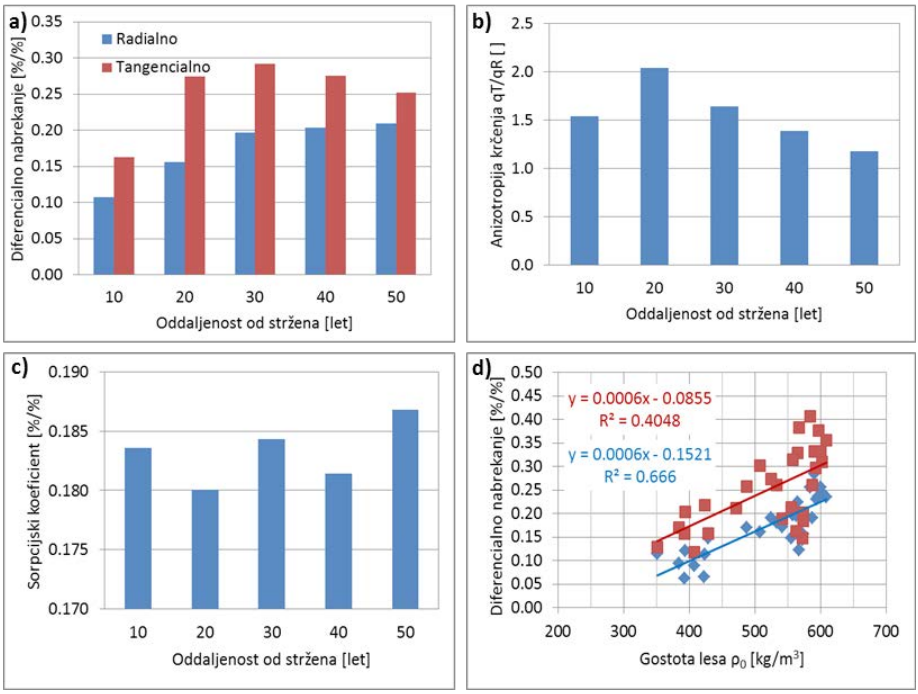
Gostota lesa se zaradi variabilnosti zgradbe lesa spreminja tako v radialni smeri od stržena navzven, kot tudi po višini drevesa. Juvenilni les namreč proizvaja mlad kambij v bližini krošnje, kjer je dobra oskrba z asimilati, in se nahaja v sredini debla, njegov delež pa je posebno velik v območju krošnje. S staranjem kambija in oddaljevanjem krošnje opazimo, predvsem pri iglavcih, daljšanje vlaken, manjšanje odklona vlaken od vertikalne osi dreves in manjšanje mikrofibrilnega kota ter povečevanje premera traheid in debeline celičnih sten, zlasti v kasnem lesu (Zobel in van Buijtenen, 1989; Torelli in sod., 1998; Gorišek in Torelli, 1999). Izrazit trend naraščanja gostote lesa z oddaljenostjo od stržena lahko razložimo s primerom tujerodne navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) z dveh rastišč v Sloveniji. Največje razlike smo opazili med 10. in 20. letom starosti kambija, po 30. letu postanejo postopne in neizrazite (Slika 1). Gostota lesa v prvih 20 letih priraščanja je lahko več kot 20 % nižja kot pri adultnem lesu.



Slika 1: Porazdelitev gostote zračno suhega lesa (ρ_{12}) po starostnih kategorijah (10, 20, 30, 40 in 50 let): a) navadna smreka (*Picea abies*), b) navadna jelka (*Abies alba*), c) navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*) z rastišč Ravbarkomanda (A) in Pečovnik (B) (Straže in Gorišek, 2000; Belec, 2021)

2.2 Krčenje lesa, dimenzijska stabilnost in higroskopnost lesa

Krčenje lesa vključno s prečno krčitveno anizotropijo uvrščamo med njegove najbolj neugodne lastnosti, ki pomembno vplivata na postopek in kakovost sušenja lesa, ter tudi njegovo obnašanje v uporabi. Zaradi znane higroskopnosti lesa njegove dimenzije ne ostajajo stabilne niti po osušitvi na končno vlažnost. Pri lesu poznamo v splošnem pozitivno odvisnost med prostorninskim, radialnim in tangencialnim krčenjem ter gostoto lesa (Gorišek, 2009; Zhang in sod., 2021). Enako velja tudi za dimenzijsko stabilnost lesa z vidika krčenja in nabrekanja v spremenljivi klimi. Tesno zvezo med diferencialnim nabrekom in gostoto lesa smo ugotovili tudi pri navadni ameriški duglaziji (Slika 2). Pri tej drevesni vrsti se konstantna dimenzijska stabilnost doseže šele v adultnem lesu, pri oddaljenosti od stržena za približno 30 branik. Anizotropija krčenja se pri tem zmanjša. Pri beljavi navadne ameriške duglazije moramo biti pozorni na višjo higroskopnost in posledično doseganje višjih ravnovesnih vlažnosti, kar v povezavi z biološko neodpornostjo beljave preprečuje rabo le-te v zahtevnejših pogojih.



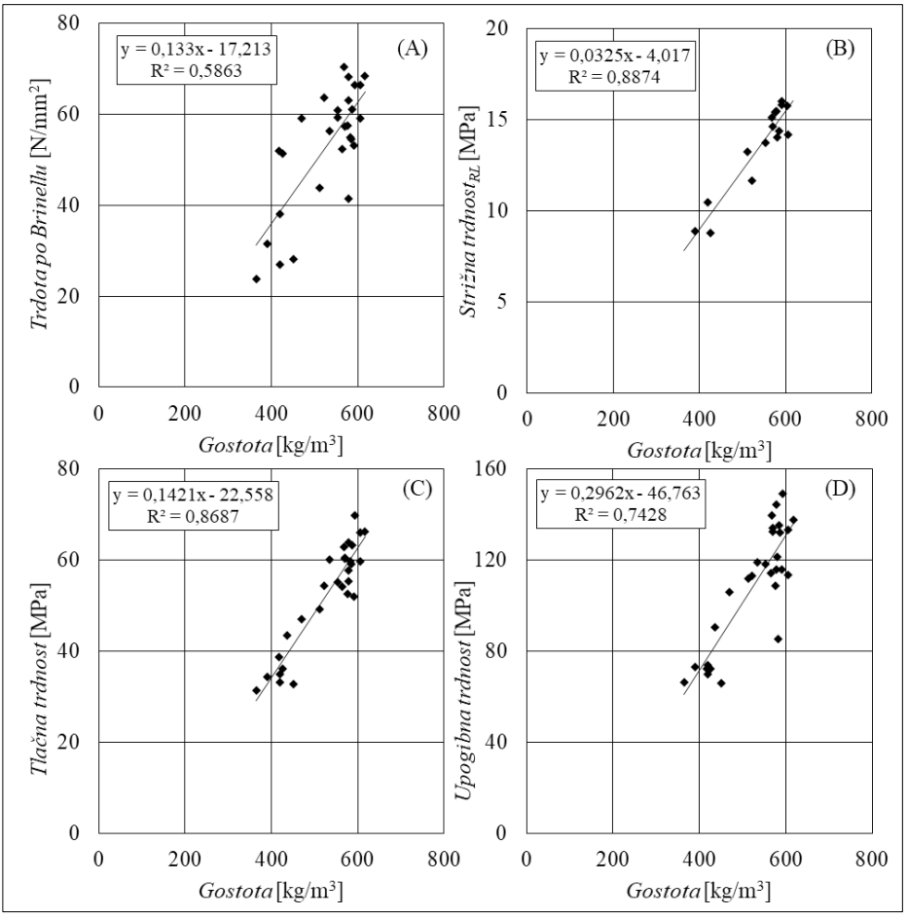
Slika 2: a) Diferencialno nabrekanje, b) anizotropija krčenja, c) sorpcijski koeficient in d) povezava dimenzijske stabilnosti (■ radialno, ■ tangencialno) z gostoto lesa (ρ_0) pri različnih starostnih kategorijah navadne ameriške duglazije

Poznavanje prostorske variabilnosti priraščanja lesa, gostote lesa ter drugih fizikalnih lastnosti je pomembno z vidika povečevanja učinkovitosti izrabe materiala, saj obstaja povezava med gostoto lesa in vsebnostjo ogljika v luči ponora CO_2, predvsem pa za napovedovanje rabe lesa (Walker, 2006; Gorišek, 2009; Čufar in sod., 2017). Gostota lesa iglavcev je pozitivno korelirana z donosom celuloze v industriji papirja in celuloze (Mäkinen in sod., 2002), pri listavcih je pa pomembna pozitivna poveza gostote z energijsko vrednostjo lesa.

3 MEHANSKE LASTNOSTI LESA

Mehanske lastnosti lesa so kot merilo kakovosti zelo pomembne pri lesnih konstrukcijah in izdelkih, kjer je prenašanje zunanjih mehanskih obremenitev ključnega pomena. Povezavo mehanskih lastnosti z gostoto lesa potrjujejo številne raziskave pri domačih (Straže in Gorišek, 2000; Jelonek in sod., 2009) in tujerodnih iglavcih (Möhler in Beyersdorfer, 1987; Zeidler in sod., 2018; Krajnc in sod., 2019; Belec, 2021), manj pa je študij na domačih listavcih (Munoz in Gete, 2013; Sonderegger in sod., 2013; Gorišek in sod., 2017; Kovryga in sod., 2020) ter še redkeje na tujerodnih listavcih, ki uspevajo v Evropi (Alden, 1995; Kudela in Mamonova, 2006; Zhu in sod., 2015; Gorišek in sod., 2018). Pri proučevanju mehanskih lastnosti se največkrat pojavljata linearni- ($ML = a + b\rho$) in eksponentni model povezanosti mehanskih lastnosti (ML) z gostoto lesa (ρ)

($ML = a \times \rho^b$; *a, b* - parametra v modelu), slednji pa se je izkazal za zanesljivejšega pri napovedovanju upogibne (σ_B) in tlačne trdnosti (σ_C) ter togosti lesa ($E_{//}$) pri vzdolžnem obremenjevanju. Povezave so značilne tudi pri proučevanju mehanskih lastnosti navadne ameriške duglazije z različnih rastišč v Evropi (Zeidler in sod., 2018). Potrdili smo jih tudi s proučevanjem navadne ameriške duglazije na rastiščih v Sloveniji (Slika 3).



Slika 3: Zveza med povprečno gostoto lesa (ρ) in trdoto po Brinellu (a), strižno trdnostjo (b), tlačno trdnostjo (c) ter upogibno trdnostjo (d) lesa navadne ameriške duglazije (Belec, 2021)

4 PRIMERJAVA OSNOVNIH TEHNOLOŠKIH LASTNOSTI IZBRANIH DOMAČIH IN TUJERODNIH DREVESNIH VRST

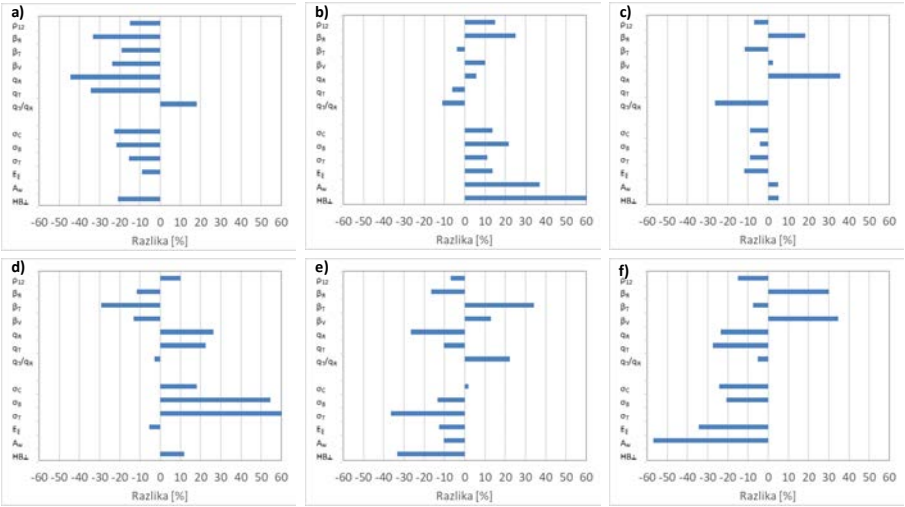
Iz primerov raziskav fizikalnih in mehanskih lastnosti domačih iglavcev ter nekaterih listavcev ugotavljamo veliko variiranje zgradbenih lastnosti, ter posledično fizikalnih in mehanskih lastnosti lesa, znotraj drevesa, ter med drevesi zaradi vpliva rastiščnih pogojev, klimatskih razmer ter drugih dejavnikov. Posledično je primerjava izbranih

tehnoloških lastnosti domačih in tujerodnih drevesnih vrst mogoča le v splošnem, z osnovno primerjavo povprečnih vrednosti (Preglednica 1). Gre za pripomoček za osnovno napovedovanje rabe lesne vrste, za njeno optimalno izkoriščanje pa je nujno potrebno detaljno poznavanje zgradbe lesa, značilnosti priraščanja, rastnih posebnosti ter posledično fizikalno-mehanskih lastnosti in njihovih variabilnosti.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti osnovnih fizikalnih in mehanskih lastnosti domačih in tujerodnih lesov iglavcev ter listavcev (ρ_{12} - gostota zračno suhega lesa (u = 12–15 %), β_R - radialno krčenje, β_T - tangencialno krčenje, β_V - prostorninsko krčenje, q_R - diferencialni skrček v radialni smeri, q_T - diferencialni skrček v tangencialni smeri, q_T/q_R - anizotropija krčenja, σ_C - tlačna trdnost, σ_B - upogibna trdnost, σ_T - natezna trdnost, $E_{//}$ - vzdolžni modul elastičnosti, A_w - udarna žilavost, $HB_{\square}$ - trdota po Brinellu) (Straže in Gorišek, 2000; Wagenführ, 2007; Gorišek, 2009; Jelonek in sod., 2009; Sonderegger in sod., 2013; Zhu in sod., 2015; Gorišek in sod., 2017; Gorišek in sod., 2018; Zeidler in sod., 2018; Kovryga in sod., 2020)

	Iglavci				Listavci						
	Domači		Tujerodni		Domači				Tujerodni		
Fizikalne last.	*Picea abies*	*Larix decidua*	*Pinus strobus*	*P. menziesii*	*F. sylvatica*	*Q. robur*	*A. pseudoplatanus*	*F. excelsior*	*Robinia pseudoaccacia*	*A. altissima*	*Acer negundo*
ρ_{12} [kg/m³]	470	580	400	540	710	700	630	690	770	641	536
β_R [%]	3,6	3,8	2,4	4,5	5,8	4,3	3,0	4,8	3,8	4,0	3,9
β_T [%]	7,8	8,5	6,3	7,5	11,8	8,9	8,0	8,2	6,3	11,0	7,4
β_V [%]	11,8	12,7	9,0	13,0	17,0	13,6	11,0	13,2	11,8	14,9	14,8
q_R [%/%]	0,18	0,14	0,10	0,19	0,20	0,19	0,17	0,20	0,24	0,15	0,13
q_T [%/%]	0,32	0,30	0,21	0,30	0,41	0,31	0,34	0,45	0,38	0,40	0,25
q_T/q_R [ ]	1,8	2,1	2,1	1,6	2,1	1,6	2,0	2,3	1,6	2,8	1,9
Mehanske lastnosti											
σ_C [MPa]	44	55	34	50	65	61	49	52	72	53	37,1
σ_B [MPa]	78	99	61	95	120	88	95	105	136	91	75,4
σ_T [MPa]	90	110	76	100	135	90	98	165	150	105	-
$E_{//}$ [GPa]	11	14,2	10	12,5	16	13	10,5	13,4	12,3	11,7	6,9
A_w [J/cm²]	4,6	6		6,3			6,5	6,8	14	6,1	2,8
$HB_{\square}$ [N/mm²]	12	19	9,5	20	34	34	27	39	38	26	

Pri iglavcih relativna primerjava tehnoloških lastnosti tujerodnega zelenega bora (*Pinus strobus*) z domačo navadno smreko (*Picea abies*) kaže na okoli 18 % nižjo gostoto zelenega bora, ki se v podobnem razmerju odraža tudi v zmanjšanih mehanskih lastnostih. Ugodne, do 20 % boljše kot pri smrekovini, pa so njegove krčitvene lastnosti ter dimenzijska stabilnost, razen anizotropije krčenja, ki je nekoliko slabša (Slika 4). Ko s smrekovino primerjamo še izbrane tehnološke lastnosti navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziessi*) ugotavljamo bistveno boljše mehanske lastnosti, zlasti udarno žilavost in trdoto, ter višjo gostoto te tujerodne lesne vrste (Zeidler in sod., 2018; Belec, 2021). Gostota negativno vpliva na nekoliko višje krčenje lesa navadne ameriške duglazije, dimenzijska stabilnost pa je podobna pri lesu duglazije in smreke. Zanimiva je tudi osnovna primerjava lesa navadnega macesna (*Larix decidua*) ter navadne ameriške duglazije, ki pokaže zelo primerljive izbrane tehnološke lastnosti obeh vrst (Slika 4).



Slika 4: Primerjava fizikalnih in mehanskih lastnosti izbranih tujerodnih in domačih lesnih vrst: a) *Pinus strobus* / *Picea abies*, b) *Pseudotsuga menziessi* / *Picea abies*, c) *Pseudotsuga menziessi* / *Larix decidua*, d) *Robinia pseudoaccacia* / *Quercus robur,* e) *Ailanthus altissima* / *Fraxinus excelsior*, f) *Acer negundo* / *Acer pseudoplatanus*

Les navadne robinije (*Robinia pseudoaccacia*; https://skfb.ly/6ZNOH) je v primerjavi s hrastovino (*Quercus robur*; https://skfb.ly/opZZ7) v povprečju nekoliko gostejši z boljšimi mehanskimi lastnostmi, če ga primerjamo na čistih, majhnih laboratorijskih preizkušancih. Dimenzijska stabilnost lesa robinije je nekoliko manjša v primerjavi s hrastom, krčenje in krčitvena anizotropija pa sta podobna pri obeh vrstah. Les spada med izrazito nepermeabilne lesne vrste in zahteva sušenje z blagimi pogoji (Plavčak in sod., 2019), kar se odraža tudi na počasnem sušenju površinskih oljnih premazov (Pavlič in sod., 2019). Zaradi velikih gostotnih razlik med ranim in kasnim lesom prihaja do razlik v krčenju znotraj prirastnih plasti, nastale napetosti pa lahko povzročajo tudi kolesivost, t.j. pojav krožne razpoke zaradi razslojevanja v branikah. Mehanska obdelava lesa robinije je zahtevna zlasti pri skobljanju (Merhar in sod., 2019).

Les velikega pajesena (*Ailanthus altissima*; https://skfb.ly/6ZOFF) je vizualno primerljiv, vendar se strukturno razlikuje od lesa velikega jesena (*Fraxinus excelsior; https://skfb.ly/6ZNLG*). Povprečna gostota lesa pajesena je nižja in ima izrazitejše tangencialno krčenje v primerjavi z lesom velikega jesena. Mehanske lastnosti lesa pajesena so nekoliko slabše od jesenovih, še najbolj odstopata trdota in udarna žilavost. Raziskave pajesena so potrdile tudi velik delež juvenilnega lesa, ki ga najdemo v centralnem delu debel dreves, pogosto pa je prisoten tudi tenzijski les (Gorišek in sod., 2018). Slednji ima zaradi specifične zgradbe višje aksialno krčenje, želatinasta vlakna pa povzročajo težave pri mehanski obdelavi (Merhar in sod., 2019). Les pajesena se zato ne zdi primeren za izdelke, ki so mehansko obremenjeni ter izpostavljeni ostrejšim klimatskim pogojem. Potencialno je les pajesena primeren za predelavo v celulozo in papir ter za lesne ploščne in 3D oblikovane kompozite (Medved in sod., 2021).

Les ameriškega javorja (*Acer negundo*; https://skfb.ly/6ZOFK) ima v primerjavi z lesom gorskega javorja (*Acer pseudoplatanus*; https://skfb.ly/opZZt) nižjo gostoto in izrazito slabše mehanske lastnosti (Preglednica 1, Slika 4). Posebej negativno je večje krčenje lesa, zlasti v radialni smeri ter prostorninsko krčenje. To je problematično ob visoki vsebnosti vode v svežem stanju, še posebej na lokacijah diskoloriranega lesa, ki ima sicer zaradi značilnega rdečega obarvanja zanimive dekorativne lastnosti. Sušenje diskoloriranega lesa ameriškega javorja je težavno zaradi zmanjšane permeabilnosti, kar ob ostrejših pogojih sušenja pogosto privede do kolabiranja tkiv (Plavčak in sod., 2019). Površinska obdelava lesa ameriškega javorja ni zahtevna (Pavlič in sod., 2019).

5 ZAKLJUČKI

Pravilen izbor in dobro poznavanje tehnoloških lastnosti lesa izbrane lesne vrste omogoča smotrno in optimalno predelavo in obdelavo lesa ter njegovo rabo od proizvodnje celuloze, papirja do ploščnih in 3D oblikovanih ligno-celuloznih kompozitov ali pa v polizdelkih in zahtevnih izdelkih. Zaradi variabilne zgradbe lesa in variiranja lastnosti lesa, tako domačih kot tudi tujerodnih drevesnih vrst, kot posledice fizioloških lastnosti vrst, ter rastiščnih in ekoloških pogojev, je nujno spremljanje bistvenih strukturnih, fizikalnih in mehanskih lastnosti lesa in variabilnosti od stoječih dreves skozi celotno gozdno-lesno verigo. Nekatere domače in tujerodne drevesne vrste imajo podobno zgradbo lesa, njihove tehnološke lastnosti pa so le delno podobne.

6 ZAHVALA

Prispevek je rezultat več med seboj povezanih projektov, ki sta jih sofinancirala Agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: V4-1419 - Racionalna raba lesa listavcev s poudarkom na bukovini; V4-1818 - Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji; V4-2016 - Možnosti rabe lesa listavcev v slovenskem biogospodarstvu; P4-0015 - Programska skupina les in lignocelulozni kompoziti. Del raziskav je potekal tudi v okviru projektov APPLAUSE - Alient PLAnt SpEcies (Urban Innovative Action), in »Kakovost lesa za izdelke z visoko dodano vrednostjo (dr. Klemen Novak) iz programa Raziskovalci na začetku kariere 2.1., ki sta bila sofinancirana s strani EU.

7 LITERATURA

Alden H.A. 1995. Hardwoods of North America (Vol. FPL-GTR-83, pp. 136). Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory.

Belec A. 2021. Vpliv juvenilnosti na mehanske lastnosti lesa navadne ameriške duglazije. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, samozaložba: 42 str..

Čufar K., Gorišek Ž., Merela M., Kropivšek J., Gornik Bučar D., Straže A. ٢٠١٧. Lastnosti bukovine in njena raba. Les: 1: 27–39.

Gorišek Ž. 2009. Les: Zgradba in lastnosti - njegova variabilnost in hetergenost. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo.

Gorišek Ž., Plavčak D., Gornik Bučar D., Merela M., Čufar K. ٢٠١٧. Fizikalne in mehanske lastnosti svežega in osušenega lesa v bukovih deblih, izruvanih med žledolomom. Acta Silvae et Ligni, ١١٢: 7–20.

Gorišek Ž., Plavčak D., Straže A., Merela M. ٢٠١٨. Tehnološke lastnosti in uporabnost lesa velikega pajesena v primerjavi z lesom velikega jesena. Les, 67, 2: 29–44.

Gorišek Ž., Torelli N. 1999. Microfibril angle in juvenile, adult and compression wood of spruce and silver fir. Phyton, 39, 1: 129–132.

Jelonek T., Pazdrowski W., Tomczak A., Splawa-Neyman S. 2009. The effect of biological class and age on physical and mechanical properties of European larch (*Larix decidua* Mill.) in Poland. Wood Research, 54, 1: 1–14.

Kovryga A., Chuquin Gamara J.O., van de Huilen J.W.G. 2020. Strength and stifness predictions with focus on different acoustic measurements. European Journal of Wood and Wood Products, 78: 941–949.

Krajnc L., Farrelly N., Harte A. 2019. Relationships between wood properties of small clear specimens and structural-sizes boards in three softwood species. Holzforschung, 73, 11: 987–996.

Kudela J., Mamonova M. 2006. Tree of heaven (*Ailanthus altissima* Mill.) - Structure and properties. Paper presented at the Wood structure and properties, Zvolen.

Mäkinen H., Saranpää P., Linder S. 2002. Wood-density variation of Norway spruce in relation to nutrient optimisation and fibre dimensions. Canadian Journal of Forest Research, 32, 2: 185–194.

Medved S., Krapež Tomec D., Balzano A., Merela M. 2021. Alien wood species as a resource for wood-plastic composites. Forests, 11, 1: 44.

Merhar M., Gornik Bučar D., Merela M. 2019. Machinability research of the most common invasive tree species in Slovenia. Forests, 11, 7: 1–13.

Möhler K., Beyersdorfer P. 1987. Festigkeituntersuchungen an einheimschem Douglasienholz als Bauholz. Holz als Roh- und Werkstoff, 45: 49–58.

Munoz G.R., Gete A.R. 2013. Prediction of strength and elasticity in oak beams on the basis of external wood characteristics. Advanced Materials Research, 778: 152–158.

Pavlič M., Žigon J., Petrič M. 2019. Wood surface finishing of selected invasive tree species. Drvna Industrija, 71, 3: 271–280.

Plavčak D., Gorišek Ž., Straže A., Merela M. 2019. Drying characteristics of wood of invasice tree species growing in an urban environment. Les, 68, 2: 31–43.

Plötze M., Niemz P. 2011. Porosity and pore size distribution of different wood types as determined by mercury instrusion porosimetry. European Journal of Wood and

Wood Products, 69, 4: 649–657.
Sonderegger W., Martienssen A., Nitsche C., Ozyhar T., Kaliske M., Niemz P. 2013. Investigations on the physical and mechanical behavious of scamore maple (*Acer pseudoplatanus* L.). European Journal of Wood and Wood Products, 71: 91–99.
Straže A., Gorišek Ž. 2000. Vpliv juvenilnosti na gostoto in mehanske lastnosti smrekovine (*Picea abies* Karst.) in jelovine (*Abies alba* Mill.). Les, 52: 185–190.
Torelli N. 1998. Gostota in relativna gostota lesa. Les 50, 3: 52–54.
Torelli N., Gorišek Ž., Zupančič M., Logar T. 1998. Juvenilni les pri jelki (*Abies alba* Mill.) in smreki (*Picea abies* Karst.). Les, 50, 1–2: 5–7.
van der Maaten-Theunissen M., Boden S., van der Maaten E. 2013. Wood density variations of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) under contrasting climate conditions in southwestern Germany. Annals of Forest Research, 56, 1: 91–103.
van der Maaten E., van der Maaten-Theunissen M., Spiecker H. 2012. Temporally resolved intra-annual wood density variations in European beech (*Fagus sylvatica* L.) as affected by climate and aspect. Annals of Forest Research, 55, 1: 113–124.
Wagenführ R. 2007. Holzatlas. Berlin: Hanser.
Walker J.C.F. 2006. Primary wood processing. Dordrecht: Springer.
Zeidler A., Boruvka V., Schönfelder O. 2018. Comparison of wood quality of Douglas fir and spruce from afforested agricultural land and permanent forest land in the Czech Republic. Forests, 9, 13: 1–12.
Zhang S.Y., Ren H., Jiang Z. 2021. Wood density and wood shrinkage in relation to initial spacing and tree growth in black spruce (*Picea mariana*). Journal of Wood Science, 67, 30: 1–10.
Zhu J.L., Shi Y., Liu X., Ji C. 2015. Patterns and determinants of wood physical and mechanical properties across major tree species in China. Life Sciences, 58, 6: 602–612.
Zobel B.J., van Buijtenen J.P. 1989. Wood variation: Its Causes and Control. Berlin: Springer.

MOŽNOSTI RABE LESA TUJERODNIH LESNIH VRST NA PROSTEM

Miha HUMAR[1], Boštjan LESAR[2], Eli KERŽIČ[3], Davor KRŽIŠNIK[4]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, miha.humar@bf.uni-lj.si
(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, bostjan.lesar@bf.uni-lj.si
(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, eli.kerzic@bf.uni-lj.si
(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, davor.krzisnik@bf.uni-lj.si

Ključne besede: les, naravna odpornost, razkroj lesa, odpornost proti navlaževanju, raba lesa

1 UVOD

Podnebne spremembe so že tu, meritve kažejo na trend dvigovanja temperature zraka. Nenazadnje sodi zadnjih deset let med najtoplejša leta v času spremljanja vremena v Sloveniji. Poleg tega smo vedno pogosteje priča tudi intenzivnejšim ekstremnim vremenskim dogodkom (žled, viharji, toča in drugi). Kljub prizadevanju številnih posameznikov, so znanstveniki mnenja, da skoraj zagotovo ne bomo dosegli cilja Pariškega sporazuma o omejitvi dviga globalne temperature znatno pod 2 °C do leta 2050 v primerjavi s predindustrijsko dobo. To pomeni, da lahko v prihodnje pričakujemo še večje in bolj izražene spremembe podnebja (ARSO, 2020).

Podnebne spremembe že danes vplivajo na vrstno sestavo gozdov. Po pričakovanjih bodo vedno višje temperature in spremenjen padavinski režim močno vplivale na porazdelitev drevesnih vrst znotraj teh gozdov. Podnebje in raba zemlje že doživljata opazne spremembe. Večina razprav o premiku bioma se osredotoča na ekološka vprašanja. Večina modelov kaže, da bo (odvisno od različnih podnebnih scenarijev) do leta 2100, na 21—60 % (povprečje 34 %) evropskih gozdnih zemljiščih uspeval samo mediteranski tip hrastovega gozda z nizko gospodarsko vrednostjo. To se bo odrazilo v zmanjšanem donosu za lastnike gozdov in pomanjkanju surovine za lesno industrijo (Hanewinkel in sod., 2013). Poleg tega je treba upoštevati, da bo v tako spremenjenih gozdovih zmanjšana tudi sekvestracija CO_2 (Birdsey in Pan, 2015). Kot je razvidno iz analize (Hanewinkel in sod., 2013), se bodo, z izjemo Alpskih gozdov, iz Slovenije umaknili smreka, jelka, bukev ter dob. Namesto tega bo v Sloveniji prevladoval mediteranski tip gozda z visokim deležem puhastega hrasta (*Quercus pubescens*), cera (*Quercus cerris*) in mediteranskih borov (*Pinus pinaster, Pinus nigra, Pinus pinea*).

Eno od rešitev predstavljajo tujerodne drevesne vrste (TDV). Bodoča uporaba TDV bo morala biti za lastnika gozda dolgoročno zanimiva tudi zaradi njenih ekonomskih učinkov, ki v veliki meri temeljijo na relevantnih lastnostih in s tem povezano ceno gozdnolesnih sortimentov na trgu. O tem, kakšne so lastnosti pri nas zraslega lesa tujerodnih vrst in kakšne so njihove možnosti za prodajo

in dosežene cene na našem lesnem trgu, je znanega zelo malo. Velika večina uspešne slovenske lesno predelovalne industrije temelji na lesu iglavcev. Les iglavcev je ključen pri gradnji z lesom (ostrešja, skeletne konstrukcije, lepljeni nosilci, križno lepljene plošče) in v industriji kompozitov (iverne plošče in opažne plošče) (Ansell, 2015). V te namene se danes uporablja predvsem smrekov in jelov les, katerega delež v slovenskih gozdovih dolgoročno upada. Zato je smiselno identificirati primerno lesno vrsto, ki bi v veliki meri lahko nadomestila smrekovino v gradbenih aplikacijah. Poleg tega na evropskem tržišču vlada veliko povpraševanje po naravno odpornih lesnih vrstah, ki jih v celotnem evropskem prostoru primanjkuje. Z izjemo pravega kostanja (*Castanea sativa*) v Evropi nimamo naravno odpornih komercialnih lesnih vrst (CEN, 2016). Dostop do domače surovine je ključen za slovenska podjetja, saj se s tem zmanjšujejo številna tveganja, kot na primer: valutna tveganja, carinske ovire in druga. Namen tega prispevka je predstaviti odpornost lesa izbranih tujerodnih lesnih drevesnih vrst, ki imajo določen potencial za uporabo v Sloveniji. Odpornost lesa je eden od ključnih podatkov, ki določa uporabnost izbrane lesne vrste v zunanjih aplikacijah.

2 METODE

Na območju Planine pri Rakeku in Celjske koče smo posekali po tri primerke (skupaj 6 dreves) navadne ameriške duglazije (*Pseudotsuga menziesii*), s Podvelke na območju Pohorja smo pridobili vzorce smreke sitke (*Picea sitchensis*). Poleg tega smo v raziskavo vključili še les robinije (*Robinia pseudoacacia*) iz Ljubljanske kotline in les pavlovnije (*Paulownia tomentosa*) iz okolice Ptuja. Uporabili smo spodnji del hlodov in jih na horizontalnem žagalnem stroju razžagali na prizme in žaganice primerne za nadaljnje analize. Za primerjavo smo analizirali les navadne smreke (*Picea abies*), beljave rdečega bora (*Pinus sylvestris*) in evropskega macesna (*Larix decidua*). Mikroskopsko slikanje smo izvedli s SEM mikroskopom FEI Quanta 250.

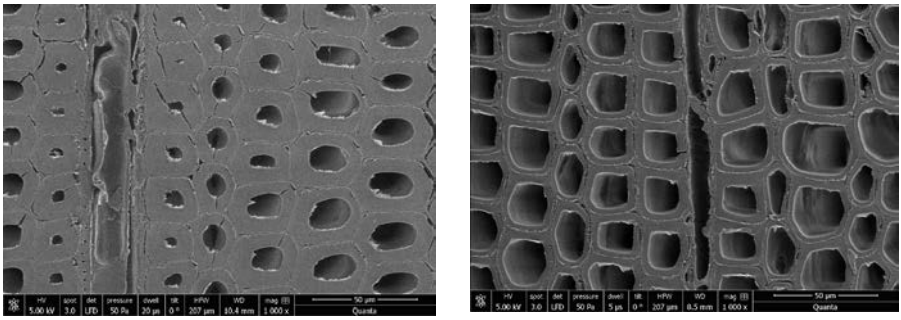
Določanje odpornosti lesa na glivni razkroj temelji na predpostavki, da na odpornost lesa na prostem vplivata dva dejavnika, odpornost proti razkroju (k_{inh}) in faktor, ki opisuje odpornost proti navlaževanju (k_{wa}). Faktor k_{inh} odraža prisotnost biološko aktivnih učinkovin (ekstraktivov in biocidov). Faktor k_{wa} označuje sposobnost lesa, da med padavinskimi dogodki ostane suh. Faktor odpornosti lesa proti navlaževanju (k_{wa}) je mogoče določiti s kratkotrajno in dolgotrajno izpostavljenostjo lesa vodi, kot tudi z določanjem sorpcijskih lastnosti materialov in kapilarnega navzema vode. Iz podatkov pridobljenih s testi za določanje biološke odpornosti v skladu s standardom EN 113 (CEN, 2002) in EN 252 (CEN, 2015) je mogoče izračunati faktor odpornosti materiala proti biološkemu razkroju (k_{inh}). Vrednosti teh dveh faktorjev so navzgor omejene na 5. Iz teh faktorjev in kritične meje lahko določimo odpornost materiala. Pri teh testih se praviloma za referenčni material uporablja smrekovina (*Picea abies*). Metodologija je podrobneje opisana v citirani literaturi (Meyer-Veltrup in sod., 2017) in uspešno verificirana (De Angelis in sod., 2018).

Odpornost proti utrujanju smo določali s tritočkovnim upogibnim testom. Vzorcem (0,5 × 1,0 × 10 cm^3) smo najprej določili silo, pri kateri se vzorci zlomijo. Zatem smo vzporedne vzorce upogibno obremenjevali s 75 %, 80 % in 85 % porušitvene sile s frekvenco 7,5 Hz in določili število ciklov, ko pride do porušitve. Poskus smo izvedli s 5 do 7 ponovitvami. Delo je potekalo na napravi TA instruments ElectroForce 3100.

Podatke o ceni hlodovine smo pridobili iz javno dostopne baze podatkov SiDG in mednarodnih portalov.

3 REZULTATI

Izbranim tujerodnim drevesnim vrstam smo določili relevantne lastnosti, ki so prikazane v preglednici 1. Zaradi velike variabilnosti v širini branik (Slika 1), smo pri sitki in ameriški duglaziji ločeno obravnavali adultno in juvenilno jedrovino. Glavni vzrok temu so široke prirastne plasti v prvih letih rasti dreves. Anatomija obeh lesnih vrst je primerljiva (Slika 1). V prvih letih so drevesa ameriške duglazije in smreke sitke priraščala tudi 1 cm letno. Po nekaj desetletjih so se letni prirastki zmanjšali. To se odraža v velikih razlikah v gostoti. Gostota juvenilne ameriške duglazije je nihala med 342 kg/m^3 in 586 kg/m^3 (Slika 2). To se odraža tudi v velikih razlikah v mehanskih lastnostih. V povprečju so mehanske lastnosti juvenilnega lesa ameriške duglazije 35 % nižje od adultnega lesa. Mehanske lastnosti adultnega lesa so tako primerljive z mehanskimi lastnostmi adultnega lesa evropskega macesna. Velike razlike v gostoti so prisotne tudi v lesu smreke sitke. Gostota sitke je nižja od gostote lesa ameriške duglazije, kar se odraža tudi v nižjem modulu elastičnosti in upogibni trdnosti. Med preučevanimi lesnimi vrstami ima najvišjo gostoto les robinije (684 kg/m^3), kar se odraža tudi v boljših mehanskih lastnostih. Najnižje mehanske lastnosti in gostoto smo določili pri lesu pavlovnije, kjer je gostota lesa znašala le 243 kg/m^3 (Preglednica 1).

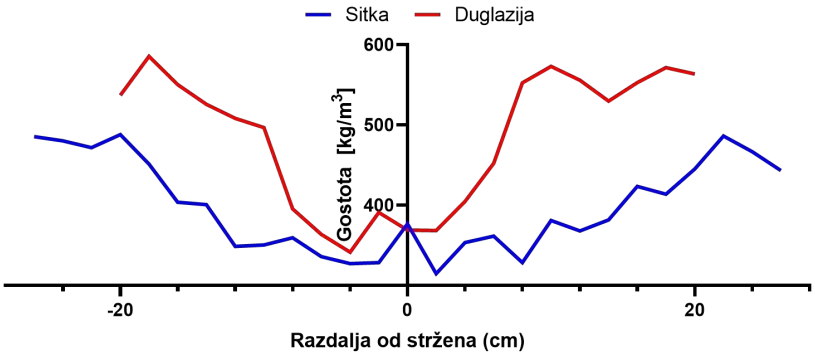


Slika 1: Adultna jedrovina navadne ameriške duglazija (levo) in smreke sitke (desno)

Preglednica 1: Relevantne lastnosti proučevanih lesnih vrst z različnih rastišč

Vrsta	Del debla	Rastišče	Gostota (kg/m³)	MoE (Nmm²)	F_m upogib (N/mm²)
Navadna smreka	jedrovina	Slovenija	460	11261	94,9
Rdeči bor	beljava	Slovenija	472	13432	110,4
Evropski macesen	jedrovina	Jezersko	580	15722	134,0
Navadna ameriška duglazija	beljava	Celjska koča	583	13398	103,9
	beljava	Planina	428	12083	105,7
	adultna jedrovina	Celjska koča	561	13418	107,4
	adultna jedrovina	Planina	452	13165	101,1
	juvenilna jedrovina	Celjska koča	540	8414	75,8
	juvenilna jedrovina	Planina	450	9613	82,9
Smreka sitka	beljava	Podvelka	516	7403	68,3
	adultna jedrovina	Podvelka	533	7465	68,9
	juvenilna jedrovina	Podvelka	379	6303	60,7
Robinija	jedrovina	Ljubljana	684	17122	163,2
Pavlovnija	jedrovina	Ptuj	243	4317	46,3

V nadaljevanju smo izbranim materialom določili odpornost lesa, v skladu z novim pristopom odmerek - odziv (dose - response). Vzorcem smo določili odmerek, kar lahko v grobem prevedemo v število dni z ugodnimi pogoji (vlažnost lesa > 25 %; temperatura > 3°C), da se pojavi začetna stopnja razkroja (Isaksson in sod., 2013). Za smrekov les znaša odmerek 325 dni (Brischke in Thelandersson, 2014). Odmerek je funkcija dveh dejavnikov, in sicer dejavnika, ki označuje odpornost proti navlaževanju (k_{wa}) in dejavnika, ki ponazarja odpornost proti glivnemu razkroju. Ti podatki so v prvi vrsti namenjeni ocenjevanju življenjske dobe lesa, ki se nahaja na prostem, a ni v stiku z zemljo (3. razred uporabe, (CEN, 2013)).



Slika 2: Gostotni profil smreke sitke in navadne ameriške duglazije iz Planine

Odpornost lesa proti navlaževanju je dejavnik, ki označuje, kako se les obnaša med padavinskimi dogodki. Les, ki se manj navlaži in se hitreje posuši bo manj dovzeten za glivni razkroj, kot les, ki med padavinskimi dogodki vpije več vode in se počasi –suši. K odpornosti lesa na navlaževanje prispevajo sorpcijske lastnosti, permeabilnost, morebitna otiljenost, morebitna aspiracija pikenj in druge

anatomsko pogojene lastnosti lesa (Humar in sod., 2020a). Kot je razvidno iz preglednice 2, je odpornost beljave ameriške duglazije in sitke proti navlaževanju, ki jo ponazarja dejavnik k_{wa}, primerljiva z jedrovino smreke. Odpornost lesa proti navlaževanju lesa pavlovnije je kljub bistveno nižji gostoti, nekoliko boljša od lesa navadne smreke. Po drugi strani je dejavnik k_{wa} jedrovine ameriške duglazije in jedrovine macesna primerljiv. V obeh primerih se giblje okoli vrednosti 2. Znano je, da je odpornost proti navlaževanju jedrovine praviloma boljša od beljave. Pri iglavcih to lahko v največji meri pripišemo aspiraciji pikenj in ojedritvenim procesom v jedrovini (Bolton in Petty, 1977).

Preglednica 2: Izbrani indikatorji, ki označujejo odpornost lesa izbranih tujerodnih lesnih vrst proti razkroju (k_{wa} - dejavnik odpornosti lesa proti navlaževanju; k_{inh} - dejavnik odpornosti lesa proti biološkim škodljivcem; D_{Rd} - odmerek odpornosti materiala; D_{Rd} - relativen odmerek odpornosti materiala)

Vrsta	Del debla	Rastišče	k_{wa}	k_{inh}	D_{Rd} (d)	$D_{Rd\,rel}$
Navadna smreka	jedrovina	Slovenija	1	1	325	1,0
Rdeči bor	beljava	Slovenija	0,7	0,9	227	0,7
Evropski macesen	jedrovina	Slovenija	1,9	1,8	1112	3,4
Navadna ameriška duglazija	beljava	Celjska koča	1,0	1,3	420	1,3
	beljava	Planina	1,1	1,3	461	1,4
	adultna jedrovina	Celjska koča	2,2	2,7	1900	5,8
	adultna jedrovina	Planina	1,8	2,4	1375	4,2
	juvenilna jedrovina	Celjska koča	2,1	2,1	1397	4,3
	juvenilna jedrovina	Planina	2,0	2,3	1464	4,5
Smreka sitka	beljava	Podvelka	1,0	0,9	298	0,9
	adultna jedrovina	Podvelka	2,4	1,2	983	3,0
	juvenilna jedrovina	Podvelka	2,0	1,2	777	2,4
Robinija	jedrovina	Ljubljana	2,2	5,0	3513	10,8
Pavlovnija	jedrovina	Ptuj	1,2	1,8	732	2,3

Poleg odpornosti na navlaževanje ima na obnašanje lesa na prostem pomembno vlogo tudi dejavnik k_{inh}, ki označuje odpornost proti biološkim škodljivcem. Ta odpornost odraža predvsem prisotnost biološko aktivnih ekstraktivov in biocidov (Humar in sod., 2020b). Podobno kot dejavnik k_{wa}, je tudi dejavnik k_{inh} omejen na vrednost 5. Najbolj odporen les je les navadne robinije, z doseženo vrednostjo 5. Odpornost jedrovine sitke in pavlovnije je le rahlo nad vrednostjo 1, kar nakazuje, da je les le malo bolj odporen, kot smrekov les. Bistveno boljšo vrednost dosega les ameriške duglazije. Odpornost adultne jedrovine lesa ameriške duglazije niha med 2,7 (Celjska koča) in 2,4 (Planina), kar je malo boljše, kot smo zabeležili za les evropskega macesna (1,8) in je primerljivo z odpornostjo juvenilne jedrovine duglazije.

Glede na metodologijo standarda EN 350 (CEN, 2016), bi les ameriške duglazije lahko uvrstili v 2. ali 3. razred odpornosti, les robinije v 1., les sitke in pavlovnije

pa v četrti razred odpornosti. V kolikor naravno odpornost lesa predstavljenih TDV primerjamo še z odpornostjo drugih potencialnih drevesnih vrst vidimo, da je odpornost ameriške duglazije višja od odpornosti lesa rdečega hrasta (*Quercus rubra*; 4. razred odpornosti), alepskega bora (*Pinus halepensis*; 4.–5. razred odpornosti) (Elaieb in sod., 2017) in grške jelke (*Abies cephalonica*).

Relativen odmerek odpornosti materiala ($D_{Rd\ rel}$) je relativno dober indikator, na podlagi katerega lahko ocenimo življenjsko dobo lesa na prostem. Ključen podatek, ki ga moramo poznati, je čas, ko pride do prvih znakov razkroja pri smrekovem lesu. V Sloveniji pride do prvih znakov razkroja smrekovega lesa po enem do dveh letih (Humar in sod., 2019). V Skandinaviji razkroj poteka počasneje, v tropskih krajih pa hitreje. V kolikor znaša relativen odmerek odpornosti materiala (D_{rd}) dve, bo v primerljivih pogojih življenjska doba omenjenega materiala še enkrat daljša. Ta pristop smo validirali, in odraža dobro povezavo med obnašanjem lesa na prostem in indikatorjem D_{rd} (Humar in sod., 2019). Iz podatkov v preglednici 2 je moč razbrati, da ima najvišjo vrednost D_{rd} les robinije (10,8). Ta vrednost je višja od vrednosti, ki smo jo določili za hrast (*Quercus robur*) (5,9) in kostanj (*Castanea sativa*) (6,40) (Humar in sod., 2019). Vrednost D_{rd} lesa ameriške duglazije (5,0) je nekoliko višja od odpornosti lesa evropskega macesna (3,4). D_{rd} lesa pavlovnije (2,3) in sitke (3,0) je nekoliko nižja od odpornosti lesa evropskega macesna.

Poleg odpornosti na glivni razkroj, smo izvedli tudi preliminarne teste utrujanja lesa ameriške duglazije. Les smo izpostavili cikličnemu tritočkovnemu upogibnemu nihanju, kjer smo ga obremenjevali z različnimi deleži porušitvene upogibne sile. Iz preliminarnih podatkov predstavljenih v preglednici 3 je razvidno, da je juvenilni les ameriške duglazije bolj občutljiv na utrujanje in se hitreje poruši, kot les adultne jedrovine. To je razvidno iz manjšega števila ciklov utrujanja.

Preglednica 3: Odpornost lesa navadne ameriške duglazije na utrujanje pri tritočkovnem upogibu, v odvisnosti od deleža porušitvene upogibne sile.

Del debla	**Odstotek maksimalne upogibne sile**		
	75	**80**	**85**
	Število upogibnih ciklov pri frekvenci 7,5 Hz		
Adultna jedrovina	1.562.173	1.062.068	375.516
Juvenilna jedrovina	1.022.592	516.166	134.901

Velik vpliv na izbor posamezne lesne vrste ima tudi ekonomski vidik. Cena ameriške duglazije in sitke je primerljiva s ceno smrekovine. Po drugi strani je cena robinije izenačena s ceno pravega kostanja. Nekoliko izstopa le les pavlovnije. Na spletu je v reklamnem gradivu pogosto zaslediti relativno visoke cene za hlodovino. Vendar je natančna tržna analiza razkrila, da visoko ceno dosega le les počasi rastočih dreves. Kljub vsemu je cena hlodovine lesa pavlovnije še vedno relativno visoka (Preglednica 4).

Preglednica 4: Cena lesa na slovenskem oziroma evropskem tržišču

Lesna vrsta	Kakovostni razred			Vir
	A	B	C	
	Cena hlodovine (m^3)			
Navadna smreka	114,8	101,9	98,9	(SiDG, 2021)
Rdeči bor	79,6	69,5	61,1	(SiDG, 2021)
Evropski macesen	145,8	114,9	95,3	(SiDG, 2021)
Zeleni bor	73,4	62,8	54,4	(SiDG, 2021)
Ameriška duglazija	88,6	77,9	68,9	(SiDG, 2021)
Smreka sitka		78,5		(COILLTE, 2021)
Pravi kostanj		87,2	62,5	(SiDG, 2021)
Robinija		87,2	62,5	(SiDG, 2021)
Pavlovnija	200,0	120,0	100,0	(Bojesen Jensen, 2016)

4 ZAKLJUČEK

Tujerodne drevesne vrste predstavljajo velik potencial in bi s tehnološkega vidika lahko nadomestile nekatere domače lesne vrste. Še posebej izstopa odpornost robinije in navadne ameriške duglazije. Na primer, navadno ameriško duglazijo bi lahko uporabili namesto macesnovega ali smrekovega lesa, les robinije bi lahko uporabili namesto lesa pravega kostanja ali hrasta. Do določene mere novost predstavlja les pavlovnije, ki ima relativno visoko ceno.

5 ZAHVALA

Prispevek je rezultat več med seboj povezanih projektov, ki jih je sofinancirala Agencija za raziskovalno dejavnost RS: V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo v Sloveniji in P4-0015 - Programska skupina: Les in lignocelulozni kompoziti. Za pomoč pri SEM mikroskopiji se zahvaljujemo dr. Angeli Balzano.

6 VIRI IN LITERATURA

Ansell M. 2015. Wood Composites. (1st editio). Woodhead Publishing.

ARSO. 2020. Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno 17. 1. 2021 s http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/

Birdsey R., Pan Y. 2015. Trends in management of the world's forests and impacts on carbon stocks. Forest Ecology and Management, 355: 83–90.

Bojesen Jensen J. 2016. An investigation into the suitability of *Paulownia* as an agroforestry species for UK & NW European farming systems. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31955.78882

Bolton A.J., Petty J.A. 1977. Variation of susceptibility to aspiration of bordered pits in conifer wood. Journal of Experimental Botany, 28, 4: 935–941.

Brischke C., Thelandersson S. 2014. Modelling the outdoor performance of

wood products - a review on existing approaches. Construction and Building Materials, 66: 384–397.
CEN. 2002. European standard EN 113 Wood preservatives : test method for determining the protective effectiveness against wood destroying basidiomycetes : determination of the toxic values. Brussels: European Committee for Standardization.
CEN. 2013. European standard EN 335, Durability of wood and wood-based products - Use classes: definitions, application to solid wood and wood-based products. (European Committee for Standardization), Brussels.
CEN. 2015. European Standard EN 252 - Field test method for determining the relative protective effectiveness of a wood preservative in ground contact.
CEN. 2016. European Standard EN 350 - Durability of wood and wood-based products. Testing and classification of the durability to biological agents of wood and wood-based materials.
COILLTE. 2021. Home - Coillte. Pridobljeno 2. 8. 2021 s https://www.coillte.ie/
De Angelis M., Romagnoli M., Vek V., Poljanšek I., Oven P., Thaler N., … Humar M. 2018. Chemical composition and resistance of Italian stone pine (*Pinus pinea* L.) wood against fungal decay and wetting. Industrial Crops and Products, 117: 187–196.
Elaieb M.T., Shel F., Elouellani S., Janah T., Rahouti M., Thévenon M.F., Candelier K. 2017. Physical, mechanical and natural durability properties of wood from reforestation *Pinus halepensis* Mill. in the Mediterranean Basin. Bois et Forets des Tropiques, 331: 19–31.
Hanewinkel M., Cullmann D.A., Schelhaas M.J., Nabuurs G.J., Zimmermann N.E. 2013. Climate change may cause severe loss in the economic value of European forest land. Nature Climate Change, 3, 3: 203–207.
Humar M., Kržišnik D., Lesar B., Brischke C. 2019. The performance of wood decking after five years of exposure: verification of the combined effect of wetting ability and durability. Forests, 10, 10.
Humar M., Lesar B., Kržišnik D. 2020a. Moisture performance of facade elements made of thermally modified norway spruce wood. Forests, 11, 3: 1–13.
Humar M., Lesar B., Kržišnik D. 2020b. Tehnična in estetska življenjska doba lesa. Acta Silvae et Ligni, 121: 33–48.
Isaksson T., Brischke C., Thelandersson S. 2013. Development of decay performance models for outdoor timber structures. Materials and Structures/ Materiaux et Constructions, 46, 7: 1209–1225.
Meyer-Veltrup L., Brischke C., Alfredsen G., Humar M., Flæte P.O., Isaksson T., … Jermer J. 2017. The combined effect of wetting ability and durability on outdoor performance of wood: development and verification of a new prediction approach. Wood Science and Technology, 51, 3: 615–637.
SiDG. 2021. Cenik za direktno prodajo. Pridobljeno 2. 8. 2021 s https://sidg.si/index.php/javna-narocila-objave/prodaja-lesa-in-logistika/cenik-za-direktno-prodajo

TUJERODNE DREVESNE VRTE V DOMAČI SEMENARSKI IN DREVESNIČARSKI ZAKONODAJI IN PRAKSI

Hojka KRAIGHER[1], Marko BAJC[2], Gregor BOŽIČ[3], Andrej BREZNIKAR[4], Natalija DOVČ[5], Marijana MINIĆ VIDRIH[6], Marjana WESTERGREN[7]

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, hojka.kraigher@gozdis.si
(2) Gozdarski inštitut Slovenije, marko.bajc@gozdis.si
(3) Gozdarski inštitut Slovenije, gregor.bozic@gozdis.si
(4) Zavod za gozdove Slovenije, andrej.breznikar@zgs.si
(5) Gozdarski inštitut Slovenije, natalija.dovc@gozdis.si
(6) Zavod za gozdove Slovenije, marijana.minic@zgs.si
(7) Gozdarski inštitut Slovenije, marjana.westergren@gozdis.si

Ključne besede: zakonodaja, semenarstvo, drevesničarstvo, tujerodna drevesna vrsta, trženje, GRM, gozdni reprodukcijski material

1 UVOD - PREGLED ZAKONODAJNIH OSNOV V SLOVENIJI IN EVROPI

Obnova gozdov je eden najdražjih ukrepov pri gospodarjenju z gozdovi, vendar hkrati tudi bistveno prispeva k dolgoročni stabilnosti gozdov in njihovi odpornosti na biotske in abiotske dejavnike v okolju. V času hitrih sprememb okolja, predvsem podnebnih sprememb, je pomembna podpora ohranjanju in vzpodbujanju biotske pestrosti na vseh nivojih. Genetska pestrost in prilagojenost gozdnega reprodukcijskega materiala (GRM) na rastiščne pogoje prispeva k ohranjanju prilagodljivosti bodočega gozda na spreminjajoče se okolje. Ob pojavu bolezni in škodljivcev, višanju temperatur in spreminjanju padavinskih razmer, so posamezne avtohtone drevesne vrste vse bolj ranljive; najbolj problematični so nižinski poplavni gozdovi, kjer uspevanje jesena, črne jelše in hrastov ogrožajo predvsem biotski dejavniki, in veliko-površinski nasadi smreke v zanjo vse manj ugodnih pogojih kolinskega in submontanskega pasu. V teh okoljih se razmišlja o uporabi tujerodnih drevesnih vrst (TDV).

Trženje GRM v Evropski uniji predpisuje Evropska Direktiva o trženju GRM (1999; v nadaljevanju Direktiva), ki v prilogi navaja seznam vrst, za katere velja Direktiva; od slednjih sta v nacionalni zakonodaji (ki mora biti obvezno harmonizirana z Direktivo) možni dve vrsti odstopanj:

1) V nacionalni zakonodaji je dovoljeno predpisati strožja merila, kot veljajo po Direktivi; slednje omogoča tudi uvrstitev večjega števila drevesnih vrst na listo vrst, za katere velja harmonizirana nacionalna zakonodaja.

2) Možno je tudi prositi EC za izbris posameznih vrst iz Direktive iz nacionalne liste; slednje sta leta 2005 uporabili Danska in Slovenija; izdan je bil Odlok (2005), s katerim sta ti dve državi s seznama lahko izbrisali posamezne tujerodne drevesne vrste, ki tedaj niso bile zanimive za proizvodnjo in trženje na nacionalnem nivoju (Preglednica 1). O tovrstnih izjemah na osnovi argumentacije s strani nacionalnih predstavnikov odloča Delovna skupina za GRM, katero vodi predstavnica DG SANTE iz Bruslja.

Na nacionalnem nivoju proizvodnjo in trženje GRM regulira Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu (2002; v nadaljevanju ZGRM) in Odredba o listi vrst, za katere velja ZGRM (2010). Na osnovi ZGRM in podzakonskih aktov, ter seznama vrst, ki so uvrščene na to Listo, je možno regulirati odobritev Gozdnih semenskih objektov (GSO) in financiranje proizvodnje GRM in trženja. Uporabo GRM v Sloveniji pa regulira Zakon o gozdovih (1993); k uporabi vrstno in genetsko pestrega GRM pa prispevajo tako Resolucija o nacionalnem gozdnem programu (2007), kakor tudi ZGRM, ki izhaja iz načel ohranjanja gozdnih genskih virov (člen ٢), in v področje veljavnosti uvršča GRM za: i) obnovo gozdov s sadnjo in setvijo, ii) pogozdovanje, iii) snovanje in vzdrževanje trajnih zaščitnih ali protierozijskih pasov gozdnega drevja, iv) snovanje in vzdrževanje plantaž gozdnega drevja. Nenazadnje, k ohranjanju gozdnih genskih virov prispeva Slovenski program za gozdne genske vire (SIFORGEN, predstavljen v sredicah Gozdarskega vestnika v letih 2010–2014, pregledno pa 2019 (Kraigher in sod., 2019)).

Na mednarodnem nivoju ohranjanje gozdnih genskih virov navajajo Evropska strategija o gozdnih genskih virih (2021, v prenovi v programu EUFORGEN), resolucije Forest Europe (1990, 1993, 2003, 2007, 2015, 2021), Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030 (2020) in Nova strategija EU za gozdove do leta 2030 (2021), kakor tudi Evropska strategija o genskih virih (2021, v obravnavi), ki vključuje genske vire gozdnega drevja, kmetijskih rastlin in domačih živali v kmetijstvu.

TDV so bile sajene, ali se razširjajo v slovenskih gozdovih že vse od konca 19. stoletja dalje. Med najbolj razširjenimi ali med najbolj zanimivimi je potrebno navesti robinijo, ameriško duglazijo, rdeči hrast, črni oreh in posamezne druge vrste, ki so še, ali pa so bile z Odlokom leta 2005 izbrisane s seznama vrst, za katere velja ZGRM. V prispevku predstavljamo seznam GSO, uporabo sadik in izpostavljeno problematiko TDV v slovenskem gozdnem semenarstvu in drevesničarstvu, ter okvirno ekspertizo o izvoru duglazije v Sloveniji.

2 MATERIAL IN METODE

Pooblaščena organizacija za odobritev gozdnih semenskih objektov (GSO)), za objavo Seznama GSO (januarja vsako leto v Uradnem listu RS (Pravilnik o pogojih za odobritev…., 2003) in za redne objave v evropski bazi FOREMATIS (Izvedbena uredba komisije …, 2021) je Gozdarski inštitut Slovenije (GIS). Iz zadnjega Seznama GSO (2021) smo povzeli pregled odobrenih GSO tujerodnih drevesnih vrst.

Za zagotavljanje semena in sadik gozdnih drevesnih vrst za uporabo v slovenskih gozdovih in vodenje evidenc o le-teh je pooblaščen Zavod za gozdove Slovenije (ZGS). Na podlagi podatkov iz baze ZGS smo izvedli analizo podatkov o porabi sadik za redno sadnjo, sanacijo in skupno, za vse in posebej za posamezne tujerodne drevesne vrste v letih 2010–2020.

Za ugotavljanje izvora ameriške duglazije, ki je bila v preteklosti sajena v Sloveniji, smo uporabili SNP označevalce za izvedbo genetske analize 215 dreves duglazije iz Slovenije. Nabor SNP označevalcev smo izbrali na podlagi analize baze podatkov Univerze

v Oregonu. S programom AssignPOP (Chen in sod., 2018) smo izbrali označevalce, ki so najbolje razločevali med genetskimi skupinami (severno-ameriško priobalno in notranjo varieteto, skupino obala in Cascades). DNK smo izolirali iz iglic s pomočjo DNeasy Plant 96 in DNeasy Plant Mini Kit po navodilih proizvajalca. Koncentracijo in čistost DNA smo preverili z UV spektrofotometrom BioPhotometer Plus in mikrolitrsko kiveto µCuvette G1.0, z metodo »dsDNA«. DNK smo poslali zunanjemu izvajalcu (INvRAe BIOGECO, Bordeaux, Francija) za analizo z izbranimi SNP označevalci. Po prejemu surovih podatkov smo te ovrednotili glede kakovosti in nekatere označevalce zavrgli zaradi slabega pomnoževanja. Pripadnost genetskim skupinam, ki jih SNP označevalci razlikujejo, smo določili z algoritmom grupiranja posameznih osebkov na podlagi Bayesove verjetnosti v programu Structure 2.3.4. Povprečje na podlagi desetih ponovitev analize smo izračunali in rezultate vizualizirali s pomočjo programa CLUMPAK. Skupno genetsko pestrost (bogastvo alelov in heterozigotnost) na ravni Slovenije in v naravnem arealu smo ocenili s standardnimi metodami implementiranimi v programu SpaGeDi (Hardy in sod. 2002).

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

Preglednica drevesnih vrst, za katere velja ZGRM

No.	Latinsko ime
1.	*Abies alba* Mill.*
2.	*Abies cephalonica* Loud.*
3.	*Abies grandis* (Douglas ex D. Don) Lindl.*
4.	*Acer campestre* L.
5.	*Acer monspessulanum* L.
6.	*Acer obtusatum* Waldst. et Kit. ex. Willd.
7.	*Acer platanoides* L.*
8.	*Acer pseudoplatanus* L.*
9.	*Acer tataricum* L.
10.	*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.*
11.	*Alnus incana* (L.) Moench *
12.	*Alnus viridis* (Chaix) DC.
13.	*Betula pendula Roth**
14.	*Betula pubescens* Ehrh.*
15.	*Carpinus betulus* L.*
16.	*Carpinus orientalis* Mill.
17.	*Castanea sativa* Mill.*
18.	*Celtis australis* L.
19.	*Cercis siliquastrum* L.
20.	*Fagus sylvatica* L.*
21.	*Ficus carica* L.
22.	*Fraxinusangustifolia* Vahl*
23.	*Fraxinus excelsior* L.*
24.	*Fraxinus ornus* L.
25.	*Ilex aquifolium* L.
26.	*Juglans regia* L.
27.	*Laburnum alpinum* (Mill.) Bercht. et J. Presl
28.	*Laburnum alschingeri* (Vis.) K. Koch
29.	*Laburnum anagyroides* Medik.
30.	*Larix decidua* Mill.*
31.	*Larix kaempferi* (Lamb.) Carr.*
32.	*Larix × eurolepis* Henry*
33.	*Laurus nobilis* L.
34.	*Malus sylvestris* (L.) Mill.
35.	*Mespilus germanica* L.
36.	*Olea europaea* L.
37.	*Ostrya carpinifolia* Scop.
38.	*Phillyrea latifolia* L.
39.	*Picea abies* (L.) Karst.*
40.	*Pinus cembra* L.*
41.	*Pinus halepensis* Mill.*
42.	*Pinus mugo* Turra
43.	*Pinus nigra* Arnold*
44.	*Pinus pinaster* Ait.*
45.	*Pinus pinea* L.*
46.	*Pinus sylvestris* L.*
47.	*Pistacia terebinthus* L.
48.	*Populus alba* L.
49.	*Populus nigra* L.
50.	*Populus tremula* L.
51.	*Populus* × spp*
52.	*Prunus avium* L.*
53.	*Prunus mahaleb* L.
54.	*Prunus padus* L.
55.	*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco*
56.	*Pyrus amygdaliformis*
57.	*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.
58.	*Quercus crenata Lam.*

59.	*Quercus cerris L.**
60.	*Quercus ilex* L.*
61.	*Quercus petraea* (Matt.) Liebl.*
62.	*Quercus pubescens* Willd.*
63.	*Quercus robur* L.*
64.	*Quercus rubra* L.*
65.	*Quercus suber* L.*
66.	*Robinia pseudoacacia* L.*
67.	*Salix* × spp.
68.	*Sorbus aria* (L.) Crantz
69.	*Sorbus aucuparia* L.
70.	*Sorbus domestica* L.
71.	*Sorbus torminalis* (L.) Crantz
72.	*Taxus baccata* L.
73.	*Tilia cordata* Mill.*
74.	*Tilia platyphyllos* Scop.*
75.	*Ulmus glabra* Huds.
76.	*Ulmus laevis* Pall.
77.	*Ulmus minor* Mill.

* Drevesne vrste in umetni hibridi, vključeni v Direktivo (1999).
Vrste, izločene iz seznama vrst, za katere velja Direktiva (1999) na osnovi Odločbe EC (2005), so: *Abies pinsapo* Boiss., *Cedrus atlantica* (Endl.) Manetti ex Carrière, *Cedrus libani* A. Rich., *Larix sibirica* Ledeb., *Picea sitchensis* (Bong.) Carrière, *Pinus brutia* Ten., *Pinus canariensis* C. Sm. ex DC., *Pinus contorta* Douglas ex Loudon, *Pinus heldreichii* H. Christ, *Pinus radiata* D. Don.

Pregled odobrenih gozdnih semenskih objektov TDV v Sloveniji

V Seznamu gozdnih semenskih objektov, katerega vsako leto objavi Gozdarski inštitut Slovenije kot pooblaščena organizacija v Sloveniji, je trenutno odobrenih 11 semenskih objektov TDV za uporabo v večnamenskem gozdarstvu (Preglednica 2): po eden za grško jelko, alepski bor in rdeči hrast, in osem za duglazijo (vendar bo eden od teh v letu 2021 izbrisan, ker se površinsko prekriva z večjim, kasneje odobrenim sestojem, zato v preglednici 2 ni prikazan). Za duglazijo obstaja tudi največje zanimanje v gozdarstvu zaradi njene lesno-proizvodne funkcije in odpornosti na žled, ki se je pokazala leta 2014.

Vrsta	Kate-gorija	Id. št.	Prove-nienca	Nadm. viš. (m)	Povr. (ha)	Last-ništvo	Prove-nienčno območje	OE ZGS
Abies cephalonica Loud.	1	0,0144	Kregolišče	280	2	državno	Submed-iteransko	Sežana
Pinus halepensis Mill.	2	0,0139	Krkavče	50	2,30	zaseb-no	Sub mediter-ansko	Sežana
Pseudotsuga men-ziesii Franco	1	1,0373	Navršnik	560 - 604	2,70	državno	Alpsko	Slovenj Gradec
Pseudotsuga men-ziesii Franco	1	6,0307	Gladovec*	640-700	7,93	državno	Dinarsko	Postojna
Pseudotsuga men-ziesii Franco	1	6,0377	Cerovec	650	67	državno	Dinarsko	Postojna
Pseudotsuga men-ziesii Franco	1	6,0378	Tkalca jama	580	103	državno	Di-narskao	Postojna
Pseudotsuga men-ziesii Franco	2	2,0374	Rdeči breg - Klančniko-vo	700 - 800	0,80	državno	Pohorsko	Maribor
Pseudotsuga men-ziesii Franco	2	4,0207	Podmeja	700	0,75	državno	Predalps-ko	Celje
Pseudotsuga men-ziesii Franco	2	4,0208	Podmeja - Spomenik	600	0,86	državno	Predalps-ko	Celje
Pseudotsuga men-ziesii Franco	2	6,0379	Planina	500-720	105	državno	Dinarsko	Postojna
Quercus rubra L.	1	1,0372	Rebernik	560 - 604	3,39	državno	Alpsko	Slovenj Gradec

Preglednica 2: Odobreni gozdni semenski objekti tujerodnih drevesnih vrst (2021) (Kategorija 1 - znano poreklo, kategorija 2 - izbran)

Vsi semenski objekti so sestoji, namen je večnamensko gozdarstvo. Kategorija 1 pomeni, da se v tem sestoju se pridobiva GRM kategorije 1, to je ‚znano poreklo', v kategoriji 2 pa GRM kategorije ‚izbran'. Sestoj provenience ‚Gladovec' bo do naslednje objave Seznama GSO izbrisan, ker se prekriva s provenienco ‚Planina'.

Pregled sadnje v letih 2010–2020 v slovenskih gozdovih

Preglednica 3: Število posajenih sadik in puljenk z deležem TDV v Sloveniji v letih 2010–2020

	Redna obnova	Sanacija	Skupaj
Število sadik	3.554.915	5.117.686	8.672.601
Število sadik TDV	3.819	1.575	5.394
Delež TDV (%)	0,11	0,03	0,06

V Sloveniji je bilo v desetletju 2011–2020 skupno posajenih v redni sadnji in za sanacijo 8.672.601 sadik od tega 5.394 sadik tujerodnih drevesnih vrst. Med temi prevladuje ameriška duglazija s 4.838 sadikami.

Pri povprečni gostoti sadnje 2.500 sadik/ha je bilo v 10 letih predvidoma s sadnjo obnovljenih približno 3.469 ha skupno, oz. povprečno 347 ha letno, pri čemer je bilo za sadnjo uporabljenih povprečno 539 sadik TDV letno na površini vseh slovenskih gozdov v obnovi.

Vprašanja, ki se postavljajo ob podatkih o sadnji TDV v slovenskih gozdovih:

- Dobrih 8 milijonov sadik skupno v 10 letih (od tega 0,06 % TDV) pomeni manj kot milijon sadik ali okoli 350 ha letno; ali je slednje dovolj, kljub prednostnemu pospeševanju naravne obnove v Sloveniji, v času veliko-površinskih motenj in poškodovanja reproduktivnih delov krošenj, ki onemogočajo naravno obnovo z ustrezno genetsko pestrim GRM?

- V Sloveniji primanjkujejo ustrezno seme in sadike duglazije; med drugim sta bili za pridobivanje semena duglazije leta 2018 posekani dve (!!!) drevesi v Podvelki; glede na nižjo genetsko pestrost v odraslih sestojih duglazije v Sloveniji v primerjavi s S. Ameriko, bi bilo potrebno pridobivati seme iz čim večjega števila dreves, uporaba zgolj posameznega drevesa (ali dveh) je strokovno povsem neprimerna.

- Listo drevesnih vrst, za katere velja ZGRM, bi bilo nujno potrebno spremeniti in dopolniti, saj le slednje omogoča financiranje, in s tem reguliranje (!) uporabe ustreznega GRM za sadnjo v slovenskih gozdovih. Ob tem bi bilo primerno v Listo vrst uvrstiti tudi vse TDV, ki se trenutno uporabljajo za sadnjo v zunajgozdnih nasadih, npr. vrste *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud., saj bi s tem avtomatično regulirali NEuporabo (!) GRM teh vrst tako na gozdnih površinah, kot v nasadih (gl. 3. člen ZGRM). Kljub zagotovilom, da se posamezni kultivarji te vrste (Shan Tong, Bellissima) kot umetni križanci ne morejo samostojno razmnoževati, so namreč strokovnjaki in prostovoljci v okviru projekta LIFE Artemis zabeležili več kot 366 primerkov pavlovnije v poplavnih gozdovih v Prekmurju. Analiza vnosov najdb

kaže na to, da se pavlovnija pojavlja tudi na gozdnem robu, gozdnih površinah po motnjah in v gozdnih sestojih po celotni Sloveniji (Marinšek A., ustni vir).

- Sadnjo TDV omejujejo tudi drugi predpisi, npr. uredba vlade Republike Slovenije, ki ureja gospodarjenje z mrežo Natura 2000 območij v Sloveniji in predpisi o Triglavskem narodnem parku, poleg tega pa moramo pri upravljanju tujerodnih vrst upoštevati tudi certificiranje gozdov. Certifikacijski shemi FSC in PEFC dajeta prednost domačim vrstam, izjemoma pa dopuščata tudi tujerodne, če je njihova raba nadzorovana in ne povzroča negativnih ekoloških učinkov.

Izvor ameriške duglazije v Sloveniji

Vseh 215 analiziranih dreves duglazije iz sedmih gozdnih semenskih objektov, neregistrirane semenske plantaže v Črmošnjicah in parkovnega nasada v Sloveniji pripada priobalni varieteti. Izvor imajo na sami zahodni obali Severne Amerike in v gorovju Cascades; drevesa posajena na posamezni lokaciji imajo lahko različen izvor. Celokupna genetska pestrost (bogastvo alelov) je v Sloveniji nižja od tiste v naravnem arealu.

O proveniencah iz Priloge 3 Pravilnika o določitvi provenienčnih območij nimamo genetskih informacij. Posredno lahko na podlagi njihovih geografskih lokacij sklepamo, da vse razen dveh pripadajo priobalni varieteti in obema podskupinama: »obala« in »Cascades«. Ker verjetno izhajajo iz istega geografskega območja kot drevesa duglazije posajena v Sloveniji, sklepamo, da jih v Sloveniji lahko uporabljamo. Zagotovo bomo to lahko vedeli šele, ko bomo lahko analizirali vse provenience iz Priloge ٣. O ekološki prilagojenosti provenienc iz Priloge ٣ na okoljske razmere v Sloveniji na podlagi genetskih podatkov ne moremo sklepati.

4 ZAKLJUČEK

Slovenska zakonodaja je harmonizirana z direktivo EC o trženju GRM, hkrati pa ZGRM izhaja iz načel ohranjanja gozdnih genskih virov. Seznam vrst, za katere velja ZGRM, omogoča reguliranje proizvodnje, trženja, in v kontekstu Zakona o gozdovih ter 3. člena ZGRM, tudi uporabo GRM ustrezne kakovosti, oziroma preprečevanje uporabe (in financiranja proizvodnje, trženja in uporabe) GRM za slovensko gozdarstvo (in zunaj-gozdne nasade) neprimernih drevesnih vrst.

Zaradi nezanimivosti za slovensko gozdarstvo je Slovenija leta 2005 na osnovi Odločbe EC izbrisala s seznama vrst 10 tujerodnih vrst, nekaj pa jih je zaradi zanimivosti, ali zaradi že ugotovljene razširjenosti, pustila v Listi. Za vse vrste s Seznama je pred proizvodnjo in uporabo v slovenskem gozdarstvu potrebno izvesti vse postopke odobritve gozdnih semenskih objektov, in jih uvrstiti na Listo / Seznam, katerega GIS vsako leto objavi v Uradnem listu in evropski bazi FOREMATIS.

Trenutno je na Seznamu gozdnih semenskih objektov za uporabo v večnamenskem gozdarstvu odobrenih 11 semenskih objektov, od tega 8 za ameriško duglazijo. V zadnjem desetletju pa se je skupno posadilo okoli 8,5 milijona sadik, od tega zgolj dobrih 5.000 TDV, večinoma sadik duglazije. Hkrati se izkazuje interes po morebitni povečani sadnji

duglazije in nekaterih drugih vrst, ki bi bile uspešne predvsem v nižinskih poplavnih gozdovih. V zunaj-gozdnih nasadih pa se povečuje uporaba pavlovnije, ki se že pojavlja tudi kot invazivna vrsta na gozdnem robu v SV Sloveniji, pri čemer bi bilo potrebno preveriti izvor le-te, saj naj bi bili umetni križanci (Shan Tong, Bellissima) sterilni.

Uporaba zgolj ca 870.600 sadik letno, ne glede na delež TDV, ki je zgolj 0,06 %, oz. obnova gozdov s sadnjo in setvijo okvirno okoli 350 ha letno, je ob hitrem spreminjanju podnebnih razmer in posledično veliko-površinskih motnjah ter razširjanju novih bolezni in škodljivcev, vprašljiva. S tako nizkim deležem obnove s sadnjo in setvijo je usmerjanje razvoja gozdov v prihodnosti nerealno, saj ga ni mogoče zagotoviti zgolj z naravno obnovo.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru CRP projektov V4-1818 in V4-1819; osnovni podatki izhajajo iz nalog javne gozdarske službe GIS in ZGS. Zahvaljujemo se dr. Aleksandru Marinšku za podatke o pojavljanju pavlovnije v Sloveniji iz pregledovalnika invazivke.si (LIFE ARTEMIS) in anonimnemu recenzentu za konstruktivne pripombe.

6 VIRI

Chen K.Y., Marschall E.A., Sovic M.G., Fries A.C., Gibbs H.L., Ludsin S.A. 2018. assignPOP: An R package for population assignment using genetic, non-genetic, or integrated data in a machine-learning framework. Methods in Ecology and Evolution. 9 :439–446.

Direktiva EC o trženju GRM. 1999. Council Directive EC/105/1999 of 22 December 1999 on the marketing of forest reproductive material (OJ L 11, 15.1.2000, p. 17).

Evropska strategija o genskih virih (European Genetic Resources Strategy). 2021. EUFORGEN, EGRS, ECPGR. V pripravi.

Evropska strategija o gozdnih genskih virih (European Forest Genetic Resources Strategy). 2021. EUFORGEN. V pripravi

FOREST EUROPE - 8th Ministerial Conference: Resolution »Adapting pan-European Forests to Climate Change (10 and 17) and Declaration »The Future We Want: The Forests We Need« (29 and 30), 14–15 April 2021, Bratislava, Slovaška.

FOREST EUROPE Resolution H2: General guidelines for the conservation of the biodiversity. 1993. Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 16–17 Junij 1993, Helsinki.

FOREST EUROPE Resolution M2: Protection of forests in a changing environment. 2015. Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 20–21 Oktober 2015, Madrid.

FOREST EUROPE Resolution S2: Conservation of forest genetic resources. 1990. Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 18 December 1990, Strasburg.

FOREST EUROPE Resolution V4: Conserving and enhancing forest biological diversity in Europe. 2003. Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 28–30 April 2003, Dunaj.

FOREST EUROPE Resolution W: Warsaw declaration. 2007. Ministerial Conference for the Protection of Forests in Europe, 5–7 November 2007, Varšava.

Hardy O.J., Vekemans X. 2002. SPAGeDi: a versatile computer program to analyse spatial genetic structure at the individual or population levels. Molecular Ecology Notes 2: 618–620.

IZVEDBENA UREDBA KOMISIJE. 2021. Izvedbena uredba komisije (EU) 2021/1324 z dne 10. avgusta 2021 o spremembi Uredbe (ES) št. 1597/2002 glede oblike za predložitev nacionalnih seznamov izhodiščnega materiala gozdnega reprodukcijskega materiala.

Kraigher H., Bajc M., Božič G., Brus R., Jarni K., Westergren M. 2019. Forests, forestry and the Slovenian forest genetic resources programme. V: Šijačić-Nikolić M., Mia lovanović J., Nonić M. (ur.). Forests of southeast Europe under a changing climate, (Advances in Global Change Research, ISSN 1574-0919, 65). 1st ed. Cham: Springer International Publishing AG. 2019, cop. 2018: 29–47.

New EU Forest Strategy. (2021).
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:52021DC0572&from=EN

NGP. 2007. Nacionalni gozdni program. Ur. l. RS 111/07.

Odločba EC. 2005. COMMISSION DECISION of 6 December 2005, 2005/871/EC (OJ L 320, 6.12.2005: 50str.).

Pravilnik o pogojih za odobritev… 2003. Pravilnik o pogojih za odobritev gozdnih semenskih objektov v kategorijah »znano poreklo« in »izbran« ter o seznamu gozdnih semenskih objektov. Ur. l. RS, št. 91/03.

Seznam GSO. 2021. Seznam gozdnih semenskih objektov - stanje na dan 1. 1. 2021, Ur. L. RS 13/21.

Seznam vrst. 2010. Odredba o seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev. Ur. l. RS, št. 4/10.

Strategija EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030. 2020. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/HTML/?uri=CELEX:52020DC0380&from=EN

ZGRM. 2002. Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu. Ur.l.RS, No. 58/02, 85…/02 - dop, 45/04 - ZdZPKG and 77/11) / Zakon o gozdnem reprodukcijskem material, Uradni list RS 58/02, 85/02, 45/04, 77/11.

ZOG. 1993. Zakon o gozdovih. Ur.l.RS, No. 30/93 , 56/99 - ZON, 67/02 , 110/02 - ZGO-1, 115/06 - ORZG40, 110/07 , 106/10 , 63/13 , 101/13 - ZDavNepr, 17/14 , 22/14 - odl. US, 24/15 , 9/16 - ZGGLRS in 77/16) / Zakon o gozdovih, Uradni list RS, 30/93, 56/99, 67/02, 110/02, 115/06, 110/07, 106/10, 63/13, 101/13, 17/14, 24/15, 9/16, 77/16.

TUJERODNE DREVESNE VRSTE V SLOVENSKIH POSKUSIH IN NASADIH

Kristjan JARNI[1], Sebastian BAMBIČ[2], Peter SMOLNIKAR[3], David RAIDA[4], Gregor BOŽIČ[5] Robert BRUS[6]

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, kristjan.jarni@bf.uni-lj.si
(2) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, sebastian.bambic@gmail.com
(3) Gozdarski inštitut Slovenije, peter.smolnikar@gozdis.si
(4) Monte Calvario 7b, Gorizia, Italy, raidadavid1@gmail.com
(5) Gozdarski inštitut Slovenije, gregor.bozic@gozdis.si
(6) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, robert.brus@bf.uni-lj.si

Ključne besede: tujerodne drevesne vrste, navadna ameriška duglazija, *Pseudotsuga menziesii*, omorika, *Picea omorika*, poskus, nasad

1 UVOD

Sonaravno gospodarjenje s slovenskimi gozdovi temelji na negi in zagotavlja njihovo ohranitev ter med drugim povečuje pestrost avtohtonih rastlinskih vrst in vzpostavlja biotsko ravnovesje (Zakon o gozdovih, 1993). Omenjeni zakon v 18. členu prepoveduje ravnanja v gozdovih, ki zmanjšujejo rastnost ali rodovitnost, stabilnost ali trajnost oz. ogrožajo njegove funkcije. Navkljub navedenim zakonskim določilom se je v preteklosti velikokrat dogajalo, da izbor vrst na posameznih rastiščih ni bil ustrezen. Zaradi tega prihaja v gozdovih do motenj, ki imajo pogosto za posledico porušitve celotnih sestojev. Delež smreke v slovenskih gozdovih se bo zaradi njenega plitvega koreninskega sistema in velike občutljivosti na sušo v prihodnje, zaradi podnebnih sprememb, zagotovo zmanjšal. Rahlo spregledana navadna jelka, ki bi lahko nekoliko zapolnila omenjeni izpad smreke in bi se njena vloga pri gospodarjenju povečala, ima težave pri pomlajevanju zaradi objedanja divjadi. Drugi domači avtohtoni iglavci (bori, brini) so z gospodarskega vidika nekoliko manj zanimivi, kar dodatno omejuje izbor vrst za smotrno gospodarjenje z gozdovi.

Nastajajočo vrzel pomanjkanja drevesnih vrst iz skupine iglavcev bi lahko delno zapolnile tujerodne drevesne vrste (TDV), predvsem take, ki omogočajo kontinuiteto v delovanju gozdnega ekosistema, ne ogrožajo habitatov naših avtohtonih vrst in so obenem gospodarsko zanimive. Iskanje primernih tujerodnih vrst je dolgotrajen proces, ki zahteva večdesetletna preverjanja in testiranja.

Vnašanje in uporaba tujih drevesnih vrst v evropskem gozdarstvu se je začela sredi 19. stol. in se je intenzivirala konec 19. stol., ko so bili osnovani tudi prvi tujerodni nasadi v Sloveniji. Večji obseg zasajanja in preizkušanja TDV v Sloveniji sega v obdobje med obema svetovnima vojnama, ko so pogozdovali gozdne in negozdne površine predvsem v Prekmurju in na Krasu ter nekoliko manj v drugih delih Slovenije. Vnašanje TDV v

slovenski prostor se je nadaljevalo tudi v desetletju po drugi svetovni vojni, potem pa se je zaradi sonaravnega pristopa h gospodarjenju z gozdovi le-to bistveno zmanjšalo. V 70ih in 80ih letih 20. stoletja so bili osnovani posamični poskusni nasadi nekaterih TDV, npr. ameriške duglazije, omorike…, vendar je zbranih podatkov in analiz o uspešnosti nasadov malo. Luč pozornosti se je na TDV zopet usmerila v zadnjih nekaj letih, ko so se nekatere med njimi, v primerjavi z našimi avtohtonimi drevesnimi vrstami, izkazale za veliko odpornejše proti naravnim motnjam, kot so npr. vetrolomi, žledolomi in podlubniki. Med njimi smo še posebno postali pozorni na navadno ameriško duglazijo (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco).

2 METODE DELA

V prispevku predstavljeni rezultati obsegajo analize več nasadov ameriške duglazije na Počivalniku pri Postojni, dveh provenienčnih poskusnih nasadov ameriške duglazije v Brkinih (Padež I in Padež II) in nasad omorike na Počivalniku.

Ameriška duglazija - objekt Počivalnik

Ameriško duglazijo so za proizvodnjo lesa v naše gozdove začeli vnašati konec 19. stoletja, največ nasadov pa je nastalo v prvi polovici 20. stoletja. V temu obdobju so jo vnašali tudi v mešane jelovo-bukove sestoje (*Omphalodum – Fagetum*) na postojnskem na nadmorski višini med 500 in 800 m, ko so jo pogosto sadili skupaj v kombinaciji z navadno smreko (*Picea abies* (L.) Karst.). Raziskavo smo opravili v štirih mešanih sestojih navadne smreke in ameriške duglazije, ki so bili osnovani sredi 30. let 20. stoletja. Raziskovalne ploskve s skupno površino 2,9 ha ležijo v GGO Postojna, GGE Planina – Golobičevec, v odsekih A17B, A28B, A29B in A30B. Na ploskvah smo opravili polno premerbo dreves, drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. V analizo smo vključili tudi vse panje podrtih dreves. V sestojih, na robu in zunaj njih smo analizirali tudi uspešnost naravnega pomlajevanja. Za opis podrobnejših metod glej Raida 2018.

Omorika – objekt Počivalnik

Generativni nasad omorike (*Picea omorika* (Pančić) Purk.) na Počivalniku pri Postojni je bil osnovan leta 1988 (GGO Postojna, GGE Planina – Golobičevec). Na površini 0,5 ha je bilo posajenih 916 sadik omorike (vzgojna oblika 2 + 4). Sadike so pripadale trem različnim proveniencam: Bela Zemlja (pri Užicah), Popova Luka (pri Kremni) in Šargan ter petim različnim fenotipom (*borealis*, *semidichotomy*, *serbica*, *argentea* in *viminalis*). Leta 2014 je nasad prizadel žledolom, ki so mu v letih 2015–2016 sledile tudi prenamnožitve podlubnikov. Novembra 2016 smo v nasadu opravili polno premerbo, vsem drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. Vpliv provenienc in fenotipov na proučevane znake smo preverjali z neparametričnimi testi. Za opis podrobnejših metod glej Bambič in sod. 2020.

Ameriška duglazija – objekt Padež I, Padež II

Mednarodni provenienčni nasad ameriške duglazije v Brkinih (GGO Sežana, k.o. Artviže) poteka v dveh ločenih nasadih; Padež I (odsek 07049b, površina 1,95 ha) in Padež II (07048b, površina 0,65 ha). V nasadu Padež I, osnovanem spomladi 1971, je

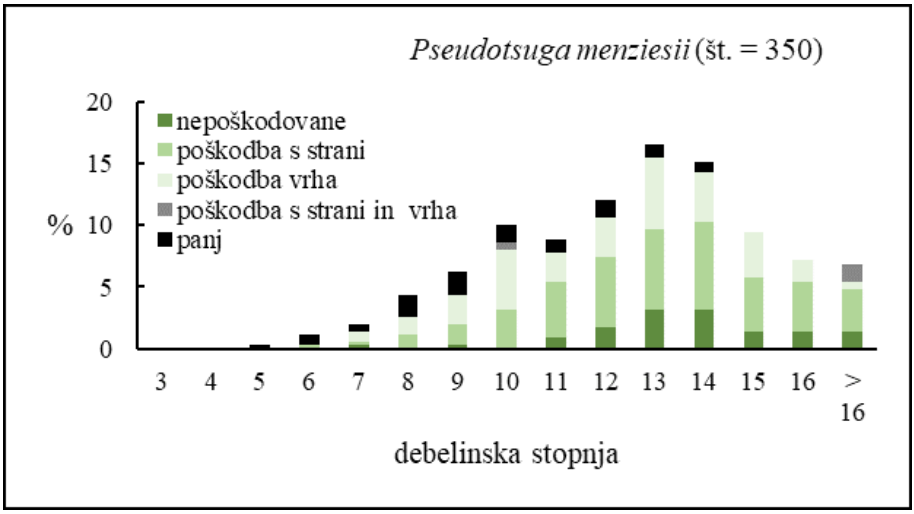
bilo posajenih 2.490 2-letnih sadik 16 provenienc, v nasadu Padež II iz leta 1972 pa je bilo zasajenih 1.053 2-letnih sadik še drugih 11 provenienc.

V letih 2017 (Padež I) in 2020 (Padež II) smo v nasadih opravili polne premerbe, vsem drevesom smo ocenili vitalnost in poškodovanost. Po posameznih proveniencah smo sistematično merili in ocenjevali znake vejnatosti. Vpliv provenienc na proučevane znake smo preverjali z neparametričnimi testi. Za opis podrobnejših metod glej Smolnikar in sod. 2021.

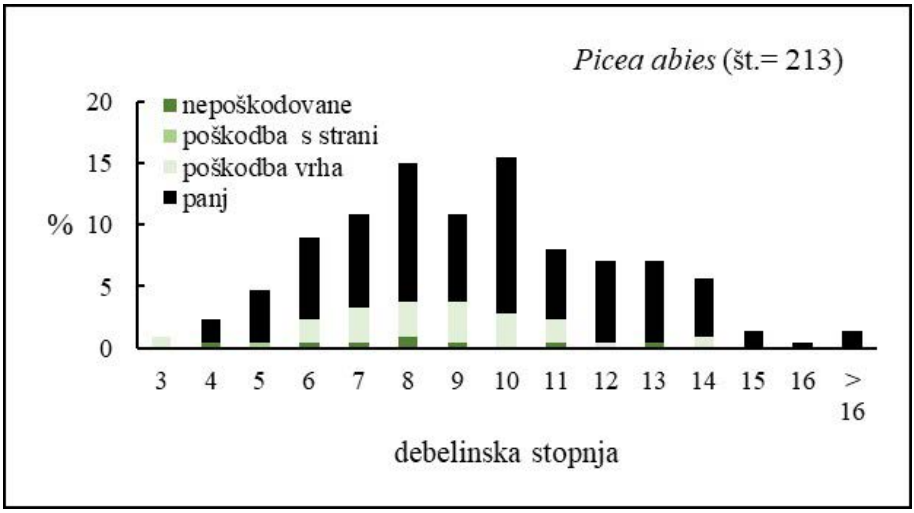
3 REZULTATI

Debelinska rast in poškodovanost ameriške duglazije po žledu na objektu Počivalnik

Skupno smo analizirali 359 stoječih dreves in 204 panjev odstranjenih dreves. Zaradi poškodb žledoloma (2014) in posledično napadov podlubnikov je bilo na raziskovalnih ploskvah odstranjenih 78 % vseh smrek in 11 % duglazij (slika 1). Kljub temu, da je bil delež poškodovanih duglazij v sestoju visok (85 %), te poškodbe niso bile tako hude, da bi resneje ogrozile preživetje dreves. Na drugi strani pa lahko že manjše poškodbe na smreki povzročijo tako velik upad vitalnosti, da postanejo drevesa tarča podlubnikov, kar vodi do povečane mortalitete. Zaradi tega je bila večina poškodovanih in nato posušenih smrek v letih po žledolumu odstranjenih iz sestoja.



Slika 1: Distribucija dreves navadne ameriške duglazije glede na debelinsko stopnjo in poškodovanost (pri panju je premer merjen na panju)



Slika 2: Distribucija dreves navadne smreke glede na debelinsko stopnjo in poškodovanost (pri panju je premer merjen na panju)

Iz debelinske strukture (slika 1 in 2) je razvidno, da je debelinska rast pri ameriški duglaziji veliko večja kot pri navadni smreki. Pri starosti 80 let (starost sestoja v času analize), so bila drevesa duglazije za več kot 3 debelinske razrede debelejša od smreke. Poleg večjega debelinskega priraščanja so drevesa duglazije tudi manj poškodovana. Na drugi strani je nepoškodovanih smrek izjemno malo, tudi poškodovanih dreves smreke je v sestojih ostalo le malo, kar je posledica preventivnih in kurativnih ukrepov pred, med in po napadih podlubnikov.

Analiza je pokazala, da obstaja pri ameriški duglaziji zmerna pozitivna korelacija med debelino dreves in nepoškodovanostjo (r = 0,52), kar pove, da z debelino postajajo drevesa duglazije odpornejša proti poškodbam (v našem primeru so to poškodbe zaradi žleda). Neposredna primerjava s smreko kaže, da je duglazija na Počivalniku bistveno bolj odporna proti naravnim motnjam, kot sta npr. žled in napadi podlubnikov. Četudi ne vemo natančno, kolikšen delež smrek je bil neposredno odstranjen zaradi poškodb po žledu, je bila smreka ob tem tako oslabljena, da je sledila močna gradacija podlubnikov, zaradi česar je bilo potrebno smreko skoraj v celoti odstraniti iz sestoja. Ob tem je potrebno omeniti, da je bilo poletje 2015 (leto dni po žledolomu) izredno vroče in sušno, kar je sušenje smreke še dodatno pospešilo.

Pomlajevanje na objektu Počivalnik

Pretekla opazovanja naravnega pomlajevanja ameriške duglazije pri nas so nakazovala, da je le-to v sestojih s sklenjenim sklepom krošenj pičlo. Prva opažanja in meritve po žledolomu 2014 pa na objektu Počivalnik nakazujejo, da je naravno pomlajevanje duglazije v večjih vrzelih z večjim dotokom svetlobe intenzivno in močno pospešeno (Raida, 2018). Z analizo smo ugotovili, da je pomlajevanje duglazije najuspešnejše v notranjosti sestojev, predvsem v bližini večjih dreves in na bolj osvetljenih predelih.

Omeniti velja, da ameriška duglazija velja za močno priljubljeno vrsto velikih rastlinojedcev. Medtem ko klice ostajajo večinoma nepoškodovane, je objedenost mladik v najštevilčnejšem višinskem razredu od 10 do 20 cm (povprečna gostota v sestoju je v tem razredu 3.310 mladik na hektar) že 50 %. Stopnja objedenosti se z višino mladik povečuje in znaša v višinskem razredu od 50 do 100 cm praktično 100 %. Če upoštevamo podatek, da je številčnost mladik v tem višinskemu razredu zelo majhna, pri večjih osebkih mladja duglazije pa je opaziti velik delež obdrgnjenih stebelc (Roženbergar, 2021), lahko sklepamo, oz. predvidimo določene težave pri pomlajevanju duglazije. Divjad z objedanjem v zeliščni plasti namreč ustvarja ugodne svetlobne razmere za pomlajevanje, s selektivnim objedanjem pa otežuje uspešno preraščanje mladik duglazije v višje višinske razrede. Intenzivnost pomlajevanja duglazije se od roba sestoja do oddaljenosti ene do dveh drevesnih višin zunaj sestoja močno zmanjšuje, medtem ko ostaja razmerje med poškodovanimi in nepoškodovanimi mladikami v posameznih višinskih razredih razmeroma enako (Raida, 2018).

Analiza proveniančnega nasada ameriške duglazije v Brkinih

Analiza podatkov je pokazala, da povprečno preživetje provenienc v 46-letnih, nikoli redčenih sestojih znaša ≈ 42 %. Od skupno 3.543 posajenih sadik je preživelo 1.481 dreves. Najvišjo stopnjo preživetja imata provenienci *Steamboat* (1121) in *Roseburg* (1123) (56,8 % in 56,7 %) iz JZ Oregona, medtem ko imajo najnižje preživetje provenience iz obalnega dela Kalifornije; *Fort Bragg* (1147) 10,0 %, *St. Helene Mountain* (1150) 15,0 % in *Willits* (1148) 17,1 %. Zadnje tri omenjene so najjužnejše provenience, vključene v naših poskusih.

Preglednica 1: Proučevane značilnosti provenienc ameriške duglazije v nasadih Padež I in Padež II

Padež	Provenienca[1]	Število posaje-nih	Preži-vetje (%)	Prsni premer (cm)	Vitalnost	Število vej[2]	Premer vej[3]
I	1 (1028) Merrit	180	35,0	27,0	1,87	10,7	16,6
I	2 (1059) Perry Creek	197	51,3	32,7	2,30	10,5	16,8
I	3 (1060) Clallam	159	46,5	30,0	2,20	9,5	15,4
I	4 (1064) Jefferson	166	44,6	28,6	2,16	9,6	14,8
I	5 (1070) Denny Creek	170	55,9	31,1	2,25	10,2	16,0
I	6 (1078) Cle Elum	179	53,6	29,3	2,04	12,4	16,9
I	7 (1080) Yelm	170	40,6	36,1	2,49	10,5	16,8
I	8 (1081) Alder Lake	161	31,1	31,1	2,18	10,6	15,5
I	9 (1088) Castle Rock	160	41,3	31,2	2,23	9,8	15,8
I	10 (1089) Cathlament	160	47,5	34,1	2,37	10,8	16,7
I	11 (1090) Cougar	139	44,6	32,4	2,24	11,0	14,9
I	12 (1094) Vernonia	110	39,1	30,8	2,19	10,7	15,9
I	13 (1101) Waldport	170	41,8	31,5	2,26	9,4	15,0
I	14 (1102) Upper Soda	179	40,2	30,4	2,07	11,2	16,7
I	15(1104) Brookings	160	30,6	31,7	2,25	11,5	16,4
I	16* (-) Podčetrtek	30	33,3	33,7		11,2	18,5
I	**Skupaj/ Povprečje**	**2.490**	**43,0**	**31,2**	**2,21**	**10,6**	**16,2**
II	1 (1114) Detroit	157	47,8	35,2	1,95	9,4	19,3
II	2 (1115) Corvallis	60	45,0	32,7	1,93	10,8	18,2
II	3 (1116) Burnt Woods	90	44,4	34,9	1,95	9,4	19,6
II	4 (1118) Marys Peak	69	47,8	36,2	1,73	11,0	18,7
II	5 (1121) Steamboat	169	56,8	33,6	2,02	11,0	21,1
II	6 (1123) Roseburg	60	56,7	33,7	1,91	9,7	17,4
II	7 (1138) Arcata I	110	20,9	26,1	2,30	10,6	17,7
II	8 (1139) Weaverville	108	41,7	34,8	2,00	9,8	20,0
II	9* (1147) Fort Bragg	20	10,0	36,5	1,50	6,5	18,8
II	10 (1148) Willits	170	17,1	32,5	2,17	9,0	17,7
II	11* (1150) St. Helena Mountain	40	15,0	39,7	1,83	11,2	23,5
II	**Skupaj/ Povprečje**	**1.053**	**38,9**	**34,0**	**1,98**	**9,9**	**19,4**

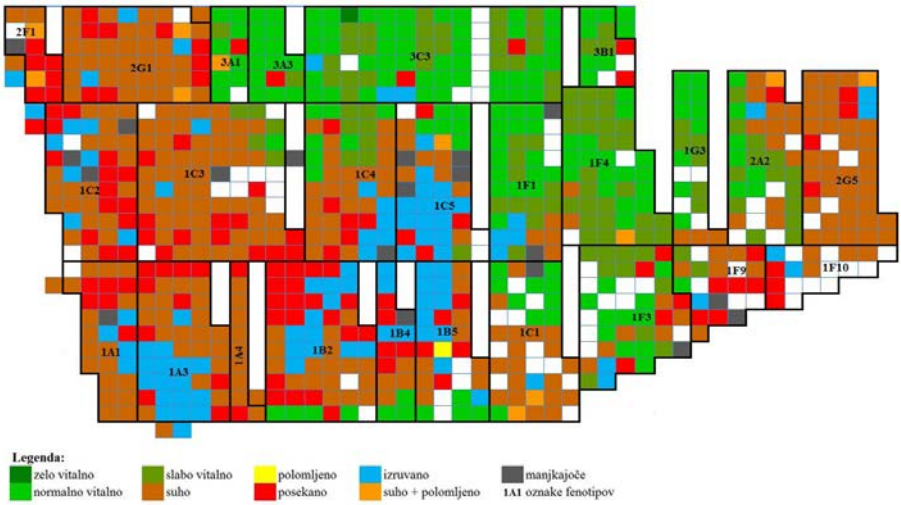
[1] za natančnejše podatke o proveniencah glej Smolnikar, 2021 in Bambič, 2021 (v tisku)
[2] število vej > 8 mm debeline v območju prsne višine 1,3m ± 0,30 m
[3] povprečni premer izmerjenih vej (vse veje > 8 mm debeline)
* zaradi nizkega števila preživelih dreves, izključeno iz analiz

Z neparametrično analizo variance (Kruskal-Wallis test) smo potrdili statistične razlike v srednjih premerih med proveniencami v nasadu Padež I ($p < 0{,}001$), medtem ko razlik med srednjimi premeri v nasadu Padež II nismo odkrili ($p > 0{,}112$). Podoben vzorec variabilnosti se kaže tudi v vitalnosti provenienc in sicer so v nasadu Padež I razlike v vitalnosti statistično značilne ($p < 0{,}001$), medtem ko v Padežu II le-teh nismo potrdili ($p = 0{,}295$).

Razlike med proveniencami so statistično značilne tudi pri znakih vejnatosti. Povprečno število vej na drevo je bilo v nasadu Padež I med 9,4 in 12,4, razlike med proveniencami pa so statistično značilne ($p < 0{,}01$). V Padežu II se je povprečno število vej med proveniencami gibalo od 6,5 do 11,2, statističnih razlik pa nismo potrdili ($p = 0{,}429$). Smo pa razlike med proveniencami potrdili pri povprečnih debelinah vej tako v Padežu I ($p < 0{,}01$), kot v Padežu II ($p < 0{,}001$).

Debelinska rast in poškodovanost omorike na objektu Počivalnik

V času analize (november 2016) je bilo v nasadu omorike, ki je bil osnovan leta 1988, le še petina zadovoljivo vitalnih dreves. Pri provenienci Bela Zemlja je bilo največ suhih in polomljenih dreves, le nekaj manj je bilo manjkajočih. Od manjšine še živih prisotnih dreves provenience Bela Zemlja je bilo približno 15 % dreves normalno vitalnih, ca. 12 % pa slabše vitalnih. Kot slabše vitalna so se pokazala tudi drevesa provenience Popova Luka. Med njimi je bilo kar 66 % suhih in skoraj 20 % manjkajočih. Od 15 % še živih dreves je bila samo ena tretjina normalno vitalnih, druge smo ocenili kot slabo vitalne. Daleč najbolj vitalna so bila drevesa provenience Šargan. Živih, oziroma vsaj slabo vitalnih ali boljših je bilo več kot 90 %, od teh pa kar 65 % normalno vitalnih in celo 1 % zelo vitalnih. S Kruskal-Wallisovim testom smo potrdili, da učinek provenience značilno vpliva na zdravstveno stanje dreves, $H(2) = 186{,}86$, $p < 0{,}001$. Ugotovili smo, da na zdravstveno stanje značilno vpliva tudi fenotip dreves, $H(4) = 48{,}60$, $p < 0{,}001$, in sicer se je kot najvitalnejši pokazal fenotip *argentea*, medtem ko je vitalnost drugih štirih fenotipov nekoliko manjša.



Slika 2: Tlorisni shematski prikaz stanja celotnega nasada omorike na objektu Počivalnik v času poteka meritev

Pri analizi debelinske rasti smo ugotovili, da so najdebelješa drevesa iz Šargana, povprečni premer pri tej provenienci je znašal 17,4 cm, nekoliko manjši je bil pri Beli Zemlji, 17,3 cm in najmanjši pri drevesih Popove Luke, 17,1 cm.
Pri fenotipskih skupinah smo največji povprečni premer (18,1 cm) izmerili pri fenotipu *semidichotomy*, sledijo *viminalis* (17,6 cm), *borealis* in *argentea* (po 17,4 cm) ter na koncu fenotip *serbica* (16,9 cm). Z dvo-faktorsko analizo variance, s katero smo proučevali glavne učinke, nam ni uspelo potrditi vpliva provenience na premer dreves (F = 1,099, p > 0,05), značilni vpliv pa ima fenotip dreves (F = 2,823, p < 0,05). Posteriorna analiza (Tukey test) je pokazala, da se značilno razlikujeta fenotip *semidichotomy*, za katerega je značilna spontana dvovrhatost in fenotip *serbica*, katerega odlikuje habitus omorike z ozko krošnjo.

4 RAZPRAVA

Po Zakonu o ohranjanju narave (11. člen) smreka izven svojih naravnih rastišč v Sloveniji ne spada med avtohtone rastlinske vrste, a hkrati ne spada niti med tujerodne drevesne vrste, kamor uvrščamo rastline, ki na ozemlju Slovenije po naravni poti niso prisotne (Zakon o ohranjanju narave, 1999). Gojenje rastlin zunaj njihovih naravnih rastišč je iz ekološkega in naravovarstvenega vidika vprašljivo, pa vendar smo pri uporabi slovenskih vrst zunaj njihovih naravnih rastišč veliko popustlivejši kot pri uporabi neavtohtonih vrst, ki pa so lahko na določenih rastiščih z ekološkega vidika celo primernejše od naših vrst. Naravne ujme v zadnjih nekaj letih so pokazale krhkost naših gozdnih ekosistemov, še posebno v sestojih, katerih glavna graditeljica je navadna smreka. Na drugi strani motnje bolje prenašajo nekatere tujerodne drevesne vrste, na primer ameriška duglazija. Naše analize so pokazale, da bi TDV lahko povečale stabilnost in trajnost delovanja gozdnih ekosistemov, še posebno v luči vse pomembnejših klimatskih sprememb, je pa pred izborom in uporabo, tujerodne vrste potrebno dodobra spoznati.

V kolikor bi italijanski gozdarji pred 2. sv. vojno na postojnskem ne sadili ameriške duglazije, danes ne bi vedeli, kako uspešno ta vrsta lahko prenaša naravne ujme in kako dobro se pomlajuje v večjih vrzelih. Čeprav so tuje raziskave in spoznanja več kot dobrodošla, le-teh ne moremo neposredno prenašati v naše okolje. Za ta namen nam izvrstno služijo poskusni nasadi.

Omorika se je na objektu Počivalnik na postojnskem izkazala za odpornejšo vrsto kot navadna smreka. Vrsta je bolje kljubovala tako žledolomu kot podlubnikom, ki so se razmnožili v letih po žledu. Podlubniki so jo sicer napadli, vendar šele, ko je navadne smreke v okolici začelo zmanjkovati. Hkrati je naša analiza pokazala na velike razlike med proveniencami, kar govori o izjemnem pomenu izvora gozdnega reprodukcijskega materiala.

Od smreke se je kot veliko odpornejša proti žledolomu in gradaciji podlubnikov, in hkrati s hitrejšo rastjo, izkazala ameriška duglazija. Dobra vitalnost, hitra rast in intenzivno pomlajevanje duglazije na objektu Počivalnik so še posebno zanimivi, ker je matična podlaga karbonatna (kredni rjavosivi apnenci, tla so tipična rjava pokarbonatna, ponekod sprsteninasta rendzina), saj je znano, da duglazija na apnencih ne raste najbolje (Spiecker, 2018). Izvora dreves ameriške duglazije na postojnskem žal ne poznamo, a je analiza dveh mednarodnih provenienčnih nasadov v Brkinih pokazala, da med proveniencami obstajajo pomembne razlike tako v debelinskem kot v kakovostnem priraščanju. Najmanjše preživetje v Brkinih so pokazale provenience iz najjužnejših zemljepisnih širin, medtem ko se debelinsko priraščanje provenienc z zemljepisno širino povečuje.

5 ZAHVALA

Prispevek je nastal v okviru raziskovalnega projekta CRP V4-1818 Uporabnost ameriške duglazije in drugih tujerodnih drevesnih vrst pri obnovi gozdov s saditvijo in setvijo, ki ga financirata Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Javna agencija za raziskovalno dejav¬nost republike Slovenije (ARRS).

6 VIRI

Bambič S., Jarni K., Božič G., Brus R. 2020. Uspevanje omorike (*Picea omorika* (Pančić) Purk.) v generativnem semenskem nasadu Počivalnik pri Postojni. Acta Silvae et Ligni, 123: 1–11.

Bambič S. 2021. Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v mednarodnem provenienčnem nasadu Padež 2 v Brkinih. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: (v tisku).

Raida D. 2018. Navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v nasadih pri Ravbarkomandi po žledolomu leta 2014. Diplomsko delo. Visokošolski strokovni študij – 1. stopnje. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, samozaložba: 38 str.

Roženbergar D. 2021. Pomlajevanje navadne ameriške duglazije: terenska opazovanja.

Ljubljana, (2. 9. 2021), ustni vir.
Smolnikar P., Brus R., Jarni K. 2021. Differences in growth and log quality of Douglas-Fir (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) provenances. Forests, 3, 287: 12 str.
Spiecker H. 2018. COST NNEXT Field Trip, Postojna, 22. 3. 2018, ustni vir
Zakon o gozdovih. 1993. Ur. l. 30/93.
Zakon o ohranjanju narave. 1999. Ur. l. 56/99.

SPLOŠNI KONCEPTI TRAJNOSTNEGA UPRAVLJANJA S TUJERODNIMI DREVESNIMI VRSTAMI V ALPSKEM PROSTORU

Aleksander MARINŠEK[1]

(1) Gozdarski inštitut Slovenije, aleksander.marinsek@gozdis.si

Ključne besede: gojenje gozdov, tujerodne drevesne vrste, klimatske spremembe, smernice za upravljanje

1 UVOD

Koncepti trajnostnega gospodarjenja z gozdovi morajo upoštevati združljivost med funkcijami gozdov, lastnostmi ekosistemov in različnimi interesi uporabnikov in lastnikov gozdov. Povezanost in prepletenost funkcij, veliko število deležnikov, spreminjajoče se klimatske razmere ter želja po uspešnem in trajnostnem gospodarjenju z gozdovi, lahko postanejo zelo zahtevna naloga. Prisotnost tujerodnih drevesnih vrst (TDV) v gozdovih pa gospodarjenje z njimi še malo bolj zaplete.

V prispevku se bomo zaradi kompleksnosti in heterogenosti celotnega gospodarjenja z gozdovi osredotočili le na načela upravljanja s TDV. Načini gospodarjenja z gozdovi se med državami v alpski regiji lahko razlikujejo, vendar pa bi morala biti načela upravljanja TDV na splošno enaka.

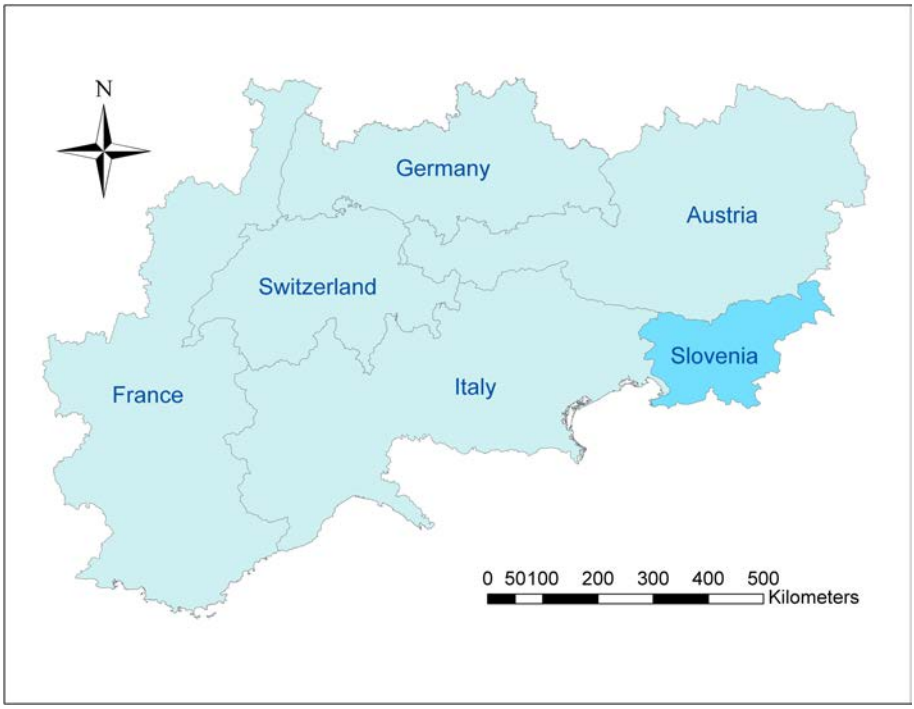
Najpomembnejše smernice pri gospodarjenju z gozdovi bi morale biti tiste, ki so bile oblikovane v okviru Konvencije o biotski raznovrstnosti (Druga ministrska konferenca o varstvu gozdov v Evropi, MCPFE (16.–17. junij 1993, Helsinki, Finska)): ˝Avtohtonim vrstam in lokalnim proveniencam je potrebno dati prednost povsod, kjer je to primerno. Uporabo vrst, provenienc, sort ali ekotipov zunaj njihovega naravnega območja je treba preprečiti, če bi njihov vnos ogrozil pomembne/dragocene avtohtone ekosisteme, rastlinstvo in živalstvo. Določene TDV je še vedno mogoče uporabljati, tudi če veljajo za invazivne vrste, vendar le takrat, ko se njihova invazivnost na določenem območju ne izraža in če je njihove populacije mogoče nadzorovati z majhnim naporom˝. Če je mogoče, je treba dati prednost avtohtonim vrstam, TDV dajemo prednost v primeru, če so za doseganje gozdnogospodarskih ciljev TDV očitno boljše od avtohtonih vrst (Stupak in sod., 2011) ali če avtohtone vrste ne morejo več opravljati ključnih funkcij gozda (škodljivci, bolezni). Uporaba TDV je lahko seveda zelo sporna, saj lahko povzroči velike okoljske spremembe, če jih pospešujemo na velikopovršinskih plantažah ali v primeru, ko se širi v naravne ekosisteme (Pötzelsberger in sod., 2020b).

Nekatere TDV uspevajo v naših gozdovih že stoletja, določene vrste k nam šele prihajajo. Dejansko je v EU približno 4 % ali 8,5 milijona ha evropskih gozdov trenutno poraščenih s TDV, vendar znotraj držav obstajajo velike razlike (Pötzelsberger, 2018; Brus in sod., 2019). Večina TDV je bila namerno vnesena v gozdove, predvsem od 19. stoletja dalje (Nyssen in sod., 2016). Merila za izbiro drevesnih vrst so bile izkušnje, enostavnost gojenja, produktivnost (ekonomska privlačnost) in v nekaterih primerih

možnost izboljšanja rastiščnih pogojev (Pötzelsberger in sod., 2020a).

2 METODOLOGIJA

V okviru projekta Interreg Alpine Space ALPTREES (https://www.alpine-space.eu/projects/alptrees/en/home), ki poteka od leta 2019 do 2022, smo iz literaturnih in podatkovnih virov zbrali najpomembnejše informacije, ki se tičejo trajnostnega upravljanja s tujerodnimi drevesnimi vrstami v alpskem prostoru, katerega del je celotno ozemlje Slovenije.



Slika 1: Območje alpske regije zavzema približno 390 000 km^2 in predstavlja življenjski prostor približno 70 milijonom prebivalcev (©Anja Bindewald).

3 REZULTATI

Brus in sod. (2019) so ugotovili, da v evropskih gozdovih (brez poskusnih in parkovnih nasadov) uspeva najmanj 145 različnih TDV. Skoraj polovica teh vrst izvira iz Severne Amerike. Pri tako velikem številu TDV bi morala naša načela upravljanja na splošno temeljiti na naših in tujih izkušnjah, znanju, tveganjih in koristih, ki jih prinašajo TDV. Pri tem je potrebno upoštevati tudi zakonodajo. Za gojenje, uporabo in upravljanje s TDV na ravni EU so pomembni naslednji trije pravni instrumenti: (1) Direktiva Sveta 1999/105/ES z dne 22. decembra 1999 o trženju gozdnega reprodukcijskega materiala, (2) Direktiva Sveta 92/43 /EGS z dne 21. maja 1992 o ohranjanju naravnih habitatov ter prosto živečih živalskih in rastlinskih vrst (tj. „Direktiva o habitatih“) in (3) Uredba (EU)

št. 1143/2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst (ITV), ki vključuje invazivne TDV. Kar zadeva nacionalne in regionalne ravni, so Pötzelsberger in sod. (2020b) poročali o 335 ustreznih zakonskih instrumentih, ki so bili uvedeni do junija/julija 2019, za ureditev uporabe TDV v 116 geopolitičnih pravnih enotah po vsej EU.

Naše upravljanje s TDV v alpski regiji mora temeljiti na EU in nacionalni zakonodaji ter na dejstvih, ali je TDV:
- že dolgo časa prisotna na določenem območju/gozdnem rastišču,
- novinec (spontano ali namerno vnešena TDV),
- vrsta, s katero želimo gospodariti,
- (potencialno) invazivna ali ne,
- alergena ali kako drugače škodljivo vpliva na zdravje ljudi (zlasti v urbanem okolju),
- vrsta, ki prinaša koristi/tveganja za okolje, gospodarstvo, zdravje ljudi in dobro počutje (Imamo z njo že izkušnje?).

Naraščajoče koncentracije CO_2 in nadaljnje segrevanje podnebja bo vplivalo na lastnosti gozdnih rastišč, njihovo produktivnost, sestavo drevesnih vrst in splošno biotsko raznovrstnost. Neskladje med podnebnimi spremembami in prilagajanjem dreves nanje bo imelo resne posledice za rast in sestavo gozdov. Posledično bo to imelo pomembne posledice za gospodarjenje in naravovarstvo (McKenney in sod., 2009). TDV so lahko del rešitve za prilagajanje takšnim spremembam v gozdnih ekosistemih, vendar hkrati lahko predstavljajo tveganje za biotsko raznovrstnost in funkcije ekosistemov. Iz tega vidika potrebujemo ustrezno orodje za oceno tveganja, ki mora biti specifično za posamezno TDV in posamezno rastišče (Bindewald in sod., 2021, v tisku).

Zaradi naraščajočega globalnega segrevanja in klimatskih sprememb se gozdni ekosistemi v alpski regiji drastično spreminjajo in nekatera gozdna območja in tipi gozdov so na vdore TDV bolj dovzetni kot drugi. V alpski regiji se nekatere TDV, zlasti tiste z invazivnim značajem in zmožnostjo hitrega prilagajanja spreminjajočim se rastiščnim dejavnikom, spontano že širijo v naše gozdove ter na degradirane in opuščene površine. To so v večini primerov robinija (*Robinia pseudoacacia*), pajesen (*Aillanthus altissima*), ameriški javor (*Acer negundo*), rdeči hrast *(Quercus rubra),* pavlovnija (*Paulownia tomentosa*) in druge. Takšno širjenje na račun avtohtonih drevesnih vrst je velik problem z vidika biotske raznovrstnosti in delovanja ekosistemov in bo postalo še resnejše (Čarni in sod., 2017).

Invazivne TDV vplivajo na okolje na različnih ravneh: s konkurenco, hibridizacijo, prenosom bolezni/škodljivcev ter kemijskimi, fizikalnimi ali strukturnimi vplivi (Blackburn in sod., 2014). V takih primerih bi se morala naša prizadevanja osredotočiti na ukrepe omejevanja in izkoreninjenja, ki bi bili vključeni v načrt upravljanja, oz. gojenja gozdov. Takšni ukrepi vključujejo mehanske, kemične in biološke metode za izkoreninjenje in omejevanje TDV. Nadzorovani varovalni pasovi so na primer ustrezen ukrep za preprečevanje širjenje TDV iz obstoječih nasadov na občutljive habitate (Vor in sod., 2015), zlasti v primeru TDV, ki jih je mogoče enostavno odstraniti (vrste, ki se ne razširjajo vegetativno).

Po drugi strani pa je v Evropi in alpskem prostoru tudi veliko primerov uspešne uporabe TDV, ki ne kaže nevarnosti za okolje in prinaša koristi (Dickie in sod., 2014). Če se v naših gozdovih odločimo za gojenje določene (preizkušene) TDV, je potrebna premišljena izbira proveniencnega materiala, saj nekatere TDV izvirajo iz velikega območja razširjenosti, kjer so se razvili številni podtipi in ekotipi (Pötzelsberger in sod., 2020a). Pri uporabi lastnega semena in sadilnega materiala TDV iz lastnih semenskih sestojev pa se je treba zavedati, da je izguba genske raznolikosti in celo križanje v sorodstvu lahko velika pomanjkljivost (Wojacki in sod., 2019). Za razliko od mnogih avtohtonih drevesnih vrst, TDV na območju vnosa pogosto nimajo velike populacije. Drugo pomembno vprašanje je, kakšen bo odziv TDV na prihodnje podnebne spremembe. Če vrsta dobro uspeva na nekem rastišču v danih okoljskih razmerah, morda v spremenjenih ne bo uspešna (Chakraborty in sod., 2015, 2019). Nekateri avtorji (Correia in sod., 2018) menijo, da je prilagoditev ekstremnim dogodkom lahko celo pomembnejša od prilagajanja povprečnim vrednostim okoljskih spremenljivk. Obetavna vrsta v alpski regiji, na rastiščih, kjer se smreka posredno in neposredno zaradi podnebnih sprememb in preteklih napak pri upravljanju umika iz smrekovih, bukovih in jelovih gozdov, bi lahko bila navadna ameriška duglazija (*Pseudotsuga menziesii*). Primes duglazije avtohtonim drevesnim vrstam je morda odločitev, vredna premisleka. Odločitev pa mora biti vedno narejena na podlagi rastiščnih lastnosti (Bindewald in sod., 2021, v tisku) in ne na podlagi splošnih ugotovitev. V spreminjajočih se ekosistemih so nujno potrebne tudi nadaljnje študije in spremljanje stanja.

Slika 2: Navadna ameriška duglazija je ena najpogostejših TDV v Sloveniji, s katero gospodarimo že več kot 100 let. V zadnjem času se je izkazala kot vrsta, odporna proti žledu in drugim naravnim motnjam (foto: A: Marinšek)

Na splošno je vključevanje TDV v takšne mešane gozdne sestoje z avtohtonimi drevesnimi vrstami najlažje in najvarnejše, če so ekološke značilnosti vnesene TDV podobne avtohtonim vrstam in TDV ne kaže močnega prevladujočega ali invazivnega vedenja (Spiecker in sod., 2019).

4 ZAKLJUČEK

Pötzelsberger in sod. (2020a) ugotavljajo, da sta ugled TDV in vprašanje nadaljnjega širjenja teh vrst v Evropi polna upanja, predsodkov, skepticizma ali zavračanja. Transnacionalna strategija upravljanja in odgovorne uporabe NNT, ki je eden od glavnih ciljev, ki jih želimo doseči v projektu ALPTREES z učinkovito in enotno politiko glede TDV v alpskem prostoru, bi nas lahko pripeljala do trajnostnega, neškodljivega sobivanja z številnimi TDV.

Predlagam naslednja priporočila za trajnostno uporabo TDV v gozdu:
1. Kjer je le mogoče naj imajo prednost avtohtone drevesne vrste.
2. Uvajanje migracije avtohtonih vrst (ang. *assisted native species migration*) (Williams in Dumroese, 2013), prenos in testiranje vrst iz sosednjih regij jugovzhodne Evrope v severne dele Evrope.

3. Če je potrebno, uvajamo žlahtnenje avtohtonih drevesnih vrst, ki naj ima prednost pred uporabo TDV.
4. Priporočljivo je, da TDV vnašamo le, če so znanje in/ali izkušnje pokazale, da je mogoče nadzorovati vse njihove potencialne invazivne vplive in da obstajajo učinkoviti omilitveni ukrepi (načela in merila Sveta za nadzor gozdov za upravljanje gozdov. FSC-STD-01-001 V5-2 SL. Bonn: Svet za nadzor gozdov; 2015).
5. Upoštevanje nacionalne zakonodaje.
6. Uporaba in uvajanje TDV bi morala biti dovoljena le, če so lastnosti TDV za dosego gozdnogospodarskih in drugih ciljev očitno boljše od avtohtonih vrst in ti cilji ne ogrožajo drugih možnih ekosistemskih storitev.
7. Uporaba Rastiščno Specifične Ocene Tveganja (Bindewald in sod., 2021, v tisku), ki jo lahko opredelimo kot oceno verjetnosti nastanka, širjenja in s tem povezanih (potencialno) neželenih posledic TDV na posameznih gozdnih rastiščih.
8. Izogibanje snovanja monokultur in plantaž TDV.
9. Uvajanje TDV samo v mešanih sestojih, skupaj z avtohtonimi drevesnimi vrstami.
10. Opravljanje raziskav naj se osredotoči na širši nabor TDV.
11. Uporaba lastnih izkušenj s TDV iz preteklosti in izmenjava izkušenj in znanj z drugimi državami in raziskovalci.
12. Prepoved sajenja TDV z visokim ekološkim tveganjem.
13. Izbira rastišču primernega gozdnega reprodukcijskega materiala TDV ustrezne provenience.
14. Zavedati se je potrebno, da so avtohtone bolezni in škodljivci lahko potencialna grožnja TDV, ki jih vnašamo. Skupaj s TDV pa lahko vnesemo tudi njihove bolezni in škodljivce, ki sčasoma lahko postanejo potencialna grožnja avtohtonim drevesnim vrstam.
15. Kadar prevladujejo invazivne TDV, je treba njihovo omejevanje ali izkoreninjenje izvesti kot del gozdnogojitvenih ukrepov.
16. Izobraževanje ljudi o možnih tveganjih in koristih TDV ter o pomenu preprečevanja njihovega širjenja na eni strani ter njihovem pomenu in potencialu pri prilagajanju na klimatske spremembe na drugi strani.

5 LITERATURA

Bindewald A., Brundu G., Schueler S., Starfinger U., Lapin K. 2021. Site-specific risk assessment of non-native tree species used in forests across the Alpine Space: (v tisku).

Čarni A., Juvan Mastnak N., Dakskobler I., Kutnar L., Marinšek A., Šilc U. 2017. Prediction of the appearance of tree of heaven in forest communities in western Slovenia. Periodicum Biologorum, 119, 4: 261–283.

Dickie I.A., Bennett B.M., Burrows L.E., Nuñez M.A., Peltzer D.A., Porté A., Richardson D.M., Rejmánek M., Rundel P.W., Wilgen B.W. 2014. Conflicting values: ecosystem services and invasive tree management. Biological Invasions, 16: 705–719.

Pötzelsberger E. 2018. Should we be afraid of non-native trees in our forests? University of natural resources and life sciences.

Pötzelsberger E., Spiecker H., Neophytou C., Mohren F., Gazda A., Hasenauer H. 2020a.

Growing non-native trees in European forests brings benefits and opportunities but also has its risks and limits. Current Forestry Reports, 6: 339–353.
Pötzelsberger E., Lapin K., Brundu G., …in sod. 2020b. Mapping the patchy legislative landscape of non-native tree species in Europe. Forestry, 93, 4: 567–586.
Brus R., Pötzelsberger E., Lapin K., Brundu G., Orazio C., Straigyte L., Hasenauer H. 2019. Extent, distribution, and origin of non-native forest tree species in Europe. Scandinavian Journal of Forest Research, 34, 7: 533–44.
Blackburn T.M., Essl F., Evans T., Hulme P.E., …in sod. 2014. A Unified Classification of Alien Species Based on the Magnitude of their Environmental Impacts. PLoS Biol 12, 5: e1001850. https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001850
Stupak I., Lattimore B., Titus B.D., Smith C.T. 2011. Criteria and indicators for sustainable forest fuel production and harvesting: a review of current standards for sustainable forest management. Biomass Bioenergy, 35, 8: 3287–3308.
Nyssen B., Schmidt U.E., Muys B., Lei P.B., van der Pyttel P. 2016. The history of introduced tree species in Europe in a nutshell. In Krumm F, Vítková L. (ur.), Introduced tree species in European forests: opportunities and challenges. Freiburg, European forest institute (EFI): 44–54.
Chakraborty D., Wang T., Andre K., Konnert M., Lexer M.J., Matulla C., Schueler S. 2015. Selecting populations for non-analogous climate conditions using universal response functions: the case of Douglas-fir in central Europe. PLoS One, 10, 8: 1–21.
Chakraborty D., Schueler S., Lexer M.J., Wang T. 2019. Genetic trials improve the transfer of Douglas-fir distribution models across continents. Ecography (Cop), 42, 1: 88–101.
Wojacki J., Eusemann P., Ahnert D., Pakull B., Liesebach H. 2019. Genetic diversity in seeds produced in artificial Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*) stands of different size. Forest Ecology and Management, 438: 18–24.
Correia H.A., Almeida H.M., Branco M.,…in sod. 2018. Early survival and growth plasticity of 33 species planted in 38 Arboreta across the European Atlantic area. Forests, 9, 10: 1–18.
Spiecker H., Lindner M., Schuler J.K., editors. Douglas-fir - an option for Europe. 2019. What Science Can Tell Us: 121 str.

Williams M.I., Dumroese R.K. 2013. Preparing for climate change: forestry and assisted migration. J For.: 111, 4: 287–297.
McKenney D.W., Pedlar J., O'Neill G.A. 2009. Climate change and forest seed zones: past trends, future prospects and challenges to ponder. For. Chron: 85: 258–265.
Vor T., Spellmann H., Bolte A., Ammer C. (ur.). 2015. Potenziale und Risiken eingeführter Baumarten. Baumartenportraits mit naturschutzfachlicher Bewertung. Vol. 7, Göttinger Forstwissenschaften. Universitätsverlag Göttingen: 233 str.

NAČRTOVANJE UPRAVLJANJA S TUJERODNIMI DREVESNIMI VRSTAMI V GOZDARSKI PRAKSI

Andrej BREZNIKAR[1], Marija KOLŠEK[2], Aleš POLJANEC[3]

(1) Zavod za gozdove Slovenije, andrej.breznikar@zgs.si
(2) Zavod za gozdove Slovenije, marija.kolsek@zgs.si
(3) Zavod za gozdove Slovenije, ales.poljanec@zgs.si

Ključne besede: gozdarsko načrtovanje, tujerodne drevesne vrste, podnebne spremembe, Zavod za gozdove Slovenije

1 UVOD

Tujerodne drevesne vrste in gospodarjenje z njimi je že več kot 200 let pomembno vprašanje tako v evropskem kot slovenskem gozdarstvu. Njihova vloga se je v zgodovini pogosto spreminjala, raziskave, praktična spoznanja in neposredne izkušnje pa so gradile odnos gozdarske stroke do njihovega vnosa, gojenja, pospeševanja ali zatiranja. Prvi poskusi njihovega vnosa konec 19. stoletja so prešli v bolj smela pogozdovanja med obema vojnama. Šlo je v glavnem za vnos robinije, kanadskega topola, ameriškega jesena in črnega oreha, v nekoliko manjšem obsegu pa so sadili tudi rdeči hrast, zeleni bor in ameriško duglazijo (Kutnar, Pisek, 2013). To obdobje med leti 1880 in 1940 lahko imenujemo prvo obdobje vnosa tujerodnih vrst v gozdove. V obdobju 1960–1990 mu je sledila „renesansa“ vnosa tujerodnih vrst. Tako so gozdarji v šestdesetih in sedemdesetih letih prejšnjega stoletja vnašali tujerodne drevesne vrste predvsem v nižinske gozdove, in sicer ne glede na rastiščne razmere, zato je bil ekonomski uspeh teh nasadov pogosto manjši, kot so pričakovali. Ker nasadi tujerodnih drevesnih vrst niso dajali želenih učinkov, je njihov vnos z leti upadal. Po letu 1990 je, predvsem zaradi tranzicije v gozdarstvu, zmanjševanja obsega vlaganj v gozdove in zaradi vse bolj doslednega spoštovanja sonaravnih načel gospodarjenja z gozdom, vnos tujerodnih vrst v gozdove praktično povsem zamrl.

V zadnjih 10 letih tujerodne drevesne vrste in njihovo vnašanje, ohranjanje ali zatiranje v gozdovih ponovno vzbujata vse več pozornosti. Vse bolj očitne posledice podnebnih sprememb v gozdovih predstavljajo velik izziv tudi za gozdarsko stroko, ki išče rešitve za prilagajanje gospodarjenja z gozdovi na izzive podnebno nestabilnega okolja, s katerimi želimo zmanjšati negativne posledice podnebnih sprememb in zagotoviti uresničevanje vseh funkcij gozdov tudi v prihodnosti. Ob hitrih spremembah rastiščnih pogojev lahko nekatere tujerodne vrste odigrajo pomembno vlogo, še posebej v razmerah, ko je domači izbor drevesnih vrst močno zožen in ko je vrstna pestrost gozdnih sestojev resno ogrožena. Z vnosom manjšega deleža tujerodnih drevesnih vrst lahko zmanjšamo ranljivost gozdnih ekosistemov kot celote in tveganja pri gospodarjenju z gozdovi. Poleg tega gozdarstvo in gozdovi nosijo tudi svoj del odgovornosti pri blaženju podnebnih sprememb z zagotavljanjem ponora ogljika. Na določenih rastiščih so tako gozdnogojitvene rešitve, ki vključujejo tudi tujerodne vrste in omogočajo hitro

priraščanje in akumulacijo lesne zaloge, zelo dobrodošle.
Po drugi strani pa podnebne spremembe prinašajo vse več negativnih izkušenj tudi z drugimi invazivnimi tujerodnimi rastlinskimi in živalskimi vrstami ter glivami. Invazivne tujerodne rastlinske vrste (ITRV) so se v gozdovih Slovenije v večji meri razširile predvsem po žledu leta 2014. V zadnjih letih se v gozdovih na večjih posekah, ki so nastale kot posledica ujm, žarišč podlubnikov in tudi rednih pomladitvenih sečenj, vse bolj uveljavljajo. Velikemu vdoru ITRV so izpostavljeni še gozdni robovi in gozdovi ob vodotokih. Nekatere vrste (navadna barvilnica, žlezava nedotika) ovirajo gospodarjenje z gozdovi predvsem v smislu oteženega pomlajevanja avtohtonih vrst, druge vrste (pavlovnija, veliki pajesen, tudi rdeči hrast in ponekod robinija) pa v določenih primerih pomenijo resno konkurenco avtohtonim vrstam. Problemu invazivnih tujerodnih vrst (ITV) se posveča vse več pozornosti, investira se veliko časa in sredstev za preprečevanje nadaljnjega širjenja ali za poskuse njihove popolne odstranitve (De Groot in sod., 2017, Cojzer in sod.; 2019).

Pri načrtovanju upravljanja tujerodnih drevesnih vrst v gozdovih tako ne moremo mimo njihove dvojne narave. Če se tujerodne vrste prilagodijo in ustalijo, se uspešno razmnožujejo ter širijo naprej na nova območja ter s svojo konkurenčnostjo ogrožajo ekosisteme, habitate ali domorodne vrste, postanejo invazivne. ITV so v svetovnem merilu že nekaj desetletij prepoznane kot eden najpomembnejših razlogov za upadanje biotske raznovrstnosti (De Groot in sod., 2017). Tudi v Sloveniji se število ITV iz leta v leto povečuje, njihova prisotnost v okolju pa resno ogroža naravno pomlajevanje domorodnih vrst.

Pri načrtovanju upravljanja tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih moramo tako upoštevati oba vidika in zasnovati tako strategije uvajanja in gojenja tistih tujerodnih drevesnih vrst, ki imajo svojo vlogo in mesto v gozdnih sestojih, kot tudi ukrepe zatiranja in preprečevanja širjenja drugih ITV in varstva gozdov pred njimi.

2 KRATEK PREGLED STANJA TUJERODNIH DREVESNIH VRST V SLOVENSKIH GOZDOVIH

Po podatkih Zavoda za gozdove Slovenije (ZGS) iz leta 2020, pridobljenih na podlagi podatkov o gozdnih sestojih, je lesna zaloga tujerodnih drevesnih vrst v slovenskih gozdovih dobrih 3,28 milijona m^3 ali 0,92 % skupne lesne zaloge. V Sloveniji je med vsemi tujerodnimi drevesnimi vrstami najbolj razširjena robinija (0,62 % celotne lesne zaloge gozdov), velik delež pa ima tudi zeleni bor (0,21 %). Med bolj razširjenimi tujerodnimi drevesnimi vrstami sta še zelena duglazija (0,05 %) in rdeči hrast (0,03 %). Delež vseh ostalih tujerodnih drevesnih vrst pa ne dosega 0,01 % celotne lesne zaloge. Lesna zaloga invazivnega velikega pajesena je 2.300 m^3. Največ tujerodnih drevesnih vrst v gozdovih najdemo v severovzhodnem in vzhodnem delu Slovenije ter na jugozahodu Slovenije.

Po podatkih analize pogostnosti tujerodnih rastlinskih vrst na splošno v gozdnih rastiščnih tipih (GRT) v Sloveniji (Dakskobler in sod., 2016) se le te pojavljajo v več kot polovici GRT. Prisotnost in vpliv ITRV na avtohtono rastje je največji v obrečnih gozdovih na hidromorfnih tleh, v grmičavem vrbovju, belovrbovju, logih sive jelše, črnojelševju in

dobravah (Bončina in sod., 2021). Najbolj invazivne tujerodne drevesne vrste, robinija, veliki pajesen in rdeči hrast, se lahko močno razširijo tudi v sestojih gozdnih združb na avtomorfnih tleh, predvsem v gričevnatem in podgorskem pasu, vse do nadmorske višine 800 m. Poleg robinije in velikega pajesena na zgradbo in sestavo naravnih gozdnih združb najbolj vpliva ameriški javor (*Acer negundo*), a le v obrečnih gozdovih, predvsem v belovrbovju.

Robinija je prisotna v večini GRT razen v bazoljubnih borovjih, gorskih in jelovih bukovjih, ameriško duglazijo pa najpogosteje najdemo v gričevno-podgorskih in gorskih gozdovih na silikatmih kameninah (Dakskobler in sod., 2016).

3 STRATEŠKE PODLAGE ZA UPRAVLJANJE S TUJERODNIMI DREVESNIMI VRSTAMI

Strateški dokumenti s področja gozdarstva in trajnostnega razvoja nasploh se tako na globalni, evropski kot na nacionalni ravni le v manjši meri dotikajo problematike vnašanja tujerodnih drevesnih vrst. Dejstvo je, da so strategije za preprečevanje širjenja pogostejše kot predlogi uvajanja in uporabe tujerodnih drevesnih vrst. Kljub temu je vnos in gojenje tujerodnih drevesnih vrst precej pogosta praksa pri gospodarjenju z gozdovi v Evropi, še posebej v zahodnem delu, kjer je to prevladujoč način gospodarjenja, pogosto tudi v srednji Evropi (Nemčija, Francija) in Sredozemlju (Portugalska). Na tretji Ministrski konferenci o varovanju gozdov v Evropi (MCPFE) leta 1998 so bili sprejeti kriteriji in indikatorji za trajnostno gospodarjenje z gozdovi (MCPFE, 1998). Med usmeritvami za prakso gospodarjenja z gozdovi najdemo tudi priporočilo glede uporabe domačih drevesnih vrst in lokalnih provenienc, ki so dobro prilagojene rastiščnim razmeram. Uporabljajo naj se samo tiste vnesene vrste, provenience ali varietete, katerih vpliv na ekosistem in na genetsko integriteto domorodnih vrst in krajevnih provenienc je bil ovrednoten….“.

Evropska komisija pripravlja novo strategijo EU za gozdove do leta 2030, ki kot vodilna pobuda evropskega zelenega dogovora temelji na strategiji EU za biotsko raznovrstnost do leta 2030 (EU, 2021).

V navedenih dokumentih ni posebej obravnavano uvajanje in uporaba tujerodnih drevesnih vrst, pomemben del usmeritev je posvečen ITV in z njimi povezanim tveganjem. Strategije na tem področju so na vseh ravneh podprte tudi s predpisi, zakonodajo in mednarodnimi sporazumi.

V Evropski strategiji za gozdove do leta 2030 (EU, 2021) je predstavljena tudi zaveza, da bo do leta 2030 v Evropi posajenih vsaj 3 milijarde dodatnih dreves ob polnem spoštovanju ekoloških načel. Ta strategija vključuje načrt za izvajanje zaveze, ki temelji na splošnem načelu sajenja in vzgoje »pravega drevesa na pravem mestu in za pravi namen«. Kot eden od treh ključnih kriterijev se določa tudi zahteva po sadnji samo avtohtonih drevesnih vrst, razen če je mogoče dokazati, da niso več prilagojene napovedanim podnebnim in rastiščnim razmeram, kar odpira prostor tudi za tujerodne drevesne vrste.

Na nacionalni ravni se slovenski Nacionalni gozdni program posebej ne opredeljuje do tujerodnih drevesnih vrst in njihove uporabe. Bolj jasna je Uredba Vlade Republike Slovenije o posebnih varstvenih območjih (območjih Natura 2000) (Ur. l. RS, št. 49/04 in nasl.), ki določa, da se »na Natura 2000 območja ne vnaša živali in rastlin tujerodnih vrst ter gensko spremenjenih organizmov«. Prav tako je prepovedan vnos tujerodnih vrst v Triglavski narodni park (TNP), ki je sicer tudi skoraj v celoti v območju Nature 2000. Ukrepi varstva gozdov pred ITV so bolj podrobno določeni z evropsko uredbo o invazivnih tujerodnih vrstah (EU, 2014). Seznam ITV v okviru te uredbe se redno posodablja, v letu 2019 je bil na seznam uvrščen tudi veliki pajesen (*Ailanthus altissima*). Slovenija je v postopku sprejemanja nacionalne Uredbe o izvajanju Uredbe (EU) o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja ITV. S to uredbo se bodo določile podrobne pristojnosti za ukrepanje ob zaznavi problema ITV s seznama EU v gozdovih Slovenije. Pomemben segment, ki ga moramo pri upravljanju tujerodnih vrst upoštevati, je tudi certificiranje gozdov. Certifikacijske sheme (v Sloveniji: FSC, PEFC) so prostovoljni sistemi za krepitev trajnostnega gospodarjenja z gozdovi in ohranjanje gozdnih ekosistemov. Shemi FSC in PEFC dajeta prednost domačim drevesnim vrstam, vendar dopuščata tudi tujerodne, če je njihova raba nadzorovana in ne povzroča negativnih ekoloških učinkov (Veselič 2016).

4 USMERITVE ZA UPRAVLJANJE S TUJERODNIMI DREVESNIMI VRSTAMI

4.1 Pregled strokovnih podlag za usmerjanje gospodarjenja s tujerodnimi drevesnimi vrstami

Upravljanje z gozdovi je podvrženo številnim tveganjem, ki izhajajo iz dolgih proizvodnih ciklov, nedeterminiranosti naravnih sistemov ter negotovim vplivom iz okolja (naravne motnje), ki so večinoma posledice podnebnih sprememb. Uspešno upravljanje zato zahteva prilagodljive sisteme gospodarjenja, zlasti pa ohranjanje biotske pestrosti na vseh ravneh ter upoštevanje najširšega nabora gozdnogojitvenih rešitev, kot osnovne paradigme za prilagajane in blaženje podnebnih sprememb in zmanjševanju tveganj pri gospodarjenju z gozdovi.

Osnova za pripravo gozdnogospodarskih in gozdnogojitvenih načrtov, programov gozdnogojitvenih in varstvenih del, ki so podlaga za konkretno usmerjanje razvoja gozdnih sestojev, so strateške usmeritve, ki jih je ZGS pripravil na podlagi aktualnih rezultatov raziskav na področju gozdarstva ter lastnih izkušenj in strokovne presoje Strokovnega sveta ZGS.

Strokovni svet ZGS v okviru priprave Strategije obnavljanja poškodovanih gozdov v letu 2015 oblikoval stališče, s katerim pri gospodarjenju z gozdovi v Sloveniji predvideva možnost uporabe treh tujerodnih drevesnih vrst (Veselič in sod., 2016), in sicer robinije (*Robinia pseudoacacia*), zelene duglazije (*Pseudotsuga menziesii*) in črnega oreha (*Juglans nigra*).

V okviru priprav na obnovo območnih gozdnogospodarskih načrtov za obdobje 2021 – 2030 je ZGS v letu 2019 pristopil tudi k izdelavi Usmeritev za gospodarjenje z gozdovi

po skupinah gozdnih rastiščnih tipov (ZGS, 2021). Prilagajanje ukrepov značilnostim rastišča je ključni ukrep sonaravnega gospodarjenja z gozdovi, ki ga moramo sistemsko zagotoviti že na strateški ravni načrtovanja. Proces gozdarskega načrtovanja na ravni gozdnogospodarskih območij je bil zastavljen tako, da bi ločeno po posameznih enotah gozdnih rastišč zagotovil jasne odgovore na vse temeljne izzive pri gospodarjenju z gozdovi in razvoju gozdov v prihodnjem desetletju in se med drugim opredelil tudi do vprašanj vnosa in gojenja tujerodnih drevesnih vrst oziroma preprečevanja širjenja tujerodnih drevesnih invazivnih vrst.

Pri pripravi strokovnih podlag za izdelavo območnih gozdnogospodarskih načrtov 2021 – 2030 so bila postavljena pred načrtovalce tudi ključna vprašanja glede tujerodnih drevesnih vrst. Ta vprašanja se nanašajo na rešitve glede sprememb drevesne sestave v gozdovih, na vprašanja povečevanja vrstne pestrosti ter uporabe minoritetnih in tujerodnih drevesnih vrst. Pri slednjem je ključno vprašanje, kje bomo poskusili s tujerodnimi drevesnimi vrstami in v kakšnem obsegu, kakšna bo strategija upravljanja z robinjo, ameriško duglazijo in črnim orehom ter kakšna bo strategija upravljanja z drugimi v gozdovih prisotnimi tujerodnimi invazivnimi drevesnimi vrstami, ki niso regulirane s predpisi EU, kot sta npr. na nekaterih območjih pogosteje prisotna rdeči hrast in ameriški javor.

V okviru analize stanja na področju ohranjanja in povečevanja biotske raznovrstnosti v gozdnih ekosistemih v območnih načrtih posebej izpostavljamo tudi oceno vloge drugih tujerodnih, predvsem invazivnih vrst na tem področju in sicer s primerjavo sedanjega stanja s stanjem v preteklem desetletju.

Dodatno smo kot pripomoček pri načrtovanju pripravili tudi Smernice za zagotavljanje gozdnega reprodukcijskega materiala. Prilagajanje gospodarjenja z gozdovi na podnebne spremembe povečuje potrebo po ustreznem gozdnem reprodukcijskem materialu (GRM), tudi tujerodnih drevesnih vrst, ki jih želimo vgraditi v bodoče gozdne sestoje. Vnos tujerodnih drevesnih vrst je prvenstveno odvisen od razpoložljivosti ustreznega GRM. Področje zagotavljanja GRM tujerodnih drevesnih vrst usmerja Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu in spremljajoči podzakonski akti.

V Seznamu drevesnih vrst in umetnih križancev, za katere veljajo predpisi o GRM, je več tujerodnih drevesnih vrst, manjka pa npr. črni oreh, na katerega računamo na določenih rastiščih. Kljub temu pa je seznam gozdnih semenskih objektov v Sloveniji za uporabo v gozdarstvu zelo kratek in ne omogoča zagotavljanja GRM tujerodnih drevesnih vrst za širšo uporabo.

Jasno določene usmeritve za upravljanje drevesne sestave v gozdovih gozdnogospodarskega območja in v tej zvezi tudi uporabe ali preprečevanja širjenja tujerodnih drevesnih vrst so podlaga za izdelavo bolj podrobnih načrtov tako na ravni gozdnogospodarskih načrtov enot kot na ravni gozdnogojitvenih načrtov.
Odločitve glede tujerodnih drevesnih vrst doživijo konkretizacijo s pomočjo vsakoletne priprave Programa del in vlaganj v gozdove. Kot katalizator tega procesa deluje sistem financiranja in sofinanciranja vlaganj v gozdove. Od trenutnih razpoložljivih virov

za (so)financiranje ukrepov gojenja in varstva gozdov dva omogočata tudi izvedbo gozdnogojitvenih rešitev, ki vključujejo tudi možnost vnosa tujerodnih drevesnih vrst (proračunska sredstva Republike Slovenije za (so)financiranje vlaganj v gozdove in sredstva Programa razvoja podeželja), sredstva Gozdnega sklada pa sofinanciranje ukrepov vnosa tujerodnih drevesnih vrst izključujejo, saj so namenjena izključno območjem Natura 2000 v zasebnih gozdovih. Omogočajo pa izvedbo zatiralnih ukrepov glede ITV v okviru gozdnogojitvenih del ter del za nego habitatov. Odnos do že prisotnih tujerodnih drevesnih vrst v območjih Natura 2000 je odvisen od njihove invazivnosti in od njihovega negativnega vpliva na stanje habitatov in vrst. Poleg tega ZGS na podlagi goznogojitvenih načrtov, po predhodnem svetovanju in skupni izbiri za možni posek (po 17. čl. Zakona o gozdovih) lahko uravnava delež tujerodne drevesne vrste v vseh sestojih.

4.2 Ključne usmeritve za gospodarjenje s tujerodnimi drevesnimi vrstami

V usmeritve glede razvoja gozdov se predvsem v zadnjih letih sistematično vgrajujejo tudi odločitve glede upravljanja drevesne sestave v gozdovih in v tej zvezi tudi pospeševanja ali zaviranja širjenja tujerodnih drevesnih vrst v gozdovih. Zaradi različnih tveganj glede uspevanja tujerodne drevesne vrste v novem okolju in zlasti zaradi možnih negativnih posledic za gozdni ekosistem, mora biti odločitev o uporabi tujerodne drevesne vrste nujno dobro premišljena. Načelo previdnosti gre upoštevati v največji možni meri tako pri premisleku, ali je vnos tujerodne vrste res potreben, kot tudi pri presoji o tem, kako bo tujerodna drevesna vrsta uspevala v novem okolju in kakšni so možni negativni vplivi tujerodne drevesne vrste na gozdni ekosistem. Odločitev o uporabi tujerodne drevesne vrste mora temeljiti na:

– poznavanju značilnosti drevesne vrste ter njenega naravnega in novega rastišča; pri čemer je pomembno:

- poznavanje rastiščnih zahtev in ekoloških značilnosti vrste,
- poznavanje izvornega rastišča in primerjanje z novim rastiščem,
- poznavanje drevesni vrsti škodljivih organizmov in tveganja v povezavi z njimi,
- izkušnje s tujerodno vrsto v domačem ali bližnjem okolju.

– izpolnjenih pogojih glede upravičenosti uporabe tujerodne drevesne vrste in njene neškodljivosti za novo okolje, pri čemer je še posebej pomembno:

- da je vrsta primerna za sanacijo degradiranih ali drugače ogroženih rastišč,
- da vrsta zagotavlja uporabno vrsto lesa ali druge dobrine (robinija, duglazija v nižinah),
- da lahko vrsta nadomesti eno ali več domačih ogroženih drevesnih vrst, še posebej zaradi podnebnih sprememb, na določenem rastišču (črni oreh),
- da vrsta ne ogroža ekološkega ravnotežja v gozdnem ekosistemu.

Sposobnost naravnega pomlajevanja v novem okolju je zaželena, vendar pod pogojem, da pomlajevanje ni preobilno, saj bi sicer vrsta postala invazivna (Veselič in sod., 2016). Strategija obnavljanja poškodovanih gozdov v Sloveniji predvideva aktivno gospodarjenje s tremi tujerodnimi vrstami in sicer robinijo, ameriško duglazijo in črnim orehom. Glede robinije velja, da ima zelo uporaben les specifičnih lastnosti, da je zelo dobrodošla medovita vrsta, da izboljšuje tla in jih mehansko hitro utrdi in se intenzivno naravno pomlajuje, kar jo ponekod uvršča med invazivne drevesne vrste. Izkušnje z robinijo so v Sloveniji pretežno pozitivne, zaradi njene invazivnosti pa se je treba zavedati tudi določenih tveganj. Njena invazivnost zahteva več strokovne previdnosti in tudi nekaj dodatnih gojitvenih del, kadar se le ta vrašča na območja, kjer imamo visoke gozdnogojitvene cilje z avtohtonimi drevesnimi vrstami. Splošno stališče glede robinje je, da se je ne pospešuje, pač pa tolerira do obsega potreb po njenem lesu in čebelji paši, in tudi kot pionirsko vrsto na degradiranih območjih, kot so opuščene gramoznice, kamnolomi in območja požarišč in odlagališč.

Ameriška duglazija ima vrsto prednosti, kot so zelo uporaben les, marsikje se uspešno naravno pomlajuje, vendar ni invazivna vrsta in ne kaže drugih negativnih vplivov na gozdne ekosisteme. Vzgoja sestoja duglazije iz naravno pomlajenih osebkov potrebuje dodatna gozdnogojitvena in varstvena dela (doziranje svetlobe, zaščita pred divjadjo). Potencialne nevarnosti njenega gojenja niso poznane, pri tuji vrsti pa je tveganje zanjo in za okolje vselej nekoliko večje in jo je treba pozorneje spremljati.
V Sloveniji imamo z zeleno duglazijo pozitivne izkušnje, zelo pomembni so tudi rezultati provenienčnih proučevanj. Uporabnost in obdelava lesa duglazije v Sloveniji nista dobro poznani in zato tudi les ni iskan in cenjen, izkušnje lesne industrije v sosednjih državah z lesom duglazije pa so zelo dobre.

Na podlagi Usmeritev za gospodarjenje z gozdovi po skupinah gozdnih rastiščnih tipov je predviden vnos zelene duglazije v manjših skupinah predvsem v Jelova bukovja na karbonatnih in mešanih kamninah ter v Gorska bukovja in Jelovja na silikatih. Sadimo jo posamič, šopasto primešano ali v čisti sestavi v skupinah do 0,5 ha, z deležem površine ali lesne zaloge v odseku/oddelku do 10 %, na ravni rastiščno gojitvenega razreda pa do 3 %.

Črni oreh ima prav tako zelo uporaben les, vrsta prenese večjo vlažnost tal, kjer je izbor domačih vrst omejen, se naravno pomlajuje in ne kaže invazivnih lastnosti. Potencialne nevarnosti njegovega uvajanja niso znane, v zadnjem času pa ga ogrožata bolezen tisočerih rakov, ki jo povzroča gliva *Geosmithia morbida*, ter njen prenašalec orehov vejni lubadar (*Pityophthorus juglandis*). Oba škodljiva organizma sta regulirana po predpisih Evropske skupnosti o zdravju rastlin kot karantenska škodljiva organizma. V Sloveniji imamo črnega oreha sorazmerno malo. Prevladujejo pozitivne izkušnje. Na bolj vlažnih rastiščih kaže dobro rast in vitalnost, nekatera drevesa dosegajo tudi premer 80 cm in obilno semenijo.

Zaradi ogroženosti velikega in ostroplodnega jesena zaradi jesenovega ožiga, ki ga povzroča invazivna tujerodna gliva *Hymenoscyphus fraxineus*, ter zaradi ogroženosti črne jelše zaradi jelševe sušice, ki jo povzroča gliva *Phytophtora alni*, je dopustna sadnja

črnega oreha na rastiščih nižinskih gozdov (vrbovje s topolom; nižinsko črnojelševje; dobovje, dobovo belogabrovje in vezovje), in sicer posamič, šopasto primešano ali v čisti sestavi v skupinah do 0,5 ha, z deležem površine ali lesne zaloge v odseku/oddelku do 15 % oziroma na ravni rastiščno gojitvenega razreda do 5 %.

Na splošno glede tujerodnih drevesnih vrst velja, da tam, kjer je vrsta že močno uveljavljena in so izkušnje z njo dolgoletne, in ki kaže dobro prilagojenost in odpornost, opravlja ekosistemske storitve in ne kaže pomembnih negativnih vplivov na okolje, velja z njo intenzivno gospodariti naprej in jo v lokalnem okviru celo pospeševati ali postopno širiti, če uspešno nadomešča katero od domačih vrst, ki pešajo oziroma so ogrožene. Za ta namen je potrebno zagotoviti tudi preskrbo z ustreznim GRM.
Upravljanje s tujerodnimi drevesnimi vrstami moramo vezati na rastišče in selektivno obravnavati posamezne vrste in gozdne rastiščne tipe.

Poleg tega je potrebno sistematično in v večjem obsegu kot do sedaj preizkušati uporabo že sedaj uveljavljenih in tudi manj prisotnih tujerodnih drevesnih vrst v vseh okoljih, kjer pričakujemo, da bi v prihodnosti lahko odigrale pomembno vlogo pri morebitnem postopnem nadomeščanju izpadlih domačih vrst, pri čemer gre za postopno preverjanje uspevanja posameznih vrst in nabiranje potrebnih izkušenj pri njihovi gozdnogojitveni obravnavi. Tudi tukaj bi potrebovali dobro in nadzorovano preskrbo z GRM. Semenskih objektov za te vrste še ni, pri testiranju pa bi bilo treba veliko pozornost posvetiti izvoru in proveniencam testnega materiala.

Zagotavljanje kakovostnega in ustreznega gozdnega reprodukcijskega materiala je tako ključno za usmerjen in kontroliran vnos tujerodnih drevesnih vrst. V Sloveniji smo z raziskavami že potrdili, da je zelena duglazija primerna za naše kraje, vendar je njena uspešna rast zelo odvisna od primerne provenience (Breznikar, 1991). Pomembno je zagotoviti kakovosten, preverjen in proveniančno ustrezen GRM in povečati število gozdnih semenskih objektov (GSO), predvsem v pasu bukovega in jelovo-bukovega gozda. Ob predhodni odobritvi GIS se lahko dovoli tudi uporabo GRM zelene duglazije iz proveniančnih območij v Avstriji ter ustreznih provenienc iz ZDA. Črni oreh je predhodno potrebno uvrstiti na seznam vrst, za katere velja Zakon o gozdnem reprodukcijskem materialu, in odobriti več GSO. Robinijo lahko zaradi intenzivnega pomlajevanja uvrščamo med ITV, a njena izrazita svetloljubnost to nevarnost nekoliko zmanjšuje. Obilno semeni že v 5. do 6. letu starosti, vendar se razmnožuje tudi vegetativno z odganjanjem iz korenin, zato je potrebna previdnost pri nabiranju semena, da ne nabiramo semena iz klonov matičnih dreves. Ker je zaradi invazivne narave in v skladu s sprejetimi strategijami upravljanja ni primerno saditi, odobritev GSO ni potrebna niti zaželena.

5 IZOBRAŽEVANJE, OSVEŠČANJE IN PRENOS ZNANJA ZA USPEŠNO IN USKLAJENO UPRAVLJANJE TUJERODNIH DREVESNIH VRST

Uspešno upravljanje tujerodnih drevesnih vrst in njegova realizacija v gozdarski praksi je močno odvisna od učinkovitega prenosa in uporabe potrebnega znanja pri terenskih gozdarjih, načrtovalcih, lastnikih gozdov in ostalih deležnikih v gozdarstvu. Pri tem področje odkrivanja in preprečevanja širjenja ITV močno prednjači pred področjem

gojenja tujerodnih drevesnih vrst, kar je razumljivo glede na potencialno škodo in negativne posledice, ki jih širjenje ITV prinaša.

V okviru projekta LIFE ARTEMIS (2016-2020) je bil zastavljen in izveden načrt usposabljanj za sistem za zgodnje obveščanje in hitro odzivanje na ITV, ki se lahko uporabi tudi za področje vnosa in testiranja tujerodnih drevesnih vrst v slovenske gozdove. Izobraževanja so bila izvedena za izvajalce nadaljnjih usposabljanj, strokovnjake, lastnike gozdov, splošno javnost in zaposlene v drugih deležniških organizacijah. Sistem kaskadnega izobraževanja izobraževalcev z nadaljnjim prenosom znanja na druge ciljne skupine se je izkazal za izredno učinkovitega. Znanje o ITV moramo še naprej širiti tako med gozdarskimi strokovnjaki kot med lastniki gozdov.

Današnjemu znanju na področju preprečevanja širjenja ITV v slovenskem gozdarstvu moramo približati tudi splošna znanja o tujerodnih drevesnih vrstah, znanja o rastiščno pogojenem in premišljenem vnosu njihovih manjših deležev v slovenske gozdove, prilagajanju drevesne sestave na podnebne spremembe in povečevanju biotske pestrosti v gozdnih sestojih ter sistematičnega preverjanja odzivov tujerodnih drevesnih vrst v različnih rastiščno gojitvenih okoljih. S tem bomo znatno prispevali k učinkovitosti upravljanja tujerodnih drevesnih vrst v prihodnosti.

6 VIRI

Bončina A., Rozman A., Dakskobler I., Klopčič M., Babij V., Poljanec A. 2021. Gozdni rastiščni tipi Slovenije: vegetacijske, sestojne in upravljavske značilnosti. 1. izd. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Zavod za gozdove Slovenije, Ljubljana: 575 str.

Breznikar A. 1991. Mednarodno proučevanje duglazije (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco) v Sloveniji. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Ljubljana, Slovenia. 62 str.

Cojzer M., Zagorac N. 2019. Invazivne rastlinske vrste in poskusi njihovega zatiranja v gozdovih v gozdnogospodarskem območju Maribor. V: Zbornik predavanj in referatov 14. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin z mednarodno udeležbo, Maribor, 5.–6. marec 2019. Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 321–335.

Dakskobler I., Kutnar L., Šilc U., Vreš B. 2016. Prisotnost in pogostnost tujerodnih rastlinskih vrst v gozdnih rastiščnih tipih Slovenije. V: Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov: zbornik prispevkov posvetovanja z mednarodno udeležbo. XXXIII. Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 14.–15. april 2016, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 125–141.

De Groot M., Kolšek M., Kus Veenvliet J., Kutnar L., Malovrh J., Ogris N., Rantaša B., Rozman S. 2017. Tujerodne vrste v slovenskih gozdovih. Uredila Jana Kus Veenvliet, Ljubljana, Silva Slovenica: 32 str.

EU. 2014. Uredba (EU) št. 1143/2014 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 22. oktobra 2014 o preprečevanju in obvladovanju vnosa in širjenja invazivnih tujerodnih vrst. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R1143&from=EN (20. 8. 2021).

EU 2021. New EU Forest Strategy for 2030, COM/2021/572 final. https://eur-lex.europa.

eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52021DC0572 (20. 8. 2021).
Kutnar L., Pisek R. 2013. Tujerodne in invazivne vrste v gozdovih Slovenije. Gozdarski vestnik: 71, 9, 402–417.
MCPFE 1998. Pan-European Criteria, Indicators and Operational Level Guidelines for Sustainable Forest Management. Third Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe, Lizbona, 2.–3. junij 1998. https://foresteurope.org/wp-content/uploads/2016/10/MC lisbon_resolutionL2 _with_annexes.pdf#page=18. (20. 8. 2021)
Veselič Ž., Grecs Z., Matijašić D. 2016. Predlog uporabe nekaterih tujerodnih vrst pri obnavljanju gozdov v Sloveniji. V: Invazivne tujerodne vrste v gozdovih ter njihov vpliv na trajnostno rabo gozdnih virov: zbornik prispevkov posvetovanja z mednarodno udeležbo. XXXIII. Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 14.–15. april 2016, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 149–158.
ZGS. 2021. Usmeritve za gospodarjenje z gozdovi po skupinah gozdnih rastiščnih tipov. Interno gradivo: 236 str.